

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DESARROLLAR UN PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTÁNDAR, PARA LA
CUANTIFICACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES EN MIEL DE ABEJA

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

ELLIOT JOSUÉ GÓMEZ VANEGAS

BRAYAN LEONARDO GONZÁLEZ SALAZAR

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN QUÍMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE 2024

SAN SALVADOR, EL SALVADOR CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

MAESTRA DALILA GUADALUPE ANAYA RODRIGUEZ

MAESTRO WALTER EDWIN RECINOS RIVERA

TUTOR

MAESTRO LUIS DAVID ALONZO HERNÁNDEZ.

AGRADECIMIENTOS

En este momento trascendental de mi camino académico, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios padre, Fuente de toda sabiduría y guía en mi vida. Sin tu divina inspiración y protección, no habría sido posible culminar este arduo proceso de investigación y redacción de este trabajo de investigación. Tu amor incondicional y tu constante presencia me han fortalecido en los momentos de desafío y han llenado de significado cada paso que he dado. Agradezco humildemente por tu infinita bondad y por bendecirme con la capacidad de aprender y crecer.

A nuestra alma mater Universidad de El Salvador por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional y a los docentes de la Facultad de Química y Farmacia que formaron parte de nuestro aprendizaje durante proceso de nuestra carrera por concedernos la oportunidad de tener una formación profesional.

A todas las personas que han colocado su granito de arena en este largo camino y no has acompañado en diferentes etapas de nuestra vida y que han contribuido en nuestro crecimiento.

Brayan L. González.

DEDICATORIA

A Dios Padre, mi guía y luz en cada paso de este camino. Gracias, Señor, por tu infinita misericordia, por tu amor incondicional y por tu constante presencia en mi vida. En los momentos de alegría y en los de dificultad, has sido mi refugio y mi fortaleza.

Agradezco profundamente tus bendiciones, que me han permitido avanzar y superar los desafíos. Sin tu sabiduría y tu gracia, este logro no habría sido posible. Gracias por darme la fuerza para perseverar, por iluminar mi mente y mi espíritu, y por otorgarme la paz necesaria para enfrentar cada reto con esperanza y determinación.

Gracias, Dios Padre, por rodearme de personas maravillosas que han sido tus instrumentos en mi vida.

A mis padres, Rodolfo González y Lucía Salazar, por su amor incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por ser mi inspiración constante y mi apoyo en todo momento.

A mis profesores y mentores, quienes con su guía y conocimiento han contribuido significativamente a mi formación académica y profesional. Su dedicación y compromiso han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A mis amigos, por su compañía, comprensión y ánimo durante los momentos difíciles. Gracias por estar siempre ahí para compartir tanto las alegrías como los retos.

Brayan L. González.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
CAPÍTULO I	
1.0 INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II	
2.0 OBJETIVOS	14
CAPÍTULO III	
3.0 MARCO TEÓRICO	16
3.1 Miel _____	16
3.2 Clasificación de la miel _____	17
3.2.1 Por su origen botánico _____	17
3.2.2 Según procedimiento de cosecha _____	17
3.2.3 Según forma de producción _____	17
3.2.4 Según su destino _____	17
3.2.5 Según su proceso _____	17
3.3 Las abejas _____	18
3.4 Propiedades físico-químicas de la miel _____	19
3.4.1 Composición química de la miel _____	19
3.4.2 Propiedades físicas de la miel _____	21
3.5 Proceso de la elaboración de la miel _____	24
3.6 Consumo y uso de la miel _____	25
3.7 Calidad de la miel _____	26
3.8 Estándar para la miel según <i>Codex Alimentarius</i> _____	27
3.9 Contexto mundial de la miel _____	27
3.10 Contexto regional de la miel _____	28
3.11 Contexto de la miel en El salvador _____	28
3.12 Azúcares reductores _____	29
3.12.1 Determinación de azúcares reductores _____	29
3.13 La norma salvadoreña para miel de abeja (NSO 67.19.01:08) _____	30
3.14 Valoraciones volumétricas _____	30

3.15 Aspectos generales utilizados en las valoraciones volumétricas _____	30
3.16 Tipos de valoraciones en análisis volumétrico _____	31
3.17 El método de Fehling _____	32
CAPÍTULO IV	
4.0 PRODUCTO FINAL	34
CAPÍTULO V	
5.0 CONCLUSIONES	46
CAPÍTULO VI	
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Casta de la abeja <i>Apis mellifera</i>	18
2	Existencia de colmena por continente	28
3	Producción de miel de los diferentes países de Centro América	28
4	Producción de miel por botellas en los diferentes departamentos de El salvador	29
5	Reacción de Fehling	32

INDICE DE TABLAS

TABLA N°		Pág. N°
1	Principales constituyentes de los azúcares de la miel	20
2	Composición química media de la miel de abeja	23
3	Factores de la calidad establecidos por <i>Codex Alimentarius</i>	27

RESUMEN

La investigación se centra en diseñar un procedimiento de operación estándar (POE) para medir de manera precisa los azúcares reductores en la miel de abeja, como la glucosa y la fructosa, los cuales son determinantes para evaluar su calidad, autenticidad y cumplimiento de normativas.

El objetivo principal fue establecer una metodología accesible y confiable, que permita evaluar la calidad de la miel de abeja comercializada en El Salvador, por medio de la cuantificación precisa de azúcares reductores y su comparación con los niveles establecidos por el *Codex Alimentarius* (mayor o igual al 60%) un parámetro crucial para determinar la calidad y autenticidad de este producto.

En el procedimiento de operación estándar que es nuestro producto final, se incluyen elementos de optimización del método como la estandarización del título de Fehling, según el método normalizado de la Farmacopea de los Estados Unidos de América (USP – NF, 2024), ya que al final del proceso, se espera que la aplicación del POE contribuya a mejorar la trazabilidad y transparencia en la cadena de producción y comercialización de la miel de abeja en El Salvador.

En la investigación, también se describen los fundamentos teóricos del comportamiento químico de los azúcares reductores, así como la aplicación del método volumétrico de óxido-reducción utilizando el reactivo de Fehling. También se detallan los cálculos requeridos para obtener resultados precisos y se discute la importancia de verificar la conformidad del producto con las normativas internacionales. El producto final ofrece una herramienta de beneficio tanto para la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador como para productores, distribuidores y consumidores, pues su aplicación permitirá verificar que la miel de abeja cumpla con estándares de calidad y seguridad alimentaria.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

La miel de abeja es un producto natural de gran importancia tanto en la industria alimentaria como en la medicina tradicional debido a sus propiedades nutricionales y terapéuticas. Uno de los parámetros más relevantes para evaluar la calidad de la miel es la concentración de azúcares reductores, principalmente glucosa y fructosa, que constituyen el mayor porcentaje de los componentes azucarados de la miel. La correcta cuantificación de estos azúcares es fundamental para asegurar el cumplimiento de normativas de calidad, así como para determinar la autenticidad y pureza del producto.

A lo largo del estudio bibliográfico de esta investigación, no se ha encontrado análisis previos para determinación de azúcares reductores en miel de abeja y su determinación es de suma importancia ya que, por ser un alimento de origen natural, es muy consumido por la población salvadoreña.

El desarrollo de un Procedimiento de Operación Estándar (POE) para la cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja es esencial para garantizar la reproducibilidad, precisión y exactitud de los resultados analíticos. Un POE bien definido proporciona un marco sistemático que permite la implementación de técnicas analíticas confiables, optimizando el control de calidad en la producción y comercialización de la miel.

En este contexto, la presente investigación se enfoca en el diseño de un POE que permita cuantificar de manera eficaz los azúcares reductores en miel de abeja, siguiendo estándares internacionales y utilizando métodos analíticos reconocidos. Este procedimiento contribuirá a la estandarización de las prácticas analíticas en laboratorios y facilitará la obtención de resultados consistentes y comparables, fortaleciendo así la confianza en la calidad del producto tanto en el mercado local como en el internacional.

Para esto se desarrollará un procedimiento de operación estándar en un método analítico clásico (análisis volumétrico), mediante investigación bibliográfica y contraste con normativas internacionales (*Codex Alimentarius*), en la facultada de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, en el periodo comprendido entre septiembre del 2023 y octubre 2024.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Desarrollar un procedimiento de operación estándar, para la cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja.

2.2 Objetivo Específicos:

2.2.1 Revisar la composición química teórica típica de la miel de abeja.

2.2.2 Desarrollar un Procedimiento de Operación Estándar (POE) la cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja, utilizando el método de Lane y Eynon, basado en el método oficial AOAC 920.183

2.2.3 Establecer un procedimiento de operación detallado para la cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja, basado en las metodologías seleccionada.

2.2.4 Definir los límites de aceptación para el contenido de azúcares reductores en la miel de abeja, conforme a las normas establecidas por *Codex Alimentarius*, para asegurar su cumplimiento y autenticidad según los estándares internacionales de calidad.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 MIEL

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis Mellifera* o por diferentes subespecies, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales. El desarrollo de las sociedades humanas se ha sustentado en el aprovechamiento de los recursos naturales como el caso de la miel, la cual se produjo mucho antes de la aparición del hombre en la tierra.

Aunque la historia de la apicultura tiene sus raíces en los primeros asentamientos humanos, existen evidencias arqueológicas de que la miel bien pudo utilizarse como alimento desde el periodo Mesolítico, esto es 7000 años a.C. También se sabe que la primera referencia escrita para la miel es una tablilla sumeriana, fechada entre 2100-2000 a.C; dicha tablilla también menciona el uso de la miel como droga y como ungüento. Por ello se afirma ha sido usada con propósitos médicos y nutricionales. Se estima que la miel es la medicina más antigua conocida y que en muchas razas fue prescrita por médicos para una variedad de enfermedades.

Los antiguos egipcios, asirios, chinos y romanos usaron la miel en combinación otras hierbas para tratar heridas y enfermedades del intestino. En la Grecia antigua, Aristóteles afirmaba que la miel podría aplicarse como un como ungüento para las heridas y el dolor de ojos. Dioscórides alrededor del año 50 d.C. recomendaba a la miel para el tratamiento de quemaduras de sol, manchas en la cara todas las pudrientas y huecas úlceras.¹

Según *Codex alimentarius*; Se entiende por miel 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 las plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas 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. La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares, predominante fructosa y glucosa además sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección.²

3.2 CLASIFICACIÓN DE LA MIEL

3.2.1 Por su origen botánico

- a) Miel de flores: Es la obtenida principalmente de los néctares de las flores y se distinguen:
 - Mieles monoflorales o uniflorales.
 - Mieles multiflorales, poliflorales o mil florales.
- b) Miel de miclato: Obtenida primordialmente a partir de secreciones de las partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que se encuentran en ellas.

3.2.2 Según procedimiento de cosecha.

- a) Miel escurrida: obtenida por escurrimiento de los panales desoperculados, sin larvas.
- b) Miel en panales: almacenada por las abejas en celdas operculadas de panales, construidos por ellas mismas que no contengan larvas y comercializada en panal entero o secciones.
- c) Miel con trozos de panal: contiene uno o más trozos de panales con miel, exentos de larvas.
- d) Miel cristalizada o granulada: la que experimentado un proceso de solidificación como consecuencia de la cristalización de la glucosa que puede ser natural o inducido.
- e) Miel cremosa o cremada: la que tiene una estructura cristalina fina y que puede haber sido sometida a un proceso físico que la confiera la estructura.

3.2.3 Según forma de producción.

- a) Miel convencional: Obtenida por métodos tradicionales de producción.
- b) Miel orgánica/ ecológica; la que, en su fase de producción y procesamiento, cumple los requisitos de certificación para esta denominación.

3.2.4 Según su destino

- a) Miel para consumo directo.
- b) Miel para utilización en la industria (miel para uso industrial).

3.2.4 Según su proceso.

- a) Miel procesada: Es aquella que para su comercialización ha sido sometida a un proceso de acondicionamiento que podría incluir homogeneización, filtración, fraccionamiento mecánico de cristales o tratamiento térmico.
- b) Miel no procesada es la que para su comercialización no ha sido sometida a procesos de acondicionamiento.³

3.3 LAS ABEJAS

Son insectos del orden los Himenópteros, pertenecientes al género APIS y especie MELLIFERA. Las abejas viven en grandes sociedades llamadas colonias perfectamente organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo su edad y desarrollo. En la apicultura la colonia es introducida en una caja construida por el hombre llamada colmena, ello permite criar las abejas de manera racional para beneficio económico del hombre.

-La reina: Es directamente responsable de la marcha de toda colmena.

-Los zánganos: Son los encargados de la fecundación.

-Las obreras: Ellas son las encargadas de efectuar todos los trabajos dentro y fuera de la colmena, los cuales realizan de acuerdo a la edad y al desarrollo glandular.



FIGURA N°1. Casta de la abeja *Apis mellifera*.

a) Obrera b) Reyna c) Zángano.

Fuente: Mike Bentley, University Florida/Institute of food and Agricultural Sciences (UF/IFAS)²³

La abeja obrera reparte sus responsabilidades a lo largo de su vida:

Tareas internas:

- Del 2° al 3° día limpia los panales de la colmena, dando calor a los huevos y larvas.
- Del 4° al 12° día prepara y cuida de la alimentación de las larvas (por este motivo y a esta edad son llamadas abejas nodrizas). También produce jalea real.
- Del 13° al 18° día en este período produce cera y constituye los panales. También están capacitadas de ser la necesaria la crianza de una nueva reina a través de la construcción de la celda real, llamada “cacahuete” por su forma.

Tareas externas:

- Del 19° al 20° día defiende la colonia apostándose a la entrada de la colmena, no permitiendo la entrada de insectos extraños o abejas de otras colonias.
- Del 21° al 38°/42° día recolectan en el campo néctar, polen, agua y propóleos para cubrir las necesidades de la colonia.⁴

3.4 PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LA MIEL

La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares, predominante fructosa y glucosa además de otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas de la recolección. No debe contener aditivos, sustancias inorgánicas u orgánicas extrañas a su composición, no puede denominarse miel a aquel producto que no proviene directamente de las abejas. Las características organolépticas y fisicoquímicas de miel están muy asociadas con su origen geográfico y botánico.⁵

3.4.1 Composición química de la miel.

La composición química de la miel permite evaluar su calidad con base en su contenido de agua, azúcares, acidez, cenizas, enzimas, nitrógeno, hidroximetilfurfural y sustancias insolubles. A continuación, se analiza la contribución de estos parámetros en la calidad de la miel.

- **Humedad.**

El contenido de agua de las mieles es una de las características más importantes porque determina su grado de conservación. La humedad de la miel puede aumentar durante su extracción y almacenamiento debido a sus propiedades higroscópicas. Este factor debe tomarse en cuenta en el almacenamiento; cuando el producto es almacenado a temperaturas bajas y un ambiente húmedo, absorbe humedad y se diluye, lo cual provoca su fermentación. En caso contrario, cuando se almacena en un ambiente con poca humedad, la miel pierde agua, de modo que su cuerpo se vuelve más espeso.

- **Azúcares.**

Los azúcares constituyen prácticamente 80% del peso seco de cualquier miel y por ello determinan altamente muchas de sus características como higroscopicidad, viscosidad y baja Aw.⁶

Dentro de los principales azúcares son los monosacáridos fructuosa y glucosa. Estos azúcares simples representan 85% de sus sólidos, ya que la miel es esencialmente una solución altamente concentrada en azúcares en agua otros sólidos de la miel incluyen al menos 25 azúcares complejos, pero algunos de ellos están presentes en niveles muy bajos y todos están formados por la unión de la fructosa y glucosa en diferentes combinaciones. ¹

TABLA N°1. Principales constituyentes de los azúcares de la miel.¹

Monosacáridos	Disacáridos.	Trisacáridos	Sacáridos complejos
Fructosa	Gentibiosa	Centosa	Isomaltopentosa
Glucosa	Isomaltosa	Eriosa	Isomaltotraosa
	Maltosa	Isomaltotriosa	
	Maltulosa	Isopanosa	
	Nigerosa	Laminaritriosa	
	Palatinosa	Maltotriosa	
	Sacarosa	Melezitosa	
	Turalosa	Panosa	

- **Acidez.**

Suele ser más elevada en mieles fermentadas, la acidez libre no debe superar los 40 miliequivalentes por kilogramo. Los valores promedio de pH normales para una miel se encuentran comprendidos entre 3.0 y 4.5 debido a la presencia de ácidos orgánicos.

- **Cenizas.**

Expresa el contenido de sales minerales y suele ser proporcional al tono de la miel, mieles más oscuras poseen un mayor contenido de minerales viceversa.

- **Enzimas.**

Las mieles son ricas en enzimas. Una de las enzimas de mayor interés en la miel es la diastasa que tiene la facultad de escindir el almidón en glucosa, es muy termolábil y las técnicas analíticas para determinarla son muy sencillas, por lo que su ausencia indica calentamiento y/o envejecimiento de la miel.

- **Nitrógeno.**

El contenido de compuestos nitrogenados como proteínas y aminoácidos en la miel es muy bajo y se asocia con la presencia de granos de polen, por lo que su detección se ha utilizado como indicador para detectar adulteraciones en mieles comerciales.

- **Hidroximetilfurfural (HMF)**

Es un compuesto que se forma por descomposición de la fructosa ante la existencia de ácidos, su presencia en la miel puede aumentar por exposición de ésta a las altas temperaturas, por lo que se utiliza como indicador de calentamiento y envejecimiento de la miel.⁶

3.4.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MIEL.

La viscosidad y el color de la miel son características físicas más estudiadas.

- **Color.**

Es una propiedad óptica de la miel que resulta de los diversos grados de absorción de luz de ciertos pigmentos y otras sustancias desconocidas que se encuentran en la miel. Se ha observado que las mieles viejas se oscurecen y las cristalizadas se aclaran.

- **Cristalización.**

Es un estado natural de las mieles que se presentan cuando los azúcares de la miel que se encuentren en exceso son liberados en forma de cristales, en algunos casos este proceso depende no solo del origen floral, sino también de las condiciones de procesamiento y almacenamiento.

- **Índice de refracción.**

Permite determinar de manera rápida y precisa la humedad de la miel; en el caso de las mieles, el contenido de agua está en función inversa su índice de refracción.

- **Viscosidad.**

La miel en estado líquido suele ser muy viscosa, esta propiedad depende de su composición química, contenido de agua y temperatura. Una baja viscosidad en la miel puede ser un indicador de adulteración por adición de agua.

- **Densidad.**

La densidad de la miel debe estar comprendida entre 1.39 y 1.44 kg/L.

- **Conductividad eléctrica.**

Depende del contenido de sales y sirve para diferenciar la miel de néctar de la miel de mielada que es más rica en sales. A mayor conductividad eléctrica, mayor cantidad de sales.

- **Rotación óptica.**

Este parámetro también se utiliza para diferenciar la miel de néctar (Suele ser levógira) de la miel de mielada (suele ser dextrógira).

- **Higroscopicidad.**

Se relaciona con la humedad.

- **Indicadores de calidad de la miel de abejas.**

Existe un factor muy importante que ejerce su influencia en la calidad de la miel de abejas; y es aquel que deriva de la actuación acertada o no del apicultor durante la manipulación de ésta. La higiene, la manera de extraerla, la filtración y la maduración de la miel contribuyen para obtener un producto límpido y traslúcido, brillante, sin aromas ni sabores extraños, de gran valor nutritivo y con buenas propiedades de conservación.

Un producto sobrecalentado en cambio, recogido en sitios inadecuados, con impurezas de cualquier índole, cosechando antes de que haya concluido su proceso natural de fermentación y deshidratación, debe dar como resultado una miel de calidad inferior. Para establecer la calidad de la miel de abejas el analista puede valerse del estudio características químicas y físicas del producto.⁶

TABLA N°2. Composición química media de la miel de abeja. ⁷

Carbohidratos (Azúcares)	Ácidos (0.3%)	Proteínas y aminoácidos	Vitaminas	Enzimas	Sales minerales (0.1 a 1.5%) y oligoelementos	otros
<p>Azúcares reductores 70%.</p> <p>-Glucosa. -Levulosa.</p> <p>Azúcares no reductores 5%-10%</p> <p>-Sacarosa. -Maltosa. -Isomaltosa. -Erlasa.</p> <p>-Melecitosa. -Kojibiosa. -Rafinosa. -Dextrantiosa.</p>	<p>Ac. Glucónico Ac. Succínico Ac. Málico Ac. Oxálico</p> <p>-Glutámico -Piroglutámico -Cítrico -glucónico</p> <p>Ácido fórmico (10% acidez total)</p> <p>Ac. butírico -caprico -caproico -valérico</p>	<p>Materias albuminoides</p> <p>Materias nitrogenadas</p> <p>Trazas de: Tripsina Leucina Histidina Alanina Glicina Metionina Ac. aspártico</p>	<p>Trazas de: Tiamina- Vit. B₁ Riboflavina-Vit.B₂ Piroxidina-Vit.B₆ Biotina-Vit.B₈</p> <p>Ác. Ascórbico-Vit.C Ác. Pantoténico-Vit.B₅ Ác. Fólico- Vit. B₉ Nicotínico- Vit.B₃ Nicotinamida-Vit.PP</p>	<p>Amilasa α y β. Invertasa (Gluco-invertasa)</p> <p>Trazas de: Catalasa Enzimas Acidificantes Glucosa Oxidasa Fosfatasa</p>	<p>Calcio Magnesio Potasio Sodio</p> <p>Hierro Cobre Cobalto Cromo Manganeso Boro Fósforo Silicio Níquel Bario Cesio Oro Plata</p>	<p>Aromas Metilantranilato Formaldehido Alcoholes Ésteres volátiles Acetilcolina Pigmentos Fenoles Coloides Factores antibióticos Ácidos grasos HMF (Hidroximetil-furfural) Otros elementos polen</p>

3.5 PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LA MIEL.

- Extracción del néctar de las flores.

El proceso de elaboración de la miel, comienza con la recolección del néctar de las flores. En este paso, las abejas obreras adultas, es decir, con al menos 21 días, sobrevuelan las flores para extraer el néctar. Para ello, las abejas chupan las flores con sus largas lenguas. No todas las flores son aptas para la elaboración de miel. Las abejas solo extraen el polen de determinadas flores.

-Las abejas depositan el néctar en sus colmenas.

Una vez extraído el néctar de las flores, el proceso de elaboración de la miel, continúa cuando las abejas ingieren el néctar y lo almacenan en su abdomen, denominado “buche melario”. Una vez ingerido, las abejas modifican el pH de la miel al combinarlo con unas enzimas. Posteriormente, las abejas vuelven a la colmena, donde el proceso de elaboración de la miel continúa. Ahí, estas les pasan el néctar a otras abejas obreras más jóvenes, que extraen y descomponen el néctar a través de diversas digestiones enzimáticas en compuestos más sencillos, ricos principalmente en fructosa y glucosa.

Esto le aporta el sabor dulce a la miel y su gran aporte calórico. Las abejas mastican este néctar durante aproximadamente media hora, hasta que la humedad del néctar pasa del 70% hasta un 20%. Asimismo, estas enzimas modifican el pH de la miel, situándose en torno al 3,9%, es decir, es un producto muy ácido. De este modo, el néctar se acaba convirtiendo en miel.

-El sellado de celdas.

Una vez la miel está depositada en la colmena, el proceso de elaboración de la miel continúa con la eliminación del exceso de humedad en la colmena. Para ello, las abejas emplean sus alas para abanicar las celdas y evitar así el exceso de humedad del néctar succionado. De este modo, logran extraer hasta un 80% del agua sobrante. Posteriormente, para garantizar la correcta conservación de la miel, las abejas sellan las celdas con cera. De este modo, se aseguran de que la miel se mantenga en buenas condiciones, y pueda conservarse durante muchos años.

- **Finalización del proceso de elaboración de la miel.**

El proceso de elaboración de la miel concluye cuando con el paso del tiempo, el néctar creado se une con las enzimas y la cera; obteniendo así la miel su sabor dulce tan característico. Lo cierto es que hacen falta unas 8 abejas para obtener una simple cucharadita de miel. Para eliminar los restos de cera que pueda haber, tras recoger el producto, los apicultores lo dejan en decantación durante unos días. Tras reposar unos días, el producto es filtrado y envasado.⁸

3.6 CONSUMO Y USO DE LA MIEL.

El consumo de miel ha experimentado en los últimos años un incremento considerable. Los dos principales canales de comercialización de la miel son: la venta directa de los productores al consumidor y través de la industria de alimentos. Muchos productores envasan su producción de miel y realizan su venta en su región. La industria utiliza la miel como ingrediente para la elaboración de alimentos dentro de los destacan los cereales, yogurt, dulces y pan.

- **Usos de la miel.**

La miel tiene sus cualidades reconocidas y utilizadas por los seres humanos desde tiempos remotos, como alimento y para endulzar naturalmente, con un poder de endulzar dos veces mayor que el azúcar de caña. Es también utilizada para fines terapéuticos debido a sus propiedades antimicrobianas y antisépticas, para ayudar a cicatrizar y a prevenir infecciones en heridas o quemaduras superficiales. Además, es utilizado en cosméticas como materia prima de cremas, mascarillas de limpieza facial, tónicos y otros productos a sus cualidades astringentes y suavizantes.

A la vez se consideran dos áreas principales en el que la miel de abeja tiene sus diferentes funciones en base al uso son:

- **Gastronómicos:** La miel se usa principalmente en la cocina y la pastelería como acompañamiento del pan o las tostadas (especialmente en desayunos y meriendas) y como aditivo de diversas bebidas tales como el té. Al ser rica en azúcares como la fructosa, la miel es higroscópica (absorbe humedad del aire), por lo que al añadir una pequeña cantidad a panes y pasteles hace que éstos endurezcan más lentamente.

- **Terapéuticos:** La miel tiene muchas propiedades terapéuticas. Se pueden usar externamente debido a sus propiedades antimicrobianas y antisépticas. Así, la miel ayuda a cicatrizar y a prevenir infecciones en heridas o quemaduras superficiales. También es utilizada en cosméticas (cremas, mascarillas de limpieza facial, tónicos etc.) debido a sus cualidades astringentes y suavizantes. La miel se emplea en la medicina tradicional.⁹

3.7 CALIDAD DE LA MIEL.

Tradicionalmente el concepto de calidad alimentaria era identificado con la seguridad para el consumidor y englobaba fundamentalmente, los aspectos higiénicos-sanitarios y nutritivos de los alimentos. El concepto actual de calidad de los alimentos es más amplio (natural, sin residuos, etc.) y comprende criterios objetivos y subjetivos. Es decir, contempla además de la inocuidad, la satisfacción de las preferencias del consumidor, tales como, la presentación, el olor, sabor, consistencia y pureza, particularmente estos factores de mucha importancia en la valoración de la calidad de la miel.

Para establecer la calidad de la miel de abejas, se debe considerar el estudio de las características químicas y físicas del producto. Un mal manejo de la miel puede reducir su calidad. La higiene la filtración y la maduración de la miel contribuyen para obtener un producto límpido y traslúcido, brillante, sin aromas ni sabores extraños, de gran valor nutritivo y con buenas propiedades de conservación. Un producto sobrecalentado en cambio, recogido en sitios inadecuados, con impurezas de cualquier índole, cosechado antes de que haya concluido su proceso natural de fermentación y deshidratación, da como resultado una miel de la calidad inferior.¹⁰

Los parámetros más importantes para evaluar la calidad de la miel son la ausencia de contaminantes (antibióticos, pesticidas y metales pesados) y la frescura de la miel. Los índices más utilizados para medir la frescura de dicho alimento son el 5-hidrometilfurfural (HMF) y la actividad diastática.

El HMF es un aldehído cíclico que se origina a partir de la fructosa en un medio ácido y es un proceso lento. Se calcula que el aumento de HMF en mieles es de 1mg/kg por mes en climas suaves con temperatura máxima de 30°C. Algunas comisiones internacionales establecieron que el contenido máximo de HMF debería ser 40 mg/kg, con excepciones para mieles de origen tropical, cuyo caso se admiten 80mg/kg como máximo. Sin embargo, algunos países como Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda no han considerado este parámetro para evaluar la calidad de la miel.¹

3.8 Estándar para la miel según CODEX ALIMENTARIUS.

TABLA N°3. Factores de calidad que establecidos por CODEX ALIMENTARIUS. ²

Contenido de azúcares	
Contenido de fructosa y glucosa (suma de ambas)	
a) Mieles no enumeradas a continuación	-No menos de 60g/100g
b) Miel de mielada, mezclas de miel de mielada con de flores	-No menos de 45g/100g
Contenido de sacarosa	
a) Mieles no enumeradas a continuación	-No más de 5g/100g
b) Alfalfa (<i>Medicago Sativa</i>), Citrus spp., Falsa acacia (<i>Robinia pseudoacacia</i>), Madreselva francesa (<i>Hedysarum</i>), Menzies Banksia (<i>Banksia menziesii</i>) “Red Gum” (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>), “Leatherwood” (<i>Eucryphia lucida</i>), Eucryphia milligani	-No más de 10g/100g
c) Espliego (<i>Lavandula</i> spp.) borraja (<i>Borago officinalis</i>)	-No más de 0.1g/100g

3.9 CONTEXTO MUNDIAL DE LA MIEL

La situación de los productos apícolas en el mundo se encuentra dividida claramente en países productores y países consumidores. Haciendo una revisión de los datos estadísticos publicados por FAOSTAT, específicamente sobre el producto miel encontramos información sobre cómo han evolucionado las existencias de las colmenas por continente a nivel mundial, la cual se presenta a continuación para el período 2004-2010.

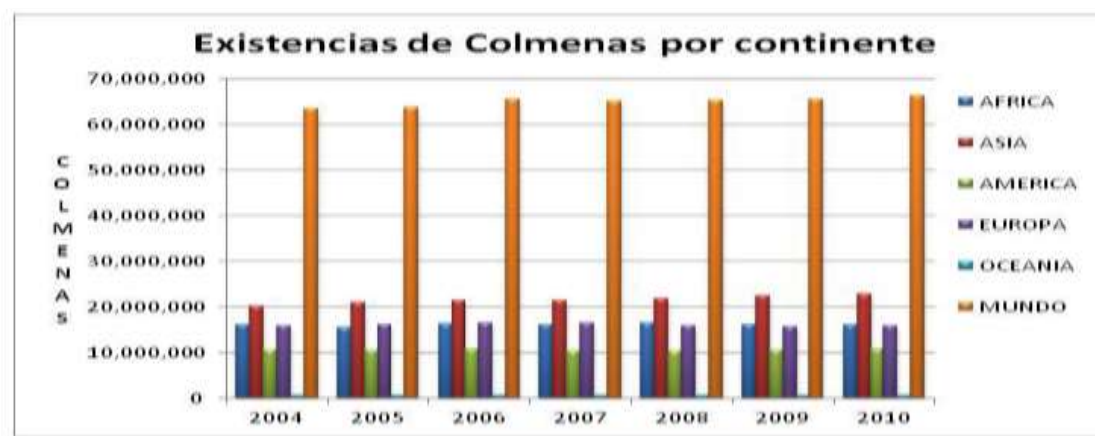


FIGURA N°2. Existencia de colmena por continente.¹¹

3.10 CONTEXTO REGIONAL DE LA MIEL.

La miel en Centroamérica además de ser un rubro importante de exportación tiene consumo en cada país por sus propiedades medicinales y aspectos de belleza.

PRODUCCIÓN EN TONELADAS DE MIEL DE ABEJA EN PAÍSES CENTRO AMÉRICA PERIODO: AÑO 2000-2010											
PAÍS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GUATEMALA	1,445	1,450	1,500	1,900	1,650	1,500	1,459	3,443	3,446	3,505	3,500
EL SALVADOR	1,070	1,212	1,212	1,799	2,362	2,508	2,026	2,128	2,128	2,234	2,200
COSTA RICA	1,462	1,260	1,260	1,270	1,243	1,176	1,300	1,162	1,162	1,139	1,100
NICARAGUA	370	380	380	390	385	400	470	449	449	471	460
HONDURAS	167	170	170	119	118	117	120	118	118	115	130
BELICE	78	43	43	53	38	31	49	48	48	29	60
PANAMÁ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4,592	4,515	5,531	5,531	5,796	5,732	5,424	7,348	7,434	7,562	7,450

FIGURA N°3. Se representa la producción de miel de los diferentes países de centro América.¹¹

3.11 Contexto de la miel en El salvador.

El salvador ha sido un productor y consumidor de miel. La industria apícola en nuestro medio data desde la época colonial, cuando se introdujeron las abejas mellíferas. Desde esa época la Apicultura ha ido evolucionando hasta convertirse en un rubro importante dentro de la economía del país.¹¹

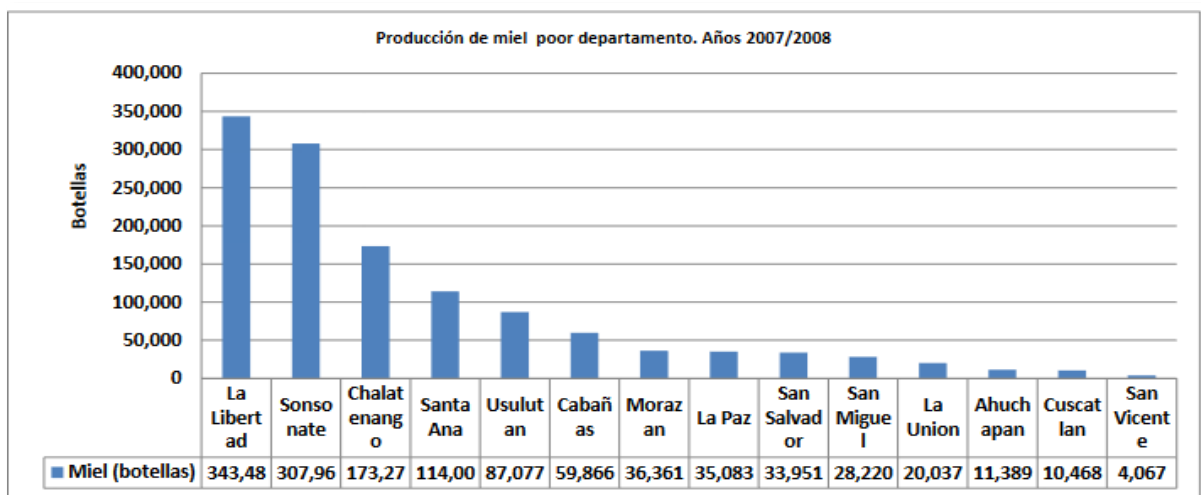


FIGURA N°4. Producción de miel por botellas en los diferentes departamentos de El salvador.¹¹

3.12 Azúcares reductores.

Los carbohidratos son aldehídos y cetonas polihidroxilados. Se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbonos y el tipo de grupo carbonilo que contiene; por ejemplo, la glucosa es una aldohexosa, un azúcar aldehído de seis carbonos. Los monosacáridos son carbohidratos que sólo contienen una unidad polihidroxialdehído o polihidroxicetona. Los di, tri o polisacáridos contienen dos, tres o más de cuatro unidades de monosacáridos unidos respectivamente.

3.12.1 Determinación de azúcares reductores.

Los monosacáridos y la mayoría de los disacáridos poseen poder reductor, que debe al grupo carbonilo que tiene en su molécula. Este carácter reductor puede ponerse de manifiesto por medio de una reacción redox. Uno de los métodos más antiguos basados en la reacción hace uso de Fehling. El reactivo de Fehling es una solución alcalina de cobre (II), que oxida una aldosa a un aldonato y en el proceso se reduce a cobre (I), el cual precipita como Cu_2O , de color rojo ladrillo.

Un aspecto importante de esta reacción es que la forma del aldehído puede detectarse fácilmente, aunque exista en muy pequeña cantidad. Si el azúcar se reduce a óxido de cobre (I) rojo se dice que es un azúcar reductor. La oxidación es una reacción química donde un compuesto cede electrones en cambio la reducción es cuando la especie química acepta electrones. Se utiliza como reactivo para la determinación de azúcares reductores, y es útil para demostrar la presencia de glucosa en la orina y también para detectar derivados de la glucosa como la sacarosa.¹²

3.13 LA NORMA SALVADOREÑA PARA LA MIEL DE ABEJA (NSO 67.19.01:08).

Establece un porcentaje mínimo de azúcares reductores del 60% para la miel de flores y del 45% para la miel mielato y su mezcla con miel de flores.

3.14 VALORACIONES VOLUMÉTRICAS

Los métodos de valoración, también llamados métodos volumétricos, incluyen un gran número de poderosos procedimientos cuantitativos que se basan en medir la cantidad de un reactivo de concentración conocida que es consumido por un analito durante una reacción química o electroquímica. Las valoraciones volumétricas involucran la medición del volumen de una disolución de concentración conocida necesario para reaccionar completamente con el analito.

Los métodos de valoración se basan en la determinación de la cantidad de un reactivo de concentración conocida que necesita para reaccionar completamente con el analito. Este reactivo puede ser disolución estándar de un compuesto químico o una corriente eléctrica de magnitud conocida. En las valoraciones volumétricas la cantidad que se mide es el volumen de un reactivo estándar.

3.15 ASPECTOS GENERALES UTILIZADOS EN LAS VALORACIONES VOLUMÉTRICAS

- **Disolución estándar:** Una disolución es un reactivo de concentración conocida. La disolución estándar se usa en las valoraciones y en otros muchos tipos de análisis químicos.
- **La valoración por retroceso:** Es un proceso en el que exceso de disolución estándar utilizado para consumir un analito se determina por medio de una valoración con una segunda disolución estándar. Las valoraciones por retroceso son necesarias cuando la velocidad de la reacción entre analito y el reactivo es lenta o cuando la disolución estándar carece de estabilidad.
- **El punto equivalencia:** Es el punto de una valoración en el cual la cantidad de reactivo estándar añadido es equivalente a la cantidad de analito.
- **El punto final:** Es el punto de la valoración en el que ocurre un cambio físico que está asociado con la condición de equivalencia.
- **Estándar primario:** Es un compuesto ultra puro que sirve como material de referencia para una valoración y para otros tipos de análisis cuantitativos. Un patrón primario debe tener una pureza del 99.9% o más no debe descomponerse en las condiciones normales.

- **Estándar secundario:** Es un compuesto cuya pureza ha sido determinada por medio de análisis químicos. El estándar secundario sirve como material estándar de trabajo para valoraciones y otros tipos de análisis.

3.16 TIPOS DE VALORACIONES EN ANÁLISIS VOLUMETRICO.

- Valoración por neutralización.
- Valoración por precipitación.
- Valoración por precipitación.
- Valoración con formación de complejos.
- Valoración de oxidación-Reducción.

- **Valoraciones por neutralización.**

Las valoraciones (o titulaciones) de neutralización son utilizadas ampliamente para determinar cantidades de ácidos y bases. Además, las valoraciones de neutralización pueden utilizarse para monitorear el progreso de las reacciones que producen o consumen iones hidrógeno. Los reactivos estándar utilizados en las valoraciones ácido/base son siempre ácidos fuertes o bases fuertes, siendo los más comunes HCL, HClO₄, H₂SO₄, NaOH y KOH. Los ácidos débiles o las bases débiles nunca son utilizadas como reactivos estándar, ya que reaccionan de manera incompleta con los analitos.

- **Valoraciones por precipitación.**

Las valoraciones de precipitación se basan en reacciones que producen compuestos iónicos de solubilidad limitada. La volumetría por precipitación es una de las técnicas más antiguas creada a mediados del siglo XIX. Sin embargo, la baja velocidad a la que se forman muchos precipitados limita el número de agentes precipitantes que se pueden utilizar en las valoraciones a unos cuantos. La discusión se limita a los reactivos precipitantes más utilizados y de mayor importancia, el nitrato de plata que se usa para la determinación de halógenos, aniones parecidos a halógenos, mercaptanos, ácidos grasos y varios aniones inorgánicos divalentes. Las valoraciones con nitrato de plata se llaman comúnmente valoraciones argentométricas.

- **Valoraciones por complejos.**

Las reacciones en que se basa la formación de complejos son ampliamente utilizadas en química analítica. Uno de los primeros usos que se les dio fue titular cationes. Además, muchos complejos son coloridos o absorben radiación ultravioleta. Los complejos también se utilizan ampliamente para extraer cationes de un disolvente hacia otro para poder disolver precipitados insolubles. Los reactivos formadores de complejos más útiles son los compuestos orgánicos que contienen varios grupos donadores de electrones que forman enlaces covalentes múltiples con iones metálicos.

- **Valoraciones por oxidación-reducción.**

Al principio de una valoración de oxidación/reducción, el analito debe estar en un solo estado de oxidación. Sin embargo, frecuentemente los pasos que proceden a la valoración, como la disolución de la muestra y la separación de interferencias, convierte el analito en una mezcla de estados de oxidación.¹³

3.17 EL MÉTODO DE FEHLING.

El fundamento es la reacción de los azúcares reductores con el cobre en medio alcalino en caliente. Un azúcar reductor es aquel que contiene funciones aldehído o cetona en forma libre, capaces ser oxidados. Los azúcares reductores tales como glucosa y fructosa, reducen al Cu^{2+} a Cu^+ en medio alcalino, a temperatura de ebullición, de acuerdo con la siguiente reacción.¹⁴

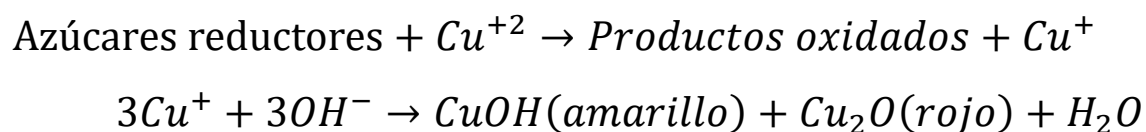




FIGURA N°5. Reacción de Fehling.¹⁴

4Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja	
Código:	Edición: 01	
Fecha de vigencia: 08/2024	Próxima revisión: 08/2026	

4.0 PRODUCTO FINAL

1.0 Objetivo:

- 1.1 Cuantificar azúcares reductores en miel de abeja (*Apis mellifera*)

2.0 Alcance:

- 2.1 Aplica para muestras de miel de abeja (*Apis mellifera*), comercializada en EL Salvador para consumo humano, recibidas en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, con el objetivo de verificar que la concentración de azúcares reductores se encuentre dentro de los parámetros de calidad establecidos por el *Codex Alimentarius*.

3.0 Responsabilidades:

3.1 Auxiliar de laboratorio:

- 3.1.1 Conocer lo establecido en este procedimiento.
- 3.1.2 Preparar cristalería y equipos para realizar el análisis.
- 3.1.3 Verificar existencias de soluciones valorantes, soluciones indicadoras y reactivos en general para el análisis.
- 3.1.4 Despejar el área de trabajo posterior al análisis.



3.2 Químico analista:

- 3.2.1 Ejecutar las actividades analíticas establecidas en este procedimiento.
- 3.2.2 Documentar las actividades relacionadas, en el sistema documental anclado a este procedimiento.
- 3.2.3 Emitir los certificados de análisis, derivados de este procedimiento.

3.3 Responsable de laboratorio:

Vigilar por el cumplimiento de lo establecido en este procedimiento



- 3.3.1 Revisar el sistema de documentación anclado a este procedimiento.

 <p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p> <p style="text-align: center;">Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja</p>	
Código:	Edición: 01
Fecha de vigencia: 08/2024	Próxima revisión: 08/2026

3.3.2 Autorizar los certificados de análisis, derivados de este procedimiento.

4.0 Definiciones y siglas:

- 4.1** Certificado de análisis: Informe oficial que emite un laboratorio para certificar los resultados de una o más pruebas realizadas sobre un producto o sustancia.¹⁵
- 4.2** Equivalente de azúcar invertido: Cantidad equimolar de glucosa y fructosa, capaz de reaccionar con una cantidad definida de solución de Fehling.¹⁶
- 4.3** Fc: Factor de corrección, es un número adimensional cociente entre la concentración real del valorante y la concentración nominal o teórica. Se utiliza en los cálculos para asegurar que los resultados de una titulación sean precisos.¹⁷
- 4.4** Gasto de bureta: Volumen de una solución valorante que se ha dispensado desde una bureta durante una titulación.¹⁷
- 4.5** Hoja de trabajo: Documento en el que se registran de manera detallada todos los datos y cálculos relacionados con una titulación u otro procedimiento experimental.¹⁵
- 4.6** Punto final: Momento en un proceso de titulación en el que se observa un cambio perceptible que indica que la reacción química entre el valorante (solución de concentración conocida) y el analito (sustancia en análisis) ha finalizado o está muy cerca de completarse.¹⁷
- 4.7** RPM: Revoluciones por minuto.
- 4.8** SI: Solución indicadora.¹⁶
- 4.9** Título de Fehling: cantidad de sustancia (azúcar reductor) que es capaz de reducir una cantidad o volumen conocido de solución de Fehling en condiciones controladas.¹⁶
- 4.10** X mL: Volumen de miel diluida capaz de reaccionar con 10 mL de solución de Fehling (mezcla de Fehling A y Fehling B) en la titulación preliminar.¹⁸

	<p>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p> <p>Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja</p>	
<p>Código: Fecha de vigencia: 08/2024</p>	<p>Edición: 01 Próxima revisión: 08/2026</p>	

5.0 Fundamento:

5.1 La miel de abeja es un producto natural de consumo tradicional y ancestral a nivel global, este alimento, no es generalmente uniforme en cuanto a su composición.¹⁹ Los azúcares son los principales responsables del comportamiento químico y de las características físicas de la miel.¹⁷ La sacarosa no debe superar el 5%(p/p) y debe contener un mínimo de 60%(p/p) de azúcares reductores (glucosa y fructosa) de acuerdo con la normativa del *Codex Alimentarius* en mieles comerciales.²⁰

5.2 Los monosacáridos como la glucosa y la fructosa existen principalmente en forma cíclica, pero debido a que están en equilibrio con la forma de cadena abierta, el grupo carbonilo presente en ellos da positiva varias pruebas para aldehídos y cetonas. Así estas moléculas pueden ser oxidadas con facilidad para producir los ácidos carboxílicos correspondientes, por eso se denominan azúcares reductores (reductor por que el azúcar reduce el agente oxidante).¹⁷



5.3 La volumetría de oxido-reducción, se basa en reacciones que implican la transferencia de electrones entre dos sustancias, una de las cuales se reduce (acepta electrones) y la otra, simultáneamente, se oxida (cede electrones). El reactivo de Fehling utiliza este principio, aprovechando el poder reductor del grupo carbonilo de los azúcares reductores, que se oxida a grupo carboxilo, mientras reduce la sal de cobre (II) en medio alcalino a óxido de cobre(I), lo que da lugar a la formación de un precipitado de color rojo.²¹

6.0 Procedimiento:

6.1 Materiales, equipo y reactivos:

6.1.1 Materiales:

- Probeta graduada x 25mL, 100mL y 250mL
- Matraz Erlenmeyer x 250mL y 400mL

	<p>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p> <p>Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja</p>	
	<p>Código: _____ Edición: 01</p> <p>Fecha de vigencia: 08/2024 Próxima revisión: 08/2026</p>	

- Matraz volumétrico grado A x 100mL, 250mL, 500mL y 1000mL.
- Pipeta volumétrica grado A x 5mL, 10mL y 25mL
- Vaso de precipitado o beaker x 250 mL
- Agitador de vidrio
- Bureta acodada grado A, de 50 mL
- Perlas de ebullición
- Agitador magnético
- Base y soporte universal

6.1.2 Equipo:

- Balanza analítica digital (precisión de 4 dígitos)
- Hot-plate con stirrer
- Cronometro trazable



6.1.3 Reactivos:

- Sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
- Sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).
- Tartrato de sodio y potasio ($KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$).
- Hidróxido de sodio (NaOH).
- Azul de metileno solución indicadora (SI).
- Ácido clorhídrico concentrado ($HCl_{(l)}$).
- Agua desmineralizada (H_2O).

6.2 Codificación de muestras y asignación de lotes a soluciones:

6.2.1 Codificación de muestras:

6.2.1.1 Codificar las muestras con el formato “MMA-XXXAA” en donde “MMA” hace referencia a muestra de miel de abeja, “XXX” es un

	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA	
	Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja	
Código: Fecha de vigencia: 08/2024	Edición: 01 Próxima revisión: 08/2026	

6.2.1.2 numero correlativo anual y “AA” hace referencia al año en curso en formato de 2 dígitos.

6.2.1.3 Según lo anterior la muestra “MMA-00124”, haría referencia a la primera muestra de miel de abeja recibida en el año 2024.

6.2.2 Asignación de lotes a soluciones:

6.2.2.1 Asignar el número de lote a las soluciones de Fehling A, Fehling B y Solución Stock de azúcar invertida (ver sección 6.3) según el siguiente formato: “SII-XXXAA” en donde “SII” es el indicador de la solución, “XXX” es un correlativo anual y “AA” el año en curso, según:

Solución	Indicador de solución
Solución Fehling A	SFA
Solución Fehling B	SFB
Solución Stock de azúcar invertida	SSA

6.2.2.2 Según lo anterior el lote “SFA-00224”, pertenece a el segundo lote preparado de solución Fehling A en el año 2024.

6.3 Preparación de soluciones (USP-NF. Online, 2024) ¹⁶:



6.3.1 Solución de cobre (solución Fehling A):

6.3.1.1 Pesar con exactitud y transferir 34.639g de cristales pequeños de sulfato cúprico pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), cuidadosamente seleccionados (que no muestren rastros de eflorescencia de humedad adherida) a un matraz volumétrico de 500 mL.

6.3.1.2 Disolver y diluir con agua desmineralizada hasta completar el volumen, filtrar la solución por filtro de poro grueso si es necesario.

6.3.1.3 Asignar un numero de lote según la sección 6.2

6.3.1.4 Almacenar esta solución en un recipiente pequeño y hermético.

	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA	
Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja		
Código:	Edición: 01	
Fecha de vigencia: 08/2024	Próxima revisión: 08/2026	

6.3.2 Solución de tartrato alcalino (solución Fehling B):

6.3.2.1 Pesar con exactitud y transferir 173g de tartrato de sodio y potasio cristalizado ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y 50g de hidróxido de sodio (NaOH), a un matraz volumétrico de 500 mL.

6.3.2.2 Disolver y diluir con agua desmineralizada hasta completar el volumen, filtrar la solución por filtro de poro grueso si es necesario.

6.3.2.3 Asignar un numero de lote según la sección 6.2.

6.3.2.4 Almacenar esta solución en recipientes pequeños resistentes a sustancias alcalinas.

6.3.3 Solución stock de azúcar invertida:

6.3.3.1 Pesar con exactitud y transferir 9.5 gramos de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) a un matraz volumétrico de 1000 mL, disolver en 100 mL de agua desmineralizada.



6.3.3.2 Añadir 5 mL de ácido clorhídrico (HCl) y almacenar durante 3 días a 20 – 25°C.

6.3.3.3 Diluir con agua desmineralizada hasta completar el volumen.

6.3.3.4 Asignar un número de lote según sección 6.2. (esta solución se mantiene estable por 3 meses, a temperatura ambiente).



6.3.4 Solución de azúcar invertida:

6.3.4.1 Trasferir 25.0 mL de solución stock de azúcar invertida, a un matraz volumétrico de 100 mL y diluir hasta completar el volumen con agua desmineralizada. (esta solución se debe preparar de forma inmediata, previo a su utilización).

	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja	
Código:	Edición: 01	
Fecha de vigencia: 08/2024	Próxima revisión: 08/2026	

6.4 Estandarización del título de Fehling (USP-NF. Online, 2024) ¹⁶:

- 6.4.1 Transferir 10.0 mL de solución Fehling A y 10.0 mL de solución Fehling B, a un matraz Erlenmeyer de 400 mL que contiene 4 perlas de ebullición.
- 6.4.2 Agregar 15 mL de agua desmineralizada y 39 mL de solución de azúcar invertida (de preparación previa utilización) desde la bureta utilizada para completar la titulación (ver 6.4.5).
- 6.4.3 Homogenizar la mezcla y colocar sobre un hot-plate con stirrier, incluir un agitador magnético (30mm x 7mm), configurar la placa calefactora del equipo de tal manera que la solución alcance el punto de ebullición en 2 minutos, ajustar la agitación del stirrier del equipo a velocidad media (aproximadamente a 250 RPM).
- 6.4.4 Hervir la solución de manera suave pero constante, durante 2 min. Mientras continua la ebullición agregar 3 o 4 gotas de solución indicadora de azul de metileno (SI).
- 6.4.5 Continuar la titulación con la solución de azúcar invertida (solución valorante), contenida en una bureta acodada grado A de 50.0 mL, la bureta debe estar colocada de tal manera que únicamente el codo de la bureta se situé sobre el plano de la placa calefactora del hot-plate, evitando que el calor se transmita a la solución contenida en el cuerpo de la bureta.
- 6.4.6 Completar la titulación (en aproximadamente 1 minuto) a razón de una gota de solución valorante cada 5 segundos, hasta que desaparezca el color azul (punto final). Se debe esperar un tiempo de reacción de 5 segundos al final de la titulación, para corroborar el punto final.

 <p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p> <p style="text-align: center;">Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja</p> <p style="text-align: center;">Código: Edición: 01 Fecha de vigencia: 08/2024 Próxima revisión: 08/2026</p>	
--	--

- 6.4.7 Documentar en la hoja de trabajo (ver anexo I) el volumen total gastado, de la solución valorante de azúcar invertida (incluyendo los 39 mL añadidos en el paso 6.3.2.) a esto se le conoce como gasto de bureta.
- 6.4.8 Repetir todo el procedimiento 6.3. hasta obtener 3 resultados iguales de manera consecutiva.
- 6.4.9 Si el volumen total gastado de la solución valorante de azúcar invertido es diferente de 40.0 mL, obtener el factor de corrección de gasto de bureta para la cantidad correcta de cobre (equivalente a 100 mg de azúcar invertido) según la siguiente formula:

$$\text{Factor de corrección} = \frac{\text{volumen nominal}}{\text{volumen real medido}}$$



Equivalente a:

$$Fc = \frac{40 \text{ mL}}{\text{Gasto de bureta obtenido}}$$

- 6.4.10 Documentar el factor de corrección de gasto de bureta en la hoja de trabajo



6.5 Preparación de la solución muestra (miel diluida):

- 6.5.1 Documentar los datos de la muestra según hoja de trabajo (ver anexo I).
- 6.5.2 Pesar con exactitud 1.0 g de muestra (miel de abeja) en un matraz volumétrico de 250 mL.
- 6.5.3 Diluir con aproximadamente 150 mL de agua desmineralizada y homogenizar suavemente con movimientos circulares a temperatura ambiente.
- 6.5.4 Aforar el matraz volumétrico con agua desmineralizada hasta completar el volumen y homogenizar.
- 6.5.5 Filtrar la solución por filtro de poro grueso si es necesario.

	<p>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p> <p>Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja</p>	
Código:	Edición: 01	
Fecha de vigencia: 08/2024	Próxima revisión: 08/2026	



6.6 Titulación preliminar (AOAC 920.183)²²:

- 6.6.1 Transferir 5.0 mL de solución Fehling A y 5.0 mL de solución Fehling B, a un matraz Erlenmeyer de 250 mL que contiene 4 perlas de ebullición.
- 6.6.2 Agregar 7 mL de agua desmineralizada y 15 mL de solución muestra (miel diluida) de preparación previa utilización, desde la bureta utilizada para completar la titulación (ver 6.6.5).
- 6.6.3 Homogenizar la mezcla y colocar sobre un hot-plate con stirrier, incluir un agitador magnético (30mm x 7mm), configurar la placa calefactora del equipo de tal manera que la solución alcance el punto de ebullición en 2 minutos, ajustar la agitación del stirrier del equipo a velocidad media (aproximadamente a 250 RPM).
- 6.6.4 Hervir la solución de manera suave pero constante, durante 2 min. Mientras continua la ebullición agregar 3 o 4 gotas de solución indicadora de azul de metileno (SI).
- 6.6.5 Continuar la titulación con la solución muestra (miel diluida), contenida en una bureta acodada grado A de 50.0 mL, la bureta debe estar colocada de tal manera que únicamente el codo de la bureta se situé sobre el plano de la placa calefactora del hot-plate, evitando que el calor se transmita a la solución contenida en el cuerpo de la bureta.
- 6.6.6 Completar la titulación (en aproximadamente 1 minuto), hasta que desaparezca el color azul observando el sobrenadante (punto final). Se debe esperar un tiempo de reacción de 5 segundos al final de la titulación, para corroborar el punto final.
- 6.6.7 Documentar el volumen total de solución muestra (miel diluida) gastado, incluyendo los 15 mL añadidos en el paso 6.5.2. (X mL)

	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja	
Código:	Edición: 01	
Fecha de vigencia: 08/2024	Próxima revisión: 08/2026	

6.7 Obtención del porcentaje de azúcares reductores (AOAC 920.183)²²:

- 6.7.1 Transferir 5.0 mL de solución Fehling A y 5.0 mL de solución Fehling B, a un matraz Erlenmeyer de 250 mL que contiene 4 perlas de ebullición.
- 6.7.2 Agregar (25 mL - X mL) de agua desmineralizada y (X mL - 1.5 mL) de solución muestra (miel diluida), cantidad determinada en la titulación preliminar (ver 6.6.) desde la bureta utilizada para completar la titulación (ver 6.7.5).
- 6.7.3 Homogenizar la mezcla y colocar sobre un hot-plate con stirrier, incluir un agitador magnético (30mm x 7mm), configurar la placa calefactora del equipo de tal manera que la solución alcance el punto de ebullición en 2 minutos, ajustar la agitación del stirrier del equipo a velocidad media (aproximadamente a 250 RPM).
- 6.7.4 Hervir la solución de manera suave pero constante, durante 2 min. Mientras continua la ebullición agregar 3 o 4 gotas de solución indicadora de azul de metileno (SI).
- 6.7.5 Continuar la titulación con la solución la solución muestra (miel diluida), contenida en una bureta acodada grado A de 50.0 mL, la bureta debe estar colocada de tal manera que únicamente el codo de la bureta se situé sobre el plano de la placa calefactora del hot-plate, evitando que el calor se transmita a la solución contenida en el cuerpo de la bureta.
- 6.7.6 Completar la titulación (en aproximadamente 1 minuto), a razón de una gota de solución valorante cada 3 segundos hasta que desaparezca el color azul observando el sobrenadante (punto final). Se debe esperar un tiempo de reacción de 5 segundos al final de la titulación, para corroborar el punto final.
- 6.7.7 Documentar el volumen total de solución muestra (miel diluida) gastado, incluyendo los X mL - 1.5 mL añadidos en el paso 6.6.2. (Y mL).

	<p>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p> <p>Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja</p>	
<p>Código: Fecha de vigencia: 08/2024</p>	<p>Edición: 01 Próxima revisión: 08/2026</p>	

6.7.8 Repetir todo el procedimiento, las valoraciones duplicadas deben coincidir con una tolerancia máxima de 0.1 mL de diferencia.

6.7.9 Determinar el porcentaje de azúcares reductores con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de azúcares reductores} = \frac{\text{Equivalentes de azúcar invertido}}{[\text{] miel diluida} * YmL(Fc)} * 100$$

Equivalente a:

$$\% \text{ de azúcares reductores} = \frac{50 \text{ mg}}{4 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} * YmL(Fc)} * 100$$

En donde:

- 50 mg** = equivalentes de azúcar invertido en 10 mL de solución de Fehling.
- 4 mg/mL** = Concentración de la miel en la solución muestra (miel diluida).
- Y mL** = Gasto de bureta total (cantidad total de miel diluida consumida en la valoración).
- Fc** = Factor de corrección (ver sección 6.4.).
- 100** = Factor de porcentual.

6.7.10 Documentar el cálculo realizado y los resultados en la hoja de trabajo (ver anexo I).

6.7.11 Emitir un certificado de análisis con los resultados obtenidos (ver anexo II).

7.0 Frecuencia:

- 7.1** Según requerimiento del laboratorio, para la preparación de soluciones.
- 7.2** Cada vez que se prepare una nueva solución Fehling A o Fehling B, para la estandarización del título de Fehling.
- 7.3** Cada vez que ingrese una muestra para análisis (preparación de la solución muestra, titulación preliminar y obtención del porcentaje de azúcares reductores).

8.0 Hoja de trabajo y certificado de análisis ver en anexos:

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

- 1.0 El procedimiento de operación estándar se desarrolló para detectar si una muestra de miel de abeja se alinea con los estándares establecidos por el *Codex Alimentarius*, para el contenido de azúcares reductores, facilitando la verificación de la calidad de la miel en términos de su contenido de glucosa y fructosa, por lo anterior puede contribuir en la verificación de la autenticidad y calidad de productos (miel de abeja) comercializado en El salvador.
- 2.0 La miel de esta compuesta por azúcares reductores, como la glucosa y fructosa, los cuales representan aproximadamente 70%-80% de su contenido. La comprensión de esta composición es fundamental para el desarrollo de metodologías analíticas confiables que aseguren su calidad.
- 3.0 Se logró diseñar un procedimiento de operación estándar (POE) que utiliza el método Lane y Eynon, avalado por el método oficial AOAC 920.18, para emitir la cuantificación precisa y reproducible de los azúcares reductores en miel de abeja. Este POE integra pasos claros y estandarizados, para asegurar su aplicabilidad diferentes laboratorios de control de calidad.
- 4.0 La implementación de un procedimiento detallado garantiza la uniformidad en la cuantificación de azúcares reductores, reduciendo la variabilidad entre analistas y maximizando la confiabilidad.
- 5.0 El uso de procedimientos estandarizados es esencial para cumplir con las normativas internacionales y locales que regulan la calidad de los alimentos. Esto no solo protege a los consumidores sino también facilita el acceso de los productos a mercados internacionales, favoreciendo la competitividad de los productores.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES.

- 1.0 A la facultad de Química y Farmacia Integrar el procedimiento de operación estándar desarrollado, a un sistema de gestión de la calidad junto a otros procedimientos relacionados a determinaciones de calidad en miel de abeja, Desde etapas de muestreo hasta el dictamen de cumplimiento, según los estándares establecidos por el *Codex Alimentarius*.
- 2.0 A la facultad de Química y Farmacia Validar las condiciones experimentales que detalla el procedimiento de operación estándar desarrollado, basado en el método oficial AOAC 920.183 (método de Lane-Eynon) para la cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja, particularmente en los parámetros de exactitud y precisión, cuando se estandariza el título de Fehling y su reproducibilidad entre analistas.
- 3.0 A la facultad de Química y Farmacia, establecer un programa de revisión/actualización periódica para la vigencia del PEO realizado, velando por incorporar avances tecnológicos, nueva información científica o actualizar cambios a la normativa.
- 4.0 A productores y distribuidores de miel de abeja, invitar a hacer uso de la herramienta desarrollada en conjunto con la Facultad de Química y Farmacia, como un control que verifique la calidad de la miel de abeja que llega a consumidores.
- 5.0 Se sugiere ampliar los estudios a otros parámetros de la calidad de la miel, como contenido de humedad, hidroximetilfurfural (HMF) y actividad enzimática, para obtener una evaluación integral del producto.
- 6.0 Promover la adopción del POE en los laboratorios de control de calidad y unidades productoras de miel, mediante publicaciones técnicas, talleres y colaboraciones con asociaciones apícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1-Ulloa J, Cortez P, Rodríguez R, Vázquez JA, Ulloa PR. LA MIEL DE ABEJA Y SU IMPORTANCIA. 2010 [citado el 11 de agosto de 2024]; Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/437/1/La%20miel%20de%20abeja%20y%20su%20importancia.pdf>.

2-Food and Agriculture Organization, World Health Organization. Norma para la miel (CXS 12-1981) [Internet]. Roma: FAO/WHO Codex Alimentarius; [citado 11 agosto 2024]. Disponible en: https://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B121981%252FCXS_012s.pdf.

3-Defensoría del Consumidor de El Salvador. Norma Salvadoreña NSO 67.19.01:08 Miel de abeja [Internet]. El Salvador: Defensoría del Consumidor; [citado 11 agosto 2024]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/PRODUCTOS%20APICOLAS/NSO67.19.01.08%20MIEL%20DE%20ABEJA.pdf>.

4-Opertec. Apicultura para pequeños emprendedores [Internet]. [citado 12 agosto 2024]. Disponible en: <https://opertec.net/Apis/Apicultura-para-pequenos-emprendedores.pdf>.

5-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala. Manual de buenas prácticas de manufactura en productos apícolas [Internet]. Guatemala: MAGA; [citado 12 agosto 2024]. Disponible en: <https://visar.maga.gob.gt/visar/ia/doc/mapicolabp.pdf>.

6-Suescún M. Control de calidad de la miel de abejas [Internet]. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes; 2008 [citado 17 agosto 2024]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16252/ff2008suescun.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

7-Prost PJ. Apicultura: conocimiento de la abeja, manejo de la colmena [Internet]. 1a ed. México: Mundi-Prensa; 2007 [citado 17 agosto 2024]. Disponible en: https://books.google.com.pa/books?id=NRnVlm_rp6kC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false.

8-Maes Honey. Proceso de elaboración de la miel [Internet]. [citado 17 agosto 2024]. Disponible en: <https://maeshoney.com/proceso-de-elaboracion-miel/>.

9-Argueta Solís DA, Castro Hernández RB, Tomasino Ventura ML. Estudio de mercado del consumo de miel de abeja en El Salvador para la Comisión Nacional Apícola de El Salvador (CONAPIS) [Internet]. [citado 17 agosto 2024]. Disponible en: <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/8246/1/ESTUDIO%20DE%20MERCADO%20DEL%20CONSUMO%20DE%20MIEL%20DE%20ABEJA%20EN%20EL%20SALVADOR%20PARA%20LA%20COMISI%C3%93N%20NACIONAL%20APICOLA%20.pdf>.

10-Flores Martínez N. Aplicación de productos naturales en la elaboración de películas comestibles [Internet]. [citado 17 agosto 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Norma-FloresMartinez/publication/342601265_Aplicacion_de_productos_naturales_en_la_elaboracion_de_pelculas_comestibles/links/5efcb3d2a6fdcc4ca440b826/Aplicacion-de-productos-naturales-en-la-elaboracion-de-pelculas-c.

11-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). La apicultura en América Latina y el Caribe: situación y perspectivas [Internet]. San José: IICA; [citado 18 agosto 2024]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16323/BVE21058183e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

12-González García J. Evaluación del contenido de azúcares reductores en miel de abeja mediante métodos espectrofotométricos [Internet]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2015 [citado 18 agosto 2024]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000698221/3/0698221.pdf>.

13-Skoog DA, West DM, Holler FJ, Crouch SR. Química analítica: principios y aplicaciones [Internet]. 9a ed. Buenos Aires: Surcosistemas; [citado 18 agosto 2024]. Disponible en: https://www.surcosistemas.com.ar/virtual/ebooks/QUIMICA_ANALITICA_Novena_edicion.pdf.

14-Bocci E, Pérez G, Ferrero L, Gaitán E. Evaluación de la calidad microbiológica de mieles comerciales de la provincia de Buenos Aires [Internet]. Rev Fac Cienc Agrarias. 2017;49(1):155-163 [citado 18 agosto 2024]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v49n1/v49n1a18.pdf>.

15- Organización Mundial de la Salud (OMS) OM. Buenas prácticas de la OMS para laboratorios de control de calidad de productos farmacéuticos [Internet]. Internacional: Serie de Informes Técnicos de la OMS, No. 957; 2010. Disponible en: https://extranet.who.int/prequal/sites/default/files/document_files/TRS957_annex1_SPANISH.pdf.

16- United States Pharmacopeial Convention, Inc. Cupric Tartrate, Alkaline, Solution (Fehling's Solution) [Internet]. Rockville, US: USP-NF; 2024 [citado 20 agosto 2024]. Disponible en: http://dx.doi.org/https://doi.usp.org/USPNF/USPNF_R5090_01_01.html.

17- Sallo Valenzuela PE. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE SACAROSA EN MIEL DE ABEJA [Internet]. Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica: Universidad Alas Peruanas; 2016 [citado 20 agosto 2024]. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5557/Tesis_evaluaci%C3%B3n_contenido_sacarosa_miel%20de%20abeja.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

18-AOAC INTERNATIONAL. Official Method 923.09 Invert Sugar in Sugars and Syrups [Internet]. AOAC Association of Official Analytical Chemists, editor. Official Methods of Analysis; 2000 [citado 20 agosto 2024]. Disponible en: http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=2534.

19- Everstine KD, Chin HB, Lopes FA, Moore JC, editors. Database of Food Fraud Records: Summary of Data from 1980 to 2022 [Internet]. Vol. 87. Journal of Food Protection; 2024 [citado 21 agosto 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X2400011>.

20-Food and Agriculture Organization, Codex Alimentarius Commission. STANDARD FOR HONEY CXS 12-1981 [Internet]. International: Codex Alimentarius International Food Standards; 2022 [citado 21 agosto 2024]. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf.

21-Agrib N, Dini LH, Reni WM ENYF, editors. Analysis of Total Reducing Sugar Content, Acidity Value, and Hydroxymethylfurfural (HMF) Content of Various Honey Types [Internet]. Vol. 1. Indonesian Journal of Chemistry and Environment; 2017 [citado 22 agosto 2024]. Disponible en: <https://journal.uny.ac.id/index.php/ijoce/article/view/20786/11013>.

22- Mortensen AN, Smith B, Ellis JD. The social organization of honey bees [Internet]. Growables.org; [citado 25 agosto 2024]. Disponible en: <https://www.growables.org/information/documents/BeeSocialOrgUF.pdf>.

ANEXOS



PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja

Código:

Edición: 01

Fecha de vigencia: 08/2024

Próxima revisión: 08/2026

ANEXO I: HOJA DE TRABAJO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACÍA



HOJA DE TRABAJO - CUANTIFICACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES
EN MIEL DE ABEJA

Nombre de muestra: _____

Origen: _____

Descripción: _____

Fecha de análisis: _____

Código de análisis: _____

Realizó: _____

Nombre /firma /fecha

Revisó: _____



Nombre /firma /fecha


PREPARACIÓN DE SOLUCIONES:


SOLUCIÓN	LOTE:	FECHA PREPARACIÓN:	FECHA VENCIMIENTO:
Solución Fehling A:			
Solución Fehling B:			
Solución Stock de azúcar invertida:			
Solución de azúcar invertida:			

ESQUEMA DE ANÁLISIS:

Estandarización del título de Fehling: (volumen nominal = 40.0 mL)

10.0 mL Fehling A →  Hervir x 2 min, agregar indicador →  Completar la titulación con solución de azúcar invertida, en aprox. 1 min, a 100°C

10.0 mL Fehling B →  ↑

15.0 mL Agua desmineralizada →  39.0 mL de solución de azúcar invertida



Gasto de bureta 1: _____
Gasto de bureta 2: _____
Gasto de bureta 3: _____
Factor de corrección (Fc): _____


Preparación de la muestra:


1.0 g (1000 mg) → 250.0 mL (4 mg/ml) [] miel diluida = 4 mg/mL

Obtención del porcentaje de azúcares reductores:

Titulación preliminar (X mL): _____

5.0 mL Fehling A →  Hervir x 2 min, agregar indicador →  Completar la titulación con solución muestra, en aprox. 1 min, a 100°C

5.0 mL Fehling B →  ↑

25 mL - X mL (Agua desmineralizada) →  X mL - 1.5 mL de solución muestra (miel diluida)

Calculos:

$$\% \text{ de azúcares reductores} = \frac{50 \text{ mg}}{4 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} * Y \text{ mL}(Fc)} * 100$$

Volumen total gastado 1 (Y₁ mL): _____

Volumen total gastado 2 (Y₂ mL): _____

Promedio (Y mL): _____

Observaciones: _____



PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



Título: Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja

Código:

Edición: 01

Fecha de vigencia: 08/2024

Próxima revisión: 08/2026

ANEXO II: CERTIFICADO ANALISIS.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
CERTIFICADO DE ANALISIS
CUANTIFICACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES EN
MIEL DE ABEJA



Código

MUESTRA:		ORIGEN:	
CÓDIGO DE ANÁLISIS:		CONTENIDO DECLARADO:	
FECHA DE RECEPCIÓN:		FECHA DE ANÁLISIS:	
SOLICITANTE:			

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE EMISIÓN:

DETERMINACIÓN:	MÉTODO	ESPECIFICACIÓN (CODEX STAN 12-1981)	RESULTADO
Cuantificación de azúcares reductores en miel de abeja	AOAC 920.183 (adaptado)	No menos de 60g /100g	

OBSERVACIONES:

Realizó

Nombre /firma /fecha

DICTAMEN:

Revisó

Nombre /firma /fecha

SELLO:

Autorizó

Nombre /firma /fecha