

**Aplicación de gelificación iónica en mieles funcionales formuladas con
polen y propóleo**

TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**EGRESADO:
MARCOS EDUARDO CAAMAL DZUL**

**DIRECTOR Y CO-DIRECTOR:
MCIB. JOSE DOLORES LIRA MAAS.
M.C.CESIA DEYANIRA GUTIERREZ CANUL.**

Calkiní, Campeche, México 2025

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. MARCOS EDUARDO CAAMAL DZUL 6310
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director MCIB. JOSÉ DOLORES LIRA MAAS, y el co-director M.C CÉSAR DEYANIRA GUTIERREZ CANUL, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"APLICACIÓN DE GELIFICACIÓN IÓNICA EN MIELES FUNCIONALES FORMULADAS CON POLEN Y PROPÓLEO"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: se_dcalkini@tecni.mx | itescam.edu.mx



AGRADECIMIENTOS.

Le doy gracias a esta institución por haberme brindado la oportunidad de poder estudiar en esta institución a lo largo de mi carrera tuve unos excelentes maestros que me ayudaron a lograr todas mis metas le doy gracias a todos ellos ya que fueron muy de mucho apoyo, le agradezco de todo corazón al maestro JOSÉ DOLORES LIRA MAAS por el apoyo incondicional en la realización de este trabajo de investigación, Y por haberme brindado su apoyo en momentos difíciles que más que un asesor de tesis fue un gran amigo. de igual manera a la maestra CESIA DEYANIRA GUTIERREZ CANUL que al igual que el maestro dolores me ha apoyado en todo momento este trabajo no lo hubiese logrado sin ayuda de esos dos grandes maestros, le doy gracias a dios por haberme permitido conocer a estas dos grandes personas

DEDICATORIA.

Le doy gracias a dios y al universo porque cada día nos llena de energía para poder lograr nuestros objetivos, es la fuerza que nos motiva a cada uno de nosotros, la mano que nos sustenta día a día. Le doy gracias a toda mi familia que son las personas que me han ayudado a poder culminar mi trabajo gracias a ellos es posible este gran logro en especial a mi madre que es la que se a dedicado a apoyarme en toto momento ya que a echo lo posible para poder terminar mi trabajo. A mis hermanos que siempre han estado animándome a poder lograr mis metas en esta vida. También a mis abuelos que siempre me apoyaron y por último a mi novia ya que desde el inicio de mi carrera ha estado apoyándome en todo momento este es un logro muy importante en mi vida y me gustaría compartir este triunfo con ella le doy gracias a todos los que me apoyaron de corazón gracias a todos.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	4
DEDICATORIA.....	5
Resumen.....	11
Abstract.....	12
CAPITULO 1	13
1.INTRODUCCION.....	13
CAPITULO 2	14
2.1. HISTORIA DE LA MIEL.....	14
2.2. LA MIEL Y SUS USOS.....	15
Descripción general.....	15
2.3. LA MIEL.....	18
2.4. EL POLEN.....	20
2.5 .EL PROPÓLEO.....	22
2.5.1. Composición del propóleo	22
2.6. Métodos de encapsulación en los alimentos.....	24
2.7. Técnicas avanzadas de encapsulación de alimentos.....	25
2.7.1. Secado por aspersión:	25
2.7.2. Coacervación:	25
2.7.3. Emulsión:	25
2.7.4. Gelificación:	25
2.7.5. Encapsulación iónica inversa.	26
2.7.6. Encapsulación iónica directa.	26
2.8. ANTECEDENTES.....	29
2.9. JUSTIFICACION.....	32
2.10.OBLETIVO.....	33
2.10.1. OBJETIVO GENERAL	33
2.10.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.	33
CAPITULO 3	34
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.2. PROCESO DE ENCAPSULACIÓN.....	35
3.3. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....	38

3.4. DETERMINACIÓN DE CENIZA.	40
3.5. PH Y GRADOS BRIX.	40
3.6. ACIDEZ.	41
3.7. AZUCARES REDUCTORES.	42
CAPITULO 4	43
4.1 RESULTADOS.	43
4.1.1. Humedad.	43
4.1.2. ceniza.	45
4.1.3. PH y grados brix.	48
4.1.4. Acidez.	49
4.1.5. Azucares reductores.	50
4.2. CONCENTRACIÓN DE RESULTADOS TOTALES DEL ENCAPSULADO. ..	51
4.2.1. Humedad.	51
4.2.2. Ceniza.	52
4.2.3. PH.	52
4.2.4. Grados brix.	52
4.2.5. Azucares reductores.	53
CAPITULO 5	54
5.1. Conclusiones.	54
5.2. Recomendaciones.	57
5.3. REFERENCIAS.	59

ÍNDICE DE FIGURAS.

figura 1. Miel de abeja.	18
figura 2 . polen de abeja.	21
figura 3. propóleo.	22
figura 4. Calentamiento de la solución agua y miel.	36
figura 5.Homogenización de la muestra de agua y miel.....	37
figura 6. Perlitas de miel y polen.	37
figura 7. encapsulación de miel.....	37
figura 8. perlitas de miel, polen y propóleo.....	38
figura 9. .Pesado de los crisoles.....	39
figura 10. Perlitas de miel deshidratadas	39
figura 11. perlitas de miel sacadas de la mufla.	40
figura 12.potenciómetro medidor de PH.	41
figura 13. prueba tornasol indicador de PH	41
figura 14. Titulación de las perlitas de miel por Fehling A Y B.	51

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Composición típica de la miel.	20
Tabla 2.Composición del polen.....	21
Tabla 3.Composición química del propóleo.....	23
Tabla 4.Análisis de calidad de propóleo	24
Tabla 5.resultados de la perdida de humedad de la miel.	44
Tabla 6.resultados de la perdida de humedad de la perlita de miel.....	44
Tabla 7.resultados de la perdida de humedad de la perlita de miel y propóleo.	45
Tabla 8.resultados de la perdida de humedad de la perlita de miel y polen.	45
Tabla 9.Resultados de cenizas de la miel.	46
Tabla 10.Resultados de cenizas de la perlita de miel.....	46
Tabla 11.Resultados de cenizas de la perlita de miel y propóleo.	47
Tabla 12.Resultados de cenizas de la perlita de miel y polen.	47
Tabla 13. resultados obtenidos del PH y grados brix.....	48
Tabla 14.Resultados obtenidos de la primera muestra.....	49
Tabla 15.Resultados obtenidos de la segunda muestra.	49
Tabla 16.Resultados obtenidos de la tercera muestra.....	50
Tabla 17.Resultados obtenido de los azucares reductores en la miel.	50
Tabla 18.Concentración de resultados totales del encapsulado.....	51

Resumen.

La miel es un fluido muy dulce y viscoso producido por abejas del género *Apis*, principalmente la abeja doméstica, a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores de plantas (áfidos). Estas sustancias son recogidas por las abejas, luego transformadas al combinarlas con sustancias propias, depositadas, deshidratadas y almacenadas en los panales para su maduración. La intervención del hombre en el proceso de explotación de panal de la colmena es conocida como apicultura. En el presente trabajo se tiene como objetivo la elaboración de perlitas de miel a base de alginato una sal soluble de sodio y determinar su composición química y propiedades funcionales para su aprovechamiento en la industria alimentaria. Las técnicas de encapsulación de la miel de abeja, polen y propóleo son una tecnología en la cual se encapsula una sustancia o compuesto bioactivo a escala micrométrica y nanométrica, con el fin de que las sustancias conserven el material encapsulado, liberen los nutrientes o bioactivos de forma controlada, mejoren las cualidades organolépticas. Para la encapsulación de la miel, polen y propóleo se empleó el alginato que es un polisacárido natural que se extrae de las algas pardas y se utiliza en la cocina molecular debido a sus propiedades únicas de gelificación. Este compuesto es ampliamente apreciado por su capacidad para crear texturas sorprendentes en los alimentos que como veremos más adelante que es una buena manera de poder encapsular la miel. Después de obtener las perlitas de miel en este caso se le procederá a hacerle unos análisis a cada una de las perlitas ya elaboradas las cuales son las perlitas de miel, miel con polen y miel con propóleo a cada una de esta perlitas se le harán análisis las cuales son determinación de humedad de cada una de las perlitas, después se determinará el PH y grados brix de cada una de las muestras, después se procede a determinar la acidez de cada una de ellas y también se determinará la acidez de cada una de las muestras y por último se determinará los azúcares reductores de las perlitas mediante una titulación por medio de los reactivos de Fehling A y B.

Abstract.

Honey is a very sweet and viscous fluid produced by bees of the *Apis* genus, mainly the domestic bee, from the nectar of flowers or secretions from living parts of plants or from excretions of plant-sucking insects (aphids). These substances are collected by the bees, then transformed by combining them with their own substances, deposited, dehydrated and stored in the honeycombs for maturation. The intervention of man in the process of exploiting the honeycomb of the hive is known as beekeeping. The objective of this work is to prepare honey capsules based on alginate, a soluble sodium salt, and to determine its chemical composition and functional properties for its use in the food industry. The encapsulation techniques of bee honey, pollen and propolis are a technology in which a bioactive substance or compound is encapsulated at a micrometric and nanometric scale, so that the substances preserve the encapsulated material, release the nutrients or bioactives of controlled way, improve the organoleptic qualities. For the encapsulation of honey, pollen and propolis, alginate was used, which is a natural polysaccharide that is extracted from brown algae and is used in molecular cuisine due to its unique gelation properties. This compound is widely appreciated for its ability to create surprising textures in foods, which, as we will see later, is a good way to encapsulate honey. After obtaining the honey capsules, in this case, an analysis will be carried out on each of the already prepared capsules, which are the honey pearls, honey with pollen and honey with propolis. Each of these pearls will undergo analysis. which are determination of humidity of each of the pearlites, then the PH and degrees brix of each of the samples will be determined, then the acidity of each of them will be determined and the acidity of each of them will also be determined. the samples and finally the reducing sugars of the perlites were determined by titration using Fehling reagents A and B.

CAPITULO 1

1. INTRODUCCION.

La miel es un líquido viscoso y dulce derivado del néctar de las flores y que es recogido por la abeja melífera, o *Apis melífera* en su nombre científico. Las abejas recolectan el néctar de las flores y lo almacenan en su primer estómago, donde es combinado con una enzima que lo convierte en la sustancia que llamamos miel. Posteriormente, las abejas almacenan la miel en los panales con forma hexagonal que ellas mismas y después madura para posteriormente ser cosechada y consumida. Ortiz, J. L. P. (2024, 1 febrero).

La miel y sus derivados vienen siendo parte íntegra de la dieta mediterránea desde tiempos inmemoriales. Descubrimientos arqueológicos han sacado a luz pruebas de que la miel era utilizada ya por los primeros pobladores de la península ibérica, como demuestran las pinturas rupestres encontradas en la Cueva de la Araña (Bicorp, Valencia) y que representan a una figura humana cosechando miel en la época del Paleolítico (7000 años antes de Cristo). En el siglo 30 antes de Cristo durante la civilización egipcia, la miel se utilizaba como endulzante y en la época sumeria, en el siglo 21 antes de Cristo, se menciona su uso en tablas de escritos cuneiformes. Asimismo, los Vedas sagrados de la India y contienen referencias a su utilización como alimento.

Las mieles presentan una gran variabilidad en cuanto a color, aroma, sabor, humedad, hidroximetilfurfural, enzimas, etc., características que le confieren parámetros de identidad a cada una, y de acuerdo a ellas son apreciadas en mayor o menor grado por los consumidores (Sanz & Sanz 1994). La variabilidad de estas características depende del material vegetal del cual las abejas han extraído el néctar para elaborar su miel y en consecuencia, también de la región geográfica en que se encuentra ubicado el apiario; de allí que para caracterizar una miel, los análisis físico-químicos y organolépticos deben estar estrechamente relacionados con el origen botánico de la misma (Díaz & Fernández 1998).

CAPITULO 2

2.1. HISTORIA DE LA MIEL.

la miel nació y evolucionó con la humanidad. De hecho, hay registros de la existencia de este alimento hace más de 60.000 años, cuando no solamente se empleaba como comestible sino para sanar heridas; hacer más longeva a la población e, incluso, como símbolo de la espiritualidad profunda. Hacemos un recorrido por la historia de la miel y las culturas que la han usado a lo largo del tiempo.

Las productoras de miel, las abejas, surgieron hace unos 65.000 años. En países sudafricanos es donde primero se comenzó a producir este alimento, hace 20.000 años, tal y como demuestran las pinturas rupestres que se han encontrado en países como Namibia.

Por otro lado, hay constancia de que se produjera miel en la prehistoria en la Península Ibérica, donde este producto no solo se usaba como alimento sino, también, como combustible para las lámparas que se empleaban en las cuevas.

En el Antiguo Egipto ampliaron el uso de la miel. Esta comenzó a emplearse como conservante para la carne; para producir cerveza; como cosmético y en la cura de diversas heridas y el tratamiento de las cataratas. Por su parte, en la Antigua Grecia la miel era un alimento imprescindible. Hipócrates la empleó para sanar úlceras, afecciones cutáneas y el dolor en general. Por último, en el Imperio Romano, la miel se ingería como alimento y se aplicaba en la conservación del pescado y la fruta.

Durante la Edad Media (siglos V al XV d. C.), se usó la miel como único edulcorante. Además, se utilizaba la cera de abeja para elaborar velas. La apicultura como actividad económica comenzó su andadura en zonas con baja demografía, una agricultura poco atractiva y muchas flores. Asimismo, en los siglos XIII y XIV aumentó el número de colmenas.

En el siglo XVI surgió la caña de azúcar, por lo que la miel dejó de ser el único endulzante y hubo de hacer frente a su competidor.

En la actualidad, España es el primer productor de miel de la UE, aunque el consumo de este alimento no llega al kilo por persona y año. Un dato que contrasta con el de países comunitarios, donde se superan los dos kilos de consumo por cabeza. Además, en los últimos años se ha incrementado el número de colmenas en un 50 %.

2.2. LA MIEL Y SUS USOS.

Descripción general

La miel es un líquido dulce que fabrican las abejas usando el néctar de las plantas con flores. Existen alrededor de 320 tipos diferentes de miel, que varían en color, aroma y sabor.

La miel está compuesta principalmente por azúcar, así como por una mezcla de aminoácidos, vitaminas, minerales, hierro, cinc y antioxidantes. Además de usarse como edulcorante natural, la miel se usa como antiinflamatorio, antioxidante y agente antibiótico. Las personas suelen usar la miel por vía oral para tratar la tos y, en forma tópica, para tratar quemaduras y favorecer la curación de las heridas.

Lo que demuestran las investigaciones

Las investigaciones sobre el uso de la miel para tratar afecciones específicas comprenden lo siguiente:

- Enfermedad cardiovascular. Los antioxidantes de la miel podrían estar asociados con una reducción en el riesgo de enfermedad cardíaca.
- Tos. Ciertos estudios sugieren que tanto la miel de eucalipto como la de cítricos y la de labiatae pueden actuar como inhibidores de la tos confiables en algunas personas con infecciones de las vías respiratorias superiores y con tos nocturna aguda.

- Enfermedad gastrointestinal. La evidencia sugiere que la miel podría ayudar a prevenir trastornos del tubo gastrointestinal, como la diarrea relacionada con la gastroenteritis. La miel también podría ser eficaz como parte de una terapia de rehidratación oral.
- Enfermedad neurológica. Las investigaciones sugieren que la miel podría tener beneficios antidepresivos, anticonvulsivos y contra la ansiedad. En algunos estudios, se ha comprobado que la miel ayuda a prevenir los trastornos de la memoria.
- Cuidado de la herida. Se ha demostrado que el uso tópico de la miel de tipo médico fomenta la curación de las heridas, sobre todo en el caso de las quemaduras.

Es posible que los resultados varíen debido a que no existen métodos estandarizados para producir miel o para verificar su calidad.

Generalmente seguro.

Por lo general, la miel es segura para los adultos y para los niños mayores de un año. Podría ser útil para tratar quemaduras, tos y, quizás, otras afecciones.

Seguridad y efectos secundarios.

Es seguro usar la miel como edulcorante natural, inhibidora de la tos y producto tópico para llagas y heridas pequeñas.

Evita darles miel, ni siquiera una pequeñísima cantidad, a bebés menores de 1 año. La miel puede provocar una afección gastrointestinal poco frecuente pero grave (botulismo infantil) causada por una exposición a las esporas de la bacteria *Clostridium botulinum*. A partir de las esporas, las bacterias pueden crecer y multiplicarse en el intestino del bebé y producir una toxina peligrosa.

Algunas personas son sensibles o alérgicas a los componentes específicos de la miel, en particular, al polen de las abejas. Aunque es poco frecuente, las alergias ocasionadas por el polen de abeja pueden provocar reacciones adversas graves y,

en ocasiones, mortales. Algunos de los signos y síntomas de una reacción son los siguientes:

- Silbido al respirar y otros síntomas asmáticos
- Mareos
- Náuseas
- Vómitos
- Debilidad
- Sudoración excesiva
- Desmayos
- Ritmo cardíaco irregular (arritmias)
- Escozor después de la aplicación tópica

La miel puede afectar los niveles de azúcar en sangre.

Interacciones

En la actualidad, no existe evidencia que demuestre las posibles interacciones de la miel con otros medicamentos.

Las técnicas de encapsulación son una tecnología en la cual se encapsula una sustancia o compuesto bioactivo a escala micrométrica y nanométrica, con el fin de que las sustancias conserven el material encapsulado, liberen los nutrientes o bioactivos de forma controlada, mejoren las cualidades organolépticas y funcionales de los productos, enmascaren sabores desagradables, potencien notas, entre otros. Los métodos o técnicas de encapsulación se dividen en tres: mecánicas (secado por aspersión, aspersión por enfriamiento o congelación, extrusión, fluidización en lecho y liofilización), fisicoquímicos (emulsión-evaporación) y químicos (polimerización interfacial, gelificación, co-cristalización, incompatibilidad polimérica, atrapamiento por liposomas, coacervación, inclusión molecular); así mismo se abordarán las técnicas de nano encapsulación de lípidos

y carbohidratos más comunes, utilizadas en alimentos (nano emulsiones, nano liposomas, nanopartículas, electro aspersión, electro hilado). Un encapsulado se conforma del material encapsulante (pared) y el núcleo (sustancia a encapsular); la pared debe cumplir con ciertas características (buenas propiedades reológicas, no interaccionar con el material a encapsular, poseer bajo costo, entre otras), para facilitar la formación de la cápsula y así proteger a la sustancia. Algunos de estos materiales pueden ser lípidos, carbohidratos, gomas, proteínas, entre otros. En el proceso de encapsulación se emplean diversas técnicas dependiendo el estado de la materia de la sustancia o compuesto bioactivo (sólido y líquido generalmente) a encapsular.

2.3. LA MIEL.

Sabemos que la miel es la fuente de energía que necesitan las abejas en todas las etapas de su vida. Este producto lo elaboran a partir del néctar que ellas liban en las flores. El néctar es un líquido que contiene muchas cosas, entre otra mucha sacarosa (el azúcar de caña), y agua (entre 40 y 80%).



figura 1.Miel de abeja.

La transformación del néctar en miel implica 2 etapas principales.

- 1- Transformación de la sacarosa en fructosa y glucosa, azúcares más simples y que son utilizables directamente por el organismo, sin previa

digestión (mediante la enzima invertasa, presente en el buche de las abejas)

- 2- Evaporación del agua para concentrar el néctar, hasta que no contenga más del 18% de agua (por acción de ventilación).

La miel cosechada bien madura y tapada no se descompone. Gracias a su alta concentración en azúcar (con menos de 18% de agua), mata a las bacterias por lisis osmótica. Cuando los antiguos egipcios hacían sus expediciones, conservaban la carne en barriles llenos de miel. En la tumba de algunos faraones se han encontrado vasijas con miel en perfecto estado de conservación después de más de 30 siglos. Cuando el emperador Alejandro Magno murió en Babilonia (Irak actual), fue trasladado hasta Macedonia (en Grecia) en un recipiente lleno de miel y el cadáver se conservó intacto.

A continuación en la siguiente tabla (1) se observa la composición de la miel de abeja.

PROTEINAS	0,3%
De cuya presencia depende la capacidad de la miel a producir espuma o retener burbujas de aire.	
AZÚCARES TOTALES	80,0%
Fructosa	38,2%
Glucosa	31,3%
Sacarosa	1,3%
Maltosa	7,3%
Almidón	1,9%
MINERALES (cenizas: muy completo Hierro, Potasio, Calcio, Fósforo, etc.)	0,17%

HMF (Hidroxi Metil Furfural) Compuestos formados por la degradación de los productos azucarados. Su aparición en exceso está asociado a un almacenamiento prolongado, una adulteración por adición de azúcar invertido o un calentamiento excesivo	5-7 mg/kg
OTROS COMPONENTES Vitaminas todas las que necesitamos, más los Pigmentos, Taninos, Sustancias Aromáticas que le dan el color y sabor característico de cada miel	2,2%
AGUA	18%

Tabla 1. Composición típica de la miel.

2.4. EL POLEN.

El polen se recolecta a partir de los estambres de las flores por las abejas pecoreadoras (figura). Estas lo trasladan a las colmenas en canastillas de polen sobre su tercer par de patas traseras, para depositarlo en la colmena, dentro de celdas que rodean el nido de crías. Posteriormente, las nodrizas lo apisonan y preparan una papilla con miel y saliva, que da origen al PAN de ABEJAS. Este producto es especialmente necesario para el crecimiento de las larvas, pues es su fuente principal de proteínas, vitaminas y minerales. Una colmena fuerte necesita entre 10 y 20 kilos de polen al año para su desarrollo normal.



figura 2 . polen de abeja.

Proteínas	10-36%
Azúcares totales	28%
Lípidos	13-19%
Minerales	3-14%
Vitaminas A, C, D, E, M, B, B2, B3, B6, B72, etc.	2%
Agua	15-30%

Tabla 2.Composición del polen.

Como vemos en la tabla 2, comparado con la miel tabal 1, el polen tiene menos azúcar, pero muchas más proteínas, minerales y vitaminas. Por eso es un energovitalizante usado como suplemento en deportes. Se lo receta también para casos de pacientes en recuperación postoperatoria, y en casos de anemias y fracturas óseas por su contenido en minerales.

2.5 .EL PROPÓLEO.

Propóleo quiere decir algo así como defensa de la ciudad. El propóleo es una sustancia resinosa, de distintos colores: amarillo, verdoso o rojizo oscuro que las abejas obtienen a partir de las yemas de las plantas o exudados de algunos árboles resinosos como por ejemplo el eucalipto, el pino y el ciprés. En Cuba se ha observado su recolección del tronco y ramas del mango y el aguacate, especialmente sobre partes dañadas, por ejemplo el punto donde una rama se ha quebrado. Las abejas lo desprenden y se lo llevan en la corbícula (esta es la misma cestilla en el tercer par de patas donde aglutinan los granos de polen). Lo descargan con ayuda de otras abejas dentro de la colmena y lo procesan mezclándolo con enzimas, polen, cera, y a veces algo de tierra o cenizas, para darle mayor consistencia



figura 3. propóleo.

Las abejas lo usan para cerrar los espacios entre cuadros, entre tapas y rendijas de las colmenas, reducir la piquera y embalsamar objetos o animales que no pueden sacar de las colmenas (ratones, culebras).

2.5.1. Composición del propóleo

Los elementos (más de 200 sustancias) siempre son los mismos, pero puede haber una gran variación en su cantidad relativa, según la flora del lugar y la

estación del año. Algunos lugares pueden ser más propicios que otros (por ejemplo montañas con bosque resinosos).

La composición del propóleo es la siguiente.

Cera	20-30 %
Resinas y bálsamos aromáticos.	40-50 %
Aceites esenciales	5-10 %
Polen	4-5 %
Mezcla mecánica	10-30 %

Tabla 3.Composición química del propóleo.

Las fracciones que tienen propiedades terapéuticas son las resinas, bálsamos y aceites esenciales. Contienen antibióticos, antimicóticos y bactericidas poderosos, moléculas con efectos estimulantes del sistema inmunológico, anestésicos, cicatrizantes y en algunos casos antitumorales comprobados. Estas propiedades derivan de que las plantas mismas las usan para defenderse de los gérmenes y para organizar el desarrollo armónico de su crecimiento.

Análisis	Parámetros
Análisis macroscópicos	Aspectos generales relativos a la textura, dureza, gomosidad, residuos de la colmena, astillas, residuos de abejas muertas, presencia de moho, presentación global, densidad, consistencia.
Análisis sensorial	Aroma, color de la masa global, sabor, textura, aspecto.
Análisis químicos	Masa mecánica total, contenido de cera, solubles e insolubles en etanol,

	humedad, sólidos fijos, actividad reductora, contenido de, fenoles totales, flavonoides e Isoflavonoides, espectro electrónico. Color de la solución alcohólica 0.5ml en 1000 partes de alcohol (técnica del triestímulo).
Microbiológicos Actividad biológica	Presencia de hongos, coliformes totales. Mesófilos totales. Actividad biológica frente a S.aureus o E.coli, bajo condiciones específicas

Tabla 4. Análisis de calidad de propóleo.

Los flavonoides o bioflavonoides son pigmentos (sustancias colorantes) naturales presentes en los vegetales. Han adquirido a últimas fechas notoriedad pública a raíz de su actividad biológica con propiedades diversas como antioxidantes (protegen las plantas que los producen de rayos UV), antimicrobianos, anticancerígenos, anti mutagénicos, etc. La proporción de flavonoides es un indicador frecuente de la calidad de un propóleo.

2.6. Métodos de encapsulación en los alimentos.

La encapsulación de alimentos es una técnica que consiste en encerrar un ingrediente activo en una matriz sólida o líquida y esto se hace para proteger el ingrediente activo de los factores ambientales, como:

- La luz
- El oxígeno
- La humedad

- El calor

También se puede utilizar para mejorar la estabilidad del ingrediente activo, para controlar su liberación y para aumentar su biodisponibilidad.

2.7. Técnicas avanzadas de encapsulación de alimentos

Las técnicas de encapsulación han evolucionado con el tiempo. A continuación, se presentan algunas de las más avanzadas:

2.7.1. Secado por aspersión:

Esta técnica consiste en atomizar el ingrediente activo en una corriente de aire caliente. El ingrediente activo se solidifica en pequeñas partículas que se recubren con una matriz sólida.

2.7.2. Coacervación:

Esta técnica consiste en mezclar el ingrediente activo con un polímero. El polímero se disuelve en un líquido y luego se coagula, formando una matriz que encapsula el ingrediente activo.

2.7.3. Emulsión:

Esta técnica consiste en mezclar el ingrediente activo con un líquido que no es miscible con él. El ingrediente activo se encapsula en pequeñas gotas que se recubren con una matriz sólida.

2.7.4. Gelificación:

La encapsulación es un proceso para atrapar agentes activos dentro de un material portador y es una herramienta útil para mejorar la liberación de moléculas bioactivas y células vivas en alimentos, ya que puede proporcionar barreras entre los materiales bioactivos sensibles y el medio ambiente, así como permitir la diferenciación de sabor y aroma, enmascarar malos sabores u olores, evitar la evaporación y degradación de compuestos volátiles que proporcionan aroma, prevenir reacciones con otros componentes en productos alimentarios como el oxígeno o el agua, estabilizar ingredientes alimentarios en productos finales y

durante el procesado o aumentar su biodisponibilidad y para inmovilización de células o enzimas en aplicaciones de procesamiento de alimentos, como procesos de fermentación y metabolitos, industrias farmacéuticas

Ventajas de la encapsulación en la industria alimentaria

La encapsulación ofrece una serie de beneficios tangibles:

- Protección de ingredientes activos: Muchos alimentos contienen ingredientes que pueden degradarse con la exposición al aire o la luz y este proceso protege estos ingredientes, manteniendo su potencia y eficacia.
- Mejora en la liberación de sabores: Algunos ingredientes, como las especias, pueden liberar su sabor demasiado rápido. A través de este proceso, es posible controlar la liberación de estos sabores, mejorando la experiencia del consumidor.
- Extensión de la vida útil: Al proteger ingredientes contra factores externos, puede prolongar la vida útil de productos alimenticios.

2.7.5. Encapsulación iónica inversa.

Por otro lado, existe también el mecanismo denominado gelificación interna, el cual consiste en la preparación de una solución de iones calcio y el compuesto de interés que se desea encapsular, esta mezcla se fuerza a través de una boquilla y se vierte en un baño de alginato de sodio. Para llevar a cabo la liberación de los iones calcio se acidifica el medio adicionando un ácido orgánico como el acético, adípico y la glucono δ -lactona, se añade también un agente secuestrante, el cual se enlaza con el calcio libre retardando así el proceso de gelificación

2.7.6. Encapsulación iónica directa.

La gelación iónica es una técnica de encapsulación que da como resultado cápsulas con un diámetro menor de 1000 μm , mediante el método de extrusión. Para llevar a cabo la gelación son necesarios materiales de recubrimiento, los cuales pueden ser gomas, carbohidratos, celulosas, lípidos, proteínas y materiales

inorgánicos, y una solución reticulante, que, por lo general, son iones calcio (cloruro de calcio).

La gelación iónica consiste en producir pequeñas gotas de solución a partir de la mezcla del material de recubrimiento y el compuesto que se desea encapsular. El material de recubrimiento comúnmente usado es el alginato de sodio, debido a que es un polímero de fácil acceso, baja viscosidad y alta reactividad con los iones calcio. Esta solución se fuerza a través de boquillas generando gotas, y éstas caen en un baño de iones calcio formando así una cápsula de gel. Este mecanismo se denomina de gelificación externa y es el más común y fácil para ambos tipos de compuestos, solubles e insolubles. Se producen geles heterogéneos debido a que la gelificación en la superficie ocurre antes de la gelificación del núcleo, dando como resultado una superficie rígida y un núcleo blando.

Entre las principales ventajas de la gelación iónica está que no emplea altas temperaturas ni disolventes orgánicos. Por otro lado, si se usan materiales de recubrimiento de bajo peso molecular, el producto tiende a presentar una rápida liberación a través del gel, por lo que es necesario el uso de otras estrategias como la preparación de una emulsión, ya que se ha demostrado que a través de ésta se brinda una liberación lenta dentro del organismo, dando una mejor absorción del compuesto encapsulado. La gelación directa brinda tamaños de cápsulas más grandes ($>2000\text{ }\mu\text{m}$) y una mejor eficiencia de encapsulación, por ello se utiliza para la encapsulación de aceites esenciales, compuestos bioactivos y extractos. Por su parte, la gelación inversa se emplea más frecuentemente para la encapsulación de microorganismos debido a que se obtiene un tamaño de cápsulas uniforme y una superficie lisa, mediante la cual es menos probable que se produzcan aglutinaciones y, por lo tanto, menos grietas o poros.

Beneficios y aplicaciones de los alimentos encapsulados en la industria alimentaria.

En la vanguardia de la innovación alimentaria, los alimentos encapsulados se posicionan como una solución eficiente y vanguardista en la industria alimentaria.

Estos productos son el resultado de décadas de investigación científica, satisfaciendo necesidades precisas de conservación, sabor y liberación controlada.

Beneficios notables de la encapsulación alimentaria

Ayudan a proteger los ingredientes activos de la degradación, que puede ser causada por factores como el calor, la luz y el oxígeno.

Esto puede ayudar a garantizar que los ingredientes activos mantengan su actividad biológica y propiedades nutricionales durante un período de tiempo más largo.

Mejora la biodisponibilidad de los ingredientes activos:

Pueden ayudar a mejorar la biodisponibilidad de los ingredientes activos, lo que significa que es más probable que sean absorbidos por el cuerpo.

De esta forma se puede mejorar la eficacia de los ingredientes activos y proporcionar beneficios para la salud.

Facilita la dosificación de los ingredientes activos:

La encapsulación puede ayudar a facilitar la dosificación de los ingredientes activos, lo que puede ayudar a garantizar que los consumidores reciban la cantidad adecuada de ingredientes activos, siendo muy relevantes para los ingredientes activos que son importantes para la salud, como los antioxidantes, las vitaminas y los minerales.

Da a los alimentos nuevos sabores, colores y texturas:

Pueden ayudar a dar a los alimentos nuevos sabores, colores y texturas. Esto puede ayudar a hacer que los alimentos sean más atractivos para los consumidores y puede ayudar a mejorar la experiencia de comer.

2.8. ANTECEDENTES.

En el presente trabajo de investigación llamado ENCÁPSULACIÓN DE COROZO POR EL MÉTODO DE GELACIÓN IÓNICA Y EVALUACIÓN DE SU EFECTO EN EL DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO (YOGURT) El objetivo de la investigación fue encapsular jugo de corozo (*Bactris guineensis*) por el método de gelación iónica y evaluar su efecto en un producto lácteo fermentado, a través de la determinación de las características fisicoquímicas, sensoriales y composición centesimal aproximada. Se elaboraron cápsulas de corozo con adición de 0, 2, 6 y 10% almidón de maíz, manteniendo constante la concentración de sólidos de corozo (3%), alginato (2%) y sólidos totales (15%); se elaboró yogurt y se le adicionaron las cápsulas de corozo, se envasó el producto en recipientes plásticos de un litro, los cuales se almacenaron en refrigeración. Se evaluaron las características fisicoquímicas de pH y acidez, y la aceptación sensorial por medio de una escala hedónica de nueve (9) puntos con la participación de 30 catadores consumidores, semanalmente.

De igual manera en el siguiente trabajo de investigación se implementó una encapsulación iónica el cual tiene por título ENCAPSULACIÓN DE EXTRACTOS HIDROALCOHOLICOS DE SEMILLA DE Moringa oleífera MEDIANTE GELIFICACIÓN IÓNICA. El objetivo del presente proyecto fue obtener las mejores condiciones para la encapsulación de extractos hidroalcohólicos de semilla de Moringa oleífera mediante gelificación iónica. La materia prima fue polvo de semilla de Moringa oleífera, de la cual se obtuvo el extracto hidroalcohólico (70 mL etanol/30 mL agua) con una relación 1/18 P/V. Posteriormente, se realizó la extracción de compuestos bioactivos por extracción asistida por ultrasonido (30

min, 80 kHz y 30 °C). Se realizó un diseño de tratamientos factorial completo utilizando el software Design-Expert 7.0, teniendo como variables de respuesta la morfología (tamaño), el contenido de compuestos bioactivos (contenido de polifenoles y flavonoides totales), eficiencia de encapsulación, y la actividad antioxidante (DPPH* y ABTS*) y como variables independientes la mezcla a diferentes proporciones del extracto de semilla de *Moringa oleífera* (50, 75, 100 mL) con alginato de sodio (AS) (2, 2.5 y 3 g) y goma xantana (0.5 g).

A continuación tenemos un trabajo de investigación que se relaciona con los procesos de encapsulación por este método el cual es la encapsulación iónica el cual tiene por nombre **ENCAPSULACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS CON ALGINATOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS** Los compuestos bioactivos como vitaminas, antioxidantes, aceites esenciales, enzimas, microorganismos benéficos, etc. pueden ser preservados por distintas técnicas de encapsulación. Estas tienen como propósito mantener su actividad por aislamiento total o parcial del entorno hasta su liberación en tiempo y lugar adecuados. También la encapsulación es fuente de nuevos ingredientes con propiedades únicas, permite enmascarar o preservar aromas y sabores, reducir problemas de aglomeración y volatilidad de líquidos, mejorando la dosificación de aditivos y por lo tanto la relación costo-efectividad. Los métodos que involucran al alginato de Na o K como precursor de la matriz encapsulante son la coacervación y la gelación iónica. Combinando ambos mecanismos, en nuestro laboratorio se ha estudiado la encapsulación de extractos de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en matrices de alginato de Ca con y sin recubrimiento de quitosano, para preservar sus características antioxidantes. Se desarrollaron sistemas complejos con el agregado de carga (gránulos de almidón). Esto permitió aumentar la eficiencia del contenido del compuesto activo y la modulación de su liberación en un sistema gastro-intestinal simulado.

En el siguiente trabajo de investigación al igual que los demos se implementó la misma manera de encapsulación ya que como hemos visto es anteriormente en el siguiente trabajo llamado Encapsulación del ácido ascórbico y compuestos

fenólicos del extracto de tumbo serrano (*Passiflora mollissima* H.B.K.) en alginato de sodio mediante gelificación iónica. El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la eficiencia de encapsulación del ácido ascórbico y fenoles totales del extracto del tumbo serrano en alginato de sodio mediante gelificación iónica. Se empleó el diseño factorial fraccionado 3 (3-1) con 9 tratamientos con dos réplicas, siendo los factores de trabajo: pH a 4, 5.5 y 7, CaCl_2 a 2.5, 3.5 y 4.5 % y AlgNa a 1.2, 1.5 y 1.8 %. Durante la investigación se analizó la materia prima en estado de madurez intermedia, obteniendo una longitud 11.23 ± 0.744 cm, diámetro 4.3 ± 0.240 cm, peso 102.88 ± 8.695 g, humedad 86.45 ± 0.646 %, pH 3.42 ± 0.006 , sólidos solubles 13.23 ± 0.057 °Brix, acidez titulable 2.59 ± 0.070 %, ácido ascórbico 70 ± 0.0014 mg/ 100 mL y fenoles totales 2145.81 ± 0.067 mg GAE/100 mL. Se obtuvo mayor eficiencia de encapsulación del ácido ascórbico 95 ± 0.009 % en T3 (pH 4, CaCl_2 4.5 % y AlgNa 1.5%) y en la eficiencia de encapsulación de fenoles totales 90 ± 1.002 % en T6 (pH 5.5, CaCl_2 4.5 % y AlgNa 1.2 %). Las mejores características de las cápsulas fueron: humedad 9.86 ± 0.101 %, actividad de agua 0.36 ± 0.002 y mayor solubilidad en agua 37.27 ± 0.453 % en T7, menor higroscopicidad 23.23 ± 0.417 % en T3, en T1 mayor densidad aparente 0.738 ± 0.007 g/cm³ y densidad compacta 0.784 ± 0.008 g/cm. se logró obtener cápsulas del extracto de tumbo por el método de gelificación iónica y la técnica de goteo, siendo los factores de mayor efecto en todos los análisis de las cápsulas.

2.9. JUSTIFICACION.

La encapsulación es una tecnología que proporciona barreras entre los compuestos de interés en un producto y el medio ambiente. Ella brinda una mejor estabilidad fisicoquímica durante el procesamiento y/o almacenamiento del producto, por lo tanto, ayuda a tener una menor degradación de los compuestos de interés, enmascara olores y sabores indeseables, controla la liberación del principio activo y puede incrementar su bioaccesibilidad y su biodisponibilidad.

Debido a esto la industria alimentaria aumento considerablemente el número y tipo de los alimentos encapsulados que mayormente ya se encuentran disponibles a los consumidores. Para lo cual se diseñan nuevas tecnologías que protejan y permitan la adición de vitaminas y minerales en los alimentos, siendo la encapsulación una de ellas. Sin embargo en los procesos de elaboración de estos alimentos pueden darse condiciones que causen la disminución de la viabilidad de estos productos, por lo cual es necesario su protección empleando diferentes tecnologías como la de encapsulación.

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que la utilización de este tipo de encapsulación presenta ventajas muy variables que se centran en la mejora de diversos factores como la biodisponibilidad de compuestos bioactivos, estabilidad de diferentes compuestos, características físicas, liberación del compuesto de interés y la protección contra efectos ambientales adversos. En conclusión, existe una amplia gama de aplicaciones que puede tener la encapsulación por gelación iónica para encapsular ingredientes alimenticios, microorganismos y fármacos, entre otros. Finalmente, el estudio pretende que este trabajo de tesis sea de utilidad para las personas que quieran saber sobre el proceso de elaboración de

las perlitas de miel por medio de la gelación iónica, debido a la diversidad de aplicaciones abordadas durante la investigación.

2.10.OBLETIVO.

2.10.1. OBJETIVO GENERAL.

Estudio de la caracterización de mieles funcionales encapsulados con polen y propóleo mediante gelificación ionica. .

2.10.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

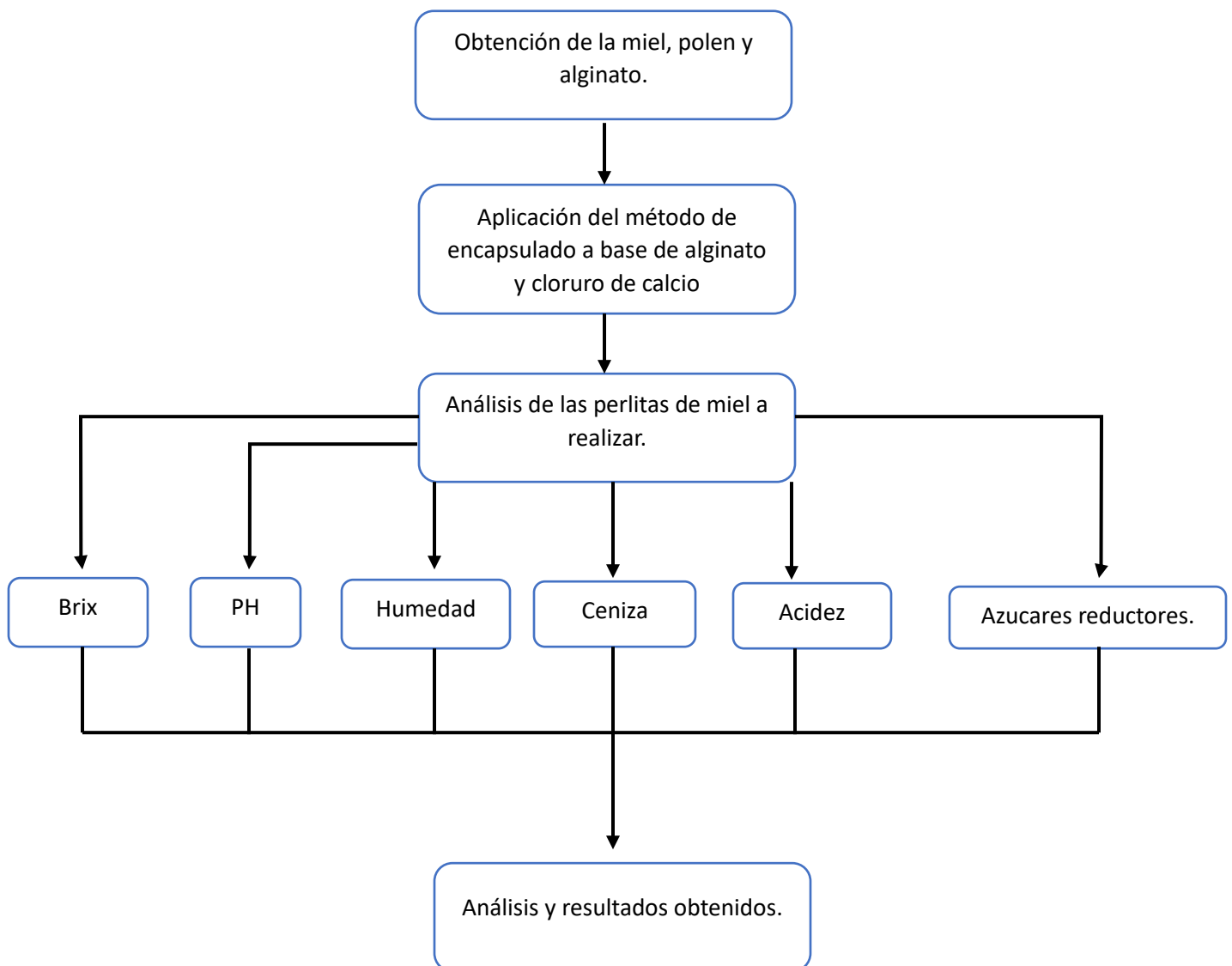
- Elaboración de capsulas de miel a base de miel, polen y alginato.
- Determinación de pH y grados brix de cada una de las capsulas de miel, polen y alginato.
- Determinación la composición proximal de cada una de las capsulas de miel elaboradas: humedad y ceniza.
- Determinación de la Acidez de las capsulas de miel.
- Determinación de azucares reductores por medio de la titulación por medio de Fehling A y Fehling B.

CAPITULO 3

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS.

Estrategia general del trabajo.

Este trabajo se realiza en el laboratorio químico y biológico.



- La miel fue obtenida de manera artesanal en la comunidad de santa cruz pueblo ya que en ese lugar es donde mayormente se produce este tipo de miel.
- El polen y el propóleo fueron obtenidos de manera industria por la empresa MUNDO MELIFERO ubicado en la ciudad de merida,ya que ellos se dedican a producir estos productos de manera industrial

3.2. PROCESO DE ENCAPSULACIÓN.

para el proceso de encapsulado debemos de entender que la miel está compuesta principalmente por azúcar, así como por una mezcla de aminoácidos, vitaminas, minerales, hierro, cinc y antioxidantes. Además de usarse como edulcorante natural, la miel se usa como antiinflamatorio, antioxidante y agente antibiótico.

Es por eso que ay que tener en cuenta la definición de la miel ya que a este proceso se le adicionaran otros productos que en este caso será el propóleo ya que estes es un material similar a la resina fabricado por las abejas a partir de las yemas de los álamos y los árboles conos. Las abejas lo usan para construir colmenas y puede contener subproductos de las colmenas. El propóleo parece ayudar a combatir bacterias, virus y hongos. También podría tener efectos antiinflamatorios y ayudar a curar la piel. El propóleo rara vez está disponible en su forma pura. Generalmente se obtiene de las colmenas y el polen que este se encuentra compuesto por una serie de granos de colores recolectados del polen de las plantas por las abejas, que después, mezclan con su saliva, el néctar y la miel regurgitada, hasta obtener un producto con un alto contenido de nutrientes esenciales.

Una vez entendido la definición de cada uno de los productos a utilizar procedemos a elaborar las capsulas de miel.

Para este proceso se mide 100 mil de agua purificada en una probeta que después se colocara en un vaso precipita de 250 mil después se pone a calentar una placa de agitación y se procede a colorar el vaso precipitado encima de la placa para que esta se pueda calentar, después de proceder a pesar 2.5 gr de alginato de sodio el cual procederemos a agregar lentamente al agua en este punto el agua debe de alcanzar una temperatura de 50 °C ya que esta es la temperatura ideal para que el alginato se pueda mezclar con el agua.



figura 4. Calentamiento de la solución agua y miel.

Después en otro vaso precipitado colocaremos 50 mil de miel y 50 mil de alginato ya para el segundo encapsulado solo se le agregara 1 gramo de polen y para la tercera muestra solo se le agrega 3 gotas de propóleo, luego se procede a mezclar todo durante unos 20 minuto en lo que se encuentra mezclando nuestro producto pasamos al siguiente paso el cual es preparar la solución en el cual caerán nuestra muestra para que así se pueda crear las perlitas.

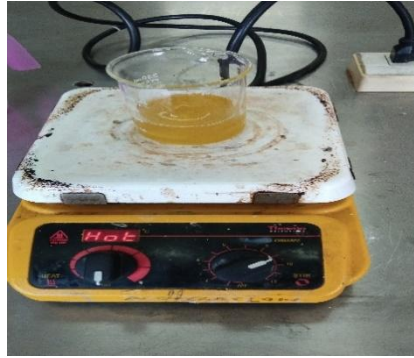


figura 5. Homogenización de la muestra de agua y miel

Se procede a pesar 1 gr de cloruro de calcio y después esta se disuelve a 100 mil de agua a temperatura natural es para que las perlititas se solidifiquen a entrar en contacto con el cloruro de calcio.

A continuación se coloca la mezcla en un embudo y con l ayuda de un soporte universal lo colocamos lo asalto posible y dejamos caer la mezcla dentro del cloruro de calcio y de esta manera es como se irán formando las perlititas de miel.



figura 6. Perlititas de miel y polen.



figura 7. encapsulación de miel

Como resultado se obtiene unas perlititas de tres tipos una es de miel y alginato, miel y polen y por último miel y propóleo.



figura 8. perlitas de miel, polen y propóleo.

3.3. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.

La determinación del contenido exacto de la humedad de la miel sirve para garantizar la calidad de los procesos de elaboración de las perlititas de miel, ya que el nivel de la humedad puede afectar al periodo de conservación, la capacidad de procesamiento, la usabilidad y la calidad del producto.

Asimismo, cabe señalar que el cálculo de humedad en la miel permite conservar la adecuada humedad de este producto, ya que en algunas circunstancias el máximo contenido admisible puede estar regulado por leyes sobre alimentación.

Después de haber elaborado las perlititas se procede a hacer el análisis de humedad para esto tendremos que colocar un total de 12 crisoles en la estufa a una temperatura de 60 °C durante unas 8 horas para eso ay que hacer una serie de procesos para determinar la humedad.

Primero se pone los crisoles a peso constante esto durante aproximadamente 4 horas.

Una vez pasados las horas indicadas los crisoles se sacan de la estufa con ayuda de una pinza esto para evitar contaminar los crisoles y después se colocan en un

desecador durante unos 30 minutos y después de pasar el tiempo indicado se pesa cada uno de los crisoles.



figura 9. Pesado de los crisoles.

Una vez pesado los crisoles se pesan 2 gramos de cada una de las muestras las cuales son la miel líquida, la perla de miel, la perla de miel y polen y por último la miel y polen, después de haberlo pesado se coloca los crisoles de nuevo en la estufa esto durante 3 horas.



figura 10. Perlitas de miel deshidratadas

Para poder determinar la pérdida de humedad se usó la siguiente fórmula.

$$H = \left(\frac{\text{peso del crisol+muestra húmeda} - \text{peso del crisol+muestra seca}}{\text{peso del crisol+muestra húmeda}} \right) \times 100$$

H=humedad.

3.4. DETERMINACIÓN DE CENIZA.

En este proceso se enciende la mufla la cual estará a una temperatura de 500 °C una vez alcanzado la temperatura indicada se saca los crisoles de desecador y con la ayuda de una pinza se coloca dentro de la mufla durante 4 horas.

Una vez pasado el tiempo se sacan cada uno de los crisoles de la mufla y posteriormente se pesa cada uno de ellos.

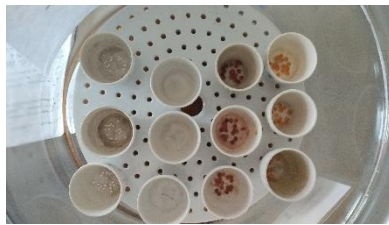


figura 11.perlitas de miel sacadas de la mufla.

Para poder determinar cenizas se usó la siguiente formula.

$$\text{Ceniza} = \left(\frac{\text{peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{Tamaño de la muestra.}} \right) \times 100$$

3.5. PH Y GRADOS BRIX.

Para poder determinar el PH se debe de disolver 10 gr de la muestra que en este caso es la miel liquida y los 3 tipos de perlitas ya elaborados (polen ,miel y alginato). Estas se disuelven en 75 ml de miel esto lo pondremos a mezclar con los 10 gr de muestra durante 30 minutos, y por último se mide el PH con un potenciómetro y miramos los resultados.



figura 12.potenciómetro medidor de PH.



figura 13. prueba tornasol indicador de PH

Después con esa misma mezcla ya preparada se coloca unas gotas sobre el lente del refractómetro es para poder determinar la cantidad de azúcares de cada uno de las perlitas que se realizaron.

3.6. ACIDEZ.

Esta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado (o analito) y el indicador. Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un indicador.

Para este proceso se utilizó 10 g de miel por 75 mililitros de agua el cual se pondrá en un vaso precipitado de 100 mililitros y posteriormente se pone en una placa de calentamiento a una temperatura de 50 °C esto es para poder disolver cada una de las perlitas de miel que se elaboraron y posteriormente se pone a agitar durante aproximadamente 30 minutos esto para poder homogeneizar las muestras.

Posteriormente con la ayuda de un papel filtro se procede a filtrar la muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 mililitros y posteriormente con la ayuda de una bureta de 100 mililitros se procede a tomar 50 mililitros de cada una de las muestras.

Con la ayuda de un soporte universal se coloca una bureta en donde se colocó agua purificada el cual nos ayudó a determinar la acidez de cada una de las perlitas, después se colocó dentro de un matraz Erlenmeyer de 250 mililitro los 50 mililitros de la muestra y con la ayuda de un agitador se procede a mezclar y homogeneizar las muestras y se procede a colocar 5 gotas de fenolftaleína, la cual esta nos sirvió de indicador, este proceso se realiza en cada una de las muestras por triplicado.

Este proceso se repite con cada una de las muestras ya mencionadas las cuales son la miel pura, capsula de miel y alginato, capsula de miel y propóleo y capsula de miel y polen.

3.7. AZUCARES REDUCTORES.

Titulación por Fehling A y B.

El reactivo de Fehling se utiliza para la detección de sustancias reductoras, particularmente azúcares reductores. Se basa en el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído que pasa a ácido reduciendo la sal cúprica de cobre (II), en medio alcalino, a óxido de cobre (I). Éste forma un precipitado de color rojo. Un aspecto importante de esta reacción es que la forma aldehído puede detectarse fácilmente, aunque exista en muy pequeña cantidad. Si un azúcar reduce el licor de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se dice que es un azúcar reductor.

Para poder determinar los azucars reductores primero empezamos pesando 5 g de cada una de las perlitas de miel después se diluye en 35 mililitros de agua y después se procede a filtrar la muestra con la ayuda de un papel filtro en un matraz Erlenmeyer de 250 mililitro de la muestra y se afora a 50 mililitros en un matraz balón.

En un matraz Erlenmeyer de 250 mililitro se coloca 40 mililitros de agua purificada y después se procede a agregarle 5 mililitro de Fehling A y Fehling B, a continuación se procede a colocar el matraz sobre una placa de calentamiento a una temperatura de 200 grados y con la ayuda de un agitados se procede a homogeneizar toda la solución y después se procede a agregarle 2 gotas de azul de metileno.

Una vez que alcance la temperatura máxima en una bureta graduada se coloca los 50 mililitros de la muestra aforada que este caso es la miel, capsula de miel y alginato, capsula de miel y propóleo y capsula de miel con polen.

Por último se identificaremos el cambio de color que sufre cada una de las muestras y se apuntara cada uno de los mililitros utilizados en el proceso de titulación la cual esta debe de cambiar a un color rojo el cual nos indicara que es un azúcar reductos.

CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS.

4.1.1. Humedad.

El control de humedad es esencial para evitar la proliferación de microorganismos indeseables en la conservación de alimentos en entornos de fabricación, evitando así el riesgo de contaminación del producto.

A continuación se muestra los resultados obtenidos a través de las siguientes tablas.

Crisol.	Peso del crisol	Peso de la muestra (miel).	Peso de crisol con la muestra	Perdida de humedad
1	33.3896 g	2.0089 g	35.0916 g	22.11 %
2	32.2397 g	2.0042 g	34.5420 g	21.20 %
3	28.8543 g	2.0003 g	29.5420 g	21.01 %

Tabla 5.resultados de la perdida de humedad de la miel.

Crisol.	Peso del crisol	Peso de la muestra (perlita de miel).	Peso de crisol con la muestra	Perdida de humedad
1	32.7272 g	2.0164 g	33.2262 g	24.46 %
2	31.7846 g	2.0175 g	32.2887 g	24.79 %
3	29.5054 g	2.0143 g	23.0077 g	24.70 %

Tabla 6.resultados de la perdida de humedad de la perlita de miel

Crisol.	Peso del crisol	Peso de la muestra (capsula miel y propóleo).	Peso de crisol con la muestra	Perdida de humedad

1	28.6573 g	2.0195 g	29.1982 g	27.21 %
2	27.1796 g	2.0009 g	27.7135 g	26.31 %
3	32.0621 g	2.0056 g	32.6005 g	26.50 %

Tabla 7.resultados de la perdida de humedad de la perlita de miel y propóleo.

Crisol.	Peso del crisol	Peso de la muestra (capsula miel y polen).	Peso de crisol con la muestra	Perdida de humedad
1	31.8342 g	2.0000 g	32.4678 g	31.27 %
2	31.9672 g	2.0116 g	32.9748 g	31.43 %
3	23.0707 g	2.0122 g	23.7142 g	31.58 %

Tabla 8.resultados de la perdida de humedad de la perlita de miel y polen.

4.1.2. ceniza.

Para la determinación de cenizas en las perlitas de miel se pueden encontrar ciertos compuestos nitrogenados, minerales, vitaminas, pigmentos y sustancias aromáticas contribuyen al contenido de cenizas de la miel. El contenido de cenizas de la miel promedia alrededor del 0,2122% de su peso, pero varía ampliamente desde el 0,02 hasta más del 1,0% .

A continuación se muestra los resultados obtenidos a través de las siguientes tablas.

Crisol	Peso del crisol	Peso de la muestra (miel)	Peso del crisol con la muestra.	Peso del crisol con la ceniza	resultado de la ceniza
1	33.3896 g	2.0089 g	35.0916 g	33.3898 g	0.0099
2	32.2397 g	2.0042 g	34.5420 g	32.8544 g	0.0049
3	28.8543 g	2.0003 g	29.5420 g	28.2402 g	0.0249

Tabla 9.Resultados de cenizas de la miel.

Crisol	Peso del crisol	Peso de la muestra (capsula miel)	Peso del crisol con la muestra.	Peso del crisol con la ceniza	resultado de la ceniza
1	32.7272 g	2.0164 g	33.2262 g	32.7328 g	0.2777
2	31.7846 g	2.0175 g	32.2887 g	21.2402 g	0.1933
3	29.5054 g	2.0143 g	23.0077 g	29.5100 g	0.2283

Tabla 10.Resultados de cenizas de la perlita de miel.

Crisol	Peso del	Peso de la	Peso del crisol	Peso del	resultado de
--------	----------	------------	-----------------	----------	--------------

	crisol	muestra (capsula miel y propóleo)	con la muestra.	crisol con la ceniza	la ceniza
1	28.6573 g	2.0195 g	29.1982 g	28.6485 g	0.4357
2	27.1796 g	2.0009 g	27.7135 g	27.1870 g	0.3698
3	32.0621 g	2.0056 g	32.6005 g	32.0689 g	0.3390

Tabla 11.Resultados de cenizas de la perlita de miel y propóleo.

Crisol	Peso del crisol	Peso de la muestra (capsula miel y polen)	Peso del crisol con la muestra.	Peso del crisol con la ceniza	resultado de la ceniza
1	31.8342 g	2.0000 g	32.4678 g	31.8423 g	0.4050
2	31.9672 g	2.0116 g	32.9748 g	31.9748 g	0.3778
3	23.0707 g	2.0122 g	23.7142 g	23.0787 g	0.3975

Tabla 12.Resultados de cenizas de la perlita de miel y polen.

4.1.3. PH y grados brix.

En relación al pH, los valores normales de la miel oscilan entre 3,2 y 4,5, de tal manera que esta acidez natural permite inhibir el crecimiento de microorganismo y conservar la miel (da Silva et al., 2014).en esta parte podemos observar que el PH no está lejos de los resultados según el autor silva nos menciona.

A continuación se muestra la siguiente tabla:

PERLITAS.	TIEMPO EN DISOLVER.	PH.	GRADOS BRIX.
Miel	20 minutos	3.90 T= 19. 1 °C	49 % RI 1.34701
Capsula de miel y alginato.	20 minutos	4.30 T= 18.7 °C	45 % RI B1.33998
Capsula de miel y propóleo.	20 minutos	4.53 T= 18.8 °C	39 % RI 1.33865
Capsula de miel y polen.	20 minutos	4.61 T= 18.1 °C	36 % RI 33858

Tabla 13. resultados obtenidos del PH y grados brix.

4.1.4. Acidez.

La determinación de la acidez desempeña un papel vital cuando se debe asegurar que los productos de consumo cumplen con los requisitos relacionados con atributos como el aspecto, la textura, el sabor y el contenido nutricional.

Posteriormente se observan los resultados obtenidos a través de la siguiente tabla.

Muestra.	Mililitros de agua utilizados	Peso de la muestra.	Acidez.
Agua y miel	4 mil	10.0021 g	0.1127
Alginato y miel	1.5 mil	10.0034 g	0.0422
Miel y propóleo	1.3 mil	10.0160 g	0.0366
Miel polen	2.2 mil	10.0006 g	0.0620

Tabla 14.Resultados obtenidos de la primera muestra.

Muestra.	Mililitros de agua utilizados	Peso de la muestra.	Acidez.
Agua y miel	4 mil	10.0034 g	0.1127
Alginato y miel	1.5 mil	10.0072 g	0.0422
Miel y propóleo	1.3 mil	10.0097 g	0.0366
Miel polen	2.2 mil	10.0024 g	0.0620

Tabla 15.Resultados obtenidos de la segunda muestra.

Muestra.	Mililitros de agua utilizados	Peso de la muestra.	Acidez.
Agua y miel	4 mil	10.0052 g	0.1127
Alginato y miel	1.5 mil	10.0091 g	0.0422

Miel y propóleo	1.3 mil	10.0122 g	0.0366
Miel polen	2.2 mil	10.0032 g	0.0620

Tabla 16.Resultados obtenidos de la tercera muestra.

Los valores normales de la miel oscilan entre 0.1127 y 0.0620 como se observa en las tablas

,en cada una de las perlitas que se procedieron a examinar, de tal manera que esta acidez natural permite inhibir el crecimiento de microorganismo y conservar las perlitas de miel. La acidez informa sobre el contenido en ácidos orgánicos del producto. Los ácidos presentes en la miel son: ácido acético, ácido fórmico, ácido butírico, ácido cítrico, ácido málico, ácido oxálico.

4.1.5. Azúcares reductores.

A continuación en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en la titulación ya que cada uno se realizó por triplicado.

Perlitas	Mililitro de solución de la miel.
Miel	16.3 %
Miel y alginato	32.5 %
Miel y polen	47.5 %
Miel y propóleo	30 %

Tabla 17.Resultados obtenido de los azúcares reductores en la miel.

Se utiliza como reactivo para la determinación de azúcares reductores en las perlitas de la miel. Este proceso nos ayudó a demostrar la presencia de glucosa, así como para detectar derivados de ésta tales como la sacarosa o la fructosa la cual se puede observar en cada una de las muestras ya que al haber glucosa esta se tiñe de un color rojizo tal como se aprecia en la figura () .



figura 14. Titulación de las perlitas de miel por Fehling A Y B.

4.2. CONCENTRACIÓN DE RESULTADOS TOTALES DEL ENCAPSULADO.

Muestra	Humedad %	Ceniza %	PH	Grados brix	Acidez (g/100g)	Azucares reductores
Miel	22.3	0.01	3.90	49	2.4	16.3 %
Perlita de miel.	24.6	0.2	4.30	45	0.9	32.5 %
Perlita de miel y propóleo.	26.6	0.3	4.53	39	0.7	47.5 %
Perlita de miel y polen	31.4	0.3	4.61	36	1.3	30 %

Tabla 18. Concentración de resultados totales del encapsulado.

4.2.1. Humedad.

La medida de la humedad, la conductividad eléctrica y el color de las mieles es una herramienta sencilla que permite a los apicultores que envasan su miel controlar los parámetros mínimos para evaluar su periodo de conservación y determinados orígenes botánicos.

El momento de recolección de la miel se produce cuando las abejas han terminado el proceso de deshidratación y transformación del néctar en miel. Cuando las abejas depositan el néctar en las celdillas, contiene un 80% de humedad. Cuando recolectamos la miel, la humedad debe estar por debajo del 18% la cual como podemos observar en la tabla nuestras capsulas cumplen con los límites marcados.

Existe una norma que se encarga de controlar los índices de humedad en la miel la cual es la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SAG/GAN-2018, PRODUCCIÓN DE MIEL Y ESPECIFICACIONES a presente Norma Oficial Mexicana establece las características generales para la producción de miel que propicien el cuidado de las abejas melíferas y su correcto desarrollo, así como, las especificaciones que la miel debe cumplir para su comercialización, ya sea para consumo directo y/o procesamiento; a fin de coadyuvar en el desarrollo de la apicultura nacional y la competitividad de la cadena de la miel.

4.2.2. Ceniza.

Como se puede observar en la siguiente tabla () se observa una ligera diferencia en cuanto a determinación de ceniza y es que la miel tiene ciertos compuestos nitrogenados, minerales, vitaminas, pigmentos y sustancias aromáticas contribuyen al contenido de cenizas de la miel. El contenido de cenizas de la miel es en promedio de 0,2122% de su peso, pero varía ampliamente desde 0,02 hasta más de 1,0%.

4.2.3. PH.

En relación al pH, los valores normales de la miel oscilan entre 3,2 y 4,5, de tal manera que esta acidez natural permite inhibir el crecimiento de microorganismo y conservar la miel como podemos observar el PH de cada una de las capsulas no rebasa los límites como se observa en la tabla () ya que la Norma Oficial Mexicana 004 (NOM-004 SAG/GAN-2018) determina los límites de PH que debe de tener un producto elaborado a base de la miel que en este caso son las capsulas de miel, polen y alginato.

4.2.4. Grados brix.

La medición de grados Brix en cápsulas de miel, que representa el porcentaje de sólidos solubles (principalmente azúcares) en la solución, es un indicador

importante de la calidad y concentración de la miel. Un valor alto de grados Brix, típicamente entre 70 y 88, indica un contenido de humedad bajo y una mayor concentración de azúcares, lo que es deseable para la estabilidad y conservación de las capsulas de miel.

4.2.5. Azucres reductores.

La solución de Fehling es una solución alcalina de color azul intenso que se utiliza para identificar la presencia de aldehídos o grupos que contengan cualquier grupo funcional aldehído $-CHO$, y además con el reactivo de Tollen para diferenciar entre azúcares reductores y no reductores. La solución de Fehling también se utiliza para diferenciar un grupo cetona y carbohidratos solubles en agua.

El reactivo de Fehling se utiliza en la descomposición del almidón, donde se transforma en jarabe de glucosa y maltodextrinas (un polisacárido utilizado como aditivo alimentario). Esto se hace para medir la cantidad de azúcar reducida, EN ESTE CASO COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA FIGURA (14) CADA UNA DE LAS MUESTRAS CAMBIARON.

CAPITULO 5

5.1. Conclusiones.

Al termino de este trabajo podemos mencionar con los objetivos propuestos y datos obtenidos las siguientes conclusiones:

- El contenido de humedad, nos indica el grado de pureza y su clasificación según lo establecido en las normas oficiales mexicanas, este parámetro es importante para la estabilidad microbiológica del producto elaborado durante su almacenamiento ya que a mayor contenido de humedad se tiene riesgo de fermentación. El contenido de humedad que se obtuvo en las capsulas de miel fue de 22.3 % contra el 20% que es lo máximo que exige la norma.
- Los valores obtenidos de humedad indican que las mieles estudiadas corresponden a un producto estable y de bajo riesgo sanitario, e indican que el momento de su extracción y de madurez son adecuados. Las mieles que se produce en el estado de campeche y Mérida presentan los valores más bajo de humedad con respecto a otras regiones del país, esta es una característica muy beneficiosa para la elaboración de las capsulas de miel ya que ayuda mucho a la conservación del producto y además puede ser utilizada en la mezcla con otras mieles de alto contenido de humedad.

- Este pH bajo es importante para la estabilidad y conservación de la miel, ya que inhibe el crecimiento de microorganismos. La acidez de la miel se debe principalmente a los ácidos orgánicos como el ácido glucónico, que se forma a partir de la glucosa por la acción de la enzima glucosa oxidasa, añadida por las abejas.
- La medición de grados Brix en cápsulas de miel, que representa el porcentaje de sólidos solubles (principalmente azúcares) en la solución, es un indicador importante de la calidad y concentración de la miel. Un valor alto de grados Brix, típicamente entre 70 y 88, indica un contenido de humedad bajo y una mayor concentración de azúcares, lo que es deseable para la estabilidad y conservación de las capsulas de miel.
- La prueba de Fehling se utiliza como prueba general para determinar monosacáridos y otros azúcares reductores. En el caso de los monosacáridos de aldosa, el resultado de la prueba es positivo, debido principalmente al grupo aldehído oxidable. También obtenemos un resultado positivo para los monosacáridos de cetosa, ya que la base del reactivo los convierte en aldosas.

5.2. Recomendaciones.

Entre las recomendaciones que se puede realizar al finalizar este trabajo estan las siguientes.

- Es necesario realizar mas estudios en relacion al contenido de proteina y beneficios de la miel.
- Hay que tener ciertos parametros de cuidado como el contenido humedad en la realacion de productos originarios con la miel , pues su valores son alto y esto hace que prebalesca riesgos de la presencal de algunos microorganismos y algunos compuestos quimicos que se usan para la eliminacion de malesas (ervisidas).
- Podemos recomendar que hay que realziar mas productos donde se emplee la miel,polen y alginato por completo y sustentar su importancia en la industria de los alimentos.

5.3. REFERENCIAS.

Definición e historia | Asemiel. (s. f.). <http://www.asemiel.org/la-miel-y-los-productos-apicolas/>

Díaz-Forestier J, Gómez M, Montenegro G (2008) Secreción de néctar de quillay. Una herramienta para una apicultura sustentable. *Agronomía y Forestal* 35: 27-29.

Erdtman G (1960) The acetholysis method: a revised description. *Sven Bot Tidskr* 54: 341-350.

Díaz-Forestier J, Gómez M, Montenegro G (2008) Secreción de néctar de quillay. Una herramienta para una apicultura sustentable. *Agronomía y Forestal* 35: 27-29.

Ortiz, J. L. P. (2024, 1 febrero). ¿Qué es la miel? — Aguas Abiertas Yucatán. Aguas Abiertas Yucatán. <https://www.aguasabiertasyucatan.com/blog/beneficiosdelamiel>.

Taberly, O., Y Monteiro, E. (1961). Influence de la teneur eau du miel. *Bull. Apicole*, 4,21

Anónimo, (1984). Programa Conjunto FAO-OMS sobre normas alimentarias, Comisión de Codex Alimentarius/Norma Regional Europea Recomendada para la miel.

Codex Alimentarius Commission (2001). Revised Codex Standard for Honey. Codex Stan 12-1981, Rev. 1(1987), Rev. 2 (2001).

DOF. (2007, 01 16). Alimentos miel especificaciones y metodos de prueba. Retrieved 12 08, 2023, from Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=4960213

Codex Alimentarius. (2001). Codex standard 12 Revised Codex Standards for Honey. Standard and Standard methods. 11. (<http://www.codexalimentarius.org>).

Drusch, S. and Schwarz, K. (2006). Microencapsulation properties of two different types of n-octenylsuccinate-derivatised starch. *Eur. Food Res. Technol.*, 222, 155-164.

Frias, I.; Hardison, A. (1992). Estudio de los parametros analiticos de interes en la miel: humedad, acidez e indice de formol, hidroximetilfurfural e indice de diastasas. Alimentaria. (232), 71-74

Gheldof N., Wang X-H and Engeseth, N. J. (2002). Identification and Quantification of Antioxidant Components of Honeys from Various Floral Sources. Agric. Food Chem. SO, 5870-5877.

Merck 2015. Norma Técnica de Sacarosa No.1.16141.0001. Consultado en: [http://www.merckmillipore.com/MX/es/product/Sucrose%28Saccharose%29.Test,MDA_CHEM116141?](http://www.merckmillipore.com/MX/es/product/Sucrose%28Saccharose%29.Test,MDA_CHEM116141?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com.mx%2F#anchor_TI)

Vit P, Carvalho C, Enríquez E, González I, Moreno E, Roubik D, Souza B, Villas-Boas J. 2007. Descripción sensorial de mieles de abejas sin aguijón de Argentina, Australia, Brasil, Guatemala y Venezuela. pp. 102– 117. In: Vit P, ed. Cría de Abejas sin Aguijón y Valorización sensorial de sus Mieles. APIBA-FFBDIGECEX-ULA; Mérida, Venezuela. 146 pp.

DOF. (2020, 04 29). Producción de miel y especificaciones. Retrieved 12 08, 2023, from Diario Oficial de la Federación Web side.: <https://sidof.segob.gob.mx/notas/5592435>