

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



Aceptabilidad de un producto alimenticio elaborado con polen de abeja *Apis mellifera*

Ana Ruth Beloso Archila

Nutricionista

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



Aceptabilidad de un producto alimenticio elaborado con polen de abeja *Apis mellifera*

INFORME DE TESIS

Presentado por
Ana Ruth Bellosó Archila

Para optar al título de
Nutricionista

Guatemala, octubre de 2017

Junta Directiva

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreína Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

Dedicatoria

A Dios, el centro de mi vida y quien me dio la capacidad, fortaleza y perseverancia para alcanzar esta meta.

A mis padres Salvador Belloso y Miriam de Belloso por su amor incondicional y apoyo durante todo el camino recorrido.

A mis hermanos, en especial a María Isabel y Sara Ester que con su cariño y ayuda contribuyeron a este triunfo.

A mis amigos, tanto los que conocí durante la carrera como los que he tenido desde la infancia, quienes formaron parte importante de experiencias, sueños y luchas.

A quienes fueron parte importante de mi vida y que ahora se encuentran en el cielo, con los cuales me encantaría compartir este momento.

Agradecimientos

Al licenciado Edgar Amílcar García Pimentel por su orientación y apoyo en la realización de este estudio.

A mis asesoras, Licda. Miriam Alvarado y Licda. Geraldina Velásquez de Cerón por guiarme, aconsejarme y apoyarme desde mi formación profesional hasta el desarrollo de la investigación.

A la Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco (CIPAC) por proporcionar la materia prima utilizada en este estudio.

A todos los estudiantes, personal docente y administrativo de la Universidad de San Carlos de Guatemala que contribuyeron en la fase experimental de esta investigación.

Índice

Resumen.....	1
Introducción	3
Antecedentes	4
Polen de abeja	4
Formulación de productos alimenticios	14
Análisis Bromatológico.....	16
Análisis sensorial	18
Estudios realizados.....	20
Justificación	27
Objetivos	28
General.....	28
Específicos.....	28
Materiales y métodos.....	29
Universo	29
Diseño de la investigación	29
Materiales	29
Métodos.....	31
Resultados	40
Determinación de nutrientes del polen de abeja <i>Apis mellifera</i>	40
Prueba Piloto.....	41
Determinación del valor nutricional del producto alimenticio formulado	45
Análisis microbiológico del producto alimenticio	46
Evaluación de la aceptabilidad del producto alimenticio formulado	47
Discusión de resultados	53
Conclusiones	60
Recomendaciones	61
Referencias.....	62
Anexos	66

Resumen

El polen de abeja es un producto elaborado con polen de flores, una mezcla de néctar o miel y secreciones de las abejas que contienen enzimas digestivas; formando gránulos con varias células de polen. Cada gránulo es transportado en sus patas. Al entrar a la colmena es almacenado en celdas. Su sabor depende del origen botánico del cual se haya obtenido (árboles y flores) (Valladares, 2014). Dependiendo de su origen la coloración del polen puede variar desde blanco cremoso, café oscuro, amarillo, naranja, verde e incluso rojo.

Es un producto rico en macronutrientes, vitaminas y antioxidantes. También posee, aunque en menor cantidad, minerales, compuestos fenólicos, flavonoides, esteroides y terpenos. Los componentes que se encuentran en mayor proporción son: carbohidratos, fibra, proteínas y lípidos, estos pueden variar según su origen botánico y geográfico (Mesa, 2015).

En cuanto a su calidad proteica, tiene la mayoría de aminoácidos esenciales en buena proporción. Esto, sumado a la presencia de compuestos bioactivos que le confieren actividad antioxidante, antimicrobiana, hipolipidémica, inmunomoduladora e incluso antialérgica (Komosinska, et al., 2015), hacen del polen de abeja un alimento que debe ser tomado en cuenta para la alimentación y salud humana.

Debido a estos beneficios se consideró importante desarrollar un producto a base de polen para consumo humano como una alternativa de fuente de proteína y nutrientes de origen natural.

El objetivo del estudio fue evaluar la aceptabilidad de un producto alimenticio elaborado con polen de abeja proveniente de la Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco (CIPAC), ubicado en el departamento de Huehuetenango.

Para la formulación del producto se determinó el contenido macronutrientes y micronutrientes (fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro, manganeso y sodio). Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se realizó una serie de pruebas de preparaciones alimenticias con diferentes ingredientes para seleccionar aquellos que combinaran con el polen de abeja, sin que afectaran sus características organolépticas y que complementaran su valor nutricional.

Una vez que se determinó la formulación final del producto, se llevó a cabo un análisis microbiológico para garantizar la inocuidad del alimento elaborado. El resultado indicó que el producto era apto para consumo humano.

El producto alimenticio elaborado fue una harina para bebida instantánea a base de polen de abeja con cacao, vainilla, arroz y canela, que aporta, tanto en 100 gramos como por porción (6.60 gramos): proteína, potasio, calcio y fósforo y en menor cantidad: magnesio, sodio y hierro. Asimismo, posee un bajo contenido de grasa.

Para evaluar la aceptabilidad del producto formulado, dirigido a la población adulta de (18 a 60 años), se llevó a cabo una Prueba de Aceptabilidad Hedónica de cinco puntos con personal administrativo, docente y estudiantil de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados indicaron que el producto alimenticio con polen de abeja formulado fue aceptado en relación a su sabor y olor. Sin embargo, la temperatura, color y apariencia del producto elaborado fueron calificados en la categoría “No me gusta ni me disgusta” por lo que no fueron aceptados ni rechazados por el grupo objetivo.

Finalmente, el producto elaborado es un alimento con un alto valor nutritivo que posee ingredientes con propiedades antioxidantes, antimicrobianas e antiinflamatorias como canela, cacao y polen de abeja, siendo éste último el que se encuentra en mayor proporción.

Introducción

Durante el ciclo de la vida del ser humano, existen diversas circunstancias (crecimiento, desarrollo, estado de salud, actividad física y factores ambientales) que influyen y rigen los requerimientos nutricionales de las personas.

Uno de los principales factores para alcanzar un estado nutricional y por ende de salud óptimo es llevar una dieta apropiada y equilibrada, la cual satisfaga las necesidades nutricionales de una persona para realizar los procesos vitales del organismo. Esto conlleva la selección de alimentos, lo suficientemente variados, para el aporte de las cantidades adecuadas de nutrientes. (Mahan, Escott, & Raymond, 2013).

Por ejemplo, el polen de abeja es un alimento que contiene vitaminas, minerales, carbohidratos, grasas y principalmente proteína (Ulbricht, et al., 2009); el cual, además de ser un alimento nutritivo, ejerce efectos biológicos que pueden influir en la salud de las personas. Este producto proviene de diversas plantas, el cual es recolectado y procesado por las abejas para utilizarlo como alimento siendo una fuente de proteína para sus crías.

El presente trabajo contiene la propuesta de un producto alimenticio a base de polen de abeja, el cual posee un contenido significativo de proteína, potasio, calcio y fósforo, así como de componentes funcionales que le otorgan propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, convirtiéndolo en un producto altamente nutritivo que puede ser considerado como una alternativa de harina instantánea para complementar la alimentación y nutrición humana por sus propiedades, haciendo pequeños ajustes en la formulación del producto para modificar sus características organolépticas y así aumentar su grado de aceptabilidad en el grupo objetivo, que si bien es cierto fue aceptado en la mayoría de sus atributos, podría mejorarse para que sea aceptado en todos los atributos evaluados.

Antecedentes

Polen de abeja

Una de las principales actividades que realizan las abejas es la polinización de las flores (Espinoza, 2004), que consiste en el transporte de polen del estambre al estigma de otra planta y con ello asegurar la producción de frutos y semillas de éstas (Mesa, 2015).

La abeja polinizadora *Apis mellifera*, es originaria de tierras europeas, siendo introducida a América por los españoles en el siglo XVII, como una actividad de empresarios quienes contrataban a mayas para trabajar en apiarios. Es así como los mayas aprendieron a cómo manejar estas abejas melíferas, tomándola como una actividad propia.

Definición. El polen es un conjunto de células germinales masculinas de las plantas que se observan al abrirse los sacos polínicos en las anteras de los estambres de las flores, el cual al pasar al estigma del pistilo de la flor de la misma especie germina y alcanza el óvulo del ovario, para dar lugar a la fecundación y la producción de frutas y semillas (Usabiaga et al., 2002).

El polen de abeja es un producto que elaboran las abejas utilizando el polen de flores mezclándolo con néctar y/o miel y secreciones que contienen enzimas digestivas, formando gránulos que contienen de cien a cinco millones de células de polen. Cada gránulo es transportado en sus patas; al entrar a la colmena es almacenado en celdas. Su sabor depende del origen botánico del cual haya sido obtenido (árboles y flores), y el medio ambiente (tipo de ecosistema, contaminación, agricultura ecológica, hábitat natural) (Valladares, 2014).

Para obtener este producto, los humanos instalan trampas en la entrada de la colmena provocando que las abejas pierdan el polen y sea guardado en recipientes. Los granos de polen son la fuente de proteína más importante para las abejas (Mesa, 2015).

Producción de polen. La polinización silvestre es de suma importancia en el mantenimiento propio de la naturaleza ya que contribuye a la diversidad genética de las plantas. Las abejas melíferas son las principales responsables de la polinización de cultivos hortícolas, transportando polen entre sus flores.

Recolección del polen. El proceso de polinización inicia cuando las abejas son atraídas por la forma, color y olor de las flores, siendo el principal factor atrayente la intensidad del olor. Las abejas melíferas colectan polen de diversas plantas a diferentes horas del día; esto depende de la disponibilidad del polen según la especie de la planta y también las condiciones ambientales (como la temperatura).

La anatomía de la abeja melífera obrera está diseñada para este proceso. Con el primer par de patas la abeja colecta el polen en su cuerpo. Posteriormente este polen es transportado en su tercer par de patas, las cuales poseen pelos cortos en la parte superior que se van haciendo más largos hacia la parte inferior en los bordes de la cara externa de la tibia. Al llegar a la colmena, el polen es descargado en las celdas del panal con la ayuda de las espuelas localizadas en su segundo par de patas.

Una vez en la colmena, las abejas obreras agregan al polen más néctar y secreciones producidas en las glándulas hipofaríngeas, las cuales contienen enzimas que provocan la fermentación láctica del polen dando lugar a productos alimenticios como la jalea proteica, alimento que le suministran a las crías de la Reina, obreras y zánganos, utilizándolo también como su propio alimento.

Por tal razón la abeja, al principio de su etapa adulta requiere de cantidades sustanciales de proteína como consecuencia del aumento en el contenido proteico de las glándulas hipofaríngeas.

En algunas regiones o temporadas, la disponibilidad del polen floral es escasa o nula, de tal manera que las abejas pueden agotar sus reservas en la colmena. Esto trae como consecuencia una disminución en la cantidad de crías y un debilitamiento de la colonia.

En Guatemala la temporada en la cual los apicultores recolectan polen de abeja es de octubre a abril, cada dos a tres días a la semana. El polen recolectado debe ser llevado inmediatamente a la estufa de secado, debido a que, si el polen está húmedo y la temperatura es alta, éste se puede fermentar fácilmente, por lo que hay que tener mucho cuidado, rapidez y buenas condiciones higiénicas en su manejo para evitar la descomposición.

Para la recolección del polen los apicultores usan diversos tipos de trampas. Todas utilizan el mismo principio de funcionamiento: forzar a las abejas a entrar a su colmena por un aditamento donde las aberturas son escasamente mayores que el diámetro de su cuerpo, lo cual las obliga a pasar muy ajustadamente por los orificios, ocasionando que las bolitas de polen que llevan en sus patas se les caiga. Debajo de esa malla de retención se encuentra un recipiente que capta el polen desprendido de las abejas cubierto por una malla que permite el paso de las bolitas de polen, pero no de las abejas, para evitar que las recojan nuevamente. El diámetro de las perforaciones debe ser 5 milímetros para abejas de tipo europeo, y en el caso de las abejas africanizadas 4.6 mm. Dentro de los tipos de trampa que actualmente son utilizados para la recolección de polen se encuentran: trampa de piquera, trampa de piso de tipo OAC (diseñado por Ontario Agricultural Collage) y trampa de techo (Argüello, 2008).

Procesamiento del polen. Inicia con el secado, que se realiza utilizando un flujo de aire caliente de 40 a 45 °C, el cual pasa a través de bandejas superpuestas de fondo de malla fina donde se tiene el polen en capas con un espesor de 2 centímetros como máximo. La separación entre las bandejas debe

ser de 10 cm. para que permita el paso del aire por arriba y por debajo de ellas. Al terminar el secado es necesario pasar una corriente de aire frío para enfriar el polen y de esta manera prevenir que se humedezca al entrar en contacto con el ambiente.

Luego, el polen debe ser limpiado de polvo, patas, alas y otros restos de las abejas, así como de hojas o basura del campo; para ello se expulsa una corriente de aire desde una tolva para que empuje las impurezas menos pesadas y luego se elimina a mano, utilizando una pinza, aquellas impurezas que aún persistan.

Para evitar la presencia de huevos de polillas y larvas, el polen se debe tratar antes de ser almacenado. Este tratamiento consiste en congelarlo a -5°C durante 24 horas y luego, ya bien seco y limpio, se procede a envasarlo en recipientes de papel, pero con exterior plastificado o se coloca en una segunda bolsa de plástico para protegerlo de la humedad ambiental. El polen debe almacenarse en recipientes herméticos para evitar que pueda contaminarse (Argüello, 2008).

Producción de polen de abeja en Guatemala. Entre los principales departamentos productores de polen en el país se encuentran: Quetzaltenango, Huehuetenango, Quiché, Sacatepéquez, Sololá, Suchitepéquez y Jalapa. La demanda nacional ha sido creciente, por lo que la producción nacional no logra abastecer el mercado local, viéndose obligado a importar polen de China (López, 2013).

Propiedades biológicas. Existen diversas investigaciones que han descrito las propiedades bioestimulantes y funcionales del polen de abeja. A inicio del siglo XXI, en el 2001, Kroyer y Hegedus descubrieron que el polen de abeja contiene considerables cantidades de compuestos fenólicos, principalmente flavonoides, que pueden actuar como potentes antioxidantes (Mesa, 2015). Dos años más tarde, en el 2003, Almaraz y colaboradores reportaron la actividad antioxidante del polen de

mezquite (*Prosopis sp*), indicando que era un bloqueador efectivo de radicales libres, lo que inhibe la peroxidación lipídica; indicando que éste puede ser considerado como una fuente importante de antioxidantes naturales (Argüello, 2008).

Respecto a las propiedades antimicrobianas del polen de abeja, en el año 2011, Morais y colaboradores realizaron un estudio donde evaluaron la actividad antimicrobiana de extractos de polen en bacterias: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*; y levaduras: *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosaccharomyces mellis*, *Candida magnoliae*. Los resultados obtenidos de la investigación fueron: que todos los extractos de polen evidenciaron actividad antimicrobiana y antifúngica (Mesa, 2015). Por otra parte, se ha demostrado que el polen mejora la absorción de hierro en especies monogástricas, mejorando la eficiencia de la regeneración de la hemoglobina hasta un 40% (Fuenmayor, 2009).

Composición nutricional. Es un producto rico en macronutrientes, vitaminas y antioxidantes. También posee, aunque en menor cantidad, minerales, compuestos fenólicos, flavonoides, esteroides, terpenos. Los componentes que posee en mayor proporción son: carbohidratos, fibra, proteínas y lípidos, aunque éstos varían, dependiendo de su origen botánico y geográfico (Mesa, 2015).

Se ha comprobado que los pólenes de partes altas poseen una mejor composición nutricional que los originarios de la costa, esto se debe a la riqueza de nutrientes tanto de la tierra como de la diversidad vegetal que se encuentra en estos lugares, como es el caso del polen proveniente de Huehuetenango, que es rico en su contenido nutricional, reflejado en la variedad de su color, lo cual indica la diversidad botánica que ha visitado la abeja para la recolección del mismo (Belloso, 2016)

Para tener un valor estimado del contenido de macronutrientes que posee el polen de abeja en Guatemala, se realizó un análisis químico proximal en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. La muestra fue obtenida de un apiario localizado en el departamento de Suchitepéquez. En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en relación su composición nutricional.

Tabla 1

Análisis químico proximal de polen de abeja proveniente de Suchitepéquez, Guatemala

Componente	Porcentaje (%) del componente en polen de abeja, base seca	Porcentaje (%) del componente en polen de abeja como alimento
Agua	15.43	---
Proteína	26.77	22.64
Carbohidratos (Extracto Libre de Nitrógeno)	55.71	---
Fibra Cruda	3.37	2.85
Grasa (Extracto Etéreo)	7.53	6.37
Ceniza	6.62	5.60

Nota: Los resultados obtenidos están con base a 100 gramos del alimento (polen de abeja).

^a Las palabras encerradas entre paréntesis, son los nombres con los que aparecen los nutrientes en el informe de resultados del análisis.

Absorción. El sistema digestivo de los animales y de humanos tiene dificultad para destruir la pared celular del polen de abeja. Por ello, antes de ser digerido, la pared celular debe ser destruida. Al llegar al tracto gastrointestinal, los gránulos de polen absorben agua de tal manera que sus células se hinchan, promoviendo el rompimiento de las paredes celulares, para dar lugar a la absorción habitual de proteínas, vitaminas y minerales. Las paredes celulares del polen no son absorbidas por el cuerpo humano por lo que pasan a formar parte de las excretas.

Experimentos en perros, conejos y humanos han demostrado que el polen de abeja con un tamaño de 5-200 μm puede ser absorbido directamente en el torrente sanguíneo. De la misma manera, una microscopía electrónica determinó que 6 a 10 mil granos de polen son absorbidos dentro de la corriente sanguínea después del consumo de 100 a 150 gramos de polen (Ulbricht et al., 2009).

Factores antinutricionales. Son todos aquellos compuestos que forman parte del alimento naturalmente pero que interfieren negativamente ya sea en la absorción o metabolismo de los nutrientes. Por lo general, estos compuestos forman complejos con los nutrientes o con las enzimas involucradas en su metabolismo lo que ocasiona la disminución de la biodisponibilidad de las sustancias nutricionales contenidas en los alimentos.

Existen métodos efectivos que inactivan estos factores antinutricionales; dentro de los cuales se pueden mencionar: tratamiento térmico (el calor provoca la desnaturalización de la estructura tridimensional de los antinutrientes proteicos y descompone los termolábiles), mantener en remojo el alimento cierto tiempo antes de su consumo (la inmersión en agua favorece la solubilidad); asimismo los procesos fermentativos y germinativos también reducen la concentración de ciertos nutrientes como en el caso de diversas leguminosas.

“Actualmente la repercusión de los factores antinutricionales en alimentación humana es de poca importancia en los países desarrollados debido a los tratamientos de inactivación mencionados y, sobre todo, al proceso de selección llevado a cabo a lo largo de los años para disponer de variedades con un menor contenido de estos compuestos indeseables” (González et al., 2005).

En una entrevista realizada al Licenciado en Zootecnia Edgar Amílcar García Pimentel, catedrático de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien ha trabajado durante años con

abejas polinizadoras, indica que no se ha encontrado evidencia científica que compruebe la presencia de factores antinutricionales en el polen de abeja como parte de su composición natural, ya que principalmente está conformado por proteína, fibra, vitaminas y minerales, los cuales son utilizados como alimento para las crías de abeja (Belloso, 2016).

Toxicidad. Pese a que no se ha encontrado componentes antinutricionales en la composición del polen de abeja, sí existe la posibilidad que este producto pueda provocar efectos tóxicos tanto en las abejas como en humanos debido principalmente a dos factores: la presencia de pesticidas en el polen de abeja y al potencial alergénico de éste.

En Guatemala, se ha considerado que el polen proveniente de la región noroccidente del país posee una alta calidad en su composición nutricional debido a la diversidad botánica, al manejo agrícola y el ambiente en que se encuentra, en comparación al polen perteneciente a la costa del país, que ha sido sometido a un ambiente más contaminado, provocando la presencia de compuestos tóxicos en él a consecuencia del uso de plaguicidas, versus la vegetación de la parte del altiplano del país, que aún pudiera ser considerada como área virgen, con un ambiente más puro y con menor contaminación por plaguicidas (Belloso, 2016).

Otro factor de riesgo, como se había mencionado anteriormente, es el potencial alergénico del polen. En la actualidad esta condición patológica ha ido en aumento a consecuencia de diversos factores como: contaminación ambiental, cambios en la dieta, generalización del uso preventivo de vacunas y del uso de antibióticos; todos ellos conducen a una alteración en el sistema inmune, provocando una desviación en su comportamiento que favorece la aparición de síntomas alérgicos.

Entre las enfermedades alérgicas más frecuentes se encuentran las originadas por la sensibilización a pólenes, lo que se denomina *polinosis*¹. Al entrar en contacto con personas predispuestas o alérgicas, el polen puede desencadenar una respuesta alérgica, dando lugar a síntomas como estornudos, picor de nariz, lagrimeo, ahogo, tos, sibilantes.

La capacidad alérgica del polen se debe a los propios granos de éste que se depositan en las mucosas por su pequeño tamaño, dando lugar a que sea inhalado al momento que se da el proceso de polinización (cuando las células de polen viajan a través del viento), lo que provoca que sea retenido por las vías respiratorias. Al detectar el cuerpo la presencia de “compuestos extraños” desencadena la respuesta inmunológica; no obstante, se ha planteado la posibilidad de que exista una fracción de partículas de pequeño tamaño que, conteniendo fracciones alérgicas, sean capaces de penetrar en el árbol bronquial y con ello desencadenar síntomas de asma.

Entre todas las plantas existentes, sólo unas pocas están involucradas en la elaboración de pólenes alérgicos, dentro de las cuales se encuentran las siguientes familias: *Poaceae* (gramíneas), *Oleaceae* (*Olea*, *Fraxinus* y *Ligustrum*), *Urticaceae* (*Parietaria* y *Urtica*), *Compositae* (*Artemisia* y *Ambrosia*), *Chenopodiaceae-Amaranthaceae* (*Salsola*, *Chenopodium* y *Amaranthus*), *Plantaginaceae* (*Plantago*), *Polygonaceae* (*Rumex*), *Betulaceae* (*Betula*, *Alnus* y *Corylus*), *Platanaceae* (*Platanus*), *Cupressaceae* (*Cryptomeria*, *Cupressus*, *Thuja*), *Fagaceae* (*Quercus*, *Castanea*), *Pinaceae* (*Pinus*), *Euphorbiaceae* (*Mercurialis* y *Ricinus*) (Alfaya et al.,2002).

¹ Se define como *polinosis* a la “inflamación de la mucosa nasal y/o conjuntiva y/o bronquial, causada por alérgenos contenidos en los granos de polen a través de un mecanismo inmunológico Ig E mediado” (Alfaya et al., 2002).

Generalmente, las plantas que poseen compuestos tóxicos, no son visitadas por las abejas polinizadoras, ya que, en el caso de la abeja *Melipona beecheii*, la cual es nativa de la región guatemalteca, poseen la capacidad de distinguir las plantas adecuadas para recolectar su polen, en comparación de la abeja europea introducida a América, *Apis mellifera*, que en algunas ocasiones visita áreas botánicas que no son adecuadas, donde hay presencia de pesticidas o compuestos tóxicos lo que le provoca la muerte (Belloso, 2016).

En el año 2008, la revista *Journal of Ethnopharmacology* de la editorial ELSIEVER, publica un artículo titulado *Anti-allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovalbumin-sensitized mice* (Efecto antialérgico del extracto fenólico y myricetina en ratones con sensibilidad a la ovoalbúmina), llevado a cabo por Medeiros y colaboradores. En el estudio se menciona que el polen de abeja ha sido utilizado como medicina por las personas para aliviar resfriados, úlceras, anemia y alergia; además ha sido reconocido oficialmente como medicamento por el Concejo Federal de Salud de Alemania.

El efecto antialérgico del polen de abeja radica en su contenido de flavonoides, que poseen actividades inmunomoduladoras y antiinflamatorias, inhibiendo la producción de citoquinas pro-inflamatorias y de sus receptores. Además, algunos flavonoides son reconocidos por su actividad antioxidante; también se ha visto su efecto en varios sistemas enzimáticos involucrados en respuestas inflamatorias y alérgicas como tirosina y serina/treonina proteína quinasa, fosfolipasa A2, fosfolipasa C y lipooxigenasa.

El extracto fenólico de polen de abeja, utilizado en el estudio, contenía conjuntamente el néctar de plantas y la saliva de la abeja. El objetivo fue evaluar el efecto de la myricetina, uno de los flavonoides presentes en el extracto, en el modelo murino de alergia a la ovoalbúmina inducida en ratones. Con los resultados obtenidos, se comprobó que la myricetina había inhibido los parámetros alérgicos,

ya que en los animales tratados con este flavonoide se observó una disminución en los niveles de IgE e IgG1 OVA-específica, inhibiendo además la migración de células a la cavidad pulmonaria. La conclusión a la que se llegó fue: que la myrecitina es uno de los flavonoides responsable del efecto antialérgico y es una herramienta potencial para el tratamiento de alergias (Medeiros et al., 2008).

Uso humano del polen de abeja. Generalmente el polen de abeja ha sido consumido como complemento alimenticio por el hombre, pues es considerado un alimento nutraceutico (energizante y vitalizante). Asimismo es empleado como “ingrediente para la elaboración de medicamentos” (López, 2013) Antes de consumirlo, como alimento, se recomienda dejarlo reposar en agua durante un par de horas, para mejorar su digestibilidad y evitar de esta manera molestias estomacales. En Guatemala los apicultores hacen una bebida de polen con miel y hielo ya que poseen conocimiento sobre sus beneficios (Belloso, 2016).

Formulación de productos alimenticios

La formulación de un alimento abarca el desarrollo y fabricación de un producto, lo cual está sujeto al uso que se le desee dar y a una lista de especificaciones ya preestablecidas.

Un producto formulado se obtiene a través de una mezcla de materias primas, de origen sintético o natural, que tienen distintas funciones dentro del producto, siendo las materias activas las que cumplen la función principal (en el caso de un alimento serían los nutrientes) y los auxiliares de formulación los que aseguran las funciones secundarias, facilitando su preparación (como los aditivos alimentarios) o prolongan su duración, lo que comúnmente se conoce como vida en anaquel (Aubry & Schorsch, 2004).

Formulación. Consiste en un conjunto de conocimientos y operaciones aplicados en la mezcla de ingredientes que pueden ser de origen natural o sintético, para la obtención de un producto comercial (Aubry & Schorsch, 2004).

Etapas. El desarrollo de un nuevo producto se lleva a cabo a través de varias fases:

Conceptualización del nuevo producto. Es la fase donde se generan las ideas para la creación de productos útiles para el ser humano (Hernández, 2006), tomando en cuenta sus necesidades, características y preferencias.

Estudios previos. Una vez concebida la idea sobre el producto que se desea elaborar, se procede a buscar información, dentro del marco científico y técnico, sobre materia prima, sus propiedades químicas, físicas y nutricionales, material de envasado, definición de la vida útil requerida y tecnología de conservación a emplear. En esta fase también se puede dar la identificación de nuevos ingredientes para la formulación del producto alimenticio.

Ensayos de formulación. Posteriormente, se realiza una serie de pruebas donde se procesan las materias primas, los ingredientes secundarios llevándose a cabo los tratamientos de elaboración y conservación que conducen a la generación de diferentes prototipos de producto, donde se evalúa, además, sus características organolépticas (Carreres, 2012). La selección de ingredientes y la mezcla de los mismos para la elaboración de un producto va acorde a las expectativas del consumidor.

Es esencial que los componentes de una fórmula no reaccionen entre sí, al menos durante la fase de preparación y almacenamiento del producto. En ciertos casos, durante la fase de utilización de los productos, se da la transformación física y química de algunos ingredientes debido a la modificación de condiciones

ambientales (temperatura, humedad, pH, presencia de oxígeno, entre otros) (Aubry & Schorsch, 2004).

Seguridad alimentaria. En esta etapa se realizan estudios de inocuidad y conservación del alimento para conocer su vida útil o periodo de tiempo durante el cual el nuevo producto mantiene sus características de calidad sensorial, seguridad y estabilidad microbiológica.

Validación sensorial con consumidores. Por último, se mide de manera objetiva el resultado del desarrollo del producto, a través del empleo de los sentidos para evaluar la calidad, la aceptación y la preferencia de un producto, conociendo sus puntos fuertes y débiles (Carreres, 2012).

Análisis Bromatológico

Desde el punto de vista etimológico, la palabra bromatología proviene del griego *broma* (alimento) y *logos* (estudio), es decir, que es la ciencia que permite estudiar a los alimentos de forma integral, permitiendo conocer su composición cualitativa y cuantitativa, así como si posee alteraciones, contaminación o propiedades toxicológicas; estableciendo de esta manera su seguridad para el consumo humano a través de la legislación y fiscalización de los alimentos. Para ello, aplica métodos analíticos con los cuales establece la composición y calidad de los alimentos (Acero, 2007).

La bromatología se divide en dos grandes ramas: Zoobromatología (estudio de los alimentos destinados a las diferentes especies de los animales) y la Antropobromatología (estudio de los alimentos para el consumo humano) (Condor, 2013).

Tipos de pruebas. Dentro de los análisis bromatológicos se incluyen: el análisis microbiológico, análisis toxicológico, análisis químico y evaluación organoléptica.

Análisis microbiológico. La microbiología abarca el estudio de los microorganismos, su morfología (estructura interna y externa), citología (características de las células), fisiología (desarrollo y procesos vitales), ecología (interacción con el medio ambiente y otros seres) genética y bioquímica (Andino & Castillo, 2010). En relación al análisis microbiológico de alimentos, éste permite evaluar la presencia de microorganismos, para comprobar la ausencia de contaminantes en los mismos y garantizar de esta manera que no causarán daños al consumidor. Dentro de las pruebas realizadas, se analiza la presencia de patógenos como bacterias y hongos, mediante pruebas microbiológicas (cultivos). Los principales patógenos encontrados en los alimentos son: *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, mohos y levaduras. El objetivo es determinar el riesgo que puede presentar el alimento por la presencia de estos patógenos, así como los puntos de riesgo de contaminación para evitarlos (Condor, 2013).

En el caso del polen, las normas internacionales para este tipo de producto incluyen aspectos de calidad e inocuidad, las cuales se titulan y codifican según los criterios de cada país. Generalmente se establecen máximos en unidades formadoras de colonias para microorganismos aerobios mesófilos, mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus*. Se especifica que *Salmonella spp*, *E. coli* y coliformes fecales deben estar ausentes (López, 2013).

En la norma 67.04.50:08 del Reglamento Técnico Centroamericano, referente a los criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos, no se ha establecido límites permitidos de presencia de microorganismos para polen de abeja, indicando solamente el límite máximo permitido de bacterias anaerobias sulfito reductoras para la miel de abeja (Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA], 2009).

Por esta razón, en la Tabla 2 se muestran los límites máximos permisibles según las normas de El Salvador, México y Argentina mencionados por López (2013).

Tabla 2

Límites máximos permisibles de microbiota expresados en unidades formadoras de colonias (UFC) para El Salvador, Argentina y México

Norma	Mohos y levaduras	Recuento aeróbico en placa	Coliformes totales/ enterobacterias	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella spp</i>
Norma Salvadoreña	300	10000	Ausencia	Ausencia	-----	Ausencia
Norma Argentina	100	150000	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Norma Mexicana	300	10000	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Tomado de: López (2013)

Análisis químico proximal. Fue creado a mediados del siglo XIX en Weende, Alemania. Es un sistema diseñado para obtener una clasificación amplia de los componentes de los alimentos. Básicamente consiste en la determinación analítica del agua (humedad), cenizas, grasas, proteína y fibra (contenido bruto de estas tres últimas). “El extracto libre de nitrógeno (ELN), que representa más o menos los azúcares y almidones, se calcula por diferencia en lugar de medirlo mediante análisis” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], s.f.).

Análisis sensorial

Surge como disciplina a consecuencia de la necesidad de medir la calidad de los alimentos, en relación a sus características organolépticas, conociendo la opinión del consumidor para mejorar la aceptación del producto por parte del mismo.

Definición. El instituto de Alimentos de E.E.U.U. (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. Para obtener los resultados e interpretaciones la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, matemática, psicología y fisiología entre otras (Hernández, 2005).

Toda prueba sensorial debe ser llevada a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados.

Pruebas orientadas al consumidor. Estas pruebas son útiles para conocer la aceptabilidad del producto por parte del consumidor, ya que la impresión sensorial que éste tenga hacia el producto, determinará su preferencia por el mismo.

La información sobre los gustos, aversiones, preferencias y aceptabilidad se obtiene aplicando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados.

Su aplicación es de suma importancia para el desarrollo de nuevos productos alimenticios, reformulación de productos ya existentes; también para la identificación de cambios causados por métodos de procesamiento, almacenamiento y para el mantenimiento de normas de control de calidad.

Para la aplicación de este tipo de pruebas, orientadas al consumidor, no se solicita la participación de panelistas entrenados, más bien los panelistas son usuarios del producto. Los resultados se utilizan para predecir actitudes del grupo objetivo a quien va dirigido el producto.

En general se realizan paneles pilotos que están integrados por 30 a 50 panelistas no entrenados, seleccionados dentro del personal de la organización donde se lleva a cabo el desarrollo o investigación del producto.

Cabe mencionar, que estos tipos de panelistas son capaces “de indicar la relativa aceptabilidad de un producto y también identificar defectos en productos. Los resultados de los paneles internos de consumidores no deben utilizarse para predecir el comportamiento de un producto en el mercado ya que, este tipo de panel podría no ser representativo de la población real de consumidores” (Watts et al., 1992).

Dentro de las pruebas orientadas al consumidor se encuentran: las pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas.

Prueba Hedónica. Se aplica para conocer cuánto agrada o desagrade un producto; para ello se utilizan escalas categorizadas que van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo una de las categorías anteriormente mencionadas (Watts et al., 1992).

Estudios realizados

En los últimos años se han realizado una serie de estudios sobre las propiedades nutricionales del polen de abeja, en donde se destaca principalmente su contenido proteico.

Hacia el año 2001, se publica el libro titulado: “*Nutritional Value of Bee Collected Pollen*” (valor nutricional del polen de abeja recolectado) en donde menciona que los niveles de proteína cruda en las 194 muestras analizadas, desde la colección

que se inició en 1995. para ese ensayo oscilaban entre el 9,2% a 37,4% con una media de 25,85 % en el polen de abeja (Somerville, 2001).

Para el año 2006, la revista *The Journal of Apicultural Science* da a conocer el estudio llevado a cabo por Teresa Szczesna cuyo objetivo fue investigar la composición de aminoácidos y proteína del polen de abeja recolectado de seleccionados orígenes botánicos, dentro de los cuales se puede mencionar: *Onagraceae*, *Caryophyllaceae*, *Artemisia*, *Agrimonia*, *Rheum*, *Cornus*, *Fragaria*, *Syringa*, *Ranunculus*, *Majoranatype*, *Brassica*, *Sinapis alba*, *Sinapisarvensis*, *Campanulapatula*, *Chelidoniummaius*, *Polygonum bistorta*.

Una de las conclusiones a las que llegó Szczesna fue, que la concentración de aminoácidos y de proteína cruda contenida era dependiente del origen floral del polen, puesto que el polen proveniente de plantas pertenecientes a la familia *Brassicaceae* (*Brassica* , *Sinapisarvensis*, *Sinapis alba*) y *Chelidonium maius* se caracterizaba por el alto contenido de proteína cruda y concentración de aminoácidos; mientras que el polen *Artemisia* y *Polygonum Bistorta* se caracterizaba por un bajo contenido de estos componentes. También menciona que la concentración de aminoácidos esenciales expresado como porcentaje del total de aminoácidos contenidos en el polen fue relativamente estable, por lo que no depende del origen botánico que éste tenga.

Por último, recalca que el polen perteneciente a las plantas ruderales, especialmente *Sinapisarvensis*, *Sinapis alba* y *Chelidonium maius*, es una importante fuente de proteínas y aminoácidos, tanto para las abejas como para seres humanos. En este estudio se encontraron 17 aminoácidos, incluyendo los aminoácidos esenciales: lisina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, valina y treonina, excepto triptófano. Los aminoácidos hallados en mayor concentración fueron: leucina y lisina, conformando ambos el 17% del contenido total de aminoácidos y otros como: glicina, alanina, valina, isoleucina, fenilalanina y arginina

representan el 40% del contenido total de aminoácidos encontrados en las muestras de polen analizadas. El aminoácido limitante encontrado fue la metionina (Szczesna, 2006).

Posteriormente, María Campos y colaboradores publican, en el 2008, un artículo científico donde llevan a cabo una revisión bibliográfica de estudios realizados en diferentes países (Brasil, Uruguay, Suiza, Portugal y Polonia) acerca de la composición del polen y de los métodos analíticos para la evaluación de la alta calidad del polen de abeja.

Con respecto a su composición menciona que el polen está conformado por proteínas, lípidos y azúcares, fibra, minerales, aminoácidos y ácidos grasos saturados e insaturados, zinc, cobre, hierro y una alta proporción de sodio y potasio, lo que hace que la miel de polen de abeja sea importante para la dieta humana (Campos et al., 2008).

En el 2009, María del Pilar de Sá-Otero junto con Sandra Armesto-Baztan y Emilia Díaz Losada de la Universidad de Vigo, España, realizaron un “Análisis del contenido proteico en polen producido en el noroeste de España”, específicamente en Viana do Bolo, para establecer si era la cantidad de proteína contenida en el polen de cada especie de planta la que influía en la preferencia de las abejas por las flores que suministran el polen que llevan a la colmena. El polen fue clasificado por color, utilizando el método de Bradford para la extracción de proteína y espectrofotometría para la determinación del contenido proteico.

Los resultados obtenidos demostraron que los diferentes tipos de polen poseían alto contenido de proteína y que el polen de las especies de plantas que alcanzaron porcentajes relativamente altos en el espectro de polen son también los que tenían mayor contenido de proteína. El contenido más alto de proteína encontrado en este estudio fue de 2.37 mg de proteína por gramo de polen (Del Pilar et al., 2009).

En cuanto a la elaboración de productos alimenticios a base de polen de abeja, en el mismo año, en Colombia, Carlos Alberto Fuenmayor Bonilla trabajó la “Aplicación de bioprocesos en polen de abejas para el desarrollo de un suplemento nutricional proteico” para optar al grado de Máster en ingeniería química, en la Universidad Nacional de Colombia. Este estudio hace una comparación entre el perfil de aminoácidos, el puntaje de aminoácidos esenciales para diferentes pólenes y el requerimiento de éstos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Perfil de aminoácidos y puntaje de aminoácidos esenciales para diferentes pólenes

Aminoácido	mg/g proteína			Requerimiento FAO/OMS
	<i>Aloe greatheadiii</i>	<i>Eucalyptus marginata</i>	<i>Eucalyptus calophylla</i>	
Histidina	18,9	44,64	32,32	15
Isoleucina	40,8	42,72	40,16	30
Leucina	69,6	54,32	52	59
Lisina	60, 6	39,84	36,16	45
Metionina	15,3	27,68	19,68	16
Cisteína	-	18,88	41,6	6
Fenilalanina + tirosina	69	90,72	34,72	38
Treonina	43,9	44,64	38,4	23
Triptófano	1,4	17,44	11,04	6
Valina	48,2	50,88	38,4	39
Puntaje de aminoácidos	0,23 (triptófano)	0,88 (lisina)	0,80 (lisina)	

Tomado de: Fuenmayor (2009)

Fuenmayor menciona, con base a estos resultados, que el polen de abeja tiene todos los aminoácidos esenciales en “relativamente buena proporción”; sin embargo, en algunas clases de polen, la baja concentración o falta de algún aminoácido esencial puede generar un valor bajo de puntaje de aminoácidos, limitando su uso como única fuente de proteína, lo cual depende en gran medida del origen botánico.

Asimismo, Carlos Fuenmayor hace referencia a un estudio realizado en 1983 por Bell et al, donde se midieron tres indicadores de la calidad de la proteína del polen para consumo humano: Valor Biológico Aparente (VB), Tasa de Eficiencia de Proteína (PER) y Utilización Neta Aparente de Proteína (NPU) a través de pruebas *in vivo* en ratas, los cuales fueron comparados con los valores obtenidos de la caseína que es la proteína de origen animal por excelencia. El aminoácido limitante encontrado fue la lisina. Tanto el VB, PER y NPU indicaron, para los dos tipos de polen analizados, que éste representa una opción de alimentación de calidad potencial, pero su, relativamente, baja digestibilidad limita su utilidad para consumo en humanos y animales monogástricos.

Esto llevó a pensar a Fuenmayor que tratamientos previos al consumo de polen pueden potencializar su valor nutricional verdadero, tal como ocurre en algunos alimentos proteicos de origen animal (Fuenmayor, 2009).

En el año 2015, Katarzyna y colaboradores llevan a cabo un estudio sobre la composición química y aplicación terapéutica del polen de abeja, donde describen, de forma más detallada, el conjunto de compuestos nutricionales y bioactivos que posee, dentro de los que se encuentran: compuestos fenólicos con función antioxidante como flavonoides y catequinas, enzimas, coenzimas, bioelementos (calcio, fósforo, magnesio, sodio y potasio) y elementos traza (hierro, cobre, zinc, manganeso, silicio y selenio). Además, es una fuente significativa de provitamina A, vitaminas D, E, B1, B2, B6 y C, así como de ácidos: pantoténico, nicotínico, fólico,

biotina, rutina (antioxidante), e inositol (responsable de la creación de neurotransmisores).

También mencionan la actividad y propiedades biológicas del polen de abeja, comprobadas a través de pruebas a nivel de laboratorio con animales, donde se ha demostrado su acción antioxidante, antialérgica, antimicrobiana (para *S. aureus*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*) como su actividad hipolipidémica y acciones inmunomoduladoras (Komosinska et al., 2015).

En Guatemala, la bióloga Mabel Anelisse Vásquez, realizó una investigación en el 2007 para identificar los principales recursos florales utilizados por la abeja nativa sin agujón “suruya” (*Scaptotrigona pectoralis*) en un meliponario de la parte baja de la aldea Los Cipresales en Pachalum Quiché durante los meses de agosto a marzo mediante el análisis de las cargas de polen.

Con respecto al contenido nutricional del polen, Vásquez menciona que es una fuente esencial de proteínas puesto que son el elemento más importante para las abejas, ya que éstas realizan una alta asimilación y convierten rápidamente las proteínas del polen en compuestos nitrogenados dentro del cuerpo; además posee vitaminas A, B, C, D, E y K, aminos, lecitinas, nucleínas (Vásquez, 2007).

De acuerdo al análisis microbiológico, en el 2013, el biólogo Pablo César López Cárcamo, realizó una investigación denominada “Caracterización microbiológica del polen de abeja (*Apis mellifera* L.) comercializado por siete productores apícolas ubicados en los departamentos de Escuintla, Huehuetenango, Jalapa, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Suchitepéquez”. Dentro de los resultados obtenidos menciona que los géneros de mohos identificados en las diferentes muestras de polen analizadas fueron: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium* y *Rhizopus*. Asimismo, se encontraron muestras contaminadas con

levaduras, bacterias aeróbicas y coliformes totales; sin embargo, no se encontraron muestras contaminadas con *E.coli*, *S. aureus* ni *Salmonella sp.*

Finalmente concluye que el 100% de las muestras de polen provenientes de los apiarios de Huehuetenango y Sacatepéquez cumplieron con los estándares de inocuidad consultados, siendo las muestras más inocuas (López, 2013).

Justificación

En Guatemala, como en muchos países del mundo, el desequilibrio alimentario es común entre las personas. Los motivos son diversos, fundamentalmente el desconocimiento de una dieta balanceada, estilo de vida predominantemente sedentario, factores ambientales, culturales o modas alimentarias, lo que ocasiona deficiencias nutricionales ya sea secundario a la ingesta inadecuada de alimentos, baja calidad nutricional de los mismos o prevalencia de enfermedades crónicas.

En efecto, ha surgido la necesidad de consumir alimentos que, además de tener un aporte nutricional, proporcionan beneficios específicos a la salud de las personas. Dentro de los que se encuentra el polen de abeja, considerado un alimento altamente nutritivo.

Diversos estudios realizados en los últimos años por científicos como Teresa Szczesna, María Campos y colaboradores, Del Pilar, Armesto y Díaz, indican el alto contenido de proteína que posee el polen de abeja, que va desde 20 a 23.7 gramos por 100 gramos de polen, valores cercanos a las cantidades de proteína que contienen los principales alimentos fuentes de proteína como la pechuga de pollo y carne de res semimagra 28.98 y 26.44 gramos de proteína por 100 gramos de alimento respectivamente. (Menchú, Torún, & Elías, 2012).

En cuanto a la calidad de la proteína, el polen de abeja contiene la mayoría de aminoácidos esenciales en buena proporción. Esto, sumado a la presencia de compuestos bioactivos que le confieren actividad antioxidante, antimicrobiana, hipolipidémica, inmunomoduladora e incluso antialérgica (Komosinska et al., 2015), hacen del polen de abeja un alimento que debe ser tomado en cuenta para la alimentación y salud humana.

Debido a estos beneficios se considera importante desarrollar un producto para consumo humano con este alimento como una alternativa de fuente de proteína y nutrientes de origen natural.

Objetivos

General

Evaluar la aceptabilidad de un producto alimenticio elaborado con polen de abeja.

Específicos

Determinar el contenido de nutrientes del polen de abeja.

Desarrollar un producto alimenticio con polen de abeja.

Determinar el valor nutricional del producto elaborado.

Identificar la calidad microbiológica del producto elaborado.

Establecer la aceptabilidad del producto con polen de abeja.

Materiales y métodos

Universo

Se conformó de la siguiente manera:

Población. Personal docente, administrativo y estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la zona 12 capitalina.

Muestra. 30 personas (personal docente, administrativo y/o estudiantes) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC que cumplieron con los criterios de inclusión:

- Género masculino o femenino.
- Tener 18 a 60 años de edad.
- Alfabetas
- Mujeres que no se encontraban embarazadas o en periodo de lactancia.
- Que no presentan reacciones adversas (irritación de ojos, congestión nasal, tos, síntomas de asma, náusea, vómito, diarrea, ronchas en la piel) a los siguientes alimentos: polen de abeja, arroz, cacao, vainilla o canela.

Diseño de la investigación

El estudio que se llevó a cabo fue cuantitativo, prospectivo, transversal, y descriptivo.

Materiales

Los materiales empleados durante el desarrollo de la investigación se presentan a continuación.

Instrumentos. Para la recolección de datos se utilizaron los formularios: “Ficha de datos generales” (Anexo 1) y “Prueba de aceptabilidad” (Anexo 2). En relación a la tabulación de resultados se elaboró una base de datos en el programa de Microsoft Excel 2016 (Anexo 3).

Material.

- 1 litro de agua pura.
- 20 gramos Polen *Apis mellifera* proporcionado por la Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco, ubicado en el departamento de Huehuetenango.
- 10 gramos de cacao molido.
- 15 gramos de arroz molido.
- 10 gramos de canela en polvo.
- 10 gramos de vainilla molida.
- Materiales y útiles de oficina.

Equipo.

- Cucharas medidoras
- Tazas medidoras
- Utensilios de cocina
- Balanza analítica
- Probeta
- Procesador de alimentos
- Horno
- Platos
- Calculadora
- Computadora

Métodos

A continuación se detallan las técnicas y metodologías aplicadas para la recolección y tabulación de datos así como para el análisis de los mismos.

Diseño de instrumentos. Para la recolección de datos se elaboró los siguientes instrumentos:

Ficha de datos generales. Se realizó un formulario para la selección de los participantes (prueba piloto y evaluación sensorial) con base a los criterios de inclusión.

Prueba de Aceptabilidad. El formulario de la prueba de Aceptabilidad Hedónica se adaptó del sugerido por Watts y colaboradores (1992) con base a los objetivos de este estudio.

Los formularios se codificaron (por número de panelista) para guardar la confidencialidad de los participantes.

Tabulación de resultados. Para la tabulación de resultados se diseñó una base de datos en el programa de Microsoft Excel 2016 para el análisis respectivo de los mismos.

Obtención del polen de abeja. Se empleó el polen de la abeja *Apis mellifera* proporcionado por la Cooperativa Integral de Productores Apícolas de Cuilco (CIPAC) localizada en el departamento de Huehuetenango. Para ello, se contactó al director de la Cooperativa y se compró la cantidad de polen requerida (Anexo 4).

Determinación del contenido de nutrientes del polen de abeja *Apis mellifera*. Para determinar el contenido de macronutrientes del polen de abeja se realizó un análisis químico proximal en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de

Guatemala. El método que se utilizó fue el sistema de Weende, el cual determinó a través de la simulación del proceso de digestión, los principales componentes del polen (humedad, ceniza, grasa, proteína y fibra).

En el caso de los micronutrientes se solicitó al Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y plantas perteneciente a la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos (UVIGER) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizar un análisis de fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro, manganeso y sodio.

Desarrollo del producto alimenticio. Los factores que se tomaron en cuenta al inicio de la formulación fueron las características físicas, nutricionales y químicas del polen de abeja.

Sin embargo, este alimento cuando es recién colectado posee un porcentaje de humedad de 20 a 30%, lo que provoca que sea “un medio de cultivo potencial, con condiciones ideales para el crecimiento de microorganismos” (López, 2013).

Por lo tanto, para determinar la inocuidad de la materia prima utilizada, se solicitó un análisis microbiológico en el Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala con el fin de garantizar la seguridad para su consumo.

Con los resultados obtenidos se determinó los procesos de tratamiento al que se sometería el polen de abeja previo a la fabricación del producto alimenticio. El tratamiento consistió en la deshidratación en horno a 60 grados centígrados por 78 horas.

Seguidamente, con base al valor nutritivo y características organolépticas del polen se seleccionó los siguientes alimentos que integraron el producto alimenticio: cacao, arroz, vainilla y canela. Posteriormente, la investigadora realizó una serie de

pruebas (preparaciones), cumpliendo con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), seleccionando finalmente la que se consideró más adecuada en características organolépticas (Anexo 5).

Prueba Piloto. Se extendió una cordial invitación a personal docente, administrativo y estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos a participar en una prueba piloto de aceptabilidad del producto, explicándoles en qué consistiría la evaluación.

La prueba se realizó con las personas que desearon participar voluntariamente y que cumplieron con los criterios de inclusión. Esta información fue recopilada en el formulario de datos generales.

Se hizo entrega de un consentimiento informado, el cual fue explicado a todos los participantes de la evaluación, brindándoles un tiempo prudencial para la lectura personal del documento. La prueba se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Alimentos, ubicado en el primer nivel del edificio T 11 de la misma facultad, con la previa autorización de la Escuela de Nutrición.

El panel de evaluadores estuvo conformado por 10 panelistas no entrenados, que es la cantidad mínima requerida para que los resultados sean significativos y válidos (Surco & Alvarado, 2011). A cada panelista se le asignó un código para mantener la confidencialidad de sus datos personales.

Tomando en cuenta los datos obtenidos, se realizó la prueba de aceptabilidad del producto en relación a sus características organolépticas. Además, se consideró las observaciones realizadas por parte de los evaluadores para determinar la versión final del producto alimenticio propuesto. La prueba que se utilizó fue la de Aceptabilidad Hedónica de cinco puntos.

Prueba de solubilidad. El polen de abeja posee características particulares que condicionan los tratamientos a los que puede ser sometido. Tomando en consideración estos aspectos, así como los comentarios sobre la apariencia del producto formulado brindado por los evaluadores en la prueba piloto, se efectuó una prueba de solubilidad para cada uno de los ingredientes propuestos. Para ello, se agregó un gramo de cada ingrediente en un mililitro de agua. Se dejó reposar por un tiempo determinado para observar la solubilidad de los mismos.

Al finalizar la prueba se agitó cada una de las muestras para determinar finalmente el grado de solubilidad de cada uno de los ingredientes, así como sus características organolépticas (olor, sabor, color, temperatura y apariencia) al ser disueltos en agua para mejorar la formulación del producto alimenticio.

Validación del instrumento. Para validar la consistencia del instrumento elaborado (formulario “Prueba de aceptabilidad”), se utilizó los datos obtenidos en la prueba piloto aplicando el método de *Alpha de Cronbach* y se analizaron los resultados con el programa Epidat 4.1 de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Según lo establecido en el método de *Alpha de Cronbach*, se calculó el coeficiente de alfa de Cronbach para medir la consistencia interna de la escala Hedónica que se empleó para evaluar el grado de aceptabilidad del producto. Esto permitió conocer si los atributos colocados en el instrumento, en este caso, las características organolépticas: sabor, olor color, textura, temperatura y apariencia, estaban midiendo realmente la aceptabilidad del producto y si estaban altamente correlacionados, es decir, si poseían consistencia interna. Tomando en cuenta que entre más cercano se encontrara el valor de alfa a uno, mayor sería la consistencia interna de los atributos analizados.

Para determinar si el instrumento elaborado poseía consistencia interna, se utilizó el criterio propuesto por George y Mallery (2003) (Universidad de Valencia, s.f.) para evaluar el coeficiente de *Alpha de Cronbach* calculado, el cual se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Criterio para evaluar el valor del coeficiente de Alpha de Cronbach

Valor del coeficiente de alfa	Criterio de evaluación
> 0.9	Excelente
> 0.8	Bueno
> 0.7	Aceptable
> 0.6	Cuestionable
> 0.5	Pobre
< 0.5	Inaceptable

Tomado de: Universidad de Valencia (s.f.)

Si el coeficiente de alfa calculado era mayor a 0.7 se concluiría que el instrumento poseía consistencia interna, por lo tanto, estaría validado. En este caso, se utilizaría el formulario sin hacer modificaciones para la evaluación de la aceptabilidad del producto formulado. Caso contrario, si el coeficiente de alfa menor era menor a 0.7, se haría las modificaciones correspondientes para validar el instrumento.

Para calcular el coeficiente de *Alpha de Cronbach* en el programa Epidat, los resultados obtenidos en la prueba piloto se codificaron de la siguiente manera: las categorías de aceptabilidad se convirtieron en puntajes numéricos del 1 al 5, siendo la menos aceptada la que obtuvo el puntaje mínimo y la más aceptada el puntaje máximo.

Determinación del valor nutricional del producto alimenticio formulado. Una vez establecida la formulación y elaborado el producto, se determinó su valor nutricional utilizando: la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP (Menchú & Méndez, 2009) y los resultados del análisis químico proximal del polen de abeja.

Análisis microbiológico del producto alimenticio. Con base a lo indicado por López (2013), se solicitó al Laboratorio de Control Microbiológico de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizar un análisis microbiológico de mohos, levaduras y coliformes para el producto formulado.

Evaluación de la aceptabilidad del producto alimenticio formulado.

Convocatoria de participantes. Para llevar a cabo la prueba de aceptabilidad se extendió la cordial invitación al personal docente, administrativo y estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de volantes donde se incluyó el nombre del estudio, objetivo del mismo, requisitos para participar, fecha y lugar donde se iba a realizar la actividad. Se solicitó permiso para colocarlos en las carteleras de la facultad. Asimismo, se pidió el apoyo de la Organización de Estudiantes de Nutrición (OEN) para compartir la invitación a través de medios de comunicación oficiales (redes sociales, cartelera de la organización).

A los interesados en participar en la prueba se les explicó en qué consistía la evaluación, el motivo de la misma y los requisitos para poder ser panelista, haciendo énfasis que sólo podían participar quienes no padecieran de alergia al polen de abeja o a alguno de los ingredientes del producto (Anexo 6).

Selección de la muestra. Utilizando el formulario de datos generales se seleccionaron a 30 personas (incluyendo personal docente, administrativo y estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala), tomando en cuenta los mismos criterios de inclusión aplicados en la prueba piloto.

La determinación de la cantidad de personas que participaron en la prueba fue establecida según lo recomendado por Watts y colaboradores (1992).

A cada persona que decidió participar se le entregó una carta de consentimiento informado para constancia de su conformidad, la cual fue leída previamente, explicando su contenido (Anexo 7).

Evaluación de aceptabilidad. La evaluación sensorial fue llevada a cabo en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Nutrición (la misma instalación donde se realizó la prueba piloto) (Anexo 6). La prueba de aceptabilidad que se efectuó fue la prueba Hedónica de cinco puntos, para facilitar la elección del nivel de agrado hacia el producto. En esta prueba se les solicitó a los panelistas evaluar el producto en cuanto a sabor, olor, color, temperatura y apariencia, utilizando el formulario “Prueba de aceptabilidad” que fue modificado en base a los resultados obtenidos en la prueba piloto, eliminando el atributo “textura” (Anexo 2). Cada una de las muestras presentadas fue codificada con números de tres dígitos, para lo cual se utilizó la tabla de números aleatorios.

Tabulación y análisis de resultados. Los resultados obtenidos se ingresaron a una base de datos por panelista, el cual fue identificado a través de un código para mantener la confidencialidad de las personas participantes. Los resultados de cada panelista se codificaron de la siguiente manera: las categorías de aceptabilidad se convirtieron en puntajes numéricos del 1 al 5, siendo “Me disgusta mucho” la que obtuvo valor de uno y “Me gusta mucho” la que obtuvo el máximo puntaje (cinco puntos).

Debido a que, para esta prueba sensorial, se trabajó solamente con un producto, para el análisis de datos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) clásico y el método de rangos de Tukey, según lo recomendado por Hernández (2005).

Para determinar la aceptabilidad del producto formulado, se analizó cada uno de los atributos evaluados (sabor, olor, color, temperatura y apariencia). El grado de aceptabilidad final de cada atributo se determinó a través del cálculo de la media geométrica. Consecuentemente se interpretó que un atributo era aceptado por el panelista si obtenía la calificación de cuatro o cinco puntos que corresponden a las categorías de “me gusta” y “me gusta mucho”, las cuales equivalen al 80% y 100% de aceptabilidad respectivamente (Godoy, 2010).

Finalmente, se consideró que el producto era aceptado si el 75% de los panelistas respondían que el producto “les gusta” o “les gusta mucho” para cada uno de los atributos.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de formulación que parte desde la conceptualización del producto hasta la realización de la prueba de aceptabilidad.

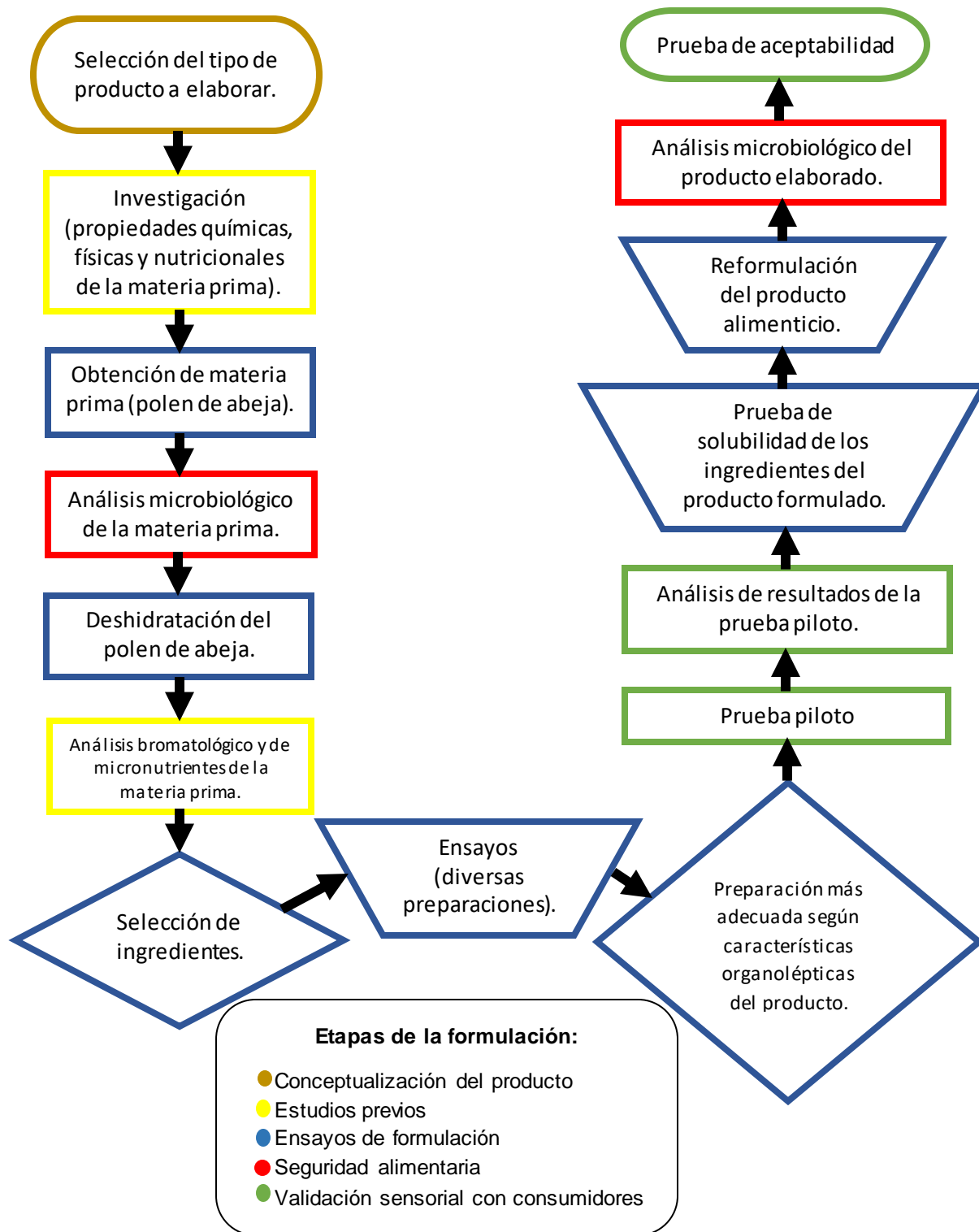


Figura 1. Proceso de formulación del producto alimenticio con polen de abeja *Apis mellifera*

Resultados

Determinación de nutrientes del polen de abeja *Apis mellifera*

La determinación de macronutrientes, se llevó a cabo en el polen de abeja deshidratado y molido (harina para bebida instantánea), se realizó por medio del análisis químico proximal obteniendo el porcentaje de humedad y minerales; éstos últimos representados en forma de ceniza (residuo inorgánico que se obtuvo al incinerar la muestra analizada).

En relación a los carbohidratos digeribles, éstos fueron calculados “por diferencia” después de haber realizado las demás determinaciones del análisis químico proximal, el cual se reporta como “Extracto Libre de Nitrógeno”. Estos resultados se observan en la Tabla 5.

Tabla 5

Análisis químico proximal de polen de abeja proveniente de Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco (CIPAC)

Componente	Porcentaje (%) del componente en polen de abeja, base seca	Porcentaje (%) del componente en polen de abeja como alimento
Agua	13.44	---
Proteína	21.30	18.44
Carbohidratos (Extracto Libre de Nitrógeno)	71.98	---
Fibra Cruda	1.28	1.11
Grasa (Extracto Etéreo)	3.09	2.67
Ceniza	2.36	2.04

Nota: Los resultados obtenidos están con base a 100 gramos del alimento (polen de abeja).

^a Las palabras encerradas entre paréntesis, son los nombres con los que aparecen los nutrientes en el informe de resultados del análisis.

Como se puede observar en la Tabla 5, el nutriente principal del polen de abeja como alimento es la proteína la cual representa el 18.44% de su composición, siendo la fibra cruda la que se encuentran en menor cantidad.

En cuanto a la composición del polen de abeja en base seca, los principales nutrientes son los carbohidratos, seguido de la proteína, aumentando su porcentaje debido a la ausencia de agua en el alimento; siendo la grasa, minerales (ceniza) y fibra cruda los que se encuentran por debajo del 5% de su composición.

Con respecto al contenido de micronutrientes, potasio fue el que se encontró en mayor cantidad (310 mg), seguido de calcio (250 mg) y fósforo (180 mg) como se muestra en la Tabla 6. Estos valores fueron encontrados en 100 gramos de polen de abeja. El hierro y manganeso presentaron la misma concentración dentro del alimento evaluado que fue de 0.5 miligramos. El zinc fue el micronutriente encontrado en menor cantidad. La muestra de polen no presentó contenido de cobre.

Tabla 6

Contenido de micronutrientes en 100 gramos de polen de abeja proveniente de Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco (CIPAC)

Micronutrientes									
	Fósforo (mg)	Potasio (mg)	Calcio (mg)	Magnesio (mg)	Cobre (mg)	Zinc (mg)	Hierro (mg)	Manganeso (mg)	Sodio (g)
Cantidad	180	310	250	60	0	3.5	0.5	0.5	7.5

Nota: mg=miligramos.

Prueba Piloto

El objetivo de realizar la prueba piloto fue determinar si se debía modificar el producto alimenticio formulado; así como la validación del instrumento elaborado para la evaluación de su aceptabilidad.

En la Tabla 7, se presentan una descripción general sobre las observaciones brindadas por los panelistas.

Tabla 7

Comentarios realizados por los panelistas sobre el producto formulado en la prueba piloto.

Atributo evaluado	Comentario
Sabor	<ul style="list-style-type: none"> • La canela podría incrementarse un poco. • Un poco más dulce sería ideal. • No tiene sabor agradable.
Olor	Sin comentarios
Color	<ul style="list-style-type: none"> • El color genera que a primera vista no sea llamativa y por ende agradable.
Textura	<ul style="list-style-type: none"> • Podría mejorarse. • Tal vez caliente mejore la textura. • Debería intentarse como atol. • Su textura no es agradable.
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • A una temperatura mayor podría sentirse más agradable. • Probarlo en caliente.
Apariencia	<ul style="list-style-type: none"> • La apariencia de dos fases no parece muy atractiva.

Como se observa en la tabla anterior, la mayoría de comentarios estaban enfocados al mejoramiento de la apariencia del producto. Por el tipo de textura que presentaba la primera versión del producto, que era espesa, la mayoría de panelistas opinaron que la bebida formulada debía presentarse en caliente lo cual también mejoraría la homogeneidad de la solución y por ende su apariencia.

El único atributo que no recibió comentarios fue el olor, siendo el mejor evaluado por la mayoría de los panelistas.

Validación del instrumento. La validación del instrumento elaborado (Anexo 2) se realizó a través del cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, con el cual se pudo establecer si la escala Hedónica propuesta para evaluar la aceptabilidad del producto alimenticio formulado poseía consistencia interna, es decir, si cada uno de los atributos colocados estaban altamente asociados, abarcando de esta manera los distintos aspectos que conforman la aceptabilidad de un producto.

Validación en la prueba piloto. Al ingresar los resultados codificados de la prueba piloto en el programa Epidat 4.1 se obtuvo un coeficiente de *Alpha de Cronbach* global de 0,5064 lo cual significa que la escala creada para evaluar la aceptabilidad del producto no poseía una consistencia interna adecuada. Por esta razón, se decidió eliminar el atributo “textura”.

En la Tabla 8 se muestran todos los posibles valores de *Alpha de Cronbach* si se eliminara cada uno de los atributos colocados en la escala. Al ser eliminado el atributo de textura, el coeficiente de *Alpha de Cronbach* aumenta a 0,6523, siendo éste un valor aceptable que indica que la escala tendría consistencia interna.

Tabla 8

Determinación de la consistencia interna de la escala hedónica utilizada para evaluar la aceptabilidad del producto alimenticio formulado (Prueba piloto)

Atributo evaluado	<i>Alpha de Cronbach</i>	<i>Alpha de Cronbach</i> global	Criterio de interpretación	Interpretación
Sabor	0,3491			
Olor	0,4944			
Color	0,2192	0,5064	> 0.5	Pobre
Textura	0,6523			
Temperatura	0,5625			
Apariencia	0,3710			

Fuente: datos obtenidos experimentalmente.

De esta manera el formulario final para evaluar la aceptabilidad del producto elaborado con polen de abeja sólo incluyó las categorías de: sabor, olor, color, temperatura y apariencia.

Comprobación del instrumento para la prueba de aceptabilidad. A diferencia de la prueba piloto, al calcular el coeficiente de *Alpha de Cronbach* global este obtuvo un valor de 0,7788, que se encuentra en el rango aceptable en relación a la consistencia interna que debe poseer una escala para ser validada. Esto se ve reflejado en la Tabla 9 donde observa que los valores del coeficiente de *Alpha de Cronbach* calculados de los atributos están altamente correlacionados, encontrándose todos en un rango de 0,7089 a 0,7588 lo que muestra la homogeneidad de la escala propuesta para la evaluación de la aceptabilidad del producto formulado, la cual fue finalmente validada.

Tabla 9

Determinación de la consistencia interna de la escala hedónica utilizada para evaluar la aceptabilidad del producto alimenticio formulado (Prueba de aceptabilidad)

Atributo evaluado	Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach global	Criterio de interpretación	Interpretación
Sabor	0,7484			
Olor	0,7588			
Color	0,7171	0,7788	> 0.7	Aceptable
Temperatura	0,7482			
Apariencia	0,7089			

Determinación del valor nutricional del producto alimenticio formulado

El tamaño de porción del producto formulado fue de una cucharada (6.60 gramos) para disolver en 1 vaso (250 ml) de agua pura, establecido experimentalmente según el grado de saturación de la solución y las características organolépticas del mismo.

En la Tabla 10 se detalla el valor nutritivo del alimento elaborado por 100 gramos y por porción (6.60 gramos).

Tabla 10

Valor nutritivo del producto formulado con polen de abeja Apis mellifera en 100 gramos y por porción del alimento.

Nutriente	Gramos del alimento	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Grasa Total (g)	Carbohidratos (g)	Calcio (mg)	Fósforo(mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Sodio (mg)	Magnesio(mg)
Cantidad	100	364	11.63	7.81	63.06	306.44	171.31	7.68	339.90	8.75	78.39
	6.60	24	0.77	0.52	4.16	20.23	11.31	0.51	22.44	0.58	5.18

Nota: Kcal= kilocalorías; g= gramos; mg= miligramos.

Como se observa en la Tabla 10, el producto formulado tiene un aporte significativo principalmente de proteína en cuanto a macronutrientes; potasio, calcio y fósforo en relación a los micronutrientes y en menor cantidad de magnesio, sodio y hierro, tanto en 100 gramos como por porción del alimento. Cabe mencionar que tiene un aporte energético que es relativamente bajo (24 kilocalorías por porción) en comparación a otras bebidas instantáneas.

Análisis microbiológico del producto alimenticio

Previo a la formulación del producto se realizó un análisis microbiológico del polen de abeja para garantizar la inocuidad del mismo solicitando los exámenes indicados por López (2013) con base a las normativas salvadoreña, mexicana y argentina: coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, recuento aeróbico total, mohos y levaduras.

Los resultados de las pruebas realizadas fueron satisfactorios, únicamente mohos y levaduras presentó una concentración mayor a los límites permitidos (>1000 UFC/g).

Por esta razón, se obtuvo una nueva materia prima que fuera recién colectada y se optó por deshidratar el polen, esto con el objetivo de prevenir el crecimiento microbiano.

Una vez establecida la formulación final del producto alimenticio con polen de abeja, se preparó una muestra de 30 gramos del producto para el análisis de coliformes totales, *E. coli*, mohos y levaduras (Tabla 11) para garantizar la inocuidad del mismo. La selección de las pruebas fue según la naturaleza y características del producto alimenticio.

Tabla 11

Análisis microbiológico del producto alimenticio con polen de abeja formulado

Análisis microbiológicos	Valores según RTC Criterios Microbiológicos	Resultado	Interpretación	Resultado
Coliformes totales	-	<3 NMP/g	Satisfactorio	
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	<3 NMP/g	Satisfactorio	Apto
Mohos y levaduras	<100 UFC/g	30 UFC/g	Satisfactorio	

Nota: NMP= número más probable; UFC= unidades formadoras de colonias; g= gramo.

Como se puede observar en la Tabla 11, el producto formulado cumplió con todos los límites permisibles, evidenciando la aplicación de las buenas prácticas de manufactura para su elaboración (el cual se puede ver en los resultados obtenidos para coliformes totales y *E. coli*) así como la detención del crecimiento de mohos y levaduras.

Evaluación de la aceptabilidad del producto alimenticio formulado

Finalmente, se procedió a la prueba de aceptabilidad hedónica en la cual se evaluó los siguientes atributos del producto: sabor, olor, color, temperatura y apariencia.

Los resultados obtenidos de cada panelista se cuantificaron según el nivel de aceptabilidad que se había seleccionado siendo "Me gusta mucho" el valor máximo (5 puntos) y "Me disgusta mucho" el valor mínimo de 1 punto.

Una vez convertidas las categorías de aceptabilidad a valores numéricos, se determinó la frecuencia con la que los panelistas habían seleccionado cada uno de los niveles de aceptabilidad para cada atributo con el objetivo de conocer cuál nivel de aceptabilidad había sido el más seleccionado por atributo.

Posteriormente, debido a que el grado de aceptabilidad es un valor discreto se calculó la media geométrica para obtener el grado de aceptabilidad final de cada atributo, determinando la raíz n -ésima del producto de los " n " resultados obtenidos por atributo ($n=30$) como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12

Grado de aceptabilidad de cada uno de los atributos evaluados del producto alimenticio con polen de abeja formulado

Escala	Sabor	Puntajes de los atributos evaluados			
		Olor	Color	Temperatura	Apariencia
Me gusta mucho	(11)5	(20)5	(2)5	(5)5	(2)5
Me gusta	(13)4	(6)4	(11)4	(16)4	(8)4
No me gusta ni me disgusta	(6)3	(4)3	(13)3	(9)3	(14)3
No me gusta	(0)2	(0)2	(3)2	(0)2	(5)2
Me disgusta mucho	(0)1	(0)1	(1)1	(0)1	(1)1
TOTAL	125	136	100	116	95
Media geométrica	4.1	4.5	3.2	3.8	3.0
Grado de aceptabilidad final	4	4	3	3	3
Decisión	Aceptado	Aceptado	No definido	No definido	No definido

Nota: Los valores que se encuentran dentro de los paréntesis representan la cantidad de personas que seleccionaron ese nivel de aceptabilidad. El número que se encuentra fuera del paréntesis indica el valor de cada categoría de la escala: “Me gusta mucho” = 5, “Me gusta” = 4, “No me gusta ni me disgusta” = 3. “No me gusta” = 2, “Me disgusta mucho” = 1.

El grado de aceptabilidad final del sabor y el olor fue de 4 puntos, lo que significa que a los panelistas les gustaron estas características del producto. El resto de los atributos (color, temperatura y apariencia) obtuvo un punteo de 3 puntos lo que indica que no hay una preferencia, pero tampoco un rechazo hacia estas características del producto. De estas últimas, la temperatura fue la que estuvo más cercana a alcanzar la aceptabilidad lo que ve reflejado en su media geométrica que fue de 3.8.

Esto concuerda con la frecuencia en la que los panelistas seleccionaron las categorías: “Me gusta mucho” y “Me gusta” para el olor y sabor y “No me gusta ni me disgusta” para los atributos: color, temperatura y apariencia respectivamente, como se observa en la Tabla 12.

Para determinar si el producto fue aceptado se calculó el porcentaje de panelistas que seleccionaron las categorías “me gusta” y “me gusta mucho”, las cuales reflejan su aprobación. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

Aceptabilidad de los atributos evaluados del producto alimenticio con polen de abeja

Categoría	Porcentaje de panelistas que seleccionaron las categorías por atributo				
	Sabor	Olor	Color	Temperatura	Apariencia
Me gusta					
mucho	37	67	7	17	7
Me gusta	43	20	37	53	27
TOTAL	80%	87%	44%	70%	34%

Según el criterio establecido, el producto fue aceptado en relación a su sabor y olor, ya que el porcentaje de panelistas que indicaron que les gustaban estos atributos fue de 80 y 87% respectivamente. El olor fue la característica organoléptica que más gustó a los evaluadores ya que el 67% del porcentaje de aceptabilidad de este atributo estuvo conformado principalmente por la categoría de “me gusta mucho”.

La tercera característica en tener el mayor porcentaje de aceptabilidad fue la temperatura, en la cual el 70% de los panelistas indicó que les gustaba o gustaba mucho. La temperatura en la que se presentó el producto fue a 23 grados centígrados. Pese a que más de la mitad de los panelistas les gustó la temperatura, ésta no alcanzó la aprobación del 75% de los panelistas encuestados; por lo tanto, no fue aceptada.

Las características menos aceptadas por los evaluadores fueron el color y apariencia, siendo ésta última la menos aceptada. Los comentarios realizados por los panelistas mencionaban que no les agradaba principalmente la apariencia del

producto debido a que la bebida no era una solución totalmente homogénea, lográndose percibir algunas partículas de polen, lo que no lo hacía tan atractivo a la vista para algunos de ellos.

A pesar de que tres de los atributos del producto no alcanzaron el porcentaje de aceptabilidad que se había establecido como criterio, ninguno de ellos presentó un porcentaje elevado en las categorías de “me disgusta” y “me disgusta mucho”, como se observa en la Figura 2 donde se muestran las categorías que fueron más seleccionadas por los panelistas por atributo.

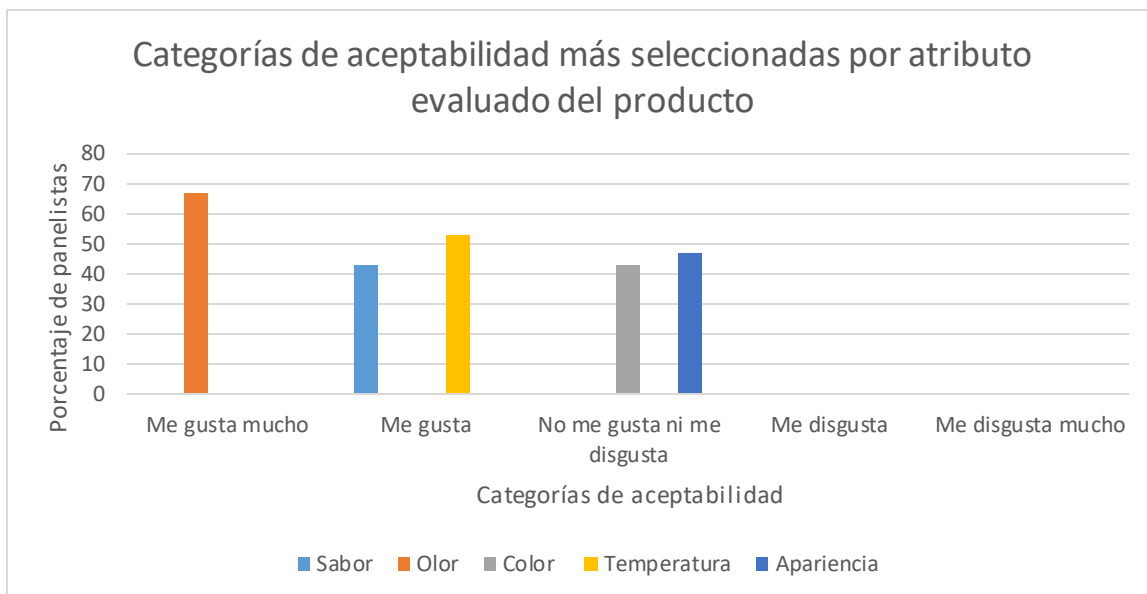


Figura 2. Categorías de aceptabilidad más seleccionadas por atributo evaluado del producto

Posteriormente a través del Análisis de Varianza (ANOVA) se estableció si había diferencia significativa entre la aceptabilidad de los atributos del producto (Tabla 14).

Tabla 14

Análisis de varianza para la prueba hedónica realizada para la evaluación de la aceptabilidad del producto alimenticio formulado

Fuente de variación	GI	SC	CM	Relación F			
				calculada	Tabular ($p \leq 0,05$)	Comparación	Diferencia significativa
Total	149	130.8					
Tratamientos	4	38.8	9.71	26.10	2.45	26.10 > 2.45	Sí
Panelistas	29	48.8	1.68	4.52	1.55	4.52 > 1.55	Sí
Error	116	43.2	0.37				

Nota: Los valores de F obtenidos se compararon con los valores establecidos en la "Tabla de Distribución de F al Nivel de Significancia de 5% de Watts y colaboradores (1992). gl=grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio.

Los valores de F calculados tanto para los tratamientos (atributos) como para los panelistas son superiores a los valores de F de las tablas de referencia; esto indica que sí existe diferencia significativa en la aceptabilidad tanto entre las características organolépticas evaluadas del producto alimenticio como entre los panelistas.

Para determinar cuáles eran los atributos que diferían significativamente entre sí se utilizó la prueba de comparación de Tukey. A continuación, en la Tabla 15 se muestran todas las posibles comparaciones en pares del promedio de los atributos y su comparación con el valor de amplitud calculado.

Tabla 15

Comparación múltiple de Tukey para determinar la diferencia entre la aceptabilidad de los atributos

Atributos comparados en pares	Diferencia entre las medias de los atributos	Comparación con el valor de amplitud calculado	Diferencia significativa
Olor-Apariencia	$4.5-3.2= 1.3$	$1.3 > 0.44$	Sí
Olor-Color	$4.5-3.3= 1.2$	$1.2 > 0.44$	Sí
Olor-Temperatura	$4.5-3.9= 0.6$	$0.6 > 0.44$	Sí
Olor-Sabor	$4.5-4.2= 0.3$	$0.3 < 0.44$	No
Sabor-Apariencia	$4.2-3.2= 1$	$1 > 0.44$	Sí
Sabor-Color	$4.2-3.3= 0.9$	$0.9 > 0.44$	Sí
Sabor- Temperatura	$4.2-3.9= 0.3$	$0.3 < 0.44$	No
Temperatura- Apariencia	$3.9-3.2= 0.7$	$0.7 > 0.44$	Sí
Temperatura-Color	$3.9-3.3= 0.6$	$0.6 > 0.44$	Sí
Color- Apariencia	$3.3-3.2= 0.1$	$0.1 < 0.44$	No

Nota: El valor de la amplitud fue calculado utilizando la tabla de "Puntos de Porcentaje de la Amplitud o intervalo de Variación Estudiantizada" al Nivel de Significancia de 5% de Watts y colaboradores (1992).

Como se puede observar, existe una diferencia significativa de la aceptabilidad entre la mayoría de los atributos. Entre el sabor, el olor y temperatura no existe diferencia en cuanto su aceptabilidad, de igual forma no existe diferencia significativa entre la aceptabilidad del color y la apariencia, siendo estos últimos los menos aceptados por los panelistas.

Discusión de resultados

El polen de abeja es un alimento con un alto contenido de carbohidratos y proteínas, bajo en grasa y una cantidad considerable de minerales y fibra cruda (Tabla 5). Esta composición varía dependiendo de su origen botánico.

Según lo investigado, el polen recolectado de regiones altas contiene una cantidad más elevada de nutrientes versus el polen obtenido de la costa. Sin embargo; en este estudio, en los análisis bromatológicos realizados se observó que el polen de la costa (proveniente de Suchitepéquez) tenía mayor contenido de proteína, grasa, fibra cruda, minerales (Tabla 1) en comparación al polen obtenido de Huehuetenango (Tabla 5), con el cual se realizó finalmente el producto alimenticio.

Los únicos nutrientes encontrados en menor cantidad en el polen de la costa fueron los carbohidratos. No solamente las diferencias botánicas de cada región pudieron ser la causa de esta variación; sino también el proceso al que fue sometido el polen de abeja de Huehuetenango el cual fue deshidratado y molido previo al análisis bromatológico, debido a que, de esta manera, formaría parte del producto alimenticio a elaborar, mientras que el polen de abeja de Suchitepéquez no sufrió ningún tipo de tratamiento antes del análisis. Esto pudo haber influido en los resultados obtenidos ya que “los cambios que puede sufrir el polen por la manipulación manual afectan su poder nutritivo” (Barajas et al., 2010).

Como lo indican Barajas y colaboradores, quienes evaluaron el efecto de la temperatura en el secado del polen apícola procedente de dos zonas de Cundinamarca, Colombia, al someter un producto a un tratamiento térmico se espera como resultado una disminución del porcentaje de proteína por desnaturalización de la misma.

En el caso del porcentaje de grasa, en base seca, éste aumenta levemente a medida que aumenta la temperatura de secado. Por último, en relación a los minerales (representados como ceniza) no existe una diferencia significativa en su contenido entre los procesos que se sometió el polen, evidenciando que la temperatura de secado no influye directamente en el porcentaje de ceniza, según el estudio realizado por estos investigadores (Barajas et al., 2010).

Independientemente de las diferencias entre la composición nutricional de estas regiones. El polen de abeja utilizado (proveniente de la Cooperativa de CIPAC de Cuilco, Huehuetenango) presentó una cantidad considerable de proteína, que es uno de los nutrientes indispensables para el funcionamiento del cuerpo humano, 21.30 % en base seca y 18.44% como alimento (Tabla 5), valores que se encuentran dentro de los rangos de los alimentos fuentes de proteína de origen vegetal que oscilan entre 36% (soya, que posee la concentración más alta de proteína) y 14% (semillas de amaranto) (Menchú et al., 2012).

En relación al contenido de micronutrientes, no se pudo establecer una comparación entre las dos muestras analizadas de polen de abeja, debido a que sólo se realizó esta prueba al polen que fue utilizado para elaborar el producto alimenticio, es decir, el polen proveniente de Huehuetenango. Los resultados obtenidos indicaron (Tabla 6) que el polen de abeja es un alimento rico en micronutrientes con un aporte considerable principalmente de fósforo, calcio, magnesio, zinc y manganeso, siendo una opción nutritiva para consumo humano.

Una vez determinado el valor nutritivo del polen de abeja se elaboró el producto alimenticio tomando como ingrediente principal esta materia prima. Debido a que el polen de abeja posee una pared celular difícil de digerir para el ser humano (Ulbricht et al., 2009) se optó por un alimento en forma de bebida ya que al tener contacto con el agua promovería el rompimiento de esta pared y mejoraría su absorción a nivel intestinal.

No obstante, cabe mencionar que la solubilidad del polen de abeja no es inmediata en el agua, en su forma natural, lo cual fue comprobado experimentalmente, durante las pruebas de elaboración del producto. Esto posiblemente se deba a que el polen posee una capa adhesiva de lípidos externa que recubre el grano (Barajas et al., 2010).

Sin embargo, en el estudio realizado por Barajas y colaboradores (2010) mencionan que el polen tiene un alto índice de solubilidad, el cual se favorece cuando el polen de abeja presenta un menor tamaño de partícula “ya que el índice de solubilidad se afecta por la estructura física de la matriz del producto, lo cual está relacionado con su capacidad de absorción de agua en la fase inicial de la solubilización”.

Generalmente, se debe dejar el polen en contacto con el agua cierta cantidad de horas (los expertos en el tema recomiendan dejarlo reposar toda una noche en agua) para lograr una solubilidad completa (Belloso, 2016). Este método es poco práctico para un producto alimenticio que va enfocado al grupo de población adulta que actualmente optan por consumir alimentos instantáneos. Es por ello que se decidió deshidratar el polen para poder molerlo, logrando una disminución del tamaño de la partícula y así aumentar el contacto de ésta con las moléculas de agua, favoreciendo de esta manera su solubilidad.

Esta situación se vio reflejada en los resultados obtenidos en la prueba piloto, donde los comentarios de los panelistas indicaban la formación de dos fases o la presencia de un precipitado lo que afectó la textura y apariencia del producto (Tabla 7).

Esto pudo ser provocado porque la primera formulación del producto alimenticio fue sometido a cocción (para promover, en teoría, la solubilidad del polen) y luego

se dejó reposar para presentarlo a los evaluadores a una temperatura ambiente. Este tratamiento afectó la textura del producto.

De igual manera el uso de cacao molido, que se utilizó en la prueba piloto afectó la solubilidad del producto. Durante la prueba de solubilidad se observó claramente que el cacao no era soluble en agua, posiblemente por el tamaño de la partícula (ya que no era totalmente pulverizado) y por la grasa que contiene en sí este alimento, lo que lo hace insoluble en agua por su apolaridad. Al pulverizar el polen de abeja y utilizar cacao instantáneo, se mejoró notablemente la solubilidad del producto formulado.

A través de los ensayos experimentales, también se comprobó que la temperatura no influye en la solubilidad del polen.

De la misma forma, por medio de la prueba piloto se determinó que la evaluación del atributo de textura fue difícil para los panelistas, debido a que la mayoría de las personas, no logró definir o conceptualizar qué es la textura en este alimento puesto que para evaluar la textura, además del tacto intervienen otros sentidos como el auditivo y la vista, esto hace que sea una propiedad difícil de medir (Espinosa, 2007), lo cual se vio reflejado en el valor calculado del coeficiente de *Alpha de Cronbach* que fue menor al aceptado (Tabla 8), provocando que el instrumento original para evaluar la aceptabilidad del producto con polen de abeja no fuera validado. Al eliminar esta categoría se vio claramente el cambio en la consistencia interna del instrumento elaborado, obteniendo un coeficiente de *Alpha de Cronbach* aceptable (Tabla 9), lo que indica que cada uno de los atributos propuestos estuvo evaluando realmente todos los aspectos que abarcan la aceptabilidad del producto alimenticio.

La formulación final del producto dependió de las observaciones brindadas en la prueba piloto. Se estableció el tamaño de la porción tomando en cuenta el grado de saturación de la bebida; así como sus características organolépticas. Por esta razón, el tamaño de la porción fue de una cucharada con un peso neto de 6.60 gramos para 250 mililitros de agua pura (un vaso). A pesar que esta fue la cantidad de porción establecida, según el gusto del comensal, se podría aumentar la cantidad de cucharadas de producto por un vaso de agua.

La formulación no incluye azúcar. Pero según las preferencias del consumidor puede agregarse ésta u otro edulcorante.

En relación a su valor nutritivo, es un producto que posee, en cuanto a cantidad, un buen aporte de proteína (11.63 gramos) (brindado principalmente por el polen de abeja), cercano al aporte que brinda el huevo de gallina (12.58 gramos) (Menchú & Méndez, 2009) una de las principales fuentes alimenticias de este nutriente. Los ingredientes que contribuyen al aporte significativo de potasio, calcio y fósforo son: el polen de abeja, canela y cacao respectivamente. Estos alimentos son altamente nutritivos con propiedades funcionales como antioxidantes, antiinflamatoria (en el caso del cacao) (Gómez et al., 2011) y antimicrobiana (proveniente de los ácidos esenciales contenidos en la canela) (Castaño, 2012).

Otro beneficio que posee el producto alimenticio elaborado, es su bajo contenido en grasa, libre de colesterol puesto que la grasa contenida en el producto proviene principalmente del cacao (grasa vegetal). No contiene una cantidad importante de sodio (Tabla 10), que es uno de los nutrientes más controlados en industria alimentaria por sus repercusiones en la salud al tener un consumo elevado del mismo.

Con respecto a la calidad microbiológica, otras de las razones por las cuales se decidió deshidratar el polen de abeja es por su vulnerabilidad al crecimiento de microorganismos, especialmente mohos y levaduras como se vio reflejado en el análisis microbiológico realizado a la cantidad de polen de abeja obtenida de la cooperativa de Huehuetenango (Tabla 11). Esto debido a la alta humedad del polen fresco, lo que hace necesario deshidratar este alimento para incrementar su vida útil (Barajas et al., 2010).

Al obtener un polen recién colectado y sometido a un secado inmediato, existe menor probabilidad que haya una proliferación de microorganismos (Argüello, 2008). A mayor tiempo de exposición al medio ambiente, principalmente en época de invierno, existe mayor probabilidad de aumentar el porcentaje de humedad del polen de abeja aún después de haber sido secado. Por tal razón se utilizó un polen recién colectado y deshidratado, sometido nuevamente a un proceso de secado a nivel de laboratorio, logrando obtener, de esta manera, un producto alimenticio inocuo, apto para consumo humano (Tabla 11).

Por último, se determinó la aceptabilidad del producto formulado. Las características que fueron aceptadas por los panelistas fue el sabor y olor (Tabla 12 y 13).

A pesar de los tratamientos efectuados para mejorar la solubilidad del producto no se logró obtener una solución totalmente homogénea. Posiblemente porque el arroz utilizado para la formulación del producto solamente fue molido sin algún otro tipo de procesamiento, esto influyó en la textura del producto formulado pues el almidón que posee el arroz es más soluble al ser sometido a un tratamiento térmico “presenta mayor cantidad de sitios de adsorción (oxidrilos $-OH$) disponibles para formar puentes de hidrógeno con el agua” (Ferreira et al., 2014), esto se traduce como solubilidad.

El color final de la preparación fue café claro, percibiéndose aún algunas pequeñas partículas de polen color amarillo, lo que afectó su apariencia provocando que no fuera agradable a la vista de los evaluadores. Por ende, estos fueron los atributos con menor puntaje de aceptabilidad, el cual fue un valor intermedio de 3 puntos (Tabla 12), no llegando a ser rechazados por los panelistas (Figura 2). No obstante, esto refleja la necesidad de hacer mejoras en relación a la textura del producto (Hernández, 2005).

Finalmente, existió una diferencia significativa en cuanto a la aceptabilidad de cada uno de los atributos (Tabla 14). Las características organolépticas relacionadas con el sentido de la vista (olor y apariencia) no presentaron diferencias significativas en cuanto a su aceptabilidad comparándolas entre ellas; pero sí son diferentes significativamente comparándolas con el sabor, olor, color y temperatura (Tabla 15), lo que indica que la percepción que se tiene a través de este sentido influye en gran medida en la aceptabilidad de un producto debido a que “la secuencia de percepción que tiene un consumidor hacia un alimento, es en primer lugar hacia el color, posteriormente el olor, siguiendo la textura percibida por el tacto, luego el sabor y por último el sonido al ser masticado e ingerido” (Espinosa, 2007) , si el producto no posee una buena apariencia provoca un prejuicio en el consumidor, independientemente si el alimento tiene un sabor y olor agradable, esto puede llevar a que el producto pueda ser rechazado si no tiene una adecuada presentación.

Conclusiones

- Se determinó que el polen de abeja es un alimento con un alto contenido de carbohidratos, proteína y bajo en grasa.
- El producto desarrollado fue una harina para preparar como bebida instantánea con polen de abeja, cacao, vainilla, arroz y canela.
- El producto alimenticio formulado aporta, tanto en 100 gramos como por porción (6.60 gramos), principalmente los siguientes nutrientes: proteína, potasio, calcio y fósforo y en menor cantidad: magnesio, sodio y hierro. Asimismo, posee un bajo contenido de grasa.
- A través del análisis microbiológico se comprobó que el alimento formulado es inocuo, apto para el consumo humano.
- El producto alimenticio con polen de abeja formulado fue aceptado en relación a su sabor y olor.
- La temperatura, color y apariencia del producto elaborado fueron calificados en la categoría “No me gusta ni me disgusta” por lo que no fueron aceptados ni rechazados por el grupo objetivo.

Recomendaciones

- Se recomienda evaluar el perfil de aminoácidos para el polen de abeja *Apis mellifera* producido en el país para determinar su calidad proteica.
- Experimentar otros procesos tecnológicos para mejorar la solubilidad del polen de abeja en agua.
- Previo a la elaboración de cualquier alimento con polen de abeja, someterlo a secado o deshidratación. Esto con el objetivo de prevenir cualquier tipo de crecimiento microbiano.
- Determinar la vida de anaquel del producto con polen de abeja elaborado para garantizar la seguridad para su consumo.

Referencias

- Acero, G. (2007). *Manual de prácticas de bromatología*. México, Aguascalientes: Universidad autónoma de Aguascalientes.
- Alfaya, T., Baltasar, M., Belmonte, J., Benjumbeda, A., Cardona, V., & Chaparro, A. (2002). *Polinosis, polen y alergia*. España: mra ediciones, S.L.
- Andino, F., & Castillo, Y. (2010). *Un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Argüello, O. (2008). *Seminario taller apícola: "Producción del polen, memoria"*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Aubry, J., & Schorsch, G. (2004). *Formulación, presentación general*. Venezuela, Mérida: Universidad de los Andes.
- Barajas, J., Martínez, T., & Rodríguez, E. (2010). Evaluación del efecto de la temperatura en el secado de polen apícola procedente de dos zonas de Cundamarca. *DYNA*. 78 (No. 165), 48-57.
- Belloso, A. (Comunicación personal, entrevista, 14 de julio de 2016).
- Campos, M., Bogdanov, S., Bicudo, L., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferreira, F. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research and Bee World*. 47 (No.2), 156-163.
- Carreres, E. (2012). *Cómo desarrollar un producto alimentario*. Obtenido de ainia, centro tecnológico: <http://www.ainia.es/insights/como-desarrollar-un-nuevo-producto-alimentario/>
- Castaño, M. (2012). *Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales del clavo (*Syzygium aromaticum*) y canela (*Cinnamomum verum*), sobre la levadura (*Rhodotorula mucilaginosa*) en leche chocolatada*. (Tesis de maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Condor, N. (19 de febrero de 2013). *Análisis bromatológico*. Obtenido de SlideShare: http://es.slideshare.net/Quimio_Farma/analisis-bromatologico

- Del Pilar, M., Armesto, S., & Díaz, E. (2009). Analysis of protein content in pollen loads produced in north-west Spain. *Grana*. 48 (No.4), 290-296.
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Espinoza, N. (2004). *Caracterización de la flora apícola visitada por cinco especies de abejas sin aguijón en el meliponario Sinaí, aldea San Antonio Las Flores, Pajapita, San Marcos*. (Tesis de Ingeniera Agrónoma en sistemas de producción agrícola). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Ferreira, F., Palmiro, D., & Wanderlei, C. (2014). Propiedades reológicas y adsorción de agua de harina extraída de arroz y bagazo de cebada. *Revista Ceres*. 61 (No.3), 313-322.
- Fuenmayor, C. (2009). *Aplicación de bioprocesos en polen de abejas para el desarrollo de un suplemento nutricional proteico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Godoy, R. (2010). *Análisis Químico, evaluación sensorial y valor proteico de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de arveja dulce (*Pisum sativum*)*. (Tesis de Maestría en Alimentación y Nutrición). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Gómez, M., González, L., Bravo, L., Vaquero, M., & Bastida, S. (2011). Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. 26 (2), 289-292.
- González, V., Ruiz, O., García, E., & Vega, M. (2005). *Aplicaciones de la Biotecnología en Seguridad Alimentaria*. España: Spainfo S.A.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Hernández, J. (2006). *Diseño y desarrollo de productos alimenticios*. México: Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial.
- Komosinska, K., Olczyk, P., J, K., Mencner, L., & Olczyk, K. (2015). Bee pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. *Hindawi Publishing Corporation: Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015 (No. 297425), 1-6.

- López, P. (2013). *Caracterización microbiológica del polen de abeja melífera (Apis mellifera L.) comercializado por siete productores apícolas ubicados en los departamentos de Escuintla, Huehuetenango, Jalapa, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Suchitepéquez*. (Tesis de Licenciado en Biología). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Mahan, K., Escott, S., & Raymond, J. (2013). *Krausse, Dietoterapia*. (13ª ed.) España: ELSIEVER.
- Medeiros, K., Figueiredo, C., Figueredo, T., Freire, K., Santos, F., Alcantara, N., . . . Piuvezam, M. (2008). Anti-allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovoalbumin-sensitized mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 41-46.
- Menchú, M., Torún, B., & Elías, L. (2012). *Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP*. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá..
- Menchú, T., & Méndez, H. (2009). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.
- Mesa, A. (2015). *Caracterización fisicoquímica y funcional del polen de abeja (Apis mellifera) como estrategia para generar valor agregado y parámetros de calidad al producto apícola*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Examen de los métodos de análisis*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-y4705s/y4705s02.pdf>
- Reglamento Técnico Centroamericano. (2009). *Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos*.
- Somerville, D. (2001). *Nutritional Value of Bee Collected Pollens*. Kingston: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Surco, J., & Alvarado, J. (2011). Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista Boliviana de Química*. 28 (No.2), 79-82.
- Szczesna, T. (2006). Protein content and amino acid composition of bee-collected pollen from selected botanical origins. *Journal of Apicultural Science*. 50 (No.2), 81-90.

Ulbricht, C., Conquer, J., Giese, N., Purkh, K., Sklar, J., Weissner, W., & Woods, J. (2009). An Evidence- Based Systematic Review of Bee Pollen by Natural Standard Research Collaboration. *Journal of Dietary Supplements*. 6 (No.3), 290-312.

Universidad de Valencia. (s.f.). Obtenido de <http://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf>

Usabiaga, J. Gallardo, J., & Cajero, J. (2002). *Producción de polen*. México: Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Valladares, J. C. (2014). *Sustitución con polen en la alimentación de peces goldfish (Carassius auratus) en la etapa de levante*. (Tesis de Licenciado en Zootecnia). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Vásquez, M. (2007). *Recursos Polínicos utilizados por la abeja nativa Shuruya (Scaptotrigona pectoralis) (Apidae meliponini) en un meliponario de la parte baja de los Cipresales en Pachalum, Quiché, durante la época seca y lluviosa*. (Tesis de Licenciada en Biología). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Watts, B., Yimaki, G., Jeffery, L., Elías, L., Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, & Manitoba, D. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Guatemala: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

Anexos

Anexo 1 Ficha de datos generales

Anexo 2 Formulario para evaluación de aceptabilidad

Anexo 3 Base de datos para análisis sensorial del producto alimenticio elaborado

Anexo 4 Polen de abeja utilizado para la elaboración del producto alimenticio

Anexo 5 Producto alimenticio elaborado con polen de abeja

Anexo 6 Prueba de aceptabilidad del producto alimenticio con polen de abeja

Anexo 7 Carta de consentimiento informado

Anexo 1

Ficha de datos generales

Fecha: _____

FICHA DE DATOS GENERALES

Panelista No.: _____ Edad: _____ Masculino Femenino

Grado de escolaridad:

Primaria Secundaria Bachillerato Estudiante (USAC) Personal docente (USAC) Personal administrativo (USAC)

En caso de ser mujer:

Se encuentra embarazada: Sí No Brinda leche materna a su hijo: Sí No

Presenta alguna reacción adversa (irritación de ojos, congestión nasal, tos, síntomas de asma, náusea, vómito, diarrea, ronchas en la piel) a los siguientes alimentos:

Polen de abeja: Sí No Arroz: Sí No Cacao: Sí No Canela: Sí No Vainilla: Sí No

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo 2

Formulario para evaluación de aceptabilidad

Panelista No.: _____

Fecha: _____

Código de la muestra: _____

Prueba de aceptabilidad

Por favor pruebe la muestra brindada y con una X marque la casilla que refleje su opinión sobre el producto.

		Grado de aceptabilidad				
		Me disgusta mucho	Me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Características	Sabor					
	Olor					
	Color					
	Temperatura					
	Apariencia					
Comentarios:						

¡MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo 3

Base de datos para análisis sensorial del producto alimenticio elaborado

Características organolépticas del producto alimenticio elaborado con polen de abeja

Características organolépticas del producto alimenticio elaborado con polen de abeja								Codificación de resultados	
No. Panelista	Sabor	Olor	Color	Textura	Temperatura	Apariencia			
001	2	4	3	1	3	3	Me gusta mucho	5	
002	4	3	2	4	2	3	Me gusta	4	
003	4	5	4	3	4	4	No me gusta ni me disgusta	3	
004	4	5	3	2	2	3	Me disgusta	2	
005	3	3	3	0	4	4	Me disgusta mucho	1	
006	3	4	2	4	3	2	No respondió a la pregunta	0	
007	2	3	2	2	4	3			
008	3	4	0	2	3	2			
009	3	2	2	4	4	2			
010	4	4	4	4	4	4			
TOTAL	32	37	25	26	33	30			
Media geométrica									

Prueba piloto Prueba con grupo objetivo

Español (Guatemala)
Teclado Latinoamérica

Para cambiar entre métodos de entrada, presiona la tecla Windows+Espacio.

2:04 p. m.
24/08/2017

Anexo 4



Figura 3. Polen de abeja utilizado para la elaboración del producto alimenticio

En la imagen se observa el polen de abeja utilizado para la elaboración del producto alimenticio formulado, el cual fue proporcionado por la Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco (CIPAC), ubicado en el departamento de Huehuetenango.

Anexo 5

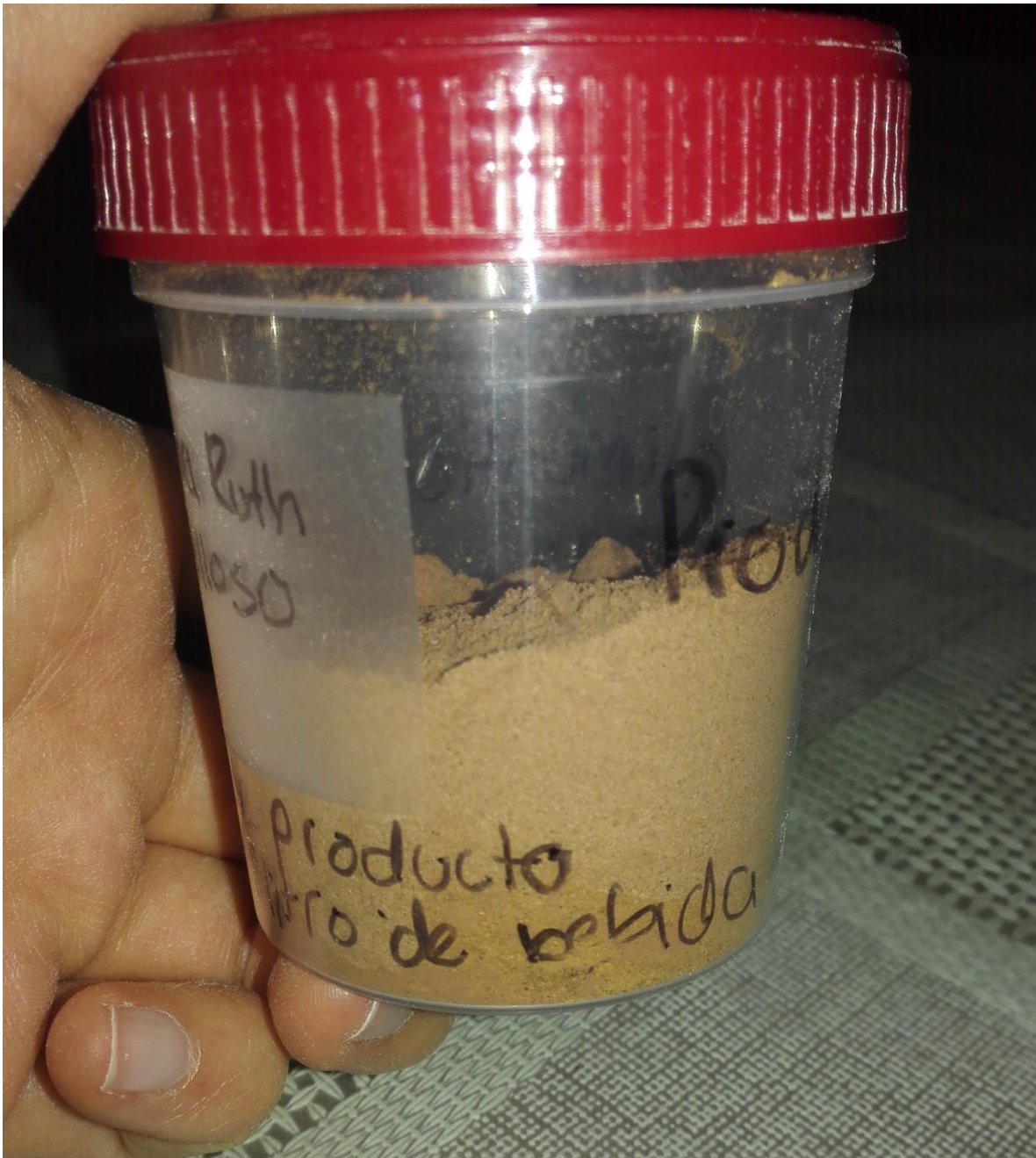


Figura 4. Producto alimenticio elaborado con polen de abeja

El producto alimenticio elaborado consistió en una harina para preparar como bebida instantánea. En la fotografía se observa la muestra del producto que fue llevada para el análisis microbiológico.

Anexo 6



Figura 5. Prueba de aceptabilidad del producto alimenticio con polen de abeja

La primera imagen refleja el momento en el cual se brindaba la información general acerca del estudio a las personas interesadas en participar en la prueba de aceptabilidad.



Figura 6. Análisis sensorial del producto alimenticio con polen de abeja

En la segunda imagen se muestra la evaluación de las muestras del producto formulado. A cada participante se le brindó 1 onza de bebida para su degustación.

Anexo 7

Carta de consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROCEDIMIENTOS DE INVESTIGACIÓN

Estudio: Aceptabilidad de un producto alimenticio con polen de abeja (*Apis mellifera*)

Responsable del trabajo de investigación: Br. Ana Beloso

Propósito del estudio

El polen es un producto proveniente de las plantas que es recolectado por las abejas para alimentar a sus crías. Éste es un alimento que posee vitaminas, minerales, un alto contenido de proteína y componentes (como antioxidantes) que ayudan al buen funcionamiento del cuerpo humano.

Por esta razón se ha elaborado un producto alimenticio con polen de abeja para contribuir a la alimentación y salud humana.

El propósito del estudio es conocer la aceptabilidad que posee este alimento formulado, en personas de 18 a 60 años.

Para alcanzar dicho propósito, se realizará una evaluación de aceptabilidad del producto formulado, proporcionándole una muestra a degustar de éste, para conocer su opinión acerca del mismo, en cuanto al sabor, olor, color, textura y temperatura y apariencia.

Requisitos para participar

Para participar en el estudio usted debe:

- Tener de 18 a 60 años de edad.
- En el caso de ser mujer, no estar embarazada o en periodo de lactancia (brindándole leche materna a su hijo).
- Ser alfabeta.

- No presentar alergia o intolerancia (irritación de ojos, congestión nasal, tos, dificultad para respirar, hinchazón, comezón, síntomas de asma, náusea, vómito, diarrea, ronchas en la piel) a los siguientes alimentos: polen de abeja, arroz, cacao, vainilla o canela.

Confidencialidad

La información personal que usted brinde se mantendrá de forma confidencial y será usada únicamente con fines académicos. Para la tabulación y análisis de los resultados, se le asignará a cada participante un código para mantener la privacidad durante el desarrollo del estudio.

Es posible que los resultados obtenidos, en relación a su opinión sobre el producto, sean publicados en revistas científicas; sin embargo, esto no incluirá la divulgación de ningún dato personal que usted haya brindado.

Riesgos

Al cumplir con todos los requisitos para participar en el estudio y principalmente por no ser alérgico ni presentar ninguna reacción (irritación de ojos, congestión nasal, tos, dificultad para respirar, hinchazón, comezón, síntomas de asma, náusea, vómito) a los alimentos incluidos en el producto no corre ningún riesgo por el consumo del mismo.

Beneficios

El beneficio que obtiene al participar en el estudio es conocer una opción de alimento nutritivo y natural.

Voluntariedad

La participación en este estudio es voluntaria y usted se encuentra en la libertad de retirarse del mismo en cualquier momento que quiera. Su decisión será respetada.

Yo _____ de _____ (años de edad),
declaro que se me ha explicado el propósito de esta investigación y he leído el
documento, entiendo las declaraciones contenidas en él y la necesidad de hacer
constar mi consentimiento, para lo cual lo firmo libre y voluntariamente.

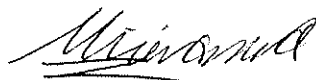
Firma

Fecha



Ana Ruth Belloso Archila

Tesista



M.Sc. Miriam del Carmen Alvarado Arévalo

Asesora



M.A. Carmen Geraldina Velásquez de Cerón

Asesora



M.Sc. Silvia Rodríguez de Quintana

Directora de la Escuela de Nutrición



Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda

Decano