



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Liofilización de miel de abeja usando maltodextrina como encapsulante para la producción de miel en polvo

**FEIJOO FERNANDEZ JISLAYNER NICOLE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**CHILLOGALLI ALONSO JANETH ALEXANDRA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

**Liofilización de miel de abeja usando maltodextrina como
encapsulante para la producción de miel en polvo**

**FEIJOO FERNANDEZ JISLAYNER NICOLE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**CHILLOGALLI ALONSO JANETH ALEXANDRA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Liofilización de miel de abeja usando maltodextrina como
encapsulante para la producción de miel en polvo**

**FEIJOO FERNANDEZ JISLAYNER NICOLE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**CHILLOGALLI ALONSO JANETH ALEXANDRA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

CHERREZ NEACATO ANGELICA ESTEFANIA

**MACHALA
2024**

Liofilización de miel de abeja usando maltodextrina como encapsulante para la producción de miel en polvo

por Janeth Alexandra Chillogalli Alonso

Fecha de entrega: 06-ago-2024 12:13p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2428228390

Nombre del archivo: xtrina_como_encapsulante_para_la_produccion_de_miel_en_polvo.pdf (1.11M)

Total de palabras: 14546

Total de caracteres: 83396

Liofilización de miel de abeja usando maltodextrina como encapsulante para la producción de miel en polvo

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
4	www.ivdvetdiets.com Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Pública de Navarra Trabajo del estudiante	<1%
9	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	

<1 %

10

Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

11

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

12

www.scielo.cl

Fuente de Internet

<1 %

13

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

<1 %

14

editorial.agrosavia.co

Fuente de Internet

<1 %

15

Submitted to Fundacion Universitaria Juan de Castellanos

Trabajo del estudiante

<1 %

16

pdfs.semanticscholar.org

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, FEIJOO FERNANDEZ JISLAYNER NICOLE y CHILLOGALLI ALONSO JANETH ALEXANDRA, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Liofilización de miel de abeja usando maltodextrina como encapsulante para la producción de miel en polvo, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



FEIJOO FERNANDEZ JISLAYNER NICOLE

0706286564



CHILLOGALLI ALONSO JANETH ALEXANDRA

0707136131

DEDICATORIA

Dedicada con mucho amor y cariño a mis padres, Luis Chillogalli y Julia Alonso por ser mi pilar, por el apoyo y amor incondicional a lo largo de toda mi vida y ser un gran ejemplo de perseverancia frente a las adversidades por haberme ayudado a ser lo que soy hoy en día. A mi hermano Luis Chillogalli quién siempre me ha mostrado su apoyo y me ha sacado una sonrisa en todo momento. A mi mascota Scoot, quién siempre me acompañó en mis noches de desvelos y fue mi mejor amigo por más de 7 años. Todo lo logrado hasta ahora es gracias a ustedes, los amo y les agradezco infinitamente.

También va dedicado a mis amigos a lo largo de esta carrera con quiénes he compartido muchos momentos de alegrías, risas y tristeza, gracias por estar siempre Ambar, Emily, Grace, Jislayner, Jordy y Naily además a una de mis mejores amigas, Geanella a pesar de que no nos vemos tan seguido el apoyo y el cariño siempre estará ahí. Dedicado también Bantang y especialmente a mi bias J hope, quiénes a través de su música me han inspirado y brindado consuelo en los momentos difíciles y me han recordado que «*You never walk alone*».

Janeth Chillogalli

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y sabiduría en todo el trayecto de mi carrera universitaria, a mis padres Maricela Fernández y José Feijoo que sin duda alguna han sido un pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional y apoyo constante, a mi hermano Iker que siempre me ha sacado una sonrisa y me ha ayudado en todo, y demás familiares, a mi enamorado por compartir esta linda etapa de mi vida conmigo siendo testigo de todas las noches de desvelo por alcanzar mis metas y su incondicional amor y apoyo. También quiero dedicar un gran y profundo agradecimiento a las grandes amigas y amigos que me dejo esta carrera, Janeth, Emily, Grace, Naily, Nathaly y Jesús dado que nunca faltaron las risas y chismesitos pero sobre todo por brindarme su apoyo y escucharme en cada momento y profesores que conocí a lo largo de la carrera.

Me quedo con lo mejor de cada una de estas personas que hicieron de esta etapa increíble, los llevare siempre en mi corazón.

Jislayner Feijoo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a Dios por darnos vida, salud y sabiduría para culminar nuestros estudios, a nuestros padres, hermanos por quienes nos esforzamos cada día y a cada persona que estuvo con nosotras en este largo camino al impulsarnos a ser mejores. A las tutoras académicas, Ing. Estefanía Chérrez y Ing. Gabriela Jaramillo por impartirnos sus conocimientos y hacer de este trabajo un éxito, al Ing. Humberto Ayala por brindarnos su apoyo y por hacer uso de su laboratorio, a la Ing. Lisbeth Matute docente de titulación quien ha sabido resolver nuestras dudas y por siempre estar dispuesta a ayudarnos con amor y paciencia.

Janeth y Jislayner

RESUMEN

La liofilización de la miel de abeja facilita el manejo y prolonga su vida útil, abordando los desafíos asociados con la miel líquida en aplicaciones alimentarias. Este producto en polvo se obtiene mediante microencapsulación en maltodextrina seguida de liofilización. Se utilizó miel multifloral del Valle de los Chillos, Provincia de Pichincha, Ecuador, como materia prima para la formulación. Se determinaron sus propiedades fisicoquímicas: pH ($4,35 \pm 0,07$), acidez total ($30,5 \pm 0,71$ meq/kg), cenizas ($0,13 \pm 0,01$ %), humedad ($17,73 \pm 0,05$ %) y actividad de agua (0,620).

Se preparó una solución que contenía miel de abeja y agua (1:1 v/v) con la adición de 30 % de maltodextrina y se liofilizó para producir el polvo. Se midieron las propiedades funcionales del producto en polvo resultante, incluyendo el ángulo de reposo ($27,92 \pm 0,00^\circ$), Índice de Carr ($4,76 \pm 0,01$), Índice de Hausner ($0,99 \pm 0,09$) y solubilidad en agua ($95,32 \pm 4,56$ %). Las características de flujo indican que el producto de miel de abeja en polvo cumple con los requisitos para un buen producto en polvo. También se determinaron las propiedades fisicoquímicas del polvo: pH ($5,2 \pm 0,00$), acidez total ($9,5 \pm 0,71$ meq/kg), cenizas ($0,13 \pm 0,01$ %), humedad ($1,54 \pm 0,05$ %) y actividad de agua (0,437).

Se realizó una evaluación sensorial del producto final en tres fases con 50 panelistas semientrenados: (1) Prueba hedónica para evaluación de la apariencia, sabor y dulzura; (2) Evaluación del aroma y color utilizando una prueba descriptiva; y (3) Pregunta de la aceptación general basada en su uso como endulzante en productos alimentarios.

Los resultados indican que el producto de miel de abeja en polvo obtenido mediante liofilización tiene un sabor y dulzura atractivos, según los panelistas. Además, las características fisicoquímicas y funcionales demuestran el potencial prometedor del producto como endulzante en aplicaciones alimentarias.

Palabras clave: miel de abeja, liofilización, maltodextrina, microencapsulación

ABSTRACT

Freeze-dried bee honey facilitates handling and extended shelf life, addressing the challenges associated with liquid honey in food applications. This powdered product can be obtained through microencapsulation in maltodextrin followed by freeze-drying. Multifloral honey from the Valle de los Chillos, Pichincha Province, Ecuador, was used as the raw material for the formulation. Its physicochemical properties were determined: pH ($4,35 \pm 0,07$), total acidity ($30,5 \pm 0,71$ meq/kg), ash ($0,13 \pm 0,01$ %), moisture ($17,73 \pm 0,05$ %), and water activity (0,620).

A solution containing bee honey and water (1:1 v/v) with the addition of 30 % maltodextrin was prepared and freeze-dried to produce the powder. The functional properties of the resulting powdered product were measured, including the angle of repose ($27,92 \pm 0,00^\circ$), Carr Index ($4,76 \pm 0,01$), Hausner Ratio ($0,99 \pm 0,09$), and water solubility ($95,32 \pm 4,56$ %). The flow characteristics indicate that the bee honey powder meets the requirements for a good powder product. The physicochemical properties of the powder were also determined: pH ($5,2 \pm 0,00$), total acidity ($9,5 \pm 0,71$ meq/kg), ash ($0,13 \pm 0,01$ %), moisture ($1,54 \pm 0,05$ %), and water activity (0,437).

A sensory evaluation of the final product was conducted in three phases with a panel of 50 semi-trained people: (1) Assessing appearance, taste, and sweetness through a hedonic test; (2) Evaluating aroma and color using a descriptive test; and (3) Question on overall acceptance based on its use as a sweetener in food products.

The results indicate that the bee honey powder obtained through freeze-drying has an appealing taste and sweetness, according to the panelists. Additionally, the physicochemical and functional characteristics demonstrate the product's promising potential as a sweetener in food applications.

Keywords: bee honey, freeze-drying, maltodextrin, microencapsulation

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE ANEXOS	6
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	4
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	5
OBJETIVOS	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
1. MARCO TEÓRICO	7
1.1 Miel de abeja	7
1.1.1 Propiedades nutricionales.....	7
1.1.2 Parámetros fisicoquímicos.....	9
1.1.2.1 Humedad.....	9
1.1.2.2 Actividad de agua	10
1.1.2.3 Cenizas.....	10
1.1.2.4 pH.....	10
1.1.2.5 Acidez total.....	11

1.1.2.6 Azúcares.....	11
1.2 Microencapsulación	12
1.2.1 Compuestos encapsulantes.	12
1.2.1.1 Maltodextrina.....	13
1.3 Métodos de encapsulación	13
1.4.1 Proceso de liofilización.	14
1.4.1.1 Congelación.	14
1.4.1.2 Secado primario.	15
1.4.1.3 Secado secundario.....	15
1.4.2 Ventajas y desventajas de la liofilización.....	15
1.4.3 Aplicación en la industria de los alimentos.....	16
1.5 Polvos alimenticios	16
1.5.1 Solubilidad en agua.	17
1.5.2 Densidad aparente.	17
1.5.3 Densidad compactada.....	17
1.5.4 Fluidez.	17
1.5.4.1 Ángulo de reposo.	17
1.5.4.2 Índice de Hausner (HR).	17
1.5.4.3 Índice de Carr (CI).....	18
1.5.5 Cohesividad.	18
1.5.6 Compresibilidad.	18
1.6 Evaluación sensorial.....	19
1.6.1 Características sensoriales	19
2. METODOLOGÍA	20
2.1 Materia prima.....	20
2.2 Obtención de la miel en polvo	20
2.2.1 Formulación de la mezcla a liofilizar.	20
2.2.2 Preparación de las muestras.....	20
2.2.3 Etapa de ultracongelación.....	20
2.2.4 Etapa de liofilización.	21
2.3 Evaluación de las propiedades funcionales de los polvos liofilizados	21
2.3.1 Determinación de solubilidad.....	21
2.3.2 Propiedades de flujo.	21
2.4 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas.....	22

2.4.1 Preparación de las muestras.....	22
2.4.2 Determinación de pH.....	22
2.4.3 Determinación de acidez total.	23
2.4.4 Determinación de cenizas.....	23
2.4.5 Determinación de humedad.....	23
2.4.6 Determinación de actividad de agua.....	23
2.5 Evaluación sensorial.....	23
2.5.1 Preparación de las muestras.....	24
2.6 Análisis descriptivo de los resultados	24
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1 Propiedades funcionales de los polvos liofilizados	25
3.1.1 Solubilidad en agua.	26
3.1.2 Densidad aparente.	26
3.1.3 Densidad compactada.....	27
3.1.4 Fluidez.	27
3.1.5 Compresibilidad.	28
3.1.6 Cohesividad.....	28
3.2 Caracterización fisicoquímica de la miel de abeja y del producto final en polvo	28
3.3 Evaluación sensorial.....	30
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Clasificación de la miel de abeja	7
Tabla 2. Tabla nutricional de la miel de abeja	8
Tabla 3. Recopilación de parámetros y sus límites en las mieles multiflorales.....	12
Tabla 4. Ventajas y desventajas del proceso de liofilización.....	15
Tabla 5. Clasificación de la fluidez en base a las variables que intervienen en esta propiedad	18
Tabla 6. Clasificación de la cohesividad de los polvos basado en el HR	18
Tabla 7. Propiedades funcionales de la miel en polvo.....	25
Tabla 8. Caracterización fisicoquímica de la miel de abeja y el polvo liofilizado	28
Tabla 9. Tabla de frecuencia de la valoración en función de la escala de Likert a los atributos de dulzor, sabor y apariencia	30
Tabla 10. Frecuencia de la valoración descriptiva de cada uno de los atributos sensoriales evaluados	31
Tabla 11. Tabla de frecuencia de respuestas afirmativas o negativas.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Etapas del proceso de liofilización.....	15
Figura 2. Comportamiento de la miel liofilizada.....	26
Figura 3. Diagrama de barras en función de la valoración de los panelistas a los atributos de dulzor, sabor y apariencia de la miel en polvo.....	30
Figura 4. Diagrama de barras de la valoración del aroma evaluado.....	31
Figura 5. Diagrama de barras de la valoración del color evaluado.....	32
Figura 6. Gráfica circular de las frecuencias del Sí y No a la pregunta de interés	33

ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Hoja de cata.....	43
Anexo B. Preparación de las muestras (Solución: miel, agua y maltodextrina)	44
Anexo C. Muestras en el liofilizador.....	44
Anexo D. Miel de abeja en polvo liofilizada.....	45
Anexo E. Determinación de las propiedades funcionales del polvo	45
Anexo F. Caracterización fisicoquímica de la miel líquida y en polvo	46
Anexo G. Evaluación sensorial	46
Anexo H. Resultados del análisis de la actividad de agua en las muestras	47

INTRODUCCIÓN

La miel es una sustancia dulce producida por abejas, obtenida del néctar de las flores y plantas donde se alimentan, recolectan y mezclan con otras sustancias que se llevan a panales para almacenarlos. Es considerado uno de los alimentos más usado por décadas que el ser humano incorporó en su dieta. En su estructura la glucosa y fructosa son los hidratos de carbono que más se destacan, además de sustancias menores como vitaminas, minerales, enzimas, ácidos grasos, antioxidantes y aminoácidos. (Ulloa *et al.*, 2010).

Haciéndola conocida por su origen natural además de sus beneficios nutricionales y organolépticas que ha sido utilizada por años, pero también tiene una gran desventaja debido a que es vulnerable a condiciones ambientales afectando su estabilidad y reduciendo su tiempo de vida útil, por lo que por sus sólidos totales (glucosa y fructosa) se hace uso de maltodextrina para disminuir problemas de adherencia y aglomeración durante el almacenamiento, lo que mejora la estabilidad del producto, además de que esta presenta una baja higroscopicidad, tiene una buena solución y un bajo poder edulcorante siendo utilizada ampliamente en la industria alimentaria (Alvarez & Veliz, 2015). Debido a esto la liofilización es importante, dado a que conserva las características originales de la miel, alargando su vida útil, facilitando su manipulación y transporte.

También es de suma importancia realizar una evaluación sensorial para asegurar que el proceso de liofilización no haya afectado las cualidades originales de la miel, esta es una técnica que permite evaluar y describir atributos organolépticos de un producto como el aroma, sabor, textura y apariencia (Stone *et al.*, 2004).

En la presente investigación se busca obtener un producto en polvo que cumpla con sus propiedades funcionales, caracterización fisicoquímica y calidad del polvo por medio de una evaluación sensorial.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La miel de abeja es un producto natural que se caracteriza por sus diversas propiedades organolépticas y nutricionales, siendo utilizada desde la antigüedad como alimento y producto terapéutico debido a que este producto se considera: antimicrobiano, antioxidante, antiparasitario, antiviral, antiinflamatorio, anticancerígeno e inmunosupresor. En la industria alimentaria y farmacéutica su uso está limitado por la viscosidad y alta densidad, por lo que no es fácil su manipulación, además, al ser una solución sobresaturada de glucosa, es vulnerable a la cristalización, disminuyendo su vida útil por el aumento de la actividad del agua y en consecuencia esto genera disminución en la aceptación del producto por parte del consumidor (Samborska, 2019).

La liofilización es un proceso de secado por sublimación, usado para disminuir la pérdida de compuestos responsables del sabor y el aroma de los alimentos (Orrego, 2008), en este proceso primero, el producto se congela a temperaturas muy bajas, lo que forma cristales de hielo en su interior. A continuación, en un ambiente de vacío controlado, el hielo se sublima, es decir, se transforma directamente en vapor sin pasar por el estado líquido, gracias a una combinación de baja presión y alta temperatura. Finalmente, en la etapa de desorción, se elimina cualquier humedad residual del producto, asegurando que quede completamente seco, este procedimiento no altera la composición fisicoquímica del alimento facilitando su conservación por el proceso de deshidratación y generando alta estabilidad microbiológica (Ramírez, 2006).

Mediante el proceso de liofilización aplicado a la miel se puede obtener un producto en forma de polvo, que se considera un sustituto interesante de la miel líquida, y que presenta mayor facilidad en su manipulación, pesaje, limpieza y reducción de espacio de almacenamiento, además con esta presentación se prolonga la vida útil y se puede agregar directamente como insumo a condimentos, mezclas y recubrimientos secos favoreciendo y ampliando su uso en las diversas áreas que comprende la industria alimentaria pero principalmente su uso se destaca como sustituto del azúcar, en productos de panificación y galletería, en polvos aglomerados, como conservante y antioxidante natural en productos cárnicos, en fruta y verduras (Samborska, 2019).

Para realizar este proceso es necesario el uso de maltodextrina (MD), estabilizante obtenido a partir del almidón, la MD tiene un elevado valor de transición vítrea (T_g). Uno

de los mayores problemas de la deshidratación de la miel de abeja es su compactación, debido su elevado contenido de azúcar. En donde los azúcares predominantes de la miel son la glucosa y fructosa, presentando baja temperatura de transición vítrea (T_g) la que ocasiona que haya pegajosidad y compactación, por lo que es necesaria la adición de maltodextrina para evitar estas causas en el producto (Ospina, 2014).

Ospina (2014), realizó un análisis de las propiedades de la miel de abejas originaria del suroeste antioqueño y de los parámetros necesarios para el proceso de liofilización, en su estudio expone que el mejor resultado lo logró al adicionar 0,5 g de maltodextrina por cada 100mL de solución de miel de abeja preparada al 10 % m/v, esta muestra no presento compactación y su aspecto fue el de un polvo.

Dado estos antecedentes, el problema que busca resolver esta investigación es el desconocimiento de las condiciones de operación para el liofilizado de la miel de abeja proveniente de la provincia de Pichincha- Ecuador, para obtener un producto de miel de abeja en polvo.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la presente investigación proporciona una nueva presentación de la miel de abeja, miel de abeja en polvo liofilizada y microencapsulada en maltodextrina, la cual permite fácil almacenamiento, manipulación y dosificación más precisa en comparación a la miel líquida, además permite mejorar la integración del producto a diversas matrices alimentarias. En conjunto con la tecnología de liofilizado para la obtención de este producto en polvo se logra disminuir considerablemente la humedad permitiendo aumentar su vida útil, minimizando la fermentación y cristalización, además de reducir la proliferación de microorganismos y conservar sus propiedades fisicoquímicas sin mayor alteración.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

La concentración de maltodextrina al 30 % en una solución de miel-agua facilita el proceso de liofilización obteniendo un producto en polvo con propiedades funcionales óptimas para su posterior incorporación en matrices alimentarias.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Microencapsular miel de abeja en maltodextrina para la obtención de un producto en polvo mediante liofilización.

Objetivos específicos:

- o Evaluar las propiedades funcionales de los polvos liofilizados basándose en parámetros como solubilidad, densidad aparente suelta y compactada, fluidez, compresibilidad y cohesividad.
- o Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la miel de abeja y del producto final en polvo obtenido mediante el proceso de liofilizado y microencapsulación en maltodextrina.
- o Evaluar la calidad de la miel en polvo mediante análisis sensorial en términos de color, aroma, sabor y textura.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Miel de abeja

De acuerdo con lo establecido en la CXS 12-1981 del Codex Alimentarius (2022) se entiende por miel a la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las misma y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje. A continuación, se presenta la clasificación de este alimento (tabla 1) que por lo general se categoriza de acuerdo con su procedencia:

Tabla 1. Clasificación de la miel de abeja

Miel de flores/néctar	Miel de Mielada
Procede del néctar de las plantas	Procede de excreciones que los insectos succionadores (<i>Hemiptera</i>) dejan sobre las partes vivas de las plantas, o de excreciones de partes vivas de las plantas

Fuente: CODEX STAN 12-1981

1.1.1 *Propiedades nutricionales.* La miel está constituida de aproximadamente 200 componentes destacándose diferentes azúcares, predominando la fructosa y glucosa, además de ciertas sustancias como enzimas, ácidos orgánicos y trazas sólidas derivadas de la recolección de la miel en el panal. La consistencia de la miel por lo general es fluida, viscosa total o parcialmente cristalina, su color varía de casi incoloro a pardo oscuro, además el aroma y sabor dependerá de los tipos de plantas de las que la abeja consume néctar, el almacenamiento presentado y el tipo de abeja. Los azúcares presentes representan entre el 95 al 99 % de la materia seca en la miel, siendo la fructosa la más relevante con un 32 al 38 % de los azúcares totales, además posee minerales destacando: calcio, cobre, magnesio, fosforo, sodio, potasio y vitaminas como: la vitamina C y las correspondientes al grupo B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 y B12) y en menor cantidad se encuentran las proteínas y enzimas, sin embargo estos nutrientes desempeñan un papel esencial en la actividad microbiana y facilitan la absorción del calcio (Rao *et al.*, 2016).

De acuerdo con la tabla 2 siendo una recopilación de USDA FoodData Central (2019), la miel aporta 304 kcal y se compone de 82,4 % de carbohidratos, 17,1 % de agua, 0,3 % de proteína representando los componentes mayoritarios del producto, además de poseer ciertos componentes bioactivos con beneficios para la salud siendo representados por: ácido fenólico, flavonoide, ácido ascórbico, folatos y algunos aminoácidos esenciales.

Tabla 2. *Tabla nutricional de la miel de abeja*

Nutriente	Cantidad	Unidad
Agua	17,1	g
Energía	304	kcal
Proteína	0,3	g
Lípidos totales (grasas)	0	g
Cenizas	0,2	g
Hidratos de carbono, por diferencia	82,4	g
Fibra, total dietética	0,2	g
Azúcares totales	82,1	g
Sacarosa	0,89	g
Glucosa	35,8	g
Fructosa	40,9	g
Maltosa	1,44	g
Galactosa	3,1	g
Calcio (Ca)	6	mg
Hierro (Fe)	0,42	mg
Magnesio (Mg)	2	mg
Fósforo (P)	4	mg
Potasio (K)	52	mg
Sodio (Na)	4	mg
Zinc (Zn)	0,22	mg
Cobre (Cu)	0,036	mg
Manganeso (Mn)	0,08	mg
Selenio (Se)	0,8	µg
Flúor (F)	7	µg
Vitamina C. ácido ascórbico total	0,5	mg
Tiamina	0	mg
Riboflavina	0,038	mg
Niacina	0,121	mg
Acido pantoténico	0,068	mg
Vitamina B6	0,024	mg
Folatos totales	2	µg
Colina totales	2,2	mg
Betaína	1,7	mg
Triptófano	0,004	g
Treonina	0,004	g

Tabla 2. (Continuación)

Nutriente	Cantidad	Unidad
Isoleucina	0,008	g
Leucina	0,01	g
Lisina	0,008	g
Metionina	0,001	g
Cistina	0,003	g
Fenilalanina	0,011	g
Tirosina	0,008	g
Valina	0,009	g
Arginina	0,005	g
Histidina	0,001	g
Alanina	0,006	g
Ácido aspártico	0,027	g
Ácido glutámico	0,018	g
Glicina	0,007	g
Prolina	0,09	g
Serina	0,006	g

Fuente: Honey (SR Legacy, 169640)

1.1.2 *Parámetros fisicoquímicos.* Los parámetros fisicoquímicos permiten evaluar la calidad de la miel, además de proporcionar información sobre su autenticidad, pureza y ciertas propiedades, entre esos parámetros químicos se evalúa la calidad con base en el contenido de agua, acidez, cenizas, enzimas, nitrógeno, hidroximetilfurfural, sustancias insolubles, entre otras. Por otro lado, los parámetros físicos más relevantes se encuentran la cristalización, color, viscosidad, densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, entre otras (Sánchez *et al.*, 2023).

A continuación, se detallan algunos parámetros fisicoquímicos que se caracterizó en la miel de abeja y la miel en polvo liofilizada:

1.1.2.1 *Humedad.* La humedad indica la madurez de la miel y el tiempo de cosecha, dado que las mieles inmaduras al permanecer menos tiempo en el panal poseen mayor contenido de humedad por lo que es importante cosechar la miel cuando este madura, es decir cuando las abejas hayan culminado el proceso de deshidratación del néctar depositado en cada celdilla del panal logrando así que la miel tenga una humedad inferior al 20 % además este parámetro lo influencia la temperatura interna del panel y la aireación dada por el aleteo continuo de las abejas. En general, el contenido de humedad de las mieles provenientes de países con clima cálido es menor al 18 % pero hay mieles

provenientes de estos países que superan el 20 % de humedad debido a las condiciones de cosecha y a las condiciones climáticas, sin embargo, las mieles con este alto contenido de agua podrían fermentar (López, 2014).

1.1.2.2 *Actividad de agua (A_w)*. La actividad de agua es la presión de vapor del agua en equilibrio con el alimento dividido entre la presión de vapor del agua en condiciones normales y está relacionada con el agua disponible en los alimentos que no se encuentra unida al soluto. Este parámetro es medido en una escala de 0 a 1 y es primordial conocer su valor porque determina el agua disponible para el desarrollo microbiano y la actividad enzimática y química en el transcurso de la conservación de los alimentos dado que posee un gran impacto en su calidad y seguridad provocando cambios en la textura, color, sabor, valor nutricional y en el tiempo de vida útil (Cardona, 2019). La miel de abeja posee una baja actividad de agua y su valor depende de su humedad pues si una miel posee valores más altos de actividad de agua coincide con valores más altos de humedad (Abdulkhaliq & Swaileh, 2017).

1.1.2.3 *Cenizas*. Las cenizas indican el contenido de sales minerales y el valor de su contenido es proporcional al color de la miel, las mieles en tonalidades más oscuras tienen un mayor contenido de sales minerales y de forma viceversa (Sánchez *et al.*, 2023). Además, este parámetro nos permite conocer la genuinidad de la miel, detectar contaminantes químicos y conocer su origen botánico dado que por lo general las mieles florales poseen un porcentaje muy bajo de cenizas en comparación con las mieles de mielada y aquellas alteradas con melaza que presentan valores altos, al realizar el análisis del contenido de cenizas a 500 y 550 °C su valor no debe ser mayor de 0,4 % y en el caso de las mieles florales el contenido máximo es de 0,6 g % (Fattori, 2004).

1.1.2.4 *pH*. El pH se refiere a los iones de hidrógeno presentes en la miel y el valor reportado influye en la formación de otros componentes como es la velocidad de formación del hidroximetilfurfural, así mismo un pH ácido es el encargado de darle poder antimicrobiano a la miel (Vidal y Fragosi, 1984, como se citó en Cuevas, 2017). Este parámetro al igual que la acidez permite clasificar la miel de acuerdo con su origen botánico y geográfico, la miel de flores es ácida tomando valores entre 3,5 a 4,5 sin embargo también se ha reportado mieles con un pH menor llegando hasta 2,7 y en el caso de que una miel se haya adulterado con jarabe de maíz el valor presentado es mucho menor (Fattori, 2004).

1.1.2.5 *Acidez total*. La acidez es una medida indirecta de frescura de la miel y es causada debido a la presencia de ácidos orgánicos (fórmico, cítrico, oxálico, tartárico, acético, entre otros.), néctar o secreciones de las abejas, puede generarse un aumento de acidez durante el almacenamiento, maduración de la miel y durante su fermentación (Živkov, 2018). El valor de acidez está relacionado con el equilibrio de ácidos orgánicos presentes en la miel y varía según la fuente floral y de la especie de abeja (Sousa *et al.*, 2016). Cuando la miel es expuesta a una variación de temperatura, interacciones con otros compuestos, presión de vapor, entre otras, hay ácidos que se volatilizarán destacándose en este grupo los siguientes: fórmico, caproico, butírico, acético, valérico, láctico, cáprico, málico y fosfórico (Winton, 1939, como se citó en Fattori, 2004).

1.1.2.6 *Azúcares*. Los azúcares en la miel son los responsables de la dulzura de este alimento y permite enmascarar los sabores producidos por los ácidos orgánicos haciéndolos casi imperceptibles al paladar, todos estos azúcares corresponden al 80 % del peso seco y determinan características importantes como higroscopicidad, baja actividad de agua y viscosidad. El contenido de azúcares está relacionado con los sólidos totales, aquellos indican el porcentaje de azúcares expresado en °Brix y se obtiene mediante el uso de un refractómetro, la cantidad de sólidos está relacionado con el contenido de agua en la miel (Castillo *et al.*, 2022).

Los azúcares predominantes son la fructosa y glucosa constituyendo del 85 al 95 % de los azúcares totales, en muchas mieles hay mayor concentración de fructosa y su alto contenido hace que la miel presente mayor dulzura en comparación si la concentración de la glucosa es mayor esta presenta menor dulzor (López, 2014). También se encuentran azúcares como: sacarosa y maltosa en concentraciones más bajas, por lo general el contenido de los azúcares totales corresponden el 71 a 73 g / 100 g, los azúcares reductores por encima del 60 %, la sacarosa entre 3 y 4 % y los demás azúcares como trehalosa se encuentran en trazas (Food Standards Ausatralia New Zealand [FSANZ], 2023). La relación de glucosa y fructosa influye en la viscosidad de la miel dado que a mayor concentración de fructosa las mieles son menos viscosas y a mayor cantidad de los otros azúcares existe una mayor consistencia, así mismo las mieles con alto contenido de glucosa cristalizan más rápido por ende el porcentaje de fructosa tiene la capacidad de inhibir la cristalización, estos dos azúcares son parte de los azúcares reductores en la miel

y se expresan como azúcares invertidos, su contenido mínimo es de 65 % para la miel de flores (Fattori, 2004).

A continuación, se muestra una recopilación (tabla 3) sobre los límites de algunos parámetros fisicoquímicos de la miel de abeja que comúnmente son evaluados.

Tabla 3. Recopilación de parámetros y sus límites en las mieles multiflorales

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad	Valor
pH	-	3,5 a 4,5
Acidez total	meq/kg	≤ 50
Cenizas	% mas	≤ 0,6
Humedad	% mas	≤ 20
Actividad de agua (A_w)	-	0,56 a 0,62
Sólidos totales	° Brix	≤ 80
Contenido de fructosa y glucosa (suma de ambos)	% mas	≥ 60
Sacarosa	% mas	≤ 5

Fuente: CODEX STAN 12-1981, Zamora & Arias, 2011 y Fattori, 2004

1.2 Microencapsulación

Proceso que involucra compuestos químicos con actividad biológica (aceites esenciales, vitaminas o sabores) y otros compuestos, se insertan en biopolímeros para retenerlos y evitar que reaccionen con elementos ambientales además de impedir la oxidación por luz u oxígeno. Las sustancias microencapsuladas pueden liberarse de la matriz o recubrimiento que las tienen atrapadas, a partir de esto se desarrolla productos alimenticios y farmacológicos con excelentes propiedades nutricionales y sensoriales (Castañeta et al., 2011).

1.2.1 *Compuestos encapsulantes.* Existe una variedad de agentes encapsulantes tales como: Polivinil alcohol que puede actuar como material de revestimiento para capsulas (Leimann *et al.*, 2009), las membranas de nylon también se han utilizado para retener enzimas y encapsular, otro agente encapsulante es el quitosano utilizado ampliamente en la industria alimentaria además de destacarse como antioxidante, antimicrobiano, cubierta para alimentos comestibles entre otros (Parra, 2010). El alginato al ser extraído a partir de algas no es tóxico, es soluble y biocompatible (por Ca^{++} secuestrante) (Nazzaro *et al.*, 2009). También lípidos tales como lecitinas, grasa láctea, ácido esteárico, ceras, monoglicérols entre otros principales, además de carbohidratos, almidón, maltodextrinas, gomas, proteínas y antioxidantes (Parra, 2010).

1.2.1.1 *Maltodextrina*. Es un polisacárido obtenido por la hidrólisis del almidón, cuenta con unidades de β -D-glucosa que está relacionada con su índice de dextrosa (DE) y unidas en su mayoría por enlaces glucosídicos. En la industria de los alimentos es comúnmente usada como una sustancia para muchos alimentos, especialmente en la llamada “comida rápida”, debido a su poder espesante, humectante y estabilizante de algunos alimentos con elevado contenido graso, extendiendo su vida útil. En su mayoría se emplea en productos difíciles de deshidratación, como condimentos, jugos de frutas y endulzantes, ya que disminuye las dificultades de adhesión y aglomeración en el periodo de almacenamiento y mejora la estabilidad (Potosí, 2017).

1.3 Métodos de encapsulación

Existen métodos físicos entre ellos: Secado por aspersion siendo el más empleado en el sector alimentario por su bajo costo, el cual tiene tres pasos fundamentales, la homogenización, la formación de la emulsión entre el material central y el recubrimiento y la aspersion (Sandoval *et al.*, 2004), ayudando a conservar los nutrientes y con facilidad de acceso a quipos, buena estabilidad del producto final, mínimos costos de procesamiento y versatilidad (Favaro *et al.*, 2010). Otro método es liofilización proceso en el que se usa presiones bajas garantizando así la retención de compuestos volátiles y temperatura. El recubrimiento en lecho fluidizado es un método práctico cuando las partículas sólidas constituyen el material principal, que se sitúan en una cámara aire dirigido hacia arriba donde se atomiza el recubrimiento (Chen & Jane, 1995). Otro de los métodos es la extrusión-fusión en el que se combinan varios materiales de recubrimiento y se aplica un extrusor de tornillo simple o doble, el que funde y forma el material de recubrimiento que al incrementarse la humedad se desprende el compuesto o alimentos ya recubierto. Co-cristalización consiste en la adición de ciertos agregados en complementos de azúcar, al modificar estructuralmente el cristal dando lugar a la formación de una capsula granular con buenas características de flujo y de fácil manejo. En los métodos fisicoquímicos están: Coalescencia que se basa en diluir una proteína de tipo gelificante y desarrollar una mezcla emulsificante con la materia de interés en donde las capsulas se reparan por centrifugación o filtración. También existe el método de inclusión molecular, caracterizada por usa beta ciclodextrina como agente encapsulante, y una técnica que permite encapsular a nivel molecular. Finalmente, la encapsulación por liposomas ha sido utilizada en las vacunas, enzimas, vitaminas y hormonas, aplicada

inicialmente al sector farmacéutico seguida de la industria de cosméticos. (Sandoval *et al.*, 2004).

1.4 Liofilización

La liofilización, también conocida como criodesecación, es un procedimiento de deshidratación empleado para preservar alimentos perecederos y optimizar el transporte de ciertos materiales. A diferencia de los procedimientos tradicionales de secado, la liofilización carece de calor directo, lo cual preserva la estructura molecular de la sustancia liofilizada. El procedimiento implica la congelación del material y la reducción de la presión circundante para que el agua depositada se transforme directamente del estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido. A pesar de que es una técnica costosa y lenta, este proceso permite generar productos de alta calidad, permitiendo la retención de nutrientes, mejorando el sabor, el aroma y el color del producto, al utilizar vacío y ausencia de oxígeno minimizan las degradaciones oxidativas. Además, por el proceso de sublimación se genera menor densidad aparente, alta porosidad y buenas propiedades de rehidratación en comparación con productos deshidratados de forma convencional, industrialmente este proceso está limitado a productos de alto val. En la industria alimentaria, se usa para conservar alimentos, mientras que, en la farmacéutica, se usa para preservar medicamentos y vacunas (Muñoz *et al.*, 2018).

1.4.1 *Proceso de liofilización.* El proceso cuenta con tres etapas principales: congelación, secado primario (sublimación) y secundario (desorción) (Figura 1).

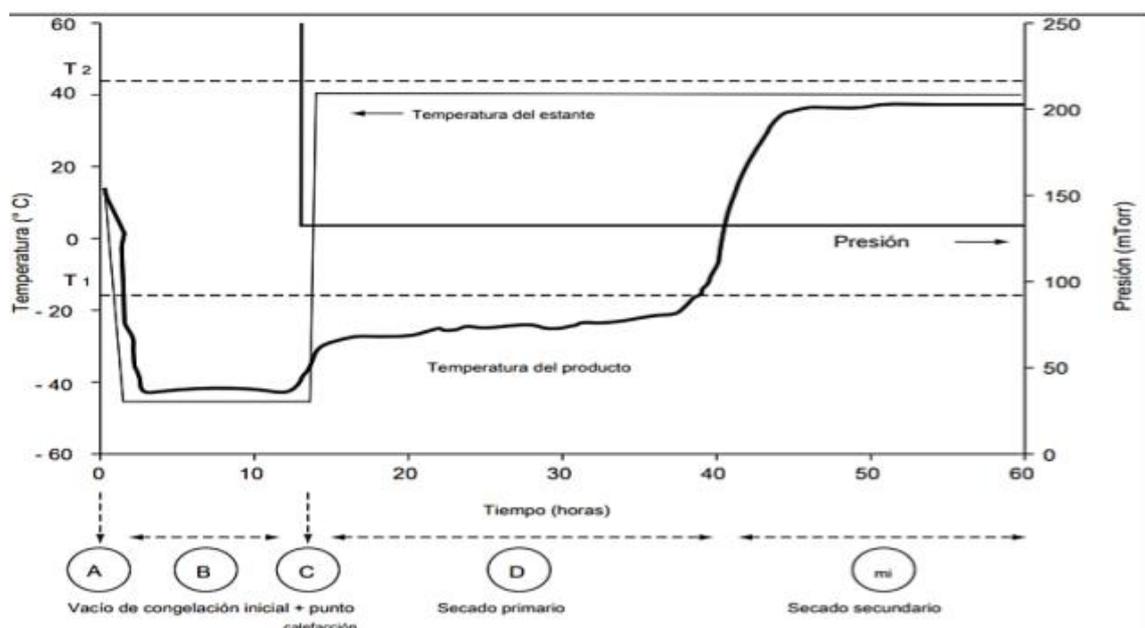
1.4.1.1 *Congelación.* En esta etapa del proceso el producto se somete a temperaturas bajas, entre -18 y -80 °C, en donde la temperatura y el tiempo se verán influenciado por la muestra, cuando empieza la nucleación el hielo baja de temperatura para que de inicio a la etapa de crecimiento del hielo consiguiendo la congelación de la muestra, en el que se muestran los cristales de hielo en la muestra en componentes del alimento y agua contenida (Talavera, 2018).

En esta etapa es necesario que el producto este congelado y que haya líquido concentrado, para agilizar la etapa de sublimación. Cuando este método es utilizado en alimentos se consigue diferentes mezclas de estructuras tras la congelación, como eutécticos, mezclas de eutécticos y áreas vítreas amorfas por la presencia de alcoholes, azúcares, aldehídos, acetonas y ácidos (Gualpa, 2021).

1.4.1.2 *Secado primario*. Esta etapa se basa en extraer la mayor cantidad de agua de las muestras congeladas, este proceso comienza bajando la presión de la cámara y ascendiendo la temperatura de la bandeja para eliminar acerca del 90 % del agua por sublimación, mayormente el agua ligada y agua libre (Guallpa, 2021).

1.4.1.3 *Secado secundario*. En la última etapa se elimina el agua que no se congeló y que está ligada en la muestra, ajustando la temperatura a un nivel cercano a la del ambiente y manteniendo el equipo a baja presión, obteniendo una humedad final del 2 % (Talavera, 2018).

Figura 1. Etapas del proceso de liofilización



Fuente: Guallpa, 2021

1.4.2 *Ventajas y desventajas de la liofilización*. La tecnología de liofilizado posee ciertas ventajas y desventajas que dependerán de ciertas consideraciones alrededor del proceso como puede ser el aspecto económico, la duración del proceso, entre otras. En la tabla 4 se puede observar a detalle estas ventajas y desventajas.

Tabla 4. Ventajas y desventajas del proceso de liofilización

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Conserva el valor nutricional del alimento. • Inhibición del crecimiento de microorganismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Largo tiempo de procesamiento. • Alto costo de procesamiento. • Elevado consumo de energía.

-
- Ausencia de aditivos y/o conservantes.
 - Recuperación de las propiedades del alimento al rehidratarlo.
 - Conservación, fácil transporte y almacenamiento de los productos.
 - Empleo de temperaturas muy bajas.
-

Fuente: Guallpa, 2021

1.4.3 *Aplicación en la industria de los alimentos.* A través del proceso de liofilización se logra extraer más del 95 % de líquido en un alimento, dando como resultado una ganancia en relación al gasto de transporte, permitiendo cargar con un mayor número de mercadería sin necesidad de cadena de frío (Parzanese, 2015). Estos productos alimenticios una vez liofilizados se pueden usar como yogures, aditivos en compotas, mermeladas, chocolates y confitería, siendo uno de los más populares el café, pero hoy en día ya existe una gran cantidad de frutas, verduras, hongos, especias y carnes liofilizadas, brindando nuevos productos como son las sopas deshidratadas, snacks, bebidas instantáneas, entre otros productos (Guallpa, 2021).

1.5 Polvos alimenticios

Un alimento en polvo se considera al alimento sólido seco compuesto por partículas diminutas y sueltas. Los alimentos en polvos dentro de la industria alimentaria ofrecen soluciones tecnológicas para ofrecer facilidades y hacer frente a complejidades dentro de la producción de productos alimenticios, dado a que un polvo es más fácil de conservar, transportar, procesar y almacenar (Cuq *et al.*, 2013).

Un polvo se considera adecuado para usarlo en el área de procesamiento de alimentos cuando cumple con ciertas propiedades funcionales que permitan una excelente manipulación y aglomeración, esta última es una operación unitaria que mejora las funcionalidades de los polvos incluyendo las propiedades de flujo, generación de polvo, los riesgos de explosión, la capacidad de mezcla, las propiedades humectantes, la dispersión, la solubilidad y la liberación controlada (Bhandari *et al.*, 2023). Además de intervenir otras propiedades que son características de los polvos al estar expuestos a ciertas condiciones por ello a continuación, se describen algunas propiedades funcionales en los polvos liofilizados que son de carácter esencial evaluarlas para identificar su

comportamiento luego de haber sido expuesto a un proceso que redujo la cantidad de agua de su estructura y que permitirán principalmente una fácil manipulación.

1.5.1 *Solubilidad en agua*. Es una propiedad física que indica la velocidad y grado en que los componentes que conforman el polvo se disuelven en agua o en otro solvente, la solubilidad de un polvo está directamente relacionada con su microestructura (Cano, 2005, como se citó en Sapper, 2015).

1.5.2 *Densidad aparente*. La densidad aparente permite conocer el volumen que ocupa una masa conocida y se incluye los espacios entre las partículas y la porosidad de la mezcla en polvo (Ramos, 2016). Por lo general los polvos alimenticios poseen densidades en el rango entre 300 y 800 kg/m³, con contadas excepciones y en el caso de los polvos a base de azúcares el rango es de 0,5 a 1 g/cm³ (Ortega, 2006).

1.5.3 *Densidad compactada*. La densidad compactada permite conocer el volumen que ocupa una masa conocida, pero no se incluyen los espacios entre las partículas y la porosidad de la mezcla, para obtener esta densidad el polvo se contiene en un recipiente de medición graduado y es golpeado mecánicamente con el fin de tratar de llenar los espacios entre partículas con polvo a través de la compactación (Almora *et al.*, 2022).

1.5.4 *Fluidez*. Es la capacidad de los polvos aglomerados para fluir libremente, garantizando una mezcla homogénea y uniforme permitiendo una fácil manipulación. Carr (1965), sugirió que el flujo de un polvo podría ser evaluado mediante el uso de algunas propiedades del polvo, por ello de acuerdo con este método la fluidez se evalúa a través del ángulo de reposo, compresibilidad, ángulo de espátula y cohesividad o uniformidad (Ogata, 2019). Además, las variables que intervienen para determinar la fluidez de un polvo son:

1.5.4.1 *Ángulo de reposo*. Se define como el ángulo máximo medido en grados en los que una pila de polvo conserva su pendiente, un ángulo de reposo más amplio representa una pendiente más pronunciada y un producto poco fluido, por otro lado, un ángulo de reposo bajo representa un producto que fluye más libremente, los valores referentes que permiten determinar esta fluidez se encuentran en la tabla 5 (Appel, 1994, como se citó en Groesbeck, 2006).

1.5.4.2 *Índice de Hausner (HR)*. Es un valor que se relaciona con la fluidez de los polvos, donde se toma en cuenta la densidad aparente y la densidad compactada, además los

valores resultantes de su aplicación permiten conocer el grado de cohesividad del polvo, así como lo indica en el apartado 1.5.5 (Hausner, 1967, como se citó en Gutiérrez, 2016).

1.5.4.3 *Índice de Carr (CI)*. Es un valor que se relaciona con la capacidad del polvo para disminuir su volumen, lo que permite obtener información sobre el grado de empaquetamiento que puede tener y sobre la facilidad que posee para ser comprimido por lo que está relacionado con la propiedad de compresibilidad descrita en el apartado 1.5.6 (Gutiérrez, 2016).

Tabla 5. Clasificación de la fluidez en base a las variables que intervienen en esta propiedad

Fluidez	Angulo de reposo (°)	Índice de Carr (%)	Índice de Hausner
Excelente / Flujo muy libre	25 - 30	≤10	1,00 – 1,11
Buena / Flujo libre	31 - 35	11- 15	1,12 – 1,18
Adecuada	36 - 40	16 - 20	1,19 – 1,25
Aceptable	41 - 45	21 - 25	1,26 – 1,34
Pobre	46 - 55	26 - 31	1,35 – 1,45
Muy pobre	56 - 65	32 - 37	1,46 – 1,59
Extremadamente pobre	> 66	> 38	> 1,60

Fuente: Gómez, 2016

1.5.5 *Cohesividad*. es la capacidad de las partículas para mantenerse unidas y entre mayor sea la cohesividad se evita la segregación de sus componentes, mejora la estabilidad y uniformidad de los polvos (Benković, & Bauman, 2011). Esta variable es medida basándose en los valores presentados en la tabla 6, correspondiente al índice de Hausner del polvo analizado.

Tabla 6. Clasificación de la cohesividad de los polvos basado en el HR

Cohesividad	Índice de Hausner
Baja	< 1,2
Intermedia / Cohesivo	1,2 - 1,4
Alta / Muy cohesivo	> 1,4

Fuente: Jinapong *et al.*, 2008

1.5.6 *Compresibilidad*. Es la forma en que los polvos responden a la presión, los polvos no deben ser demasiados comprensibles para evitar una compactación excesiva, los valores referentes para considerar una excelente o mala compresibilidad se presenta en la

tabla 5 pero a manera general los valores altos de esta propiedad indica una escasa resistencia a la compactación (Benković, & Bauman, 2011).

1.6 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial juega un rol importante en la industria de los alimentos puesto a que a través de esta se conocen los intereses y requerimientos de los consumidores y por medio de los sentidos humanos se evalúan las propiedades organolépticas en donde se conoce la opinión del consumidor sobre un alimento, si lo acepta o rechaza, además de los criterios en cuanto a la formulación y desarrollo de este (Yupa, 2017). El análisis sensorial es la disciplina científica que mide, analiza, evoca e interpreta las reacciones de los consumidores de las características de los alimentos y otras sustancias, detectadas por los sentidos del oído, gusto, tacto, vista y olfato (Collaguazo, 2017).

1.6.1 Características sensoriales.

a) Color

La evaluación de la calidad de un producto se relaciona con la apariencia y presencia de algunos componentes específicos, uno de ellos el color, una característica de calidad que puede aceptarse o rechazarse y por la que muchos consumidores relacionan el sabor del alimento con un color específico (Paredes & Parrales, 2020).

b) Sabor

El sabor identifica los componentes o sustancias que se encuentran en un alimento por medio de los botones gustativos que se encuentran en las papilas gustativas, entre estas características del sabor están lo dulce, salado, ácido, amargo, umami, adiposo, metálico, insípido, entre otros (Collaguazo, 2017).

c) Aroma

Cuando el alimento ingresa a la boca, los componentes volátiles percibidos por la nariz por vía retronasal determinan esta característica denominada aroma (Picallo, 2009).

d) Textura

Se desarrolla por la dureza, rigidez, viscosidad, grosor entre otros aspectos presentes en el alimento, evaluados por estudios reológicos además de propiedades físicas que se pueden percibir por el tacto y vista (Collaguazo, 2017).

2. METODOLOGÍA

2.1 Materia prima

Se utilizó miel de abejas multifloral con floración prevaeciente de *Eucalyptus globulus* Labill (Eucalipto), la materia prima se obtuvo del Barrio Santa Rosa de Chillo Jijón ubicada en el Valle de los Chillos, parroquia Amaguaña, en la provincia de Pichincha.

2.2 Obtención de la miel en polvo

La miel en polvo se produjo a través de un proceso de liofilización que comenzó con la preparación de soluciones de agua, miel y maltodextrina. Estas soluciones se ultracongelaron y liofilizaron, obteniendo así el polvo liofilizado. Para ello se empleó un diseño completamente al azar tal como se describe líneas abajo.

2.2.1 *Formulación de la mezcla a liofilizar.* Para el proceso de liofilización, se prepararon distintas formulaciones mezclando solución de miel (miel: agua 1:1) con maltodextrina (MD 10-15) en las siguientes proporciones: 85:15, 80:20, 75:25, 70:30, 60:40, 50:50 y 40:60. Los resultados preliminares señalaron que sobre y debajo el 30 % de MD no se logró el objetivo buscado, sin embargo, en los polvos con el 30 % de MD 10-15 se obtuvo un polvo liofilizado con buenas características. Por tanto, las condiciones definidas fueron:

- Solución de miel: miel/agua 1:1
- Proporción solución de miel/ MD 10-15: 70:30 %

2.2.2 *Preparación de las muestras.* Se prepararon tres réplicas de 200 mL cada una en las condiciones definidas ... en el inciso 2.1.1..., y una muestra patrón sin maltodextrina (100 % solución). Las soluciones se mezclaron por agitación continua hasta obtener una mezcla homogénea, inicialmente se mezcló solo el agua y la miel y luego se fue añadiendo la MD 10-15 en la concentración a estudiar. Las bandejas metálicas donde se vertió las soluciones preparadas fueron debidamente rotuladas.

2.2.3 *Etapa de ultracongelación.* Previo a la etapa de ultracongelación se mantuvieron las muestras en un congelador (Modelo: TUC-27-HC, Marca: TRUE) por 20 a 25 h a una

temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, esto permitió que durante la etapa de ultracongelación se logre una caída de temperatura en menor tiempo. Las muestras fueron colocadas en bandejas metálicas en la rejilla del equipo, estas fueron ingresadas a la cámara de ultracongelación del liofilizador (Modelo: BK-FD10P, Marca: BIOBASE). Se encendió el compresor e inició el proceso de ultracongelación hasta que las muestras alcanzaron una temperatura aproximada de $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.4 Etapa de liofilización. Se retiró la rejilla con las bandejas metálicas de la cámara de congelación y se trasladó las bandejas al estante que forma parte de la cámara de liofilización. El sensor de temperatura fue colocado sobre la superficie de las muestras y se aseguró con la banda de silicona el cubo acrílico de dicha cámara. La válvula de vacío fue cerrada y mediante la pantalla táctil LCD se encendió el vacuómetro y la bomba de vacío. El proceso de liofilización se llevó a cabo durante 62 h a una presión inicial de 110 Pa que durante el proceso fue descendiendo hasta 3 Pa. Transcurrido el tiempo se retiró las muestras del liofilizador y las tortas liofilizadas fueron trituradas en un mortero para obtener los polvos, por último, fueron almacenadas en el desecador para su posterior análisis.

2.3 Evaluación de las propiedades funcionales de los polvos liofilizados

2.3.1 Determinación de solubilidad. La determinación de la solubilidad en las muestras de miel liofilizada se realizó de acuerdo con lo reportado por Serna *et al.*, (2014), donde se tomaron 50 mL de agua destilada contenida en un vaso de precipitación a la que se le adicionó 0,5 g de miel en polvo y se llevó al baño ultrasonido (Modelo: 3800, Marca: Fisher Scientific) durante 5 minutos para su disolución. Las soluciones fueron colocadas en tubos falcón y se centrifugó en una centrifuga (Modelo: 6759, Marca: CORNING) a 3000 rpm durante 5 minutos. Se tomó una alícuota de 20 mL del sobrenadante y se transfirió a una placa petri previamente pesada, las placas se secaron en estufa (Modelo: U30, Marca: Memmert) a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 h. El porcentaje de solubilidad se calculó considerando la ec. (1). Las mediciones se realizaron por triplicado.

$$\text{Solubilidad en agua (\%)} = 100 \times \frac{\text{Peso solido en el sobrenadante} \times 4}{\text{Peso de la muestra}} \quad (1)$$

2.3.2 Propiedades de flujo. La determinación de la densidad aparente se realizó según lo descrito por Estupiñán *et al.*, (2022) donde la densidad aparente (g/mL) se determinó midiendo el volumen de 1 g de polvo usando una probeta graduada de 10 mL. Después

de medir el volumen de la muestra, para la determinación de la densidad aparente compactada, en la misma probeta se mantuvo la muestra durante 1 minuto en un agitador tipo vórtex (Modelo: mini 945404, Marca: Fisher Scientific) y se midió nuevamente el volumen. La densidad compactada se calculó como la relación masa/volumen.

El Índice de Carr y el Índice de Hausner se estimó de acuerdo con lo descrito por Jinapong *et al.*, (2008). El Índice de Carr (IC) es una medida que comúnmente utiliza para medir la capacidad que tienen las partículas de polvo de compactarse y se calculó considerando la ec. (2).

$$IC = \frac{\text{Densidad compactada} - \text{Densidad aparente}}{\text{Densidad compactada}} \times 100 \quad (2)$$

El Índice de Hausner se utiliza para clasificar un polvo como cohesivo o de flujo libre y se calculó considerando la ec. (3).

$$HR = \frac{\text{Densidad Compactada}}{\text{Densidad Aparente}} \quad (3)$$

El ángulo de reposo se determinó de acuerdo con lo descrito por Rattes & Oliveira (2007). Para obtener el ángulo de reposo se vertió una masa conocida de muestra a través de un embudo ubicado a una altura fija y sobre una superficie horizontal plana de papel cuadriculado y se midió la altura (h) y el radio (r) del cono formado por el polvo. La tangente del ángulo de reposo está dada por la relación h/r.

Todas las propiedades de flujo se midieron por triplicado y se reportó el promedio de las tres mediciones.

2.4 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas

2.4.1 Preparación de las muestras. Las muestras de miel líquida y en polvo fueron preparadas de acuerdo con la metodología descrita en la AOAC 920.180 a las líneas referidas a la miel líquida y granulada.

2.4.2 Determinación de pH. El pH se determinó a las muestras de miel líquida y polvo de acuerdo con lo reportado por Periago *et al.*, (2017), en una solución de miel homogeneizada al 10 % en agua destilada se midió el pH con un pH-metro (Modelo: HI9813-61, Marca: HANNA) previamente calibrado. Esta medida se realizó inmediatamente tras la homogeneización, evitando la precipitación de la miel.

2.4.3 *Determinación de acidez total.* La determinación de la acidez total para ambas muestras (miel líquida y polvo) se realizó según la metodología descrita en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1634:1989-02).

2.4.4 *Determinación de cenizas.* La determinación de cenizas en las muestras líquida y en polvo se realizó según la metodología descrita en la AOAC 920.181 con modificación en la temperatura de la mufla (Modelo: MF-14, Marca: HYSC) siendo esta de 550 °C.

2.4.5 *Determinación de humedad.* La determinación de la humedad fue mediante el uso de refractometría con ayuda de un refractómetro (Modelo: Abbemat200, Marca: Anton Paar) donde para la determinación de la miel líquida se colocó una gota de miel directamente en lector del equipo, por otro lado, para medir este parámetro en el polvo liofilizado se lo realizó con ayuda de una termobalanza (Modelo: MB120, Marca: Ohaus) de acuerdo con la metodología descrita para la determinación de humedad en alimentos mediante espectroscopía de infrarrojo en la AOAC 945.56.

2.4.6 *Determinación de actividad de agua.* La determinación de la actividad de agua de la miel de abeja líquida y en polvo se realizó en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, donde utilizaron el método descrito en la AOAC 978.18.

Todos los parámetros caracterizados se midieron por triplicado y se reportó el promedio de las tres mediciones.

2.5 Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial de la miel liofilizada, se utilizó una prueba afectiva y descriptiva. Se empleó una escala hedónica de Likert de 5 puntos para cada atributo, incluyendo sabor, dulzor, color, apariencia y aroma. Los panelistas calificaron estos aspectos para describir el polvo de miel. Además, en la última fase se planteó una pregunta cerrada con el fin de conocer si los encuestados utilizarían la miel en polvo liofilizada para endulzar sus alimentos. La evaluación sensorial se realizó según la hoja de cata del Anexo 1. En la primera fase se utilizó una prueba afectiva de tipo hedónica verbal basada en una escala de Likert con la escala «no me gusta para nada», «no me gusta», «ni me gusta, ni me disgusta», «me gusta» y «me gusta mucho», en la segunda fase se utilizó una prueba descriptiva basada en la percepción del aroma con una escala

de «muy débil», «débil», «moderado», «fuerte» y «muy fuerte»; en cuanto a color se estableció la escala de «muy claro», «claro», «moderado», «oscuro» y «muy oscuro».

2.5.1 *Preparación de las muestras.* Un gramo de miel en polvo en conjunto con la hoja de cata con las respectivas instrucciones se proporcionó a los 50 panelistas semientrenados conformados entre estudiantes y docentes de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala.

2.6 Análisis descriptivo de los resultados

Para la evaluación estadística, se analizaron los datos recopilados utilizando métodos descriptivos y comparativos. Se calcularon los promedios y las desviaciones estándar de cada variable medida (pH, acidez total, humedad, actividad de agua, cenizas, solubilidad y propiedades de flujo) para evaluar la consistencia y variabilidad de los resultados. Los datos sensoriales se representaron gráficamente mediante diagramas de barra, lo que permitió visualizar y comparar las calificaciones otorgadas por los panelistas a los distintos atributos de la miel liofilizada. Esta representación gráfica facilitó la identificación de tendencias y la interpretación de la aceptación sensorial del producto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Propiedades funcionales de los polvos liofilizados

En la tabla 7 se presentan los resultados de las propiedades funcionales del polvo liofilizado obtenido a partir de la solución de agua y miel (1:1) con inclusión de maltodextrina D 10-15 (30 %) como agente encapsulante.

Tabla 7. Propiedades funcionales de la miel en polvo

Propiedades Funcionales	Polvo con 30 % de MD	
	Unidad	$\bar{x} \pm SD$
Solubilidad	%	95,32 \pm 4,56
Densidad aparente	g/mL	0,50 \pm 0,02
Densidad compactada	g/mL	0,52 \pm 0,02
Ángulo de reposo	°	27,92 \pm 0,00
Índice de Carr (CI)	-	4,76 \pm 0,01
Índice de Hausner (HR)	-	0,99 \pm 0,09

Nota. Los resultados fueron expresados como la media \pm la desviación estándar de la muestra

Las propiedades funcionales de la miel liofilizada (sin maltodextrina, muestra control) no fueron medidas debido a que una vez culminado el proceso de liofilizado esta muestra presentó una ligera capa externa completamente seca y en su interior una mezcla espesa del sobrante de la solución agua y miel (1:1), una vez que se retiró esta muestra de la bandeja metálica inmediatamente se compactó y por lo tanto no se analizó al no presentar las características de un polvo, el comportamiento de la muestra control se lo observa en la figura 2. Este comportamiento se debe a la alta concentración de azúcares (fructosa y glucosa) en la miel y por su baja temperatura de transición vítrea generando su compactación y pegajosidad (Robaina, 2019), además durante la liofilización se retira el agua restante de la miel lo que provoca la formación de una masa sólida de azúcares.

Figura 2. Comportamiento de la miel liofilizada



Nota. Muestra control: (A) durante la liofilización, (B), 3 min posteriores a la finalización del proceso de liofilizado, (C), muestra control al haber retirado las bandejas.

3.1.1 *Solubilidad en agua.* En la tabla 7 se muestra el valor obtenido del análisis de solubilidad de la muestra de miel liofilizada. Este resultado reveló que el polvo obtenido es altamente soluble, lo que indica la eficiencia con la que se puede reconstituir. Este resultado es similar a lo reportado por Bolívar (2017), en su estudio sobre la obtención de polvo de miel mediante secado por aspersion, utilizando maltodextrina y goma arábica como agentes encapsulantes. En dicho estudio, la solubilidad promedio de las muestras fue 93,9 %, Este resultado se encuentra dentro del rango establecido como óptimo según lo estudiado por el mismo autor. Este parámetro indica un porcentaje adecuado de disolución de los componentes en agua, probablemente debido a la alta solubilidad de la MD en este solvente, además de la propia composición química de la miel, constituida principalmente por glucosa y fructosa. Estos azúcares poseen grupos hidroxilo (-OH) que pueden formar enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua, facilitando su disolución (Janado y Nishida, 1981).

3.1.2 *Densidad aparente.* El resultado obtenido en este estudio coincide con los hallazgos de Rivero *et al.* (2024), donde se reportó una densidad aparente de 0,50 g/mL usando goma arábica como agente estabilizador, presentando una densidad adecuada, lo que sugiere alta calidad del producto final dado que ofrece buena combinación de porosidad y compacidad, facilitando su manejo y almacenamiento. Por otro lado, el resultado de este estudio es similar con lo presentado por Pino *et al.* (2016) en un estudio de polvos de miel multifloral utilizando como agente encapsulante maltodextrina, este estudio reportó valores de densidad aparente de 0,42 y 0,59 g/mL. Así mismo Álvarez & Veliz (2015), analizaron muestras de miel multifloral obtenida de Cachemira central y maltodextrina en relación 60:40. De acuerdo con los resultados obtenidos el valor de densidad aparente fue $0,40 \pm 0,05$ g/mL, sin embargo, dentro de este mismo estudio también se utilizó un aislado de proteína de suero como portador de secado de la miel donde el valor reportado

para la densidad aparente es el mismo presentado en esta investigación siendo de $0,50 \pm 0,02$ g/mL. Además, la densidad aparente de los polvos puede verse afectada por el tamaño de las partículas y el contenido de humedad. El valor obtenido en este estudio se considera un valor medio (entre 0,5 a 0,8 g/mL), por lo tanto posee equilibrio entre el volumen y peso, el polvo posee excelente fluidez y manejabilidad durante el envasado dado que este valor intermedio permite que en el polvo existan espacios no tan reducidos entre las partículas y se evite una mayor compactación, sin embargo, esta densidad puede hacer que el producto no tenga rápida disolución en comparación a polvos más sueltos y con un valor más bajo de este parámetro (Higashitani *et al.*, 2019).

3.1.3 *Densidad compactada.* El valor de la densidad compactada es más alto que el de la densidad aparente, lo que indica que el polvo presenta una estructura más densa y con menos vacíos entre las partículas, siendo relevante para facilitar su procesamiento, almacenamiento y reconstitución (Rivero *et al.*, 2024). En un estudio realizado por el mismo autor, se obtuvo un resultado similar, con una densidad compactada de 0,57 g/mL. Por otro lado, en la investigación de Ganaie *et al.*, (2021), el valor reportado también es comparable, con una densidad de $0,52 \pm 0,06$ g/mL. La densidad compactada influye significativamente en la segregación, cohesión y uniformidad de las mezclas en polvo, un mayor valor de densidad compactada indica una mayor cohesión, lo que puede ser beneficioso para la formación de tabletas; sin embargo, en algunos casos, esto no es favorable (Higashitani *et al.*, 2019). Además, la densidad compactada afecta la reducción del volumen del polvo cuando se somete a fuerzas de compresión durante el envasado y almacenamiento siendo crucial para determinar el tamaño de los envases y la eficiencia del espacio de almacenamiento.

3.1.4 *Fluidez.* El resultado obtenido para esta propiedad, basado en el ángulo de reposo, indica que la miel en polvo posee una excelente fluidez, lo que implica un flujo muy libre y una capacidad para moverse sin formar aglomerados (Ortega, 2012). En un estudio realizado por García (2019), se evaluaron dos tratamientos para obtener miel en polvo mediante secado por aspersión. En uno de los tratamientos, el ángulo de reposo fue de $40,44^\circ$, lo cual indica una fluidez aceptable y cierta cohesividad del polvo. En el otro tratamiento, el ángulo de reposo fue de $28,80^\circ$, similar al obtenido en esta investigación, y considerado como un polvo con excelente fluidez. Sin embargo, el ángulo de reposo no es tan confiable como la compresibilidad y el índice de Hausner para evaluar la fluidez

del polvo, ya que estos parámetros se miden a partir de la densidad aparente y compactada, las cuales no están afectadas por las condiciones experimentales (García, 2019). Los resultados de estos parámetros se describirán ...en los apartados 3.1.5 y 3.1.6..., respectivamente.

3.1.5 *Compresibilidad*. El resultado referente a la compresibilidad de la miel en polvo se basa en el Índice de Carr el cuál en esta investigación se encuentra en el rango que permite que el polvo además de poseer una excelente fluidez tenga un valor bajo de compresibilidad permitiendo que sea difícil la compactación del producto (Tabla 5). Esto sugiere que el polvo podría resultar fácil de manejar y disolverse con facilidad en una matriz acuosa.

3.1.6 *Cohesividad*. El resultado de este parámetro está relacionado con el valor del Índice de Hausner (HR). Según la clasificación de la cohesividad de la tabla 6, los polvos con mejor fluidez tienen valores de HR más bajos, lo que indica que poseen baja cohesividad. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que el polvo de miel liofilizada con MD tiene una baja cohesividad (Tabla 6) y, por tanto, se trata de un polvo que se podría mantener disperso y con poca probabilidad de aglomerarse.

De acuerdo con lo descrito ...en el inciso 3.1..., el polvo de miel con 30 % de maltodextrina muestra excelentes características tecnológicas de fluidez y solubilidad, así como baja cohesividad y compresibilidad. Estos factores facilitan el manejo y almacenamiento de estos tipos de productos.

3.2 Caracterización fisicoquímica de la miel de abeja y del producto final en polvo

En la tabla 8 se reportan los resultados de caracterización fisicoquímica de la miel de abeja y del polvo liofilizado obtenido a partir de la solución de agua y miel (1:1) con inclusión de maltodextrina D 10-15 (30 %) como agente encapsulante.

Tabla 8. Caracterización fisicoquímica de la miel de abeja y el polvo liofilizado

	Unidades	Miel de abeja	Polvo liofilizado
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
pH	-	4,35 ± 0,07	5,2 ± 0,00
Acidez total	meq/kg	30,5 ± 0,71	9,5 ± 0,71
Cenizas	%	0,20 ± 0,09	0,13 ± 0,01
Humedad	%	17,73 ± 0,05	1,54 ± 0,05

Actividad de agua (A_w)	-	0,620	0,437
-----------------------------	---	-------	-------

Nota. Los resultados fueron expresados como la media \pm la desviación estándar de la muestra

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas analizadas (pH, acidez total, cenizas, humedad, actividad de agua) todos los valores se encuentran dentro del rango permitido por el CXS 12-1981.

El pH de la miel líquida en su estado natural generalmente varía entre 3,2 y 4,5, lo que refleja su naturaleza ácida y sus propiedades antimicrobianas y de conservación (Fattori, 2004). En esta investigación, los valores obtenidos para la miel liofilizada son ligeramente superiores a los mencionados. Esto se debe a que la maltodextrina, utilizada en el proceso, tiene un pH más neutro, que oscila entre 4,0 y 7,0 (De la Cruz, 2017). Aunque el pH de la miel liofilizada sigue siendo ácido, esta ligera modificación puede influir en sus propiedades sensoriales y de estabilidad (López *et al.*, 2023).

En cuanto a la acidez total, se observa una disminución notable durante el proceso de liofilización, ya que algunos ácidos volátiles (fórmico, butírico, láctico, entre otros) pueden perderse debido a la sublimación (Muñoz *et al.*, 2018). Además, la adición de maltodextrina, que no contribuye significativamente a la acidez, diluye la concentración de ácidos presentes en la miel (Leyva, 2017). Por lo tanto, la acidez total de la miel liofilizada tiende a ser menor que la de la miel líquida, como se muestra en los resultados de la tabla 8.

El contenido de cenizas en la miel, que representa su contenido mineral y suele variar entre 0,1 % y 0,5 % en la miel líquida, se mantiene constante durante la liofilización. Esto se debe a que los minerales no se volatilizan fácilmente (Leyva, 2017), lo que indica que el contenido mineral de la miel liofilizada no presenta gran diferencia.

El contenido de humedad en el polvo liofilizado es bajo, ya que el objetivo del proceso de liofilización es sublimar el agua presente en la muestra para obtener un producto en polvo con un contenido de agua muy bajo, típicamente inferior al 5 % (Ospina, 2014).

En cuanto a la actividad de agua, los resultados de este estudio son muy similares a los reportados por Pino *et al.*, (2016), con valores que oscilaron entre 0,238 y 0,375 para miel en polvo los cuales están dentro del rango permitido ($\leq 0,60$), lo que sugiere que evitaría la proliferación de microorganismos en el producto en polvo y aumentaría su tiempo en percha (DECAGON, 2015).

En general el proceso de liofilización de la miel encapsulada en maltodextrina provoca cambios notables en sus propiedades fisicoquímicas en comparación con la miel líquida.

En conjunto, estos cambios afectan el pH, la acidez, la humedad y actividad de agua, mientras que la estabilidad y seguridad del producto son preservadas.

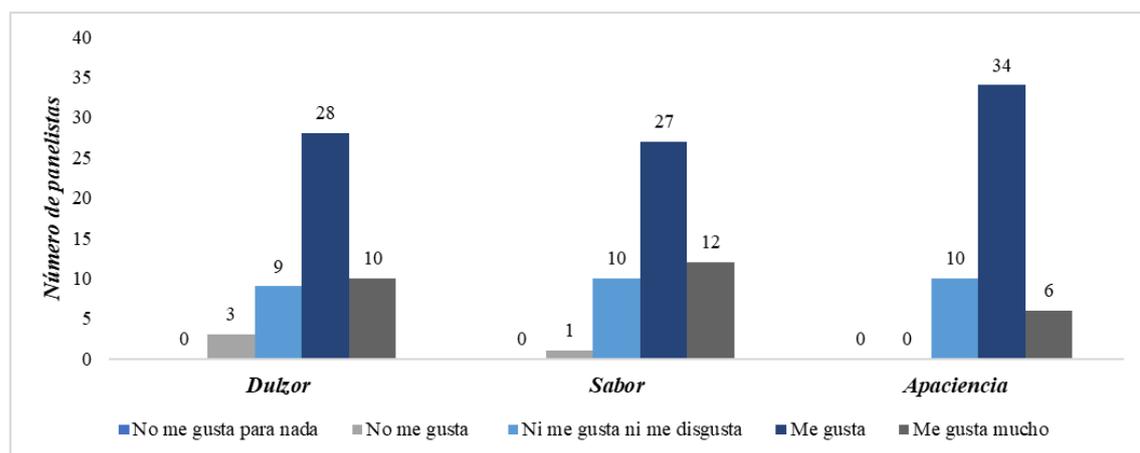
3.3 Evaluación sensorial

En la tabla 9 se presenta los resultados de la primera fase (prueba hedónica) de la evaluación sensorial que se realizó para conocer la aceptación de la miel en polvo en función del dulzor, sabor y apariencia. Y en la figura 3 se expresa mediante un diagrama de barras los resultados en función de la tabla ya mencionada.

Tabla 9. Tabla de frecuencia de la valoración en función de la escala de Likert a los atributos de dulzor, sabor y apariencia

Escala	Dulzor	Sabor	Apariencia
No me gusta para nada	0	0	0
No me gusta	3	1	0
Ni me gusta, ni me disgusta	9	10	10
Me gusta	28	27	34
Me gusta mucho	10	12	6

Figura 3. Diagrama de barras en función de la valoración de los panelistas a los atributos de dulzor, sabor y apariencia de la miel en polvo



En cuanto al resultado de la aceptación a los atributos de sabor, dulzor y apariencia de la miel en polvo la mayoría de los panelistas escogió la valoración «Me gusta» indicando que el producto es agradable al paladar del consumidor además de considerar que la

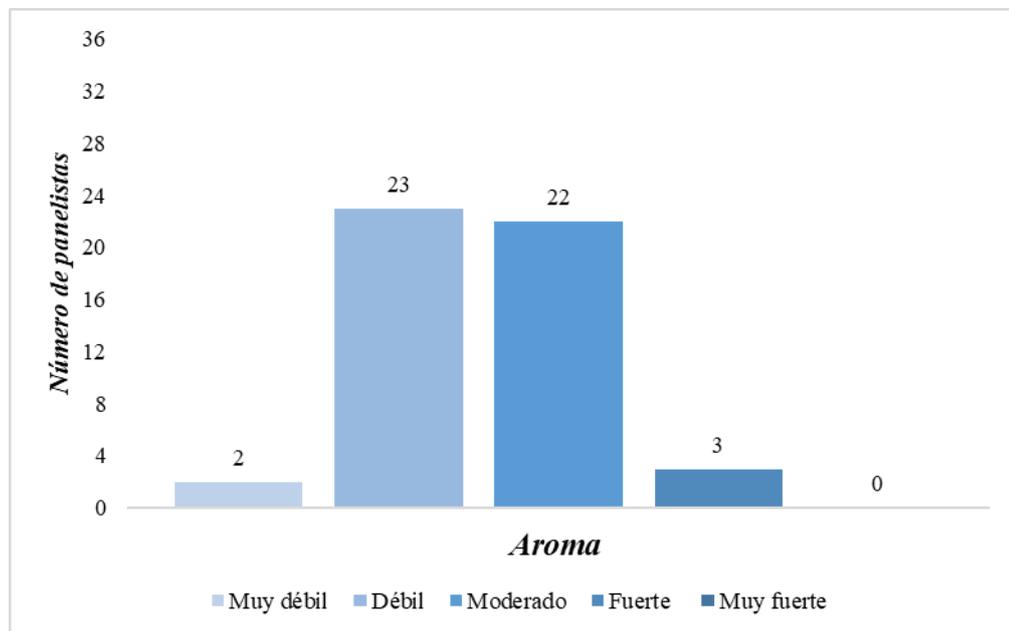
apariciencia se destaca con el 68 %, el dulzor con un 56 % y con un 54 % en el sabor del polvo liofilizado.

En la tabla 10 se recopiló los datos referentes a la percepción de los atributos sensoriales evaluados en el polvo, así mismo en la figura 4 y 5 se presenta un diagrama de barras con los resultados de la tabla ya mencionada.

Tabla 10. Frecuencia de la valoración descriptiva de cada uno de los atributos sensoriales evaluados

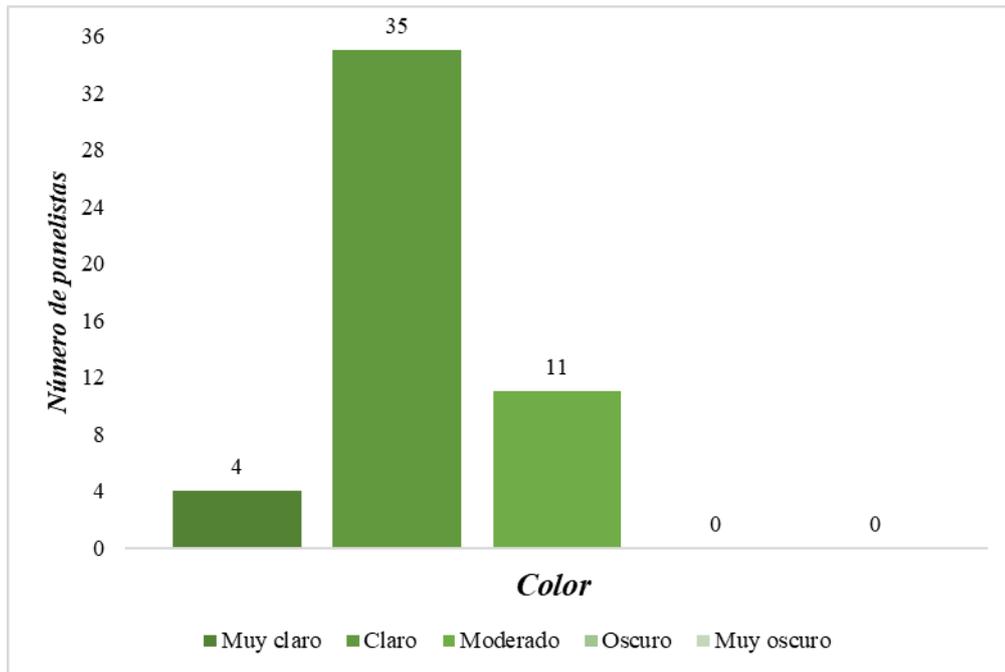
Aroma		Color	
Escala	Número de panelistas	Escala	Número de panelistas
Muy débil	2	Muy claro	4
Débil	23	Claro	35
Moderado	22	Moderado	11
Fuerte	3	Oscuro	0
Muy fuerte	0	Muy oscuro	0

Figura 4. Diagrama de barras de la valoración del aroma evaluado



Nota. Número de panelistas en base a la escala del atributo aroma

Figura 5. Diagrama de barras de la valoración del color evaluado



Nota. Número de panelistas en base a la escala del atributo color

La percepción del aroma y color posee una escala independiente por cada atributo. En cuanto a la percepción de aroma destaca «débil» y color «claro», características que son claramente perceptibles a simple vista y nos permite conocer la aceptación del producto en el mercado.

Los resultados con respecto al aroma «débil» presentado en la miel nos dan a conocer que durante el proceso de liofilización se volatilizó algunos de los compuestos aromáticos solubles en agua disminuyendo la intensidad del aroma en la miel además por la incorporación de la maltodextrina que diluye los componentes de la miel (Mora, 1977).

En cuanto al color definido como «claro» por los panelistas se debe a la adición de la maltodextrina el cual se caracteriza por esta tonalidad.

Los resultados de las percepciones de aroma y color no se pueden considerar negativas, ya que la aceptación por parte de los consumidores dependerá de sus gustos (Hunter *et al.*, 2021).

Y para la última fase, en la tabla 11 se recopiló las respuestas afirmativas y negativas para la pregunta planteada, en la figura 6 se presenta un diagrama circular en base a los datos de la tabla ya mencionada.

Tabla 11. Tabla de frecuencia de respuestas afirmativas o negativas

	Sí	No
Panelistas	47	3

Nota. La pregunta planteada fue ¿Utilizaría la miel en polvo liofilizada para endulzar sus alimentos?

Figura 6. Gráfica circular de las frecuencias del Sí y No a la pregunta de interés



En los resultados a la respuesta del uso de la miel en polvo liofilizada para endulzar los alimentos se obtuvo que el 94 % de los panelistas están dispuestos a endulzar sus alimentos con el producto presentado, porcentaje que nos permite deducir que el producto resultó ser de agrado en base a todas las características sensoriales evaluadas, pero principalmente por la apariencia y dulzor presentado.

4. CONCLUSIONES

La miel liofilizada encapsulada en maltodextrina 10-15 posee propiedades funcionales que permiten su fácil manipulación, almacenamiento y evita su compactación.

El producto en polvo obtenido cumple con los parámetros fisicoquímicos dentro del rango permitido por el CXS 12-1981.

En la evaluación sensorial de la miel en polvo se determinaron características organolépticas y aceptación en general. Donde los panelistas expresaron que les gusta el sabor, dulzor y apariencia, además que en cuanto al aroma fue percibido como «débil» y color «claro» con una aceptación de más de la mitad de los catadores.

5. RECOMENDACIONES

Usar maltodextrina con bajo índice de dextrosa 10-15 que permite mejorar la estabilidad entre la solubilidad y la capacidad de encapsulación sin agregar un dulzor considerable.

Se debe realizar pruebas piloto que permitan conocer los parámetros óptimos de tiempo, temperatura y presión de liofilización y que además ayuden a conservar la calidad de la miel.

Para mejorar las propiedades de la miel liofilizada, se recomienda ensayar más formulaciones con diferentes concentraciones de miel, maltodextrina y la incorporación de otros tipos de encapsulantes.

El liofilizador debe estar calibrado para que no influya en el proceso de obtención del polvo.

La humedad del producto obtenido debe ser controlada para asegurar la calidad y una larga vida útil.

Evaluar el perfil nutricional del producto en polvo con el fin de conocer sus propiedades y futura aplicación la industria.

BIBLIOGRAFÍA

Abdulkhaliq, A., & Swaileh, K. M. (2017). Physico-chemical properties of multi-floral honey from the West Bank, Palestine. *International Journal of Food Properties*, 20(2), 447-454.

Almora-Hernández, E., Campa-Huergo, C., & Rodríguez-Jiménez, E. (2022). Correlación Granulometría-Densidad de los polvos de hojas secas de Moringa oleifera de diferentes tamices. *Tecnología Química*, 42(1), 131-141.

Alvarez, R & Veliz, J. (2015). *Microencapsulación del extracto de betanina del beta vulgaris por atomización y evaluación de sus propiedades funcionales como colorante natural*. Tesis de ingeniería. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tarma. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1930/Alvarez%20Orrello%20-%20Veliz%20Espiritu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AOAC International. (2023). Official method 920.180: *Honey (liquid, strained, or comb) preparation of test sample*. In AOAC Official Methods of Analysis (p.28). AOAC International.

AOAC International. (2023). Official method 920.181: *Ash of honey*. In AOAC Official Methods of Analysis (p.29). AOAC International.

AOAC International. (2023). Official method 945.56: *Moisture in foods (infrared method) preparation of test sample*. In AOAC Official Methods of Analysis. AOAC International.

Bhandari, B., Bansal, N., Zhang, M., & Schuck, P. (Eds.). (2023). *Handbook of food powders: Processes and properties*. Elsevier.

Benković, M., & Bauman, I. (2011). Agglomeration of cocoa powder mixtures: Influence of process conditions on physical properties of the agglomerates. *Journal on processing and energy in agriculture*, 15(1), 46-49.

Bolívar, D. (2017). *Optimización de un proceso de secado por aspersion para la obtención de un producto en polvo de miel de Melipona beecheii*. Instituto Tecnológico de Mérida. México. <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/1775/1/TESIS%20DANIEL%20BOLIVAR%20%2016NOV17.pdf>

Cardona Serrate, F. (2019). Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones.

Carr, R. L. (1965). Evaluating flow properties of solids. *Chem. Eng.*, 18, 163-168.

Castañeta, H., Gemio, R., Yapu, W & Nogales, J. (2011). *Microencapsulación, un método para la conservación de propiedades fisicoquímicas y biológicas de sustancias químicas*. Revista Boliviana de Química, 28(2), 135-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339676015file:///C:/Users/Usuario/Downloads/editum,+05+ANALESVETERINARIA32.pdf>

Castillo Martínez, T., García Osorio, C., García Muñiz, J. G., Aguilar Ávila, J., & Ramírez Valverde, R. (2022). Sugars and ° Brix in honey from *Apis mellifera*, *Melipona beecheii*, and commercial honey from a local market in Mexico. *Veterinaria México OA*, 9.

Chen, J & Jane, J. (1995). Effectiveness of granular cold -water-soluble starch as a controlled-release matrix. *Cereal Chem*, 72(3), 265-268. https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1995/Documents/72_265.pdf

Codex Alimentarius (2022). Norma del codex para la miel. Codex Stan 12-1981. [fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252Fcxs_012s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252Fcxs_012s.pdf)

Collaguazo, N. (2017). Evaluación sensorial de una pasta elaborada con harina de trigo y almidón nativo de fruta pan (*Artocarpus Altilis*). Tesis de ingeniería. Universidad Técnica de Machala. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11442/1/COLLAGUAZO%20COLLAGUAZO%20NANCY%20YADIRA.pdf>

Cuevas Glory, L. F. (2017). Optimización de un proceso de secado por aspersion para la obtención de un producto en polvo de miel melipona beecheii.

Cuq, B., Gaiani, C., Turchiuli, C., Galet, L., Scher, J., Jeantet, R., ... & Ruiz, T. (2013). Advances in food powder agglomeration engineering. *Advances in food and nutrition research*, 69, 41-103.

De la Cruz, A. (2017). Estabilidad térmica y capacidad antioxidante de extracto de té verde incorporado en micropartículas de maltodextrina. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. México. https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/1040/1/Tesis_De%20La%20Cruz%20Molina%20Almara%20Vocctoria_MC-2017.pdf

DECAGON. (2015). Water activity and Growth of Microorganisms for Consumer and Pharmaceutical Products- AQUALAB.

Estupiñan-Amaya, M., Fuenmayor, C. A., & López-Córdoba, A. (2022). Evaluation of mixtures of maltodextrin and gum Arabic for the encapsulation of Andean blueberry (*Vaccinium meridionale*) juice by freeze-drying. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(11), 7379-7390.

Fattori, S. B. (2004). La Miel - Propiedades, Composición y Análisis Físicoquímico. Universidad de Buenos Aires: https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf

Favaro, C., Santana, A., Monterrey, E., Trindade, M & Netto, F. (2010). The use of spray drying technology to reduce bitter taste of casein hydrolysate. *Food Hydrocolloids*, 24(4), 336-340. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X09002161>

Food Standards Australia New Zealand [FSANZ]. (2023). Application A1257 - Australian Native Bee Honey. https://www.foodstandards.gov.au/sites/default/files/2023-11/A1257%20SD_Final.pdf

Ganaie, T. A., Masoodi, F. A., Rather, S. A., & Gani, A. (2021). Exploiting maltodextrin and whey protein isolate macromolecules as carriers for the development of freeze dried honey powder. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100040.

García, C. (2019). Evaluación de agentes encapsulantes y su efecto en las propiedades fisicoquímicas de los polvos de miel secado por aspersión. Instituto Politécnico Nacional. México.

http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/427/Garc%c3%ada%20Cerqueda%2c%20C.%20R.%2c%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez Arciniegas, J. (2016). Caracterización Granulométrica de un producto comercial en polvo (Suplemento Dietario) y Evaluación de la Capacidad de Dispersión en Agua. Universidad ICESI:

https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/81963/1/TG01475.pdf

Groesbeck, C. N., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., & DeRouchey, J. M. (2006). Particle size, mill type, and added fat influence angle of repose of ground corn. *The Professional Animal Scientist*, 22(2), 120-125.

Gualpa, A. (2021). *Evaluación del proceso de liofilización en fresa (fragaria ananassa) para su aplicación en la industria alimentaria*. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/15528>

Gutiérrez Díaz, A. (2016). Optimización de las Propiedades Granulométricas y de la Dispersión del Producto en Polvo Funcional y Comercial «Chocohop». Universidad ICESI:

https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82931/1/gutierrez_optimizaci%c3%b3n_propiedades_2016.pdf

Higashitani, K., Makino, H., & Matsusaka, S. (Eds.). (2019). *Powder technology handbook*. CRC Press.

Hunter, M., Kellett, J., Toohey, K., & Naumovski, N. (2021). Sensory and compositional properties affecting the likeability of commercially available Australian honeys. *Foods*, 10(8), 1842.

Jinapong, N., Suphantharika, M., & Jamnong, P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of food engineering*, 84(2), 194-205.

Janado, M., & Nishida, T. (1981). Effect of sugars on the solubility of hydrophobic solutes in water. *Journal of Solution Chemistry*, 10, 489-500.

Leimann, F. V., Gonçalves, O. H., Machado, R. A., & Bolzan, A. (2009). Antimicrobial activity of microencapsulated lemongrass essential oil and the effect of experimental

parameters on microcapsules size and morphology. *Materials science and engineering: C*, 29(2), 430-436.

Leyva, K. (2017). *Estudio de las propiedades físicas y químicas, actividad antioxidante y antimicrobiana de la miel líquida y microencapsulada de Scaptotrigona pectoralis*. Instituto Tecnológico de Mérida. México. <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/1772/1/Leyva%2022%20feb%2017.pdf>

López, A. M. (2014). *Efecto de la humedad de la miel y temperatura de descristalizado en la calidad de la miel procesada* (Doctoral dissertation, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano).

López-Patiño, C., Arroqui, C., Horvitz, S & Virseda, P. (2023). Evaluación del efecto conservante de la miel de abeja liofilizada en polvo sobre la carne molida de ternera. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1). <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/2841/1008>

Mora, M. T. (1977). Actividad del agua de la miel y retención de sustancias volátiles aromáticas.

Muñoz-López, C., Urea-García, G. R., Jiménez-Fernández, M., Rodríguez-Jimenes, G. C., & Luna-Solano, G. (2018). Efecto de las condiciones de liofilización en propiedades fisicoquímicas, contenido de pectina y capacidad de rehidratación de rodajas de ciruela (*Spondias purpurea* L.). *Agrociencia*, 52(1), 1-14

Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., Sada, A & Orlando P. (2009). *Fermentative ability of alginate-prebiotic encapsulated Lactobacillus acidophilus and survival under simulated gastrointestinal conditions*. *Journal of Functional Foods*, 1(3), 319-323. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464609000152>

Norma Técnica Ecuatoriana. (1989). *Miel de abejas. Determinación de la acidez total INEN* (1634).

Ogata, K. (2019). A Review: Recent Progress on Evaluation of Flowability and Floodability of Powder. *KONA Powder and Particle Journal*.

Orrego, C. (2008). *Congelación y liofilización de alimentos*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Orrego-4/publication/288824364_CONGELACION_Y_LIOFILIZACION_DE_ALIMENTOS/links/56840ae208ae197583937707/CONGELACION-Y-LIOFILIZACION-DE-ALIMENTOS.pdf

Ortega Rivas, E. (2006). *Manejo y Procesamiento de Polvos y Granulados Alimenticios*. Universidad de Colima: https://images.engormix.com/s_articles/OrtegaRivas_procesa_polvos.pdf

Ortega, E. (2012). *Unit Operations of particulates solids, theory and practice*. Taylor and Francis Group Ed., New York. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/41665/1/9781439849095.pdf>

Ospina, A. (2014). *Evaluación de las características de la miel de abejas proveniente del suroeste antioqueño y de las condiciones necesarias para su liofilización*. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1905/Trabajo%20de%20Grado%20Andr%c3%a9s%20F.%20Ospina%20Gonz%c3%a1lez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paredes, O & Parrales, X. (2020). Estudio de parámetros de calidad y perfil sensorial de la *Apis mellifera* (miel de abeja) y subproductos (propóleo, polen y cera) para su posterior aplicación en procesos agroindustriales. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Parra, R. (2010). *Microencapsulación de alimentos*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 63(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472010000200020&script=sci_arttext

Parzanese, M. (2015). *Tecnologías para la industria alimentaria. Liofilización de alimentos*. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf

Periago, M. J., Navarro-González, I., Alaminos, A., Elvira-Torales, L & García-Alonso, F. (2017). *Parámetros de calidad en mieles de diferentes orígenes botánicos producidas en la Alpujarra Granadina*.

Picallo, A. (2009). Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos. Universidad de Buenos Aires. https://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruce/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF

Pino, J., Bringas-Lantigua, M & Araguez-Fortes, Y. (2016). *Conocimientos actuales sobre el secado por aspersión de la miel*. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, Cuba. <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/196/168>

Potosí, O. (2017). *Efecto de la Maltodextrina en la elaboración de queso crema con contenido medio en grasa*. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias e Ingeniería. Quito. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/USFQ_156c11bb26f933dd48e00ced9895e98c

Ramírez, J. (2006). *Liofilización de alimentos*. Universidad del Valle. Colombia. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hNCKTLfmP14C&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+es+la+liofilizacion&ots=ppS81EyiF9&sig=fejbDQdqI3X0zRuW-3oQYnwWMFI#v=onepage&q&f=false>

Ramos Placencio, S. G. (2016). Optimización del proceso de elaboración de alimentos balanceados, a través de la elaboración de una PX. Sal. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5775/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-10.pdf>

- Rao, P. V., Krishnan, K. T., Salleh, N., & Gan, S. H. (2016). Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26, 657-664.
- Rattes, A. L. R., & Oliveira, W. P. (2007). Spray drying conditions and encapsulating composition effects on formation and properties of sodium diclofenac microparticles. *Powder technology*, 171(1), 7-14.
- Rivero, R., Vallejos, O., Archaina, D., Busch, V., Sanquinett, A., Sosa, N & Baldi, B. (2024). Obtención y caracterización de mieles deshidratadas por liofilización para uso tecnológico. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina. <https://pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/1910/2082>
- Robaina, L. M., Aragüez-Forte, Y., & Pino, J. A. (2019). La transición vítrea en relación con la pegajosidad en el secado por aspersion: Glass transition in relation to stickiness during spray drying. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 29(3), 62-69.
- Samborska, K. (2019). Powdered honey–drying methods and parameters, types of carriers and drying aids, physicochemical properties and storage stability. *Trends in food science & technology*, 88, 133-142.
- Sánchez, R. A. M., Carvajal, L. M. A., Pico, J. M. E., & Aguagallo, C. F. I. (2023). Características organolépticas de la miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en apiarios de Ambato, provincia del Tungurahua. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 2629-2641.
- Sandoval, A., Rodríguez, E & Ayala, A. (2004). Encapsulación de aditivos para la industria de alimentos. <https://core.ac.uk/download/pdf/11861481.pdf>
- Sapper, M. I. (2015). Medida de las propiedades físicas de productos de fruta en polvo.
- Serna, L., Torres, C & Ayala, A. (2014). Evaluación de polvos alimenticios obtenidos de cascara de mango (*Mangifera indica*) como fuente de ingredientes funcionales. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n2/art06.pdf>
- Stone, H., Bleibaum, R & Thomas, H. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=U2XRDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Stone,+H.,+%26+Sidel,+J.+L.+\(2004\).+Sensory+Evaluation+Practices.+Academic+Press.&ots=q8hDwxDgI1&sig=DU2Z7LKuCOsSb2BnZWaruWW-k7s#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=U2XRDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Stone,+H.,+%26+Sidel,+J.+L.+(2004).+Sensory+Evaluation+Practices.+Academic+Press.&ots=q8hDwxDgI1&sig=DU2Z7LKuCOsSb2BnZWaruWW-k7s#v=onepage&q&f=false)
- Talavera, W. (2018). *Efecto de la liofilización en las propiedades fisicoquímicas y vida útil de la carambola (Averrhoa carambola L.) en polvo*. (Trabajo de titulación). (Ingeniería).
- Ulloa, J., Mondragon, P., Rodriguez, R., Resendiz, J & Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4). <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/512/1/La%20miel.pdf>

USDA FoodData Central. (2019). *Honey* (SR Legacy, 169640). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?query=honey>

Yupa, A. (2017). Evaluación sensorial a fin de vida útil de la carne de cuy (*Cavia Porcellus*) condimentada envasada al vacío. Tesis de Ingeniería. Universidad del Azuay. Cuenca. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6683/1/12693.pdf>

Zamora, L. G., & Arias, M. L. (2011). Microbiological quality and antimicrobial activity of honey coming from stingless bees. *Revista Biomédica*, 22(2), 59-66.

Živkov-Baloš, M., Popov, N., Vidaković, S., Ljubojević-Pelić, D., Pelić, M., Mihaljev, Ž., & Jakšić, S. (2018). Electrical conductivity and acidity of honey.

ANEXOS

Anexo A. Hoja de cata

Evaluación Sensorial del Producto:
Miel de abeja en polvo liofilizada y microencapsulada en maltodextrina

Nombre:

Fecha:

Instrucciones:

Frente a usted hay una muestra de miel liofilizada, usted debe probarla y evaluarla de acuerdo a:

1. Su aceptación del dulzor, sabor y apariencia de la miel en polvo.
2. Describa los atributos de aroma y color de la miel en polvo, de acuerdo a la escala que mejor describa el atributo.

Evaluación 1

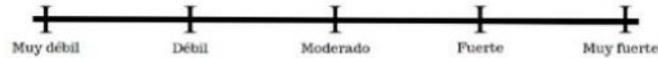
Por favor, marque con una "X" la puntuación que mejor describa su percepción del dulzor, sabor y apariencia:

Parámetro	No me gusta para nada	No me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Dulzor					
Sabor					
Apariencia					

Evaluación 2

Por favor, encierre en un círculo la escala que mejor describa su percepción de aroma y color de la miel en polvo:

A. Aroma de la miel en polvo



B. Color de la miel en polvo



Aceptación global

¿Estaría usted dispuesto a utilizar la miel en polvo liofilizada para endulzar sus alimentos? Sí No

Comentarios adicionales:

Gracias por participar en esta evaluación sensorial. Sus respuestas son muy importantes.

Anexo B. Preparación de las muestras (Solución: miel, agua y maltodextrina)



Nota. La imagen 1 corresponde a la parte de pesado de cada uno de los componentes de la solución, en la imagen 2 se muestra la mezcla de la solución y la imagen 3 presenta las muestras en las bandejas metálicas recién sacadas del congelador

Anexo C. Muestras en el liofilizador



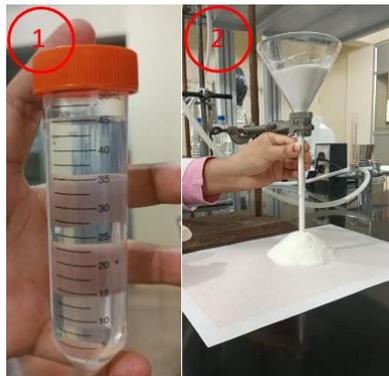
Nota. La imagen 1 son las muestras listas para llevar a la cámara de ultracongelación en el liofilizador y la imagen 2 son las muestras en la cámara de liofilizado iniciado el proceso

Anexo D. Miel de abeja en polvo liofilizada



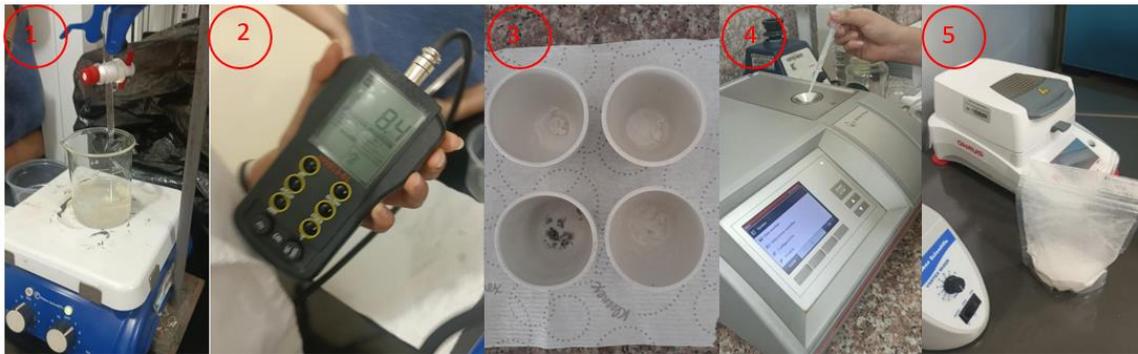
Nota. La imagen 1 corresponde a solución en base miel acabando el proceso de liofilizado, en la imagen 2 se muestra las bandejas retiradas de la cámara de liofilizado y la imagen 3 muestra la miel en polvo luego de triturlarla

Anexo E. Determinación de las propiedades funcionales del polvo



Nota. La imagen 1 corresponde al análisis de solubilidad en agua del polvo y la imagen 2 representa la determinación del ángulo de reposo

Anexo F. Caracterización fisicoquímica de la miel líquida y en polvo



Nota. La imagen 1 a la determinación de acidez total, en la imagen 2 se muestra un pH que ayudo con la determinación de pH de las muestras, la imagen 3 es la determinación de cenizas y las imágenes 4 y 5 representan la determinación de humedad utilizando refractómetro para la miel líquida y una termobalanza para la muestra en polvo

Anexo G. Evaluación sensorial



Nota. La imagen 1 preparación de la muestra para la posterior cata, en la imagen 2 se muestra a una de las tesisistas dando indicaciones a los panelistas para dar inicio a la cata, la imagen 3 muestra a los panelistas realizando la cata de la muestra de la miel liofilizada en polvo

Anexo H. Resultados del análisis de la actividad de agua en las muestras



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Laboratorio de Análisis de Alimentos INFORME 02-2024

DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Gabriela Jaramillo
Dirección: Universidad Técnica de Machala

DATOS DE LA MUESTRA

Nombre de la muestra:	Miel en polvo		
Descripción de la muestra:	Polvo blanco fino, empacado en bolsa plástica transparente de cierre hermético		
Lote:	---	Fecha elaboración:	---
Muestreado por:	Cliente	Fecha vencimiento:	---
Color:	Blanco	Contenido declarado:	5 gramos
Olor:	Característico	Contenido encontrado:	5 gramos
Estado físico:	Sólido, polvo fino	Fecha de análisis:	10/07/2024

RESULTADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
Aw	0,437	--	AOAC 978.18

El resultado se refiere únicamente a la muestra enviada al laboratorio

Observaciones	---
Fecha de entrega del informe	11/07/2024

Dra. María Jose Andrade Cuvi
Responsable de Laboratorio

CÍRCULO DE GUMBAYÁ, P.O. BOX: 17-12-B41 QUITO-ECUADOR
T.: (593) 21297-1700 AL 708. FAX.: (593) 21289 0070.
WWW.USFQ.EDU.EC

