

Manual operativo para el análisis de calidad fisicoquímica en miel y agua según NOM-004-SAG/GAN-2018 Y NMX

Torres-Estrada, Alondra Guadalupe. BsC
Ruiz-Hernández, Judith. MsC
Chan-Keb, Carlos Armando. PhD
Gutiérrez-Alcántara, Eduardo Jahir. PhD

ECORFAN®

Autores

Torres-Estrada, Alondra Guadalupe. BsC
Ruiz- Hernández, Judith. MsC
Chan-Keb, Carlos Armando. PhD
Gutiérrez-Alcántara, Eduardo Jahir. PhD

Editor en Jefe

Vargas-Delgado, Oscar. PhD

Director Ejecutivo

Ramos-Escamilla, María. PhD

Director Editorial

Peralta-Castro, Enrique. MsC

Diseñador Web

Escamilla-Bouchan, Imelda. PhD

Programador web

Luna-Soto, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

Rosales-Borbor, Eleana. BsC

Filólogo

Ramos-Arancibia, Alejandra. BsC

ISBN: 978-607-8948-61-1

Sello editorial ECORFAN: 607-8948

Número de Control B: 2025-03

Clasificación B (2025): 300825-0103

©ECORFAN-México, S.C.

Parque Pedregal Empresarial 3580 - Boulevard Adolfo Ruiz Cortines, CP-01900. San Jerónimo Aculco Álvaro Obregón - Ciudad de México.

Ninguna parte de este escrito protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en forma alguna ni por ningún medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a, los siguientes: Citas en artículos de recopilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos y comentarios bibliográficos. Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor. Infracciones: Estar obligado a perseguir conforme a la legislación mexicana en materia de derechos de autor. El uso de nombres descriptivos generales, nombres registrados, marcas o nombres comerciales en esta publicación no implica, aún en ausencia de una declaración específica, que tales nombres estén exentos de la protección correspondiente en las leyes y reglamentos de México y por lo tanto sean libres para uso general por la comunidad científica internacional. HESPCU forma parte de ECORFAN Media [www.ecorfán.org]. Publicado por ECORFAN-México. Todos los derechos reservados.

Trabajos derivados: Los usuarios pueden reproducir tablas de contenido o preparar listas de capítulos incluyendo resúmenes para circulación interna dentro de sus instituciones o empresas. A excepción de los capítulos publicados bajo la licencia CC BY.

Almacenamiento o uso: Salvo lo indicado anteriormente o lo establecido en la correspondiente licencia de uso, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del editor.

Los Autores. Publicado por ECORFAN-México, S.C. para su Holding México en nombre de Book. Este es un manual de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND [<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>]

Books

Definición de Book

Objetivos científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología e Innovación en las áreas de investigación del SECIHTI y PRODEP.

ECORFAN-México, S.C. es una Empresa Científica y Tecnológica en contribución a la formación de Recursos Humanos enfocada a la continuidad en el análisis crítico de la Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT del SECIHTI con el número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.




Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio en México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación seriada en Nichos Científicos de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de Ciencia y Tecnología - Centros de Investigación del SECIHTI.

Alcance, Cobertura y Audiencia

Books es un producto editado por ECORFAN-México S.C. en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos mediante el método de doble ciego, sobre temas relacionados con la teoría y la práctica de las áreas de investigación del SECIHTI y PRODEP respectivamente con diversos enfoques y perspectivas, que contribuyen a la difusión del desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación que permiten argumentar relacionados con la toma de decisiones e incidir en la formulación de políticas internacionales en el campo de la Ciencia. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá del ámbito académico e integra otros segmentos de investigación y análisis fuera de ese campo, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial



Carvajal - Millan, Elizabeth. PhD

 Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Universidad de Sonora •  D-4230-2013 •  0000-0003-4390-7457

Córdova - Guerrero, Iván. PhD

 Universidad Autónoma de Baja California •  ABD-2879-2020 •  0000-0002-5528-400X •  217323


Armado - Matute, Arnaldo José. PhD

 Universidad de Carabobo (UC) •  0000-0003-4670-0339





Rivera - Becerril, Facundo. PhD

 Universidad Autónoma Metropolitana •  0000-0002-2166-4311

Cruz - Reyes, Juan. PhD

 Universidad Autónoma de Baja California •  0000-0003-0763-7955



Lopez - Zamora, Leticia. PhD

 Instituto de Tecnología de Orizaba •  KYR-9025-2024 •  0000-0003-3236-9462 •  56228



Stilianova - Stoytcheva, Margarita. PhD

 Universidad Autónoma de Baja California •  0000-0002-8281-9823 •  215808





Cornejo - Bravo, José Manuel. PhD

 Universidad Autónoma de Baja California •  AAF-8741-2021 •  0000-0002-0013-8937 •  14338

Sotero - Solis, Victor Erasmo. PhD





 Universidade de São Paulo •  0000-0002-3562-605X

Oropeza - Guzmán, Mercedes Teresita. PhD



 Tecnológico Nacional de México •  AAS-7285-2020 •  0000-0001-7399-5529 •  210428

Comité Arbitral

Alvarado - Flores, Jesús. PhD

 Unidad de Ciencias del Agua, CICY A.C. Cancún, Quintana Roo México. •  LDG-7923-2024 • 
0009-0008-5948-3779 •  266358





De Leon - Flores, Aned. PhD

 Universidad de Sonora •  0000-0003-3909-2742




Martínez - Quiroz, Marisela. PhD

 Escuela de Ingeniería CINAP •  0000-0001-6374-3029





Magana - Badilla, Héctor Alfonso. PhD

 Universidad Autónoma de Baja California •  ADQ-6080-2022 •  0009-0004-9383-7914 • 
471302




Valdez - Castro, Ricardo. PhD

 Universidad Nacional Autónoma de México •  KBQ-2525-2024 •  0000-0001-8196-0027 • 
230911

Quiroz - Castillo, Jesús Manuel. PhD

 Universidad de Sonora •  AFL-8728-2022 •  0000-0002-8810-6162 •  170543

Santacruz - Ortega, Hisila del Carmen. PhD

 Universidad de Sonora •  AGW-4625-2022 •  0000-0002-7123-8791




Mendoza - Castillo, Didilia Ileana. PhD

 Instituto Tecnológico de Aguascalientes •  AAH-4694-2020 •  0000-0002-8047-9116 •  173442

Ochoa - Terán, Adrián. PhD

 Tecnológico Nacional de México •  KHW-7438-2024 •  0000-0002-3746-3960

Frontana - Vazquez, Carlos Eduardo. PhD

 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C. •  0000-0003-2783-8535
•  101279

Saldarriaga, Hugo. PhD

 Universidad Autónoma del Estado de México •  AGU-2313-2022 •  0000-0002-0676-0639 • 
225261

Cesión de derechos

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Books emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-SECIHTI- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor de la Obra Científica.

Detección de Plagio

Todas las Obras Científicas serán testeadas por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción de la Obra Científica notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todas las Obras Científicas se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de SECIHTI para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del ECORFAN Books con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial-Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de la Obra Científica Modificado para Edición-Publicación

Manual operativo para el análisis de calidad fisicoquímica en miel y agua según NOM-004-SAG/GAN-2018 Y NMX

El Book ofrecerá contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyen a la actividad de divulgación científica de la Universidad Autónoma de Campeche en sus áreas de Biotecnología y Química. Además de contar con una evaluación completa, a cargo de los coordinadores de la Universidad Autónoma de Campeche, de la calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada con estándares internacionales [V|LEX, RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB], el Book propone así a la comunidad académica, informes recientes sobre nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de Biotecnología y Química.

Manual operativo para el análisis de calidad físicoquímica en miel y agua según NOM-004-SAG/GAN-2018 Y NMX

Books

Autores

Torres-Estrada, Alondra Guadalupe. BsC

Ruiz- Hernández, Judith. MsC

Chan-Keb, Carlos Armando. PhD

Gutiérrez-Alcántara, Eduardo Jahir. PhD

Universidad Autónoma de Campeche

Agosto 2025

DOI: <https://doi.org/10.35429/B.2025.3.1.53>



Contenido

Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
Capítulo I. Parámetros fisicoquímicos en miel	5
Práctica 1. Método de prueba para la determinación de acidez	5
Práctica 2. Método de prueba para la determinación de conductividad eléctrica	10
Práctica 3. Método de prueba para la determinación de azúcares reductores	13
Práctica 4. Método de prueba para la determinación de índice de diastasa	17
Práctica 5. Método de prueba para la determinación de intensidad de color	22
Práctica 6. Método de prueba para la determinación de sólidos insolubles	26
Práctica 7. Método de prueba para la determinación de proteínas por Biuret	29
Capítulo II. Parámetros fisicoquímicos en aguas	33
Práctica 8. Método de prueba para la determinación de Demanda Química de Oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas	33
Práctica 9. Método de prueba para la determinación de Sustancias Activas de Azul de Metileno	38
Práctica 10. Método de prueba para la determinación de Fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas	44
Práctica 11. Método de prueba para la determinación de Turbidez en aguas naturales, residuales y residuales tratadas	49
Referencias	53




Fisicoquímica de los alimentos - Fisicoquímica ambiental

Food Physicochemical - Environmental Physicochemical

Torres-Estrada, Alondra Guadalupe* ^a, Ruiz- Hernández, Judith ^b, Chan-Keb, Carlos Armando ^c * y Gutiérrez-Alcántara, Eduardo Jahir ^d

^a  Universidad Autónoma de Campeche •  0009-0001-8487-4391

^b  Universidad Autónoma de Campeche •  0000-0002-7360-4783 •  243102

^c  Universidad Autónoma de Campeche •  0000-0003-3494-9508 •  494719

^d  Universidad Autónoma de Campeche •  0000-0003-3659-1693 •  366309

Clasificación:

Área: Biotecnología y Ciencias Agrícolas

Campo: Biotecnología

Disciplina: Tecnología de Alimentos

Subdisciplina: Control de calidad

Key Books

Los principales aportes a la generación de Ciencia y Tecnología escritos en esta investigación son: Sistematización del conocimiento: Recopilan metodologías validadas (como análisis fisicoquímicos en miel) para estandarizar procesos científicos, Innovación en técnicas analíticas: Integran avances tecnológicos (ej.: espectrofotometría para HMF) que mejoran precisión y eficiencia, Transferencia tecnológica: Facilitan la adopción de normas (NOM, NMX) en sectores productivos, vinculando academia-industria, Ciencia aplicada: Resuelven problemas reales (ej.: comprobación de la calidad de la miel) con evidencia científica. Para que estos aportes trasciendan a un ámbito global, se debe comprender: Interoperabilidad normativa: Armonizar estándares locales (NOM) con internacionales (Codex Alimentarius). Reproducibilidad: Protocolos detallados que permitan replicabilidad en distintos contextos. Enfoque multidisciplinario: Combinar química, biología y ciencia de datos para soluciones integrales. Acceso abierto: Difundir hallazgos en plataformas universales (ej.: publicaciones indexadas, repositorios). Sostenibilidad: Métodos que minimicen impacto ambiental (ej.: reducción de reactivos tóxicos). Las principales conclusiones de la investigación son: El manual homologa metodologías para el análisis de miel y agua, asegurando el cumplimiento de la NOM-004-SAG/GAN-2018 y las NMX aplicables (ej.: NMX-F-700-COFOCALEC-2019). Proporciona protocolos reproducibles para parámetros como humedad, acidez, HMF y cenizas, reduciendo discrepancias entre laboratorios. Garantía de Calidad e Inocuidad: Los límites establecidos (ej.: $\leq 20\%$ humedad, ≤ 80 mg/kg de HMF) protegen al consumidor frente a adulteraciones o degradación del producto. El análisis del agua usada en procesamiento previene contaminantes que afecten la seguridad de la miel (metales pesados, microorganismos). Impacto en la Competitividad Comercial: Reduce rechazos por incumplimiento en mercados extranjeros, fortaleciendo la reputación de la miel mexicana. Detección de Adulteraciones y Buenas Prácticas. Métodos como la espectrofotometría para HMF o la titulación de acidez identifican adulterantes (jarabes de azúcar, calentamiento excesivo). Promueve buenas prácticas de producción al vincular resultados analíticos con procesos de manejo postcosecha.

Area: Development of strategic leading-edge technologies and open innovation for social transformation

Citación: Torres-Estrada, Alondra Guadalupe, Ruiz- Hernández, Judith, Chan-Keb, Carlos Armando y Gutiérrez-Alcántara, Eduardo Jahir. 2024. Manual operativo para el análisis de calidad fisicoquímica en miel y agua según NOM-004-SAG/GAN-2018 Y NMX. 1-53. ECORFAN.

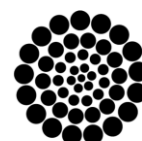
* ✉ carachan@uacam.mx

Book shelf URL: <https://www.ecorfan.org/books.php>



ISBN 978-607-8948-61-1 /© 2009 The Author[s]. Published by ECORFAN-Mexico, S.C. for its Holding Mexico on behalf of Book ACFMA. This is an open access book under the CC BY-NC-ND license [<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>]

Peer Review under the responsibility of the Scientific Committee **MARVID**[®] - in contribution to the scientific, technological and innovation Peer Review Process by training Human Resources for the continuity in the Critical Analysis of International Research.




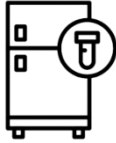







RENIECYT

Registro Nacional de Instituciones y
Empresas Científicas y Tecnológicas

1702902 CONAHCYT

Resumen


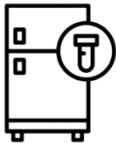







La miel es un producto natural elaborado por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de plantas, que transforman, deshidratan y almacenan en los panales. Su composición incluye azúcares, ácidos orgánicos, enzimas, minerales, proteínas, compuestos fenólicos, entre otros. Desde el punto de vista alimentario, es una fuente natural de energía rápida, con un perfil sensorial agradable, por ello, su caracterización fisicoquímica es esencial para garantizar la transparencia en la cadena productiva y la confianza del consumidor. El agua es un recurso esencial para la vida y un componente crítico en numerosos procesos biológicos, industriales y ambientales. Su disponibilidad, calidad y manejo adecuado son fundamentales para garantizar la salud pública, la sostenibilidad ecológica y el desarrollo económico. Por lo que, el análisis fisicoquímico del agua permite evaluar su estado de conservación, su grado de contaminación y su aptitud para diferentes usos, como el consumo humano, la agricultura, la industria o su descarga al ambiente. Este manual operativo de análisis constituye una guía técnica y formativa que integra procedimientos normalizados y aplicables al análisis de dos matrices fundamentales en los ámbitos alimentario y ambiental. A través de una estructura clara y detallada, el manual ofrece métodos basados en Normas Mexicanas [NMX] y Normas Oficiales Mexicanas [NOM].

Objetivo	Metodología	Contribución
Evaluar la calidad fisicoquímica de la miel y aguas 	Recolección y conservación de muestras de acuerdo a Normas Oficiales 	Garantizar la calidad e inocuidad de 
Identificar parámetros que influyen en la inocuidad y autenticidad 	Preparación de reactivos y calibración de equipos 	Cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas 
Generar información confiable para productores y consumidores 	Ejecución de pruebas 	Apoyo a la salud pública y a la protección del consumidor 

Miel, Agua, Parámetros Fisicoquímicos, Métodos de Prueba

Abstract

Honey is a natural product produced by bees from the nectar of flowers or plant secretions, which they transform, dehydrate, and store in honeycombs. Its composition includes sugars, organic acids, enzymes, minerals, proteins, phenolic compounds, among others. From a food perspective, it is a natural source of quick energy with a pleasant sensory profile; therefore, its physicochemical characterization is essential to ensure transparency in the production chain and consumer confidence. Water, on the other hand, is an essential resource for life and a critical component in numerous biological, industrial, and environmental processes. Its availability, quality, and proper management are fundamental to ensuring public health, ecological sustainability, and economic development. Thus, the physicochemical analysis of water makes it possible to assess its conservation status, degree of contamination, and suitability for various uses such as human consumption, agriculture, industry, or environmental discharge. This operational analysis manual serves as a technical and educational guide that integrates standardized and applicable procedures for analyzing two essential matrices in the food and environmental fields. Through a clear and detailed structure, the manual presents methods based on Mexican Standards [NMX] and Official Mexican Standards [NOM].

Objective	Methodology	Contribution
Evaluate the physicochemical quality of honey and waters 	Sampling and preservation of samples in accordance with Official Standards 	Ensure the quality and safety of products 
Identify parameters that influence safety and authenticity 	Preparation of reagents and calibration of equipment 	Compliance with Official Mexican Standards and Mexican Standards 
Generate reliable information for producers and consumers 	Execution of tests Data analysis 	Support for public health and consumer protection 

Honey, Water, Physicochemical Parameters, Testing Methods

Introducción

El análisis fisicoquímico de productos naturales como la miel de abeja y recursos esenciales como el agua constituye una herramienta clave para garantizar la calidad, autenticidad y seguridad de estos materiales, así como para cumplir con la legislación vigente en materia alimentaria y ambiental. La caracterización fisicoquímica, bromatológica de ambos compuestos permite no solo detectar posibles contaminaciones o adulteraciones, sino también comprender su origen, estado de conservación y aptitud para el consumo humano o su disposición adecuada [Ulloa, 2010].

Hoy en día, la calidad y autenticidad de la miel son aspectos cruciales. Con el aumento de la demanda global, también surgen preocupaciones sobre la adulteración, la cual se realiza mediante la adición de jarabes de azúcar o la manipulación de su composición, y el procesamiento inadecuado que puede degradar sus componentes beneficiosos, como las enzimas y el HMF [hidroximetilfurfural]. La miel es un producto natural complejo y altamente valorado, es mucho más que un simple edulcorante. Su composición única, influenciada por el origen floral y la actividad de las abejas, le confiere propiedades nutricionales, medicinales y organolépticas distintivas [Collantes, 2024].

Por ello, la NOM-004-SAG/GAN-2018 menciona que su análisis incluye parámetros como acidez, azúcares reductores, conductividad eléctrica, índice de diastasa, intensidad de color, proteínas y sólidos insolubles, los cuales permiten evaluar su frescura, calidad y autenticidad. Estos estudios son fundamentales para garantizar la comercialización de miel conforme a estándares nacionales e internacionales, así como para prevenir fraudes o pérdidas de valor comercial.

Por otro lado, el agua es un elemento fundamental e indispensable para la vida, es mucho más que una simple sustancia; es el solvente universal, el motor de los ecosistemas y el pilar sobre el que se asientan todas las sociedades. Desde los vastos océanos que cubren nuestro planeta hasta las minúsculas gotas de rocío, el agua se presenta en una diversidad de formas y cumple innumerables funciones, siendo esencial para la supervivencia de plantas, animales y, por supuesto, la humanidad [Salazar, 2018].

Por lo que la NOM-127-SSA1-2021 nos dice que el agua en su forma natural, residual y residual tratada requiere de un monitoreo constante para verificar su potabilidad, grado de contaminación o eficacia de procesos de tratamiento. Parámetros como turbidez, demanda química de oxígeno [DQO], sustancias activas al azul de metileno [SAAM], fluoruros, entre otros, permiten evaluar la presencia de materia orgánica, detergentes, compuestos inorgánicos y otros contaminantes de interés ambiental.

En cada capítulo del presente manual se abordan los fundamentos, métodos analíticos e interpretaciones asociados a la evaluación de la calidad de la miel y aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Permitiendo así la caracterización de la autenticidad, frescura y origen botánico de la miel y el monitoreo de la calidad del agua contribuyendo al cumplimiento normativo y a la protección de la salud pública.

Capítulo I. Parámetros fisicoquímicos en miel

Práctica 1. Método de prueba para la determinación de acidez

1. Introducción

La acidez en la miel proviene de ácidos orgánicos que se mantienen en equilibrio con sus lactonas y algunos iones inorgánicos [fosfatos, sulfatos, cloruros y nitratos]. Su principal fuente son las reacciones enzimáticas que ocurren durante la maduración y el almacenamiento. Esta característica no solo protege contra microorganismos, sino que también influye en su aroma y sabor, además de ofrecer efectos antibacterianos y antioxidantes [Cavia, 2007].

La determinación de la acidez se basa en una titulación ácido-base, en la que los iones hidrogeno $[H^+]$ liberados por los ácidos presentes en la miel reaccionan con una base fuerte, usualmente hidróxido de sodio $[NaOH]$. El punto final de la titulación se identifica mediante el uso del indicador fenolftaleína, que vira de incoloro a rosado cuando alcanza un pH cercano a 8.3, indicando la neutralización de los ácidos presentes. La cantidad de $NaOH$ consumida se emplea para calcular la acidez libre, expresada en miliequivalentes por kilogramo $[meq/kg]$ de miel [Bogdanov, 1999].

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de acidez en miel.

2.1 Descripción de la actividad

Determinar la acidez libre, lactónica y total presente en la miel.

3. Referencia normativa

NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones.

4. Términos y definiciones

Acidez: Propiedad fisicoquímica que refleja la presencia de ácidos orgánicos naturales presentes en el néctar de las flores o generados durante el procesamiento y almacenamiento de la miel.

Acidez lactónica: Ácidos presentes en forma de lactonas, es decir, ácidos orgánicos cíclicos no ionizados que no se detectan inicialmente pero que se liberan al medio al ser neutralizados químicamente.

Origen botánico: Especies vegetales de las cuales las abejas recolectan el néctar o secreciones dulces para producir miel.

Miliequivalentes por kilogramo: Unidad de medida que indica la cantidad de sustancia capaz de reaccionar químicamente con otros compuestos, ajustada por su capacidad de carga [valencia], en un kilogramo de muestra.

5. Materiales, equipo e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Potenciómetro
- Bureta de 25 mL
- Probeta de 100 mL
- Pipeta de 10 mL
- Vaso de precipitado de 250 mL

5.1. Reactivos

- Agua libre de CO_2
- Ácido clorhídrico $[HCl]$

- Hidróxido de sodio [NaOH]

6. Fase Pre-analítica

A. Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente

B. Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Disolución de ácido clorhídrico [0.1 N].** Diluir 8.3 mL de ácido clorhídrico concentrado ó 2.8 mL de ácido sulfúrico concentrado en 1L con agua destilada
- **Disolución de hidróxido de sodio [0.1 N].** Pesar aproximadamente y con precisión 4.0 g de hidróxido de sodio, disolver y diluir a 1 L con agua destila en vaso de 1L

C. Valoración de las disoluciones de trabajo

- **Valoración del ácido clorhídrico [0.1 N].** Pesar aproximadamente y con precisión 0.026 5 g del patrón primario de carbonato de sodio, secado 105°C, añadir unos 25 mL de agua y unas gotas de la disolución de naranja de metilo, valorar con el ácido hasta el vire del indicador [de amarillo a rojo salmón]. Calcular la normalidad del ácido con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{A}{B * 53} * 1000 \quad [1]$$

Donde: N= normalidad del ácido usado, equivalentes/L

A= gramos de carbonato de sodio

B= mL de ácido utilizados

53= gramos por equivalente de carbonato de sodio

- **Valoración del hidróxido de sodio [0.1 N].** Pesar aproximadamente y con precisión 0.102 g de biftalato de potasio secado a 105°C, añadir unos 25 mL de agua y unas gotas de la disolución de fenolftaleína, titular con la disolución de hidróxido de sodio hasta el vire del indicador [de incoloro a rosa]. Calcular la normalidad del hidróxido con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{A}{B * 204.2} * 1000 \quad [2]$$

Donde: N= es la normalidad del hidróxido de sodio, equivalentes/L

A= son los gramos de biftalato de potasio

B= son los mL de hidróxido de sodio utilizados

204.2= son los gramos por equivalente de biftalato de potasio.

D. Calibración de equipos

Calibrar el potenciómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase Analítica

A. Acondicionamiento de la muestra

No aplica

B. Pretratamiento de la muestra

Si la miel tiene gránulos, meter el envase cerrado en baño de agua, sin sumergirlo, y calentar durante 30 minutos a 40 °C, hasta que la miel se disuelva, es esencial agitar de vez en cuando. Tan pronto como la muestra se disuelva, mezclar perfectamente y enfriar a temperatura ambiente.

C. Determinación de acidez

1. Disolver 10 g de muestra en 75 ml de agua libre de carbonatos.
2. Sumergir el electrodo del potenciómetro en la solución y registrar el pH.
3. Valorar la solución con NaOH 0.1 N hasta un pH de 8.5.
4. Adicionar 10 mL de NaOH 0.1 N.
5. Titular con HCl 0.1N hasta un pH de 8.3.

8. Fase Post-analítica

A. Resguardo de la muestra

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B. Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 1

Tabla 1

Clasificación CRETI de la prueba de Acidez.

Técnica	Residuo generado	CRETI
Prueba de acidez	Ácido sulfúrico o ácido clorhídrico [0.1 N] Hidróxido de sodio [0.1 N]	Corrosivo
Valoración del ácido	Carbonato de sodio Naranja de metilo Ácido clorhídrico o sulfúrico [0.1 N]	Corrosivo
Valoración del hidróxido	Biftalato de potasio Hidróxido de sodio [0.1 N] Fenolftaleína	Tóxico

Fuente: Elaboración propia

C. Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Calcular la acidez libre

$$\text{Acidez libre [meq/kg]} = \frac{[(Vb - Vo) Nb \times 1000]}{P} \quad [3]$$

Donde: **Vb**= mL consumidos de NaOH para alcanzar pH de 8.5.

Vo= mL consumidos de NaOH por 75 mL de agua para alcanzar pH de 8.5.

Nb= normalidad de NaOH.

P= peso de la muestra en gramos. 1000= factor para convertir a meq/kg.

Calcular la acidez láctónica

$$\text{Acidez láctónica [meq/kg]} = \frac{[(10 Nb - Va \times Na) \times 1000]}{P} \quad [4]$$

Donde: **Nb**= normalidad de NaOH.

Va= mL gastados de HCl en la titulación para alcanzar pH de 8.3.

Na= normalidad de HCl.

P= peso de la muestra en gramos.

1000= factor de conversión a meq/kg.

Calcular acidez total

Acidez total = Acidez libre + acidez láctica [5]

10. Interpretación de resultados

La NMX-F-036-NORMEX-2006, Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba. Nos indica los límites máximos de acidez total de 40 meq/kg.

Sin embargo, algunas mieles sobrepasan estos límites debido al origen botánico del néctar y la concentración de azúcares, por ejemplo, las multiflorales tropicales, de mangle o costera [Sanz Cervera et al., 1994].

11. Interferencias

La variedad de flores produce miel con distintos perfiles de acidez.

Las mieles con mayor contenido de humedad son más susceptibles a la fermentación, lo que provoca un aumento en la acidez.

12. Referencias

Basic

NMX-F-036-NORMEX-2006. Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba.

NOM-002-SAG/GAN-2016. Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre del 2016.

NOM-001-SAG/GAN-2015. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de mayo del 2015.

NOM-145-SCFI-2001. Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2001.

Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., ... Vit, P. [1999]. *Calidad de la miel y normas regulatorias internacionales: revisión de la Comisión Internacional de la Miel*. *Bee World*, 80[2], 61–69.

Cavia, M. M., Fernández-Muino, M. A., Alonso-Torre, S. R., Huidobro, J. F., & Sancho, M. T. [2007]. *Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation*. *Food chemistry*, 100[4], 1728-1733.

Sanz Cervera, S., Sanz Cervera, M. [1994]. *Valores de acidez [libre, láctica y total] y pH de las mieles de la Rioja*. *Zubía*, [12], 193-204.

13. Apéndice

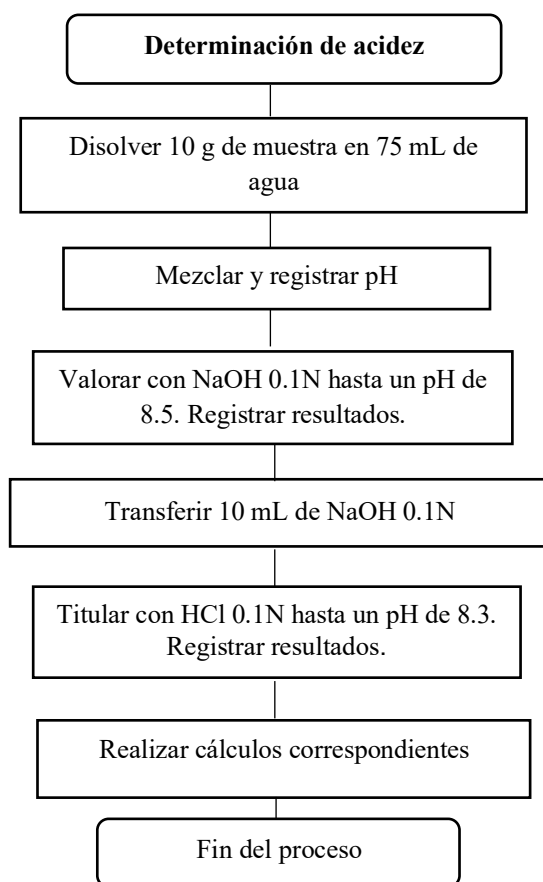
Box 2**Figura 1**

Diagrama del método de prueba para la determinación de acidez

Fuente: Elaboración propia

Práctica 2. Método de prueba para la determinación de conductividad eléctrica

1. Introducción

La conductividad eléctrica de la miel es una propiedad fisicoquímica que refleja su contenido de sales minerales [cenizas], ácidos orgánicos y proteínas. Esta propiedad se relaciona directamente con el origen botánico de la miel, siendo significativamente mayor en mieles de mielada y algunas mieles oscuras florales, en comparación con las mieles claras de néctar [Živkov, 2018].

La determinación de la conductividad eléctrica se basa en la capacidad de una solución acuosa de miel para conducir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la concentración de iones disueltos en la solución, los cuales permiten el paso de electricidad entre los electrodos sumergidos en la muestra. El valor obtenido se expresa en milisiemens por centímetro [mS/cm] [Bogdanov, 1999].

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de conductividad eléctrica en miel.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar la conductividad eléctrica presente en la miel.

3. Referencia normativa

NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones.

4. Términos y definiciones

Origen botánico: Especies vegetales de las cuales las abejas recolectan el néctar o secreciones dulces para producir miel.

Miel de mielada: Miel que producen las abejas a partir del exudado azucarado que ciertos insectos depositan sobre hojas, tallos o cortezas de árboles.

Electrodo: Conductor eléctrico que permite el intercambio de electrones entre un sistema externo y un medio químico o físico, como una solución, un gas o un sólido.

Milisiemens: Unidad de conductancia eléctrica que indica que tan bien un material conduce la electricidad.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Baño María
- Conductímetro
- Vaso de precipitado de 250 mL
- Probeta de 100 mL

5.1 Reactivos

- Agua libre de CO₂ o mili-Q

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

No aplica

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Calibración de equipos

Calibrar el conductímetro utilizando soluciones estándar de conductividad conocidas, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

Dejar que la muestra alcance una temperatura de 20°C antes de iniciar el análisis.

B] Pretratamiento de la muestra

Realizar una disolución de la muestra al 20% con agua destilada o mili-Q.

C] Determinación de conductividad eléctrica

1. Verificar que la temperatura de la solución esté a 20°C. Utilizar un baño de agua si es necesario para ajustar la temperatura.
2. Introducir el electrodo del conductímetro en la disolución acuosa de miel.
3. Esperar a que la lectura se estabilice.
4. Registrar el valor de la conductividad eléctrica en milisiemens por centímetro [mS/cm].

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B] Desecho de residuos químicos

No aplica

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

No aplica

10. Interpretación de resultados

La NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones. Nos indica el límite máximo de conductividad eléctrica de 0.8 mS/cm.

11. Interferencias

Agua no destilada o con sales disueltas alteran la lectura de la conductividad.

Las variaciones en la acidez pueden modificar la ionización de ciertos compuestos, afectando la conductividad.

La temperatura debe de ser de 20°C, las variaciones altas o bajas generan lecturas incorrectas.

12. Referencias

Basic

NMX-F-036-NORMEX-2006. Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba.

NOM-002-SAG/GAN-2016. Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre del 2016.

NOM-001-SAG/GAN-2015. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de mayo del 2015.

NOM-145-SCFI-2001. Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2001.

Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., ... Vit, P. [1999]. *Calidad de la miel y normas regulatorias internacionales: revisión de la Comisión Internacional de la Miel*. *Bee World*, 80[2], 61–69.

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

13. Apéndice

Box 3

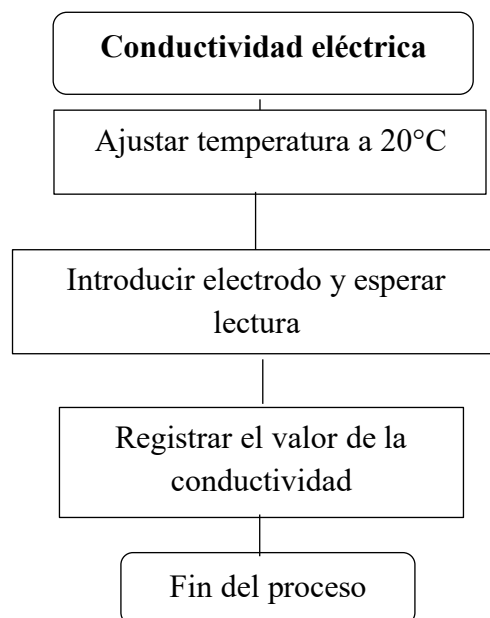


Figura 2

Diagrama del método de prueba para la determinación de conductividad eléctrica

Fuente: Elaboración propia

Práctica 3. Método de prueba para la determinación de azúcares reductores

1. Introducción

Los azúcares reductores son aquellos que poseen un grupo carbonilo libre capaz de reducir agentes oxidantes. En la miel, estos corresponden principalmente a la glucosa y la fructosa, que constituyen más del 65% de su composición. La medición de estos azúcares es fundamental para evaluar la pureza, frescura y autenticidad de la miel, ya que los niveles se ven afectados por la adulteración con jarabes, fermentación o envejecimiento [Ulloa, 2010].

El análisis se basa en la capacidad reductora de los azúcares frente a soluciones alcalinas de cobre [II], como el reactivo de Fehling. En medio alcalino caliente, los azúcares reductores convierten los iones Cu^{2+} en óxido cuproso [Cu_2O], el cual precipita como un sólido rojo o anaranjado. La cantidad de cobre reducido se puede cuantificar por titulación volumétrica, y los resultados se expresan como porcentaje de azúcares reductores, en general como glucosa, sobre el peso de la miel [García, 2019].

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de azúcares reductores en miel.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar la cantidad de azúcares reductores presentes en la miel.

3. Referencia normativa

NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones.

4. Términos y definiciones

Solución madre: Solución de referencia preparada con exactitud, la cual sirve para obtener otras soluciones de menor concentración.

Solución de trabajo: Solución diluida que se prepara a partir de una solución madre y se utiliza directamente en un procedimiento experimental o análisis.

Titulación: Técnica cuantitativa de análisis químico que se utiliza para determinar la concentración desconocida de una sustancia en una solución, mediante la adición controlada de otra solución de concentración conocida hasta que ocurre una reacción completa indicada generalmente por un cambio de color.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Parrilla eléctrica con control de temperatura.
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Matraz aforado de 500 mL
- Matraz aforado de 250 mL
- Matraz aforado de 100 mL
- Probeta de 100 mL
- Pipeta de 5 mL

5.1 Reactivos

- Fehling A
- Fehling B
- Solución madre de azúcar invertido
- Solución de trabajo [2.5 mg/mL]
- Fenolftaleína
- Azul de metileno 1%

- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Fehling A.** Disolver 34.639 g de sulfato de cobre [II] pentahidratado [$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$] en 200 mL de H_2O y aforar a 500 mL de H_2O .
- **Fehling B.** Disolver 173 g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado [$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] y 50g de hidróxido de sodio [NaOH] en 200 mL de H_2O y aforar a 500 mL de H_2O [dejar reposar 2 días y filtrar con lana de vidrio en un frasco ámbar].
- **Solución Madre de Azúcar Invertido [10 mg/mL].** Pesar 5 g de sacarosa y transferir a un matraz aforado de 500 mL, añadir 2.5 mL de ácido clorhídrico concentrado [HCl], vertir 100 mL de H_2O destilada. Agitar y dejar 3 días en oscuridad a temperatura ambiente. Aforar a 500 mL y agitar.
- **Solución de trabajo [2.5 mg/mL].** Medir 62.5 mL de solución madre y transferir a un matraz aforado de 250 mL, agregar 2 gotas de fenolftaleína y neutralizar con NaOH al 20% hasta un vire rosa, usar HCl 1N para ajustar el color a incoloro, aforar a 250 mL, agitar y etiquetar.

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Calibración de equipos

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

No aplica

B] Pretratamiento de la muestra

1. Pesar en un matraz de 250 mL 5 g de muestra.
2. Agregar 150 mL de H_2O a 60°C y agitar.
3. Enfriar a temperatura ambiente.
4. Transferir a un matraz aforado de 250 mL y mezclar.
5. Filtrar con papel filtro Whatman, descartar los primeros 25 mL y seguir filtrando.
6. Recoger el filtrado y transferir 50 mL en un matraz aforado de 100 mL, añadir 2.5 mL de HCl concentrado y dejar reposar 24 horas.
7. Agregar 2 gotas de fenolftaleína y neutralizar con NaOH 20%, hasta un vire de color rosa.
8. Agregar gotas de HCl 1N hasta que desaparezca el color rosa.
9. Aforar a 100 mL con H_2O destilada y rotular como muestra final.

C] Determinación de azúcares reductores

Titulación del blanco

1. Transferir 5 mL de Fehling A en un matraz de 250 mL y añadir 5 mL de Fehling B.
2. Añadir 30 mL de H_2O y calentar en la placa de calentamiento, añadir un agitador magnético, titular con la solución de trabajo y anotar el gasto.

3. Durante el calentamiento el color de la solución cambiará a naranja marrón, dejar en ebullición 2 minutos.
4. Agregar 4 gotas de azul de metileno al 1%, mantener agitación.
5. Continuar agregando gotas de solución de trabajo de 3 a 5 segundos por gota, detener hasta llegar al color naranja como antes de agregar el azul de metileno.
6. Anotar el gasto de la solución de trabajo.

Titulación de la muestra

1. Transferir 5 mL de Fehling A y 5 mL de Fehling B en un matraz de 250 mL.
2. Añadir 5 mL de la muestra, 50 mL de H₂O destilada al matraz.
3. Llevar a la placa de calentamiento, esperar el cambio de color a naranja marrón.
4. Añadir 4 gotas de azul de metileno al 1%, mientras ebulla iniciar con la titulación con solución de trabajo, hasta llegar al vire naranja marrón.
5. Anotar el gasto total.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B] Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 4

Tabla 2

Clasificación CRETI de la prueba de Azúcares reductores

Técnica	Residuo generado	CRETI
Prueba de Azúcares reductores	Fehling A Fehling B Azúcar invertido Fenolftaleína Azul de metileno [1%] Ácido clorhídrico Hidróxido de sodio [20%]	Tóxico

Fuente: Elaboración propia

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

$$\text{Total Azúcar} = \frac{(B-S) \cdot C \cdot 250 \cdot 100 \cdot 100}{W \cdot V \cdot 50} \quad [6]$$

Donde: **B**= Gasto del blanco
S= Gasto de la muestra
C= Concentración de trabajo
W= Peso de la muestra
V= Volumen utilizado para la titulación

10. Interpretación de resultados

La NMX-F-036-NORMEX-2006, Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba. Nos indica los límites mínimos de azúcar reductor total de 60%.

11. Interferencias

La adición de jarabes de alta fructosa, glucosa o jarabes invertidos puede influenciar los resultados aumentando los niveles de azúcar reductor.

Un tratamiento térmico excesivo puede causar la degradación y caramelización de los azúcares, afectando directamente su capacidad de reducción.

12. Referencias

NMX-F-036-NORMEX-2006. Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba.

NOM-002-SAG/GAN-2016. Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre del 2016.

NOM-001-SAG/GAN-2015. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de mayo del 2015.

NOM-145-SCFI-2001. Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2001.

Garcia Martin, L. [2019]. [Evaluación de la calidad de muestras de mieles aragonesas](#). Universidad Zaragoza. Facultad de Veterinaria.

Ulloa, J. A., Mondragón, P. M., Rodríguez, R., Resendiz, J. A., & Rosas, P. [2010]. [La miel de abeja y su importancia](#). CONACYT.

13. Apéndice

Box 5

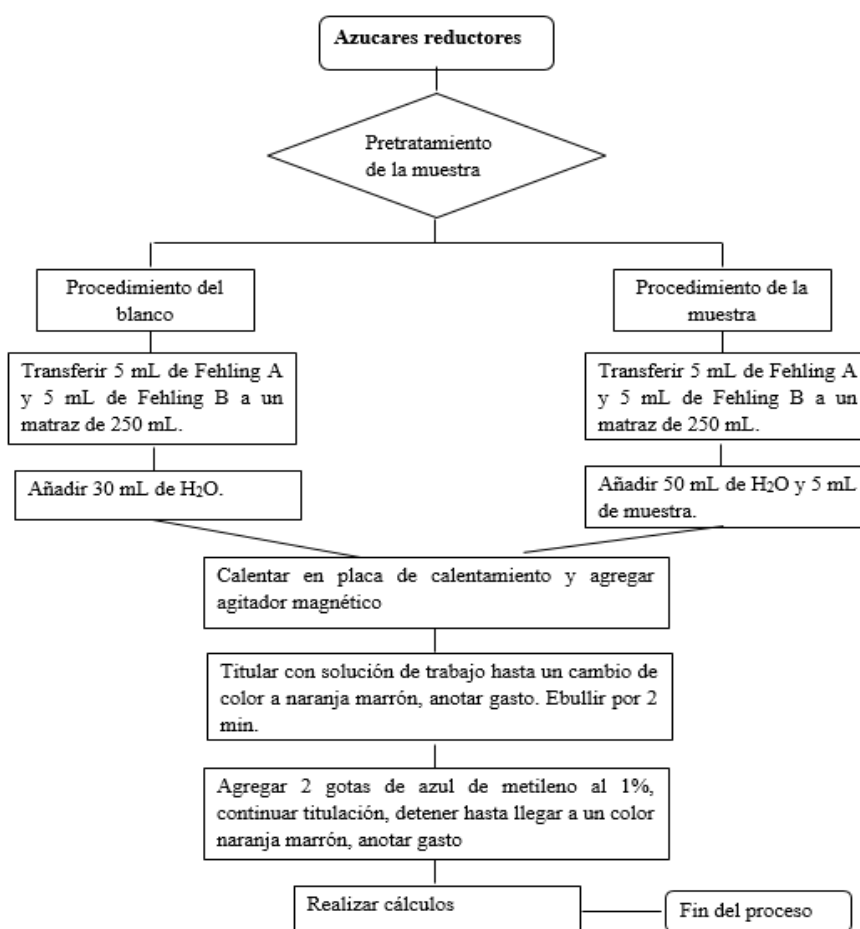


Figura 3

Diagrama del método de prueba para la determinación de azúcares reductores

Práctica 4. Método de prueba para la determinación de índice de diastasa

1. Introducción

El índice de diastasa es una medida de la actividad de la enzima amilasa, conocida también como diastasa, presente de forma natural en la miel, principalmente aportada por las abejas. Esta enzima cataliza la hidrolización del almidón en azúcares más simples [dextrinas y maltosa]. Su actividad es un indicador de frescura y calidad de la miel, ya que la diastasa se inactiva progresivamente con el tiempo, por almacenamiento inadecuado o por tratamientos térmicos excesivos. [Bogdanov, 1999].

La determinación del índice de diastasa se basa en la velocidad de descomposición del almidón por la diastasa contenida en una solución de yodo yodurado que forma un complejo azul con el almidón. A medida que la enzima lo degrada, el color azul disminuye hasta desaparecer. El tiempo que tarda en desaparecer el color azul se utiliza para calcular el índice de diastasa, que se expresa como el número de Schade, correspondiente a la cantidad de enzima capaz de descomponer 0.01 g de almidón por hora a 40°C [Ulloa, 2022].

Las mieles frescas sin calentar suelen tener valores de índice de diastasa superiores a 8, mientras que el valor inferior puede indicar tratamiento térmico o envejecimiento, aunque en algunos casos naturales, como la miel de cítricos, los valores pueden ser bajos de origen.

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de índice de diastasa en miel.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar el índice de diastasa presente en la miel.

3. Referencia normativa

NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones.

4. Términos y definiciones

Hidrolización: Reacción química en la que una molécula se rompe al reaccionar con una molécula de agua.

Catalización: Proceso mediante el cual se aumenta la velocidad de una reacción química gracias a la presencia de un catalizador, que actúa disminuyendo la energía de activación necesaria para que la reacción ocurra.

Miel de cítricos: Miel monofloral elaborada principalmente a partir del néctar de flores de árboles cítricos como naranjo, limón, mandarina, etc.

Numero de Schade: Unidad que mide la actividad enzimática de la diastasa presente en la miel.

Absorbancia: Medida que indica cuanto de la luz que pasa de una sustancia es absorbida por ella.

Curva de calibración: Herramienta gráfica que se utiliza para determinar la concentración de una sustancia desconocida en una muestra, comparándola con una serie de estándares conocidos.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Baño María
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg
- Espectrofotómetro
- Matraz aforado de 50 mL
- Matraz aforado de 100 mL

- Matraz aforado de 25 mL
- Pipeta de 2 mL
- Pipeta de 1 mL
- Probeta de 100 mL
- Celdas para Espectrofotómetro

5.1 Reactivos

- Acetato de Sodio
- Cloruro de Sodio
- Almidón
- Yodo
- Yoduro de Potasio

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Disolución de Acetato [pH 5.3].** Pesar 8.7 gr de Acetato de Sodio, disolver en 40 mL de agua destilada en un matraz de 50 mL y añadir 1.05 mL de Ácido Acético Glacial y aforar. Colocar en un frasco ámbar.
- **Disolución de Cloruro de Sodio [0.5 M].** Pesar 1.45 gr de NaCl, disolver en 10 mL de agua destilada en un matraz de 50 mL y aforar. Colocar en un frasco ámbar. Realizar esta solución en día del análisis.
- **Disolución de almidón al 1%.** Pesar 0.5 gr de almidón en un matraz de 50 mL y aforar. Poner a ebullición y dejar enfriar hasta llegar a una temperatura de 40°C.
- **Disolución primaria de Yodo.** Pesar 0.44 gr de Yodo, disolver en 1.5 mL de agua destilada en un matraz de 50 mL, añadir 1.1 gr de Yoduro de Potasio y aforar.
- **Disolución Yodo [0.007 N].** Pesar 4 gr de Yoduro de Potasio y disolver en 8 mL de agua destilada en un matraz de 100 mL, añadir 1 mL de la solución primaria de Yodo y aforar. Realizar esta solución el día del análisis.

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Preparación de curva de calibración

1. Diluir 5 mL de disolución de almidón al 1% en 10 mL de solución de miel y dejar reaccionar por 5 minutos a 40°C.
2. En el transcurso de la reacción tomar cada minuto 1 mL de la disolución, transferir en un matraz y adicionar 10 mL de disolución de Yodo 0.007 N.
3. Mezclar y diluir a un volumen de 20 mL.
4. Medir absorbancia a 600 nm hasta una lectura de 0.235.

Box 6**Tabla 3**

Curva de calibración de Índice de Diastasa

Patrón	Minuto	Disolución almidón 1% + solución miel en mL	Disolución de Yodo en mL	Aforar a 20 mL con agua	Absorbancia a 600 nm
1	1	1	10	9	
2	2	1	10	9	
3	3	1	10	9	
4	4	1	10	9	
5	5	1	10	9	

Fuente: Elaboración propia

Se considera que la curva es válida y se procede a preparar y leer las muestras cuando tiene un R^2 de 0.99.

E] Calibración de equipos

Calibrar el espectrofotómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica**A] Acondicionamiento de la muestra**

No aplica

B] Pretratamiento de la muestra

1. Pesar 5 gr de muestra.
2. Disolver con 10 o 15 mL de agua destilada.
3. Adicionar 2.5 mL de Regulador de Acetato
4. Transferir a un matraz aforado de 25 mL con 1.5 mL de NaCl 0.5 M y aforar.

C] Determinación de índice de diastasa

1. Diluir 5 mL de disolución de almidón al 1% en 10 mL de solución de miel y dejar reaccionar por 5 minutos a 40°C.
2. En el transcurso de la reacción tomar cada minuto 1 mL de la disolución, transferir en un matraz y adicionar 10 mL de disolución de Yodo 0.007 N.
3. Mezclar y diluir a un volumen de 20 mL.
4. Medir absorbancia a 600 nm hasta una lectura de 0.235.

8. Fase Post-analítica**A] Resguardo de la muestra**

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B] Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 7**Tabla 4**

Clasificación CRETI de la prueba de Índice de diastasa

Técnica	Residuo generado	CRETI
Prueba de Índice de Diastasa	Acetato [pH 5.3] Cloruro de sodio [0.5 M] Almidón [1%] Yodo [0.007 N]	Tóxico

Fuente: Elaboración propia

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

8. Cálculos

Calcular el tiempo de reacción correspondiente a la absorbancia 0.235 en minutos empleando la siguiente ecuación.

$$Y = mX + b \quad [7]$$

Donde: **Y**= es la absorbancia.

m= es la pendiente.

b= es la ordenada al origen.

X= es el tiempo de reacción.

Para calcular el índice de diastasa utilizar la siguiente ecuación.

$$ID = \frac{300}{t} \quad [8]$$

Donde: **ID**= Índice de diastasa.

t= Tiempo de reacción calculado anteriormente.

10. Interpretación de resultados

La NMX-F-036-NORMEX-2006, Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba. Y la NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones. Nos indican los límites de índice de diastasa en general de 8 unidades Schade mínimo.

11. Interferencias

El pH óptimo para realizar esta prueba es de 5.3 – 5.5.

Las soluciones mal preparadas o caducadas pueden alterar la reacción enzimática.

12. Referencias**Basic**

NMX-F-036-NORMEX-2006. Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba.

NOM-002-SAG/GAN-2016. Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre del 2016.

NOM-001-SAG/GAN-2015. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de mayo del 2015.

NOM-145-SCFI-2001. Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2001.

Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., ... Vit, P. [1999]. *Calidad de la miel y normas regulatorias internacionales: revisión de la Comisión Internacional de la Miel*. *Bee World*, 80[2], 61–69.

Ulloa F., P. [2022]. *Metodologías para la determinación de parámetros fisicoquímicos y de calidad en miel*. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 20 p.

13. Apéndice

Box 8

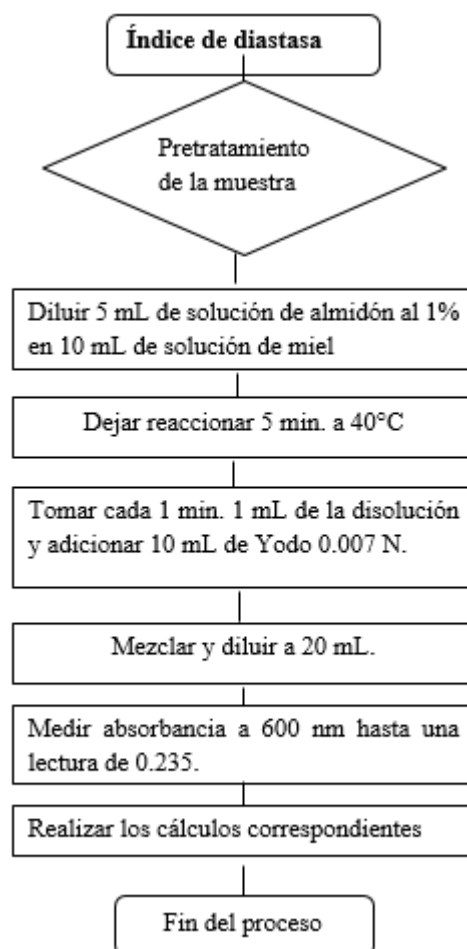


Figura 4

Diagrama del método de prueba para la determinación de índice de diastasa

Práctica 5. Método de prueba para la determinación de intensidad de color

1. Introducción

La intensidad de color de la miel es un parámetro físico importante para su clasificación comercial, identificación floral y evaluación de calidad. El color de la miel varía naturalmente desde casi incoloro hasta ámbar oscuro, dependiendo de su origen botánico, contenido de minerales, compuestos fenólicos, flavonoides y grado de oxidación [Funes, 2014].

La determinación de la intensidad de color se realiza mediante espectrofotometría, midiendo la absorbancia de una solución de miel a una longitud de onda a 635 nm. Este valor se expresa en milímetros [mm] según la escala de Pfund, que es un estándar internacional utilizado para clasificar mieles según su tonalidad [Bogdanov, 2004].

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de intensidad de color en miel.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar la intensidad del color presente en la miel.

3. Referencia normativa

NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones.

4. Términos y definiciones

Origen botánico: Especies vegetales de las cuales las abejas recolectan el néctar o secreciones dulces para producir miel.

Flavonoides: Compuestos fenólicos naturales que las abejas incorporan desde el néctar y el polen de las flores a la miel. Forman parte del grupo de antioxidantes y son responsables de muchas propiedades bioactivas de la miel, como su capacidad antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana.

Absorbancia: Medida que indica cuanto de la luz que pasa a través de una sustancia es absorbida por ella.

Solución acuosa: Mezcla homogénea en la que el agua actúa como disolvente.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Espectrofotómetro
- Matraz de 50 mL
- Celdas para Espectrofotómetro

5.1 Reactivos

- Agua destilada

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

No aplica

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Calibración de equipos

Calibrar el espectrofotómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

No aplica

B] Pretratamiento de la muestra

1. Pesar 10 g de muestra en un matraz de 50 mL
2. Añadir 20 mL de agua
3. Mezclar hasta que la miel se disuelva completamente formando una solución acuosa al 50%

C] Determinación de intensidad de color

1. Transferir la solución de miel a una celda de espectrofotómetro
2. Medir la absorbancia de la solución a 635 nm.
3. Registrar el valor de la absorbancia.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B] Desecho de residuos químicos

No aplica

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Consultar la correlación específica entre la absorbancia y los valores en la escala Pfund para obtener el color de la miel.

$$mm\ Pfund = -38.7 + (371.39 * Abs_{635}) \quad [9]$$

10. Interpretación de resultados

La NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones. Establece los límites para determinar el color de la miel.

Box 9**Tabla 5**

Determinación de Intensidad de color

Escala [Pfund]	Color
0 - 8 mm	Blanco agua
9 - 17 mm	Extra blanco
18 - 34 mm	Blanco
35 - 48 mm	Ámbar extra claro
49 - 83 mm	Ámbar claro
84 - 114 mm	Ámbar
> 114 mm	Ámbar oscuro

Fuente: NOM-004-SAG/GAN-2018

11. Interferencias

El mal almacenamiento provoca una oxidación debido a la exposición prolongada a la luz y las altas temperaturas ocasionan un cambio en la tonalidad de la miel.

La conductividad eléctrica elevada ocasiona que la miel tenga una tonalidad más oscura afectando la medición objetiva del color.

12. Referencias**Basic**

NMX-F-036-NORMEX-2006. Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba.

NOM-002-SAG/GAN-2016. Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre del 2016.

NOM-001-SAG/GAN-2015. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de mayo del 2015.

NOM-145-SCFI-2001. Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2001.

Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., ... Vit, P. [1999]. *Calidad de la miel y normas regulatorias internacionales: revisión de la Comisión Internacional de la Miel*. *Bee World*, 80[2], 61–69.

Funes, B. O. E. [2014]. *Caracterización físico-química y comparación de las mieles producidas en los diversos oasis de Mendoza-Argentina* [Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias].

13. Apéndice

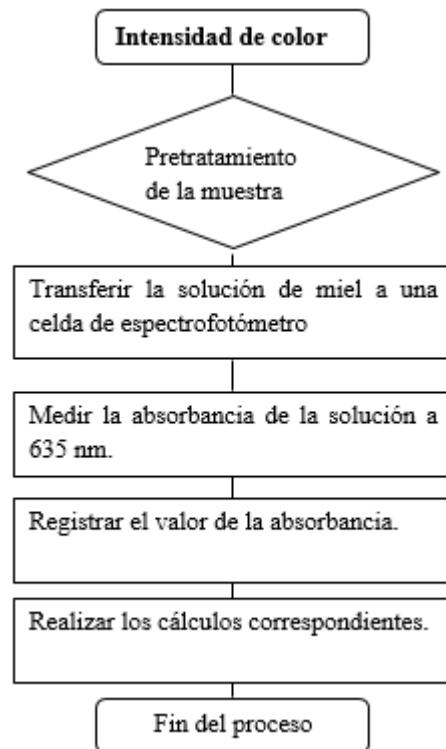
Box 10**Figura 5**

Diagrama del método de prueba para la determinación de intensidad de color

Práctica 6. Método de prueba para la determinación de sólidos insolubles

1. Introducción

Los sólidos insolubles en agua presentes en la miel corresponden a impurezas como partículas de cera, restos de abejas, polen no disuelto, tierra, fibras vegetales, entre otros materiales no disueltos que no forman parte de la composición natural de la miel. Su presencia en exceso es un indicador de deficiencias en el proceso de colado, filtración o manipulación durante la extracción y envasado, lo cual afecta la calidad higiénica y comercial del producto [Navarro, 2021]

La determinación de estos sólidos se basa en la disolución completa de una muestra de miel en agua caliente para liberar las impurezas insolubles, las cuales son posteriormente separadas por filtración. Luego el filtro con el residuo se seca nuevamente en estufa a 100-105°C, y la diferencia de peso corresponde al contenido de sólidos insolubles, expresado como porcentaje respecto al peso original de la miel [Fattori, 2004]

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de sólidos insolubles en miel.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar los sólidos insolubles presentes en la miel.

3. Referencia normativa

NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones.

4. Términos y definiciones

Filtración: Proceso físico mediante el cual se separan los sólidos insolubles de la miel disuelta en agua.

Secado a peso constante: Técnica que consiste en eliminar la humedad del residuo insoluble mediante calor controlado hasta que su peso no varíe entre mediciones consecutivas.

Residuo insoluble: Material seco, no volátil, que permanece en el filtro tras la disolución de la miel en agua y su posterior filtración.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Parrilla eléctrica con control de temperatura.
- Vaso de precipitado de 250 mL
- Crisol con un tamaño de poro de 15 a 40 μm

5.1 Reactivos

- Agua destilada

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

No aplica

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Calibración de equipos

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

No aplica

B] Pretratamiento de la muestra

No aplica

C] Determinación de sólidos insolubles

1. Pesar 20 g de muestra en un vaso de precipitado de 250 mL.
2. Añadir 200 mL de agua a 80°C.
3. Mezclar hasta que la miel se disuelva completamente en el agua.
4. Filtrar la solución utilizando un crisol de vidrio con un tamaño de poro de 15 a 40 µm a peso constante y previamente pesado.
5. Lavar cuidadosamente el sólido insoluble retenido en el crisol con abundante agua a 80°C para remover el azúcar.
6. Llevar el crisol con el sólido insoluble a la estufa y secar a 135°C durante 1 hora.
7. Pasar el crisol a un desecador por 30 min.
8. Pesar el crisol con el sólido insoluble.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B] Desecho de residuos químicos

No aplica

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Utilizar la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de sólido insoluble:

$$\% \text{ sólido insoluble en } \frac{g}{100g} = \frac{m}{m_1} * 100 \quad [10]$$

Donde: **m**= masa de materia insoluble recolectado [g]

m₁= masa de muestra inicial [g]

10. Interpretación de resultados

La NMX-F-036-NORMEX-2006, Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba. Y la NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones. Nos indican los límites máximos de sólidos insolubles de 0.1 %.

11. Interferencias

La temperatura del agua provoca una incorrecta disolución del azúcar ocasionando un resultado poco fiable.

12. Referencias

Basic

NMX-F-036-NORMEX-2006. Alimentos, miel, especificaciones y métodos de prueba.

NOM-002-SAG/GAN-2016. Actividades técnicas y operativas aplicables al Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre del 2016.

NOM-001-SAG/GAN-2015. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de mayo del 2015.

NOM-145-SCFI-2001. Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2001.

Fattori, S. B. [2004]. La miel: [propiedades, composición y análisis fisico-químico](#). Beekeeping Technology and Bee Products Commission. Apimondia. Buenos Aires, Argentina.

Navarro-Martínez, A., Del Toro-Sánchez, C. L., Aguilar, A. J., Aguilar-Martínez, J., Padilla-Frausto, J. J., NavarroVillarruel, C. L., ... & Robles-García, M. A. [2021]. [Determinación de las características fisicoquímicas de mieles del Occidente de México](#). *Avances de Investigación en Inocuidad de Alimentos*, 4, 6-6.

13. Apéndice

Box 11

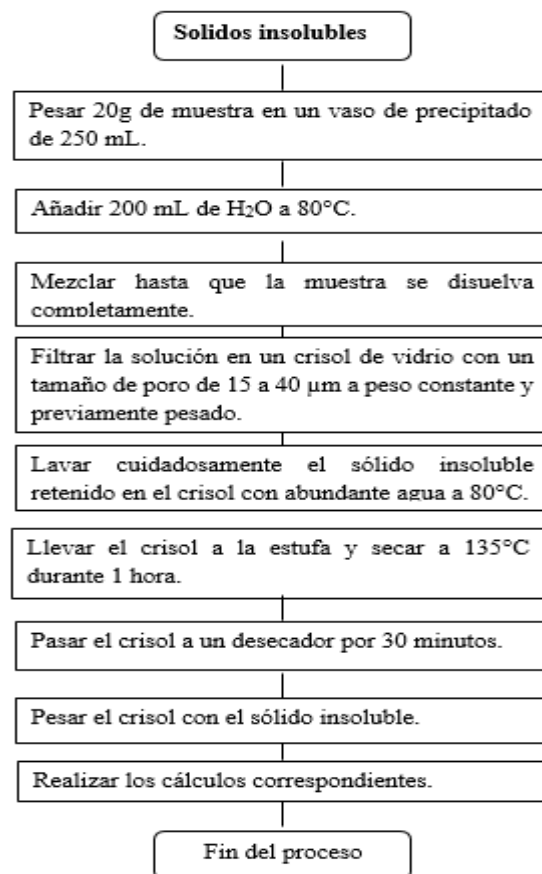


Figura 6

Diagrama del método de prueba para la determinación de sólidos insolubles

Fuente: Elaboración propia

Práctica 7. Método de prueba para la determinación de proteínas por Biuret

1. Introducción

El método de Biuret es una técnica colorimétrica empleada para determinar la concentración total de proteínas en una muestra. Se basa en la reacción entre enlaces peptídicos de las proteínas y sales de cobre en medio alcalino, formando un complejo de color violeta cuya intensidad es proporcional al contenido proteico.

El reactivo de Biuret, es una solución que contiene sulfato de cobre [CuSO₄] en presencia de hidróxido de sodio [NaOH] y un agente reductor como tartrato de sodio que reacciona con los grupos -CONH- presentes en las cadenas polipeptídicas. La formación del complejo cúprico produce una coloración violeta cuyo grado de absorbancia se mide a 540 nm en un espectrofotómetro. El contenido se determina comparando la absorbancia con una curva estándar construida con una proteína conocida, comúnmente albúmina sérica bovina [BSA] [Fattori, 2004].

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la cuantificación de proteínas en miel.

2.1. Descripción de la actividad

Cuantificar las proteínas presentes en la miel.

3. Referencia normativa

A.O.A.C. Official Method 976.06. Protein [Biuret method] in Food – Spectrophotometric Colorimetric Method.

4. Términos y definiciones

Enlaces peptídicos: Uniones químicas que se forman entre dos aminoácidos y son los componentes estructurales básicos de las proteínas.

Cadenas polipeptídicas: Secuencia de diez o más aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos, formando una estructura primaria que puede plegarse para construir una proteína funcional.

Absorbancia: Medida que indica cuanto de la luz que pasa a través de una sustancia es absorbida por ella.

Albumina Sérica Bovina: Proteína globular purificada del suero de sangre de vaca.

Curva de calibración: Herramienta gráfica que se utiliza para determinar la concentración de una sustancia desconocida en una muestra, comparándola con una serie de estándares conocidas.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Espectrofotómetro.
- Potenciómetro
- Probeta de 10 mL
- Pipetas de 10 mL
- Pipetas de 2 mL
- Pipetas de 1 mL
- Tubos de ensayo
- Gotero
- Celdas para Espectrofotómetro

5.1 Reactivos

- Suero bovino de albumina [BSA] [10 mg/mL]
- Reactivo de Biuret
- Hidróxido de sodio [NaOH]
- Ácido clorhídrico [HCl]

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos limpios y estériles. Conservar a temperatura ambiente.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Reactivo de Biuret.** Disolver 3.8 gr de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y 6.7 gr de Na-EDTA en 700 mL de agua. Añadir 200 mL de NaOH al 5 N y luego 1 gr de Yoduro de Potasio [KI] como estabilizador.

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Preparación de la curva de calibración

1. Se parte de un suero de albumina bovina [BSA] 10 mg/L.
2. Rotular los tubos de ensayo y adicionar los reactivos conforme a la tabla.
3. Agitar y dejar reposar 20 minutos a temperatura ambiente.
4. Leer la absorbancia a 540 nm.

Box 12

Tabla 6

Curva de calibración de Proteínas por el método de Biuret

Tubos	Concentración [mg/mL]	BSA [mL] [10 mg/mL]	Agua [mL]	Reactivo de Biuret [mL]	Lectura de absorbancia a 540 nm	Concentración de proteínas [mg/mL]
1	0	0	2	2		
2	2	0.4	1.6	2		
3	4	0.8	1.2	2		
4	6	1.2	0.8	2		
5	8	1.6	0.4	2		
6	10	2	0	2		

Fuente: Elaboración propia

D] Calibración de equipos

Calibrar el espectrofotómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar el potenciómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

No aplica

B] Pretratamiento de la muestra

1. Medir 1 mL de muestra.
2. Diluir con 9 mL de agua destilada.
3. Comprobar pH arriba de 7.
4. Ajustar con NaOH para subir el pH o HCl para bajar el pH.

C] Determinación de proteínas por el método de Biuret

1. Colocar 2 mL de muestra en tubos de ensayo y adicionar 2 mL del reactivo de Biuret.
2. Mezclar y dejar reposar 20 min. a temperatura ambiente.
3. Determinar la absorbancia del color violeta a 540 nm contra un blanco.
4. La concentración de proteína se obtiene por preferencia a una curva de calibración preparada con albumina bovina sérica con concentraciones de 1 a 10 mg/mL.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Sin preservar y sin tiempo máximo de análisis.

B] Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 13**Tabla 7**

Clasificación CRETI de la prueba de Proteínas por el método de Biuret

Técnica	Residuo generado	CRETI
Prueba de Proteínas por el método de Biuret	Biuret Hidróxido de sodio Ácido clorhídrico	Corrosivo

Fuente: Elaboración propia

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Calcular la concentración de proteínas empleando la siguiente ecuación:

$$Y = mx + b \quad [11]$$

Donde: **Y**= es la absorbancia

m= es la pendiente

b= es la ordenada al origen

x= es la concentración de proteínas

Para calcular el porcentaje de proteínas utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Proteínas} = x * FD * 0.1 \quad [12]$$

Donde: **x**= es la concentración de proteínas

FD= es el factor de dilución

0.1= factor de conversión a porcentaje

10. Interpretación de resultados

Las fuentes bibliográficas nos indica que la cantidad de proteína en miel varía entre 0.01 – 0.5% según la floración.

11. Interferencias

La miel oscura afecta la coloración con el reactivo de Biuret causando una lectura espectrofotométrica sobreestimada.

Si la muestra contiene glicerol no es posible realizar el análisis por este método.

12. Referencias

Basic

Fattori, S. B. [2004]. *La miel: propiedades, composición y análisis físico-químico*. Beekeeping Technology and Bee Products Commission. Apimondia. Buenos Aires, Argentina.

13. Apéndice

Box 14

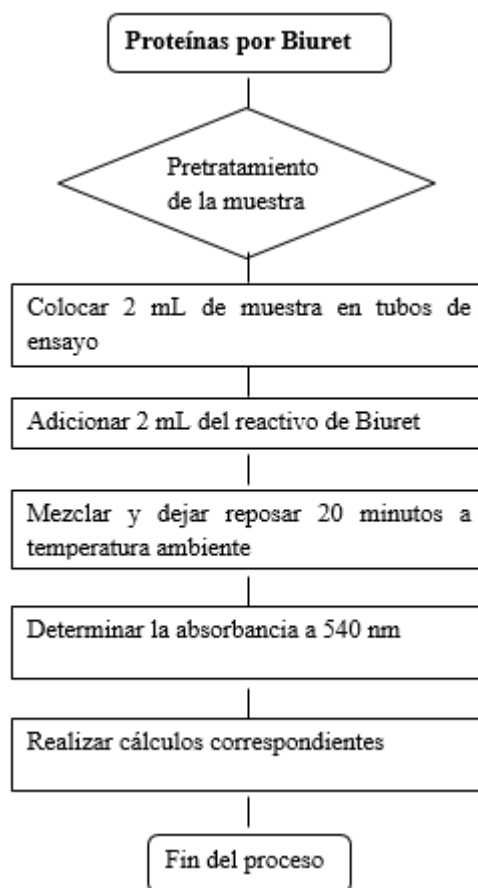


Figura 7

Diagrama del método de prueba para la determinación de proteínas por Biuret

Fuente: Elaboración propia

Capítulo II. Parámetros fisicoquímicos en aguas

Práctica 8. Método de prueba para la determinación de Demanda Química de Oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas

1. Introducción

La Demanda Química de Oxígeno [DQO] es un parámetro que mide la cantidad total de materia orgánica y compuestos oxidables presentes en una muestra de agua, expresada como la cantidad de oxígeno equivalente [mg/L] necesario para su oxidación química. Su determinación es fundamental en el análisis de aguas naturales, residuales y residuales tratadas, ya que permite evaluar la carga contaminante del efluente [Morales, 2021].

El método se basa en la oxidación de la materia orgánica mediante un agente oxidante fuerte, típicamente dicromato de potasio [$K_2Cr_2O_7$], en medio ácido [H_2SO_4] y en presencia de sulfato de plata [Ag_2SO_4] como catalizador. Durante el calentamiento a reflujo, el dicromato oxida la materia orgánica y es reducido de Cr^{6+} [color naranja] a Cr^{3+} [color verde]. Una vez finalizada la reacción, el exceso de dicromato que no reaccionó es determinado por titulación con una solución estándar de sulfato ferroso amoniacal [FAS], usando ferroína como indicador [NMX-AA-030/1-SCFI-2012].

2. Objetivo

Establece el método de prueba para la determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

3. Referencia normativa

NMX-AA-030/1-SCFI-2012. Análisis de agua – Medición de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. - Método de prueba – parte 1 – método de reflujo abierto.

4. Términos y definiciones

Aguas naturales: Agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, de tormenta residual y superficial.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

Efluente: Líquido residual que se descarga al medio ambiente desde una fuente determinada, como una industria, planta de tratamiento, hogar o instalación agropecuaria.

Parámetro: Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

Catalizador: Sustancia que aumenta o acelera la velocidad de una reacción química sin consumirse ni alterarse permanentemente en el proceso.

Titulación: Técnica cuantitativa de análisis químico que se utiliza para determinar la concentración desconocida de una sustancia en una solución, mediante la adición controlada de otra solución de concentración conocida hasta que ocurre una reacción completa indicada generalmente por un cambio de color.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Parrilla eléctrica con control de temperatura.
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Equipo de reflujo

- Soporte universal
- Bureta
- Perlas de ebullición
- Matras aforado de 1L
- Matraz de 100 mL
- Pipetas
- Probeta
- Matraz balón

5.1 Reactivos

- Ácido sulfúrico
- Sulfato de plata – ácido sulfúrico
- Dicromato de potasio
- Sulfato ferroso amoniacal [FAS]
- Hidrogenoftalato de potasio [biftalato de potasio]
- Ferroín, disolución indicadora
- Sulfato de mercurio [II]

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

- Recolectar por lo menos 500 mL de muestra en frascos de vidrio, polietileno o polipropileno.
- Llenar las botellas completamente y tapar herméticamente, ya que las muestras de aguas residuales pueden estar sujetas a la acción microbiana y a pérdidas o ganancias de CO₂ u otros gases cuando se exponen al aire.
- Evitar la agitación de la muestra y su exposición prolongada al aire.
- Conservar a una temperatura de 0°C a 4°C hasta su análisis.
- Tiempo máximo de almacenamiento 24 horas.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Disolución de Ácido Sulfúrico [4 mol/L].** Mezclar 500 mL de H₂O y 220 mL de H₂SO₄. Dejar enfriar y aforar a 1000 mL.
- **Disolución de sulfato de plata – ácido sulfúrico.** Agregar 10 mL de sulfato de plata [Ag₂SO₄] a 35 mL de agua. Añadir 965 mL de ácido sulfúrico. Dejar 1 o 2 días para su disolución.
- **Disolución de dicromato de potasio, disolución material de referencia [0.04 mol/L].** Medir 100 mL de ácido sulfúrico y agregar 11.768 gr de dicromato de potasio, secado a 105°C ± 2°C por 2 horas y disolver. Transferir la disolución a un matraz volumétrico de 1L y aforar. La disolución es estable, al menos, durante 12 meses.
- **Disolución de sulfato ferroso amoniacal [FAS] [0.12 mol/L].** Disolver 47 gr de sulfato ferroso amoniacal hexahidratado en agua y agregar 20 mL de ácido sulfúrico. Enfriar y aforar con agua a 1L.
- **Disolución de hidrogenoftalato de potasio [biftalato de potasio], disolución de material de referencia [0.002 mol/L].** Pesar y disolver 0.425 gr de hidrogenoftalato de potasio, secado a 105°C ± 2°C, en agua y aforar a 1L. La disolución es estable durante, al menos, seis meses si se almacena a 4°C ± 2°C aproximadamente. Descartar si se observa cristalización o turbidez.
- **Ferroín, disolución indicadora.** Disolver 0.7 gr de sulfato de hierro heptahidratado [II] [FeSO₄·7H₂O] o 1 gr de sulfato ferroso amoniacal hexahidratado, [[NH₄]₂Fe[SO₄]₂·6H₂O] en agua. Agregar 1.5 gr de 1,10-fenantrolina monohidratada [C₁₂H₈N₂·H₂O] y agitar hasta su disolución. Aforar a 100 mL. Esta disolución es estable por varios meses si se almacena protegida de la luz.

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

- **Valoración de sulfato ferroso amoniacal [FAS].** Diluir 10 mL de disolución de dicromato de potasio con 100 mL de disolución de ácido sulfúrico [4 mol/L] y 2 o 3 gotas de ferroín. Titular la disolución con el sulfato ferroso amoniacal. Calcular la concentración del sulfato ferroso amoniacal con la siguiente fórmula:

$$C_{[FAS]} = \frac{V(K_2Cr_2O_7) \cdot C(K_2Cr_2O_7) \cdot 6}{V_{[FAS]}} \quad [13]$$

Donde: $C_{[FAS]}$ = concentración del sulfato ferroso amoniacal en mol/L.

$V_{[FAS]}$ = volumen de la disolución de sulfato ferroso amoniacal consumido en mL.

$C[K_2Cr_2O_7]$ = concentración de cantidad de sustancia de dicromato de potasio en mol/L.

$V[K_2Cr_2O_7]$ = volumen de la disolución de dicromato de potasio, 10 mL

6 = factor de equivalencia

D] Calibración de equipos

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

Antes de tomar una porción de prueba para análisis, agitar las botellas almacenadas que contengan las muestras y asegurar que estén bien homogeneizadas.

B] Pretratamiento de la muestra

No aplica

C] Determinación de la demanda química de oxígeno

1. Transferir 10 mL de muestra [diluir si se requiere] al matraz de reacción, añadir 0.4 gr de sulfato de mercurio [II] y 5 mL de la disolución de dicromato de potasio. Agregar perlas de ebullición y mezclar bien.
2. Lentamente añadir 15 mL de la disolución de sulfato de plata – ácido sulfúrico e inmediatamente después insertar el matraz al equipo de reflujo.
3. Llevar la mezcla de reacción a ebullición dentro de un período de 10 minutos y continuar en ebullición por otros 110 min \pm 5 min.
4. Dejar enfriar el matraz y enjuagar el equipo de reflujo con una pequeña cantidad de agua. Separar el equipo de reflujo y diluir la mezcla de reacción a aproximadamente 75 mL y dejar enfriar a temperatura ambiente.
5. Titular el exceso de dicromato de potasio con sulfato ferroso amoniacal adicionando 1 o 2 gotas de ferroín como indicador hasta el primer cambio de color azul-verde a café rojizo.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Guardar la muestra durante 24 horas. Posteriormente desechar la muestra de agua al drenaje municipal.

B] Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 15**Tabla 8**

Clasificación CRETÍ de la prueba de Demanda Química de Oxígeno

Técnica	Residuo generado	CRETÍ
Prueba de DQO	Sulfato de mercurio [II] Dicromato de potasio [0.04 mol/L] Sulfato de plata-ácido sulfúrico Sulfato ferroso amoniacal Ferroín	Tóxico
Valoración del Sulfato	Dicromato de potasio [0.04 mol/L] Ácido sulfúrico [4 mol/L] Sulfato ferroso amoniacal Ferroín	Tóxico

*Fuente: Elaboración propia***C] Lavado de material**

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Calcular la demanda química de oxígeno como mg/L mediante la siguiente fórmula:

$$\gamma(DQO) = \frac{[V_{FASb} - V_{FASm}] * C_{FAS} * M_0 * V_0}{V_m} \quad [14]$$

$$M_0 * V_0 = 8000 \text{ mg/mol}$$

Donde: $\gamma[DQO]$ = concentración de masa de DQO, expresado en mg/L.

$C_{[FAS]}$ = concentración de cantidad de sustancia de sulfato ferroso amoniacal utilizada en la medición, expresada en mol/L.

$V_{[FASm]}$ = volumen de sulfato ferroso amoniacal [FAS] usado en la porción de prueba, expresado en mL.

$V_{[FASb]}$ = Volumen del sulfato ferroso amoniacal [FAS] usado en la titulación contra el blanco de prueba, expresado en mL.

V_m = volumen de la porción de prueba, expresado en mL.

M_0 = masa molar de un átomo de oxígeno, expresada en mg/mol.

V_0 = número estequiométrico = 0.5

10. Interpretación de resultados

La NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Nos indica los límites máximos permisibles de la demanda química de oxígeno de 200 mg/L.

11. Interferencias

La interferencia a partir de cloruros puede ser disminuida, pero no totalmente eliminada, mediante la adición de sulfato de mercurio [II]. Esto liga los iones cloruros como un complejo soluble de cloromercurato [II]. Cuando el contenido de cloruro supera los 1000 mg/L, debe ser aplicado un procedimiento modificado.

Los hidrocarburos aromáticos y la piridina son oxidados en una proporción muy pequeña. Algunas sustancias orgánicas muy volátiles pueden escapar a la oxidación debido a evaporación. Los compuestos alifáticos de cadena lineal se oxidan de manera efectiva por la mezcla sulfato de plata-ácido sulfúrico.

12. Referencias

Basic

NMX-AA-089/1-SCFI-2010. Protección ambiental – calidad de agua – vocabulario – parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de marzo de 2011.

NMX-AA-089/2-1992. Protección al ambiente – calidad de agua – vocabulario – parte 2. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 1992.

NMX-AA-115-SCFI-2001. Análisis de agua – Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

NMX-AA-003-1980. Aguas residuales- Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-014-1980. Cuerpos receptores.- Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

NMX-AA-073-SCFI-2001. Análisis de agua – Determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de agosto de 2001.

NMX-AA-116-SCFI-2001. Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

Morales-Mejía, J. C., Vargas-Martínez, M. G., & Camps, J. M. [2021]. [La demanda química de oxígeno con el procedimiento APHA/AWWA/WEF 5220 D para rango alto adaptado a microescala. Tecnología y ciencias del agua, 12\[1\], 113-132.](#)

13. Apéndice

Box 16

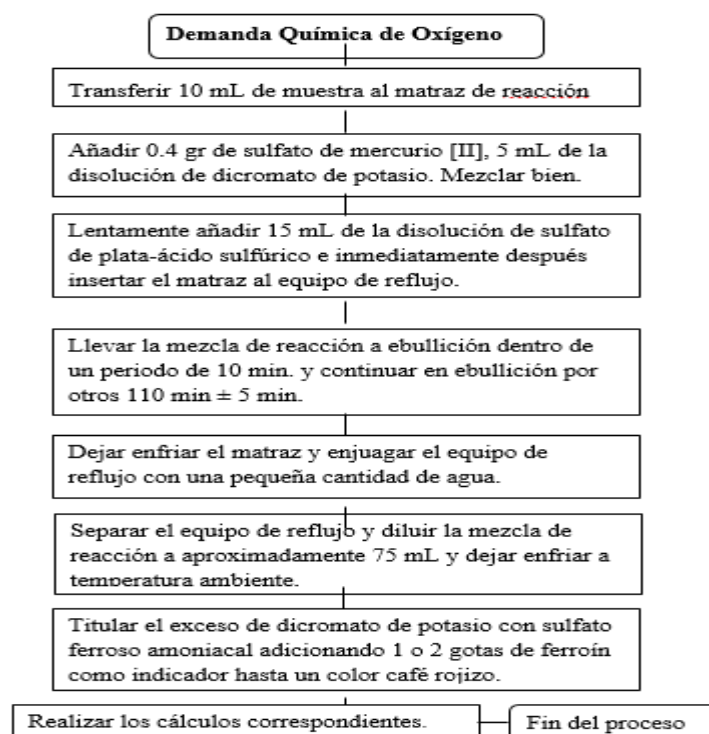


Figura 8

Diagrama del método de prueba para la determinación de demanda química de oxígeno

Práctica 9. Método de prueba para la determinación de Sustancias Activas de Azul de Metileno

1. Introducción

Los tensoactivos entran en las aguas limpias y residuales principalmente por descarga de residuos acuosos del lavado doméstico e industrial de ropa y otras operaciones de limpieza. Un tensoactivo combina en una sola molécula un grupo hidrófobo con uno hidrófilo. Dichas moléculas tienden a congregarse en las interfases entre el medio acuoso y las otras fases del sistema, como aire, líquidos oleosos y partículas, impartiendo por tanto propiedades tales como formación de espuma, emulsificación y suspensión de partículas [NMX-AA-039-SCFI-2001].

El principio de este método se basa en la formación de un par iónico extractable en cloroformo de color azul por la reacción del azul de metileno catiónico y un tensoactivo aniónico incluyendo al sulfonato de alquilbenceno lineal, otros sulfonatos y ésteres de sulfonatos. La muestra se acidifica y se mezcla con una disolución de azul de metileno. El par iónico hidrofóbico que se forma se extrae con cloroformo. Los extractos de cloroformo son lavados con una disolución ácida para remover los pares iónicos menos hidrófobos [con coeficientes de partición bajos] que pueden formarse por sustancias que interfieren potencialmente. El cloroformo retiene los pares iónicos altamente hidrófobos. La intensidad del color azul presente en la fase orgánica se mide espectrofotométricamente a una longitud de onda de 652 nm y es proporcional a la cantidad de surfactantes aniónicos presentes en la muestra [Cruz, 2022].

2. Objetivo

Establece el método de prueba para la determinación de sustancias activas de azul de metileno [SAAM] en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar sustancias activas de azul de metileno [SAAM] en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

3. Referencia normativa

NMX-AA-039-SCFI-2001. Análisis de aguas – Determinación de sustancias activas al azul de metileno [SAAM] en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas – Método de prueba.

4. Términos y definiciones

Aguas naturales: Se define como agua natural al agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, residual y superficial.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

Calibración: Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones, efectuando una corrección del instrumento de medición para llevarlo a las condiciones iniciales de funcionamiento.

Parámetro: Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

Descarga: Acción de verter, infiltrar o depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

Muestra simple: La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Espectrofotómetro
- Celdas para espectrofotómetro.
- Embudos de separación de 500 mL.
- Probeta de 10 mL.
- Probeta de 50 mL.
- Probeta de 100 mL.
- Pipetas de 10 mL.
- Matraz aforado de 100 mL
- Matraz aforado de 1L.
- Algodón
- Soporte universal
- Aro de metal para embudo
- Pinzas doble nuez

5.1 Reactivos

- Cloroformo
- Sulfonato de alquilbenceno lineal [SAL]
- Disolución de azul de metileno [30 mg/L]
- Fenolftaleína en alcohol
- Hidróxido de sodio [10 g/L]
- Disolución de lavado de fosfatos [2.74 M]
- Disolución de ácido sulfúrico al 14 % [v/v]
- Disolución diluida de ácido sulfúrico 0.7 % [v/v]

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

- Debe tomarse un mínimo de 600 mL de muestra en un envase de polietileno. Pueden utilizarse muestras compuestas o simples.
- Debe preservarse la muestra con ácido sulfúrico concentrado hasta obtener un pH igual a 2. Posteriormente mantener a 4°C hasta su análisis.
- El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 1 semana.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Disolución patrón de sulfonato de alquilbenceno lineal [1 mg].** Pesar la cantidad del material de referencia necesario para proveer el equivalente de 1 g de SAL en una base activa al 100%. Disolver en agua y aforar a 1L, mezclar suavemente para prevenir la formación de espuma. Esta disolución puede almacenarse a 4°C en la oscuridad durante un año.
- **Disolución intermedia de sulfonato de alquilbenceno lineal [0.01 mg].** Tomar una alícuota de 10 mL de la disolución patrón y aforar a 1L con agua, previamente ajustada a un pH 2 con ácido sulfúrico. Esta disolución puede almacenarse a 4°C en la oscuridad durante un año.
- **Disolución de ácido sulfúrico [14 % v/v].** Añadir cuidadosamente 140 mL de ácido sulfúrico concentrado a 700 mL de agua fría [0 – 5°C], aforar a 1L con agua y mezclar.
- **Disolución diluida de ácido sulfúrico [0.7 %].** Tomar una alícuota de 50 mL de la disolución de ácido sulfúrico al 14%, aforar a 1L con agua y mezclar.
- **Disolución de azul de metileno [30 mg/L].** Pesar aproximadamente y con precisión 0.1 g de clorhidrato de azul de metileno y diluir en 100 mL de agua. Transferir 30 mL de esta disolución a un matraz volumétrico de 1L y añadir 500 mL de agua. Adicionar cuidadosamente 50 mL de la disolución de ácido sulfúrico al 14% y pesar aproximadamente y con precisión 50 g de fosfato de sodio dihidrogenado monohidratado y añadir. Agitar hasta que todo este disuelto, aforar con agua y mezclar.
- **Disolución indicadora de fenolftaleína [5 g/L].** Pesar aproximadamente y con precisión 0.5 g de fenolftaleína y diluir en 50 mL de alcohol etílico, aforar a 100 mL con agua y mezclar.

- **Disolución de hidróxido de sodio [10 g/L].** Pesar aproximadamente y con precisión 10 g de hidróxido de sodio y diluir en agua, aforar a 1L y mezclar.
- **Disolución de lavado de fosfato [2.74 M].** Pesar aproximadamente y con precisión 50 g de fosfato de sodio dihidrogenado monohidratado y diluir en 500 mL de agua en un matraz volumétrico de 1L. Añadir cuidadosamente 50 mL de la disolución de ácido sulfúrico, diluir con agua y mezclar. La disolución tiene un pH de aproximadamente 1.8.

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Preparación de la curva de calibración

Box 17

Tabla 9

Curva de calibración de Sustancias Activas de Azul de Metileno

Estándar	Concentración de SAAM por 100 mL de extracto	mL de solución de SAL intermedio	mL de agua para aforo	Volumen final [mL]
B	0	0	100	100
1	0.01	1	99	100
2	0.05	5	95	100
3	0.12	12	88	100
4	0.15	15	85	100
5	0.20	20	80	100

Fuente: Elaboración propia

Tratar cada uno de los estándares de acuerdo con el método de prueba como se describe en el procedimiento.

E] Calibración de equipos

Calibrar el espectrofotómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

Dejar que la muestra alcance una temperatura entre 20°C y 30°C antes de iniciar el análisis.

B] Pretratamiento de la muestra

No aplica

C] Determinación de sustancias activas de azul de metileno

1. Tomar 50 mL o un volumen adecuado de muestra de acuerdo con la concentración de SAAM estimado y colocarlo en el embudo de separación.
2. Agregar dos gotas de indicador de fenolftaleína. Posteriormente agregar hidróxido de sodio [10 g/L] gota a gota hasta el vire de incoloro a rosa tenue. Después neutralizar la fenolftaleína con solución diluida de ácido sulfúrico.
3. Adicionar 25 mL de disolución de azul de metileno y mezclar bien.
4. Agregar 10 mL de cloroformo y agitar fuerte durante 30 segundos liberando la presión por la llave en intervalos de 10 segundos. Permitir la separación de las fases y recolectar el cloroformo en un segundo embudo. Repetir la extracción de forma seriada con dos porciones de 10 mL de cloroformo. Liberar la presión del embudo.

5. A los extractos combinados recolectados en el segundo embudo, adicionar 50 mL de disolución de lavado de fosfatos y agitar fuerte durante 30 segundos.
6. Filtrar la capa de cloroformo a través de un embudo y un tapón de algodón a un matraz aforado de 100 mL.
7. Adicionar 20 mL de cloroformo al segundo embudo y repetir la extracción. Pasar el cloroformo por la capa de algodón hacia el matraz aforado. Aforar el volumen a 100 mL con cloroformo.
8. Leer la absorbancia de la muestra a 652 nm usando una celda para espectrofotómetro. Usar cloroformo como blanco para ajustar a cero la absorbancia.

Nota: La absorbancia debe de leerse dentro de los 30 minutos de la recolección del extracto ya que este tiende a descomponerse gradualmente.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Guardar la muestra en refrigeración durante 1 semana contando a partir de la fecha de emisión de resultados. Posteriormente desechar la muestra de agua al drenaje municipal.

B] Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 18

Tabla 10

Clasificación CRETI de la prueba de Sustancias Activas de Azul de Metileno.

Técnica	Residuo generado	CRETI
Prueba de SAAM	Hidróxido de sodio [10 g/L] Ácido sulfúrico [0.7%] Cloroformo Lavado de fosfato [2.74 M] Fenolftaleína Azul de metileno	Tóxico

Fuente: Elaboración propia

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Obtener la concentración de SAAM por 100 mL de extracto a través de la ecuación de la recta obtenida en la curva de calibración.

Calcular y expresar los resultados de SAAM mediante la ecuación:

$$SAAM \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{[W][1000]}{S} \quad [15]$$

Donde: S= Volumen de muestra usado en la prueba

W= Concentración de SAAM por 100 mL de extracto obtenida en la curva de calibración.

10. Interpretación de resultados

La NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Nos indica los límites máximos permisibles de sustancias activas de azul de metileno [SAAM] de 0.50 mg/L.

11. Interferencias

- Las muestras que incluyan sulfonatos orgánicos, carboxilatos y fenoles, además de cianuros, tiocianatos y nitratos. Estos compuestos orgánicos e inorgánicos pueden formar un complejo con el azul de metileno y producir interferencias positivas, a menos que el par iónico sea eliminado.
- Cualquier compuesto que compite efectivamente con el azul de metileno para formar un par iónico no extractable con cloroformo da resultados negativos. Estas interferencias negativas se dan cuando existen aminas en la muestra.
- Cuando se utiliza mezcla crómica como disolución limpiadora para el material de vidrio, debe tenerse cuidado de eliminar por completo todo el ácido crómico. Si no se retira todo el ácido, esto puede provocar errores en los resultados.
- Nunca use detergente para limpiar el material de vidrio utilizado en el desarrollo de este método, ya que el detergente es difícil de remover de las superficies. Cualquier residuo de detergente puede causar resultados altos.

12. Referencias

Basic

NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-008-SCFI-1993. Sistema general de unidades de medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.

NMX-AA-003-1980. Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-014-1980. Cuerpos receptores - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

NMX-AA-089/1-1986. Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-115-SCFI-2001. Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-AA-116-SCFI-2001. Análisis de agua - Guía de solicitud para la vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Cruz Espina, C. E. [2022]. *Implementación y validación del Método 5540-C para la determinación de surfactantes aniónicos como sustancias activas al azul de metileno [SAAM] en muestras de aguas residuales y superficiales [Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala]*.

13. Apéndice

Box 19

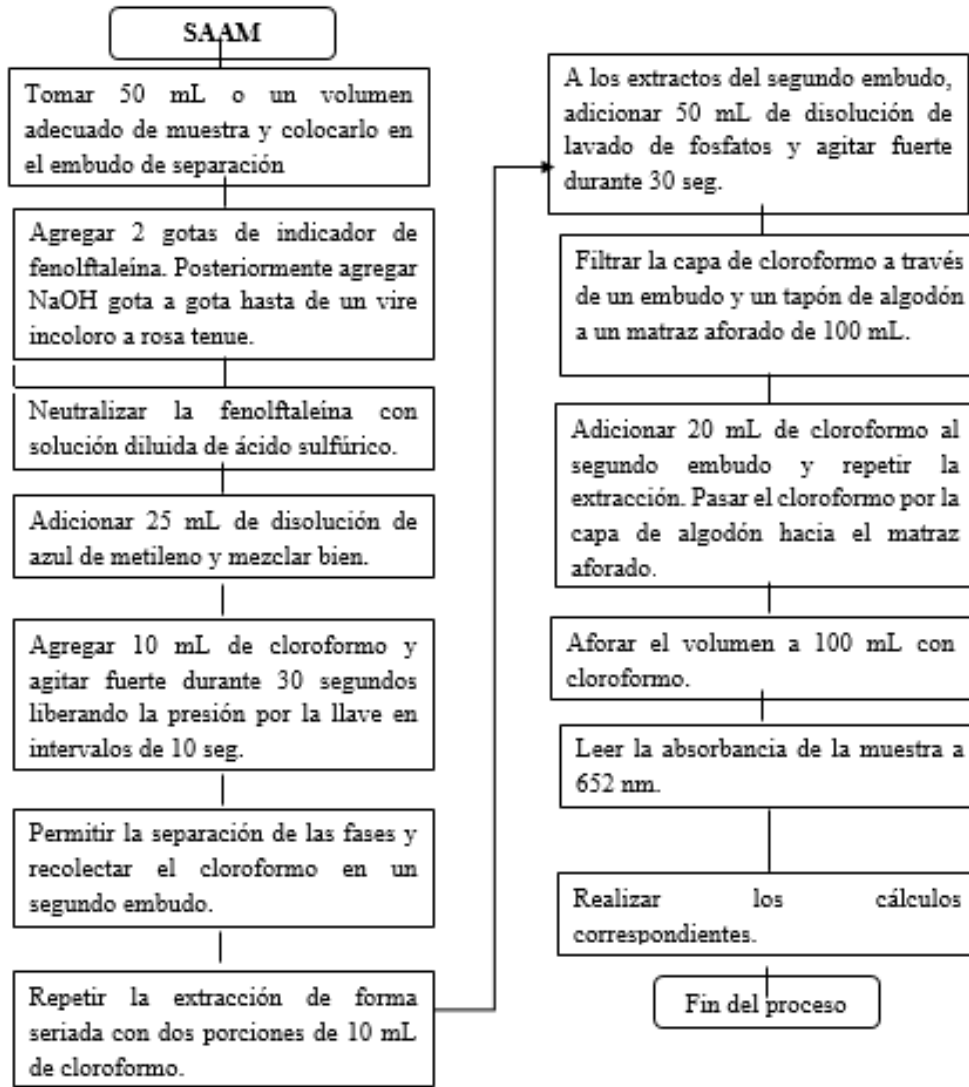


Figura 9

Diagrama del método de prueba para la determinación de sustancias activas de azul de metileno

Práctica 10. Método de prueba para la determinación de Fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas

1. Introducción

Los iones fluoruro se encuentran en forma natural en el agua. El fluoruro forma complejos con silicio, aluminio y boro. Estos complejos pueden existir en el agua debido al uso de compuestos fluorados por la industria. En muchas comunidades la fluoración de aguas potables se utiliza para la prevención de caries dental. Sin embargo, en muchas regiones los niveles de fluoruro exceden con mucho los límites máximos permisibles y su presencia [natural] se convierte en un problema de salud pública. La determinación de fluoruros ha incrementado su importancia con el crecimiento de las prácticas de fluoración de aguas como una medida de salud pública. La mayoría de las aguas no contienen más allá de 0.3 mg/L de fluoruros, excepto cuando se contaminan con desechos industriales o aguas negras, sobre todo si provienen de industrias del acero, aluminio, fertilizantes, de la elaboración de esmaltes y vidrios, en la fabricación de gomas y almidones adhesivos, así como del pretratamiento de cueros y pieles [Gutiérrez, 2022]

El principio de este método se basa en la reacción entre los iones fluoruro y el complejo colorido de Zirconilo-SPADNS. Este método cubre la determinación de fluoruros en un intervalo de 0 mg F⁻/L a 1,4 mg F⁻/L. El fluoruro reacciona con el Zirconilo del complejo Zr-SPANDS formando otro anión complejo incoloro [ZrF₆²⁻]. Al aumentar el contenido de fluoruro, la intensidad del color disminuye. Siendo por lo tanto la absorbancia inversamente proporcional a la concentración de fluoruros. La reacción se lleva a cabo en medio ácido. La selección del colorante para este método rápido está regido en gran parte por la tolerancia a esos iones [Galicia, 2011].

2. Objetivo

Establece el método de prueba para la determinación de fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar fluoruros presentes en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

3. Referencia normativa

NMX-AA-077-SCFI-2001. Análisis de aguas – Determinación de fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

4. Términos y definiciones

Aguas naturales: Se define como agua natural el agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, residual y superficial.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

Blanco: Agua reactivo o matriz equivalente a la que no se le aplica ninguna parte del procedimiento analítico y sirve para evaluar la señal de fondo.

Calibración: Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones, efectuando una corrección del instrumento de medición para llevarlo a las condiciones iniciales de funcionamiento.

Muestra simple: La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

Parámetro: Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

6. Materiales, equipos e instrumentos

- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Espectrofotómetro
- Matraz aforado de 500 mL
- Matraz aforado de 100 mL
- Probeta de 100 mL
- Pipetas de 10 mL
- Celdas de Espectrofotómetro
- Tubos de reacción con tapa de 100 mL
- Gradilla

5.1 Reactivos

- Fluoruro de sodio anhidrido [NaF]
- Ácido clorhídrico concentrado [HCl]
- Cloruro de Zirconio octahidratado [$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$]
- 2 [Parasulfofenilazo] 1,8-dihidroxi-3,6 naftalendisulfonato de sodio [SPANDS]
- Arsenito de sodio [NaAsO₂]

7. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

- Tomar un mínimo de 300 mL de muestra en un envase de polietileno o teflón, pueden ser muestras simples o compuestas.
- No se requiere de ningún tratamiento especial en campo.
- Mantener refrigerado a 4°C.
- El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 28 días.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

- **Reactivo de zirconilo en medio ácido.** Pesar aproximadamente y con precisión 133 mg de cloruro de zirconilo octahidratado y disolver en 25 mL de agua. Añadir 350 mL de ácido clorhídrico concentrado y aforar a 500 mL con agua.
- **Disolución de SPANDS.** Pesar aproximadamente y con precisión 958 mg del reactivo de SPANDS y disolver en agua y aforar a 500 mL. Esta disolución es estable por tiempo indefinido, si se protege de la luz solar. Almacenar en frasco ámbar.
- **Reactivo de zirconilo en medio ácido-SPANDS.** Mezclar volúmenes iguales de disolución de SPANDS y reactivo de zirconilo en medio ácido.
- **Disolución de referencia.** Tomar una alícuota de 10 mL de la disolución de SPANDS y aforar a 100 mL con agua. Diluir 7 mL de ácido clorhídrico concentrado aforando a 10 mL con agua y agregar a la disolución de SPANDS diluido anteriormente. La disolución resultante, es usada para ajustar el punto de referencia [cero] del espectrofotómetro, la cual es estable durante un año, por lo menos.
- **Disolución madre de fluoruro [100 mg F⁻/L].** Pesar aproximadamente y con precisión 0.221 g de fluoruro de sodio anhidrido y aforar a 1L con agua. Almacenar en botellas de polietileno.
- **Disolución patrón de fluoruro [10 mg F⁻/L].** Diluir 100 mL de la disolución madre con 1L de agua.

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Preparación de la curva de calibración

Box 20

Tabla 11

Curva de calibración de Fluoruros

Estándar	Concentración de fluoruro [mg/L]	mL de solución patrón	mL de agua para aforo	Volumen final [mL]
B	0	0	50	50
1	0.2	1	49	50
2	0.4	2	48	50
3	0.6	3	47	50
4	0.8	4	46	50
5	1.0	5	45	50

Fuente: Elaboración propia

D] Calibración de equipos

Calibrar el espectrofotómetro conforme al instructivo de operación del equipo.

Calibrar la balanza analítica conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

Dejar que la muestra alcance una temperatura entre 20°C y 30°C antes de iniciar el análisis.

B] Pretratamiento de la muestra

Si la muestra contiene cloro residual añadir una gota de arsenito de sodio por cada 0.1 mg de cloro y mezclar.

C] Determinación de fluoruros

1. Tomar una alícuota de 50 mL de muestra o un volumen conveniente diluido a 50 mL y agregarlo a un tubo de reacción con tapa.
2. Adicionar 10 mL de reactivo zirconilo en medio ácido-SPANDS; colocar la tapa y mezclar 10 veces. Todas las muestras deben de mezclarse con la misma intensidad.
3. Leer inmediatamente a 570 nm.
4. Obtener la concentración, directamente de la curva de calibración.

Nota: Si la absorbancia cae más allá de la curva de calibración es necesario repetir la prueba con una muestra más diluida.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

Guardar la muestra en refrigeración durante 28 días contando a partir de la fecha de emisión de resultados. Posteriormente desechar la muestra de agua al drenaje municipal.

B] Desecho de residuos químicos

Desechar los residuos químicos conforme al Procedimiento para el Manejo de Residuos Peligrosos Vigente de la Coordinación de Laboratorios.

Box 21**Tabla 12**

Clasificación CRETI de la prueba de Fluoruros

Técnica	Residuo generado	CRETI
Prueba de Fluoruros	Zirconilo en medio ácido- SPANDS Disolución de referencia	Tóxico

Fuente: Elaboración propia

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Hacer una gráfica con los valores de la curva de calibración y obtener un coeficiente de correlación el cual debe de ser mayor a 0.997.

Calcular la concentración de la muestra a partir de la curva de calibración y obtener la ecuación de la recta:

$$Y = mX + b \quad [16]$$

Donde: **m**= es la pendiente

b= es la ordenada al origen

Y= es la absorbancia

X= son los mg de F⁻/L

Si la muestra fue diluida, reportar los resultados de análisis con la precisión correspondiente.

$$mg \frac{F^-}{L} = \frac{A}{mL \text{ de muestra}} * \frac{B}{C} * 1000 \quad [17]$$

Donde: **A**= son los mg F⁻/L determinados de la curva de calibración

B= es el volumen final de la muestra diluida en mL

C= es el volumen de la muestra diluida utilizada para desarrollar color en MI

10. Interpretación de resultados

La NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Nos indica los límites máximos permisibles de fluoruros de 1.5 mg F⁻/L.

11. Interferencias

El cloro residual debe eliminarse.

La turbiedad y el color.

El pH debe estar entre 5 y 8.

12. Referencias**Basic**

NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

NOM-008-SCFI-1993. Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.

NMX-AA-003-1980. Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-008-SCFI-2000. de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2000.

NMX-AA-014-1980. Cuerpos receptores - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

NMX-AA-089/1-1986. Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-115-SCFI-2001. Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-AA-116-SCFI-2001. Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

Gutiérrez, M., & Alarcón-Herrera, M. T. [2022]. [Fluoruro en aguas subterráneas de la región centro-norte de México y su posible origen](#). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 38.

GALICIA CHACÓN, L., MOLINA FRECHERO, N., OROPEZA OROPEZA, A., GAONA, E., & JUÁREZ LÓPEZ, L. [2011]. [ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN AGUA POTABLE DE LA DELEGACIÓN TLÁHUAC, CIUDAD DE MÉXICO](#). *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 27[4], 283–289.

13. Apéndice

Box 22

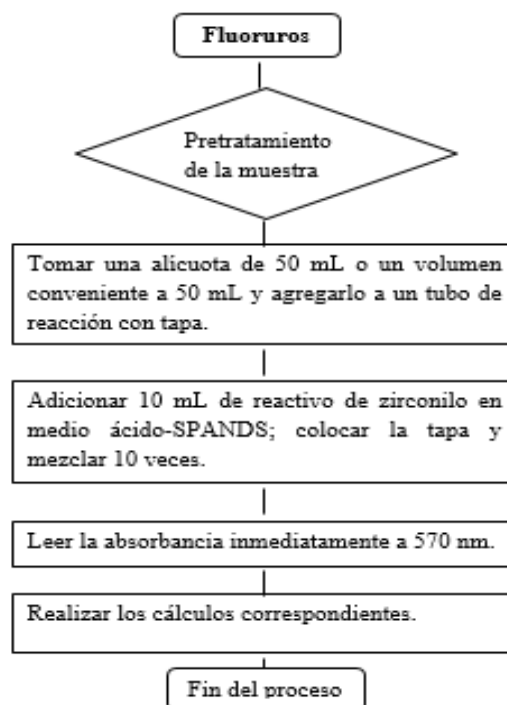


Figura 10

Diagrama del método de prueba para la determinación de fluoruros

Fuente: Elaboración propia

Práctica 11. Método de prueba para la determinación de Turbidez en aguas naturales, residuales y residuales tratadas

1. Introducción

La turbiedad en agua se debe a la presencia de partículas suspendidas y disueltas. Materia en suspensión como arcilla, cieno o materia orgánica e inorgánica finamente dividida, así como compuestos solubles coloridos, plancton y diversos microorganismos. La transparencia del agua es muy importante cuando está destinada al consumo del ser humano, a la elaboración de productos destinados al mismo y a otros procesos de manufactura que requieren el empleo de agua con características específicas, razón por la cual, la determinación de la turbiedad es muy útil como indicador de la calidad del agua, y juega un papel muy importante en el desempeño de las plantas de tratamiento de agua, formando como parte del control de los procesos para conocer cómo y cuándo el agua debe ser tratada [Marcó, 2004].

Este método se basa en la comparación entre la intensidad de la luz dispersada por la muestra bajo condiciones definidas y la intensidad de luz dispersada por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones; a mayor dispersión de luz corresponde una mayor turbiedad. Las lecturas son realizadas empleando un turbidímetro calibrado con una suspensión de referencia de formacina preparada bajo condiciones específicas. El polímero de formacina ha sido elegido como referencia debido a que es fácil de preparar y en cuanto a sus propiedades de dispersión de luz es más reproducible que otros como arcilla o agua turbia natural. La turbiedad de una suspensión de concentración específica de formacina se define como el equivalente a 40 UNT, esta suspensión tiene una turbiedad aproximada de 40 unidades Jackson si se determina en el turbidímetro de bujía, por lo tanto, las unidades nefelométricas basadas en el empleo de formacina se aproximarán a las unidades del turbidímetro de bujía, pero no serán idénticas. El aparato empleado en esta determinación consiste en un nefelómetro con una fuente de luz para iluminar la muestra y uno o varios detectores fotoeléctricos con un dispositivo de lectura exterior para indicar la intensidad de la luz dispersada a 90° de la dirección del haz de luz incidente [Guzmán, 2013].

2. Objetivo

Establecer el método de prueba para la determinación de turbidez en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

2.1. Descripción de la actividad

Determinar la turbidez en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

3. Referencia normativa

NMX-AA-038-SCFI-2001. Análisis de agua – Determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba.

4. Términos y definiciones

Aguas naturales: Agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, de tormenta residual y superficial.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

Muestra simple: La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

Parámetro: Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

Turbiedad: Es una expresión de la propiedad óptica de una muestra, que origina que, al pasar un haz de luz a través de ella, la luz se disperse y se absorba en vez de transmitirse en línea recta.

Unidades nefelométricas de turbiedad [UNT]: Son las unidades en que se expresa la turbiedad cuando ha sido determinada por el método nefelométrico. La turbiedad de una suspensión de formacina de concentración específica se define como el equivalente a 40 unidades nefelométricas.

5. Materiales, equipos e instrumentos

- Turbidímetro
- Celdas de vidrio de cristal incoloro y transparente

5.1 Reactivos

No aplica

6. Fase Pre-analítica

A] Recolección, Preservación y Almacenamiento

- La muestra debe de ser colectada en frascos de vidrio o polietileno de boca ancha, cierre hermético y tapa inerte. Debe contener un volumen mínimo de 100 mL.
- La muestra no debe ser preservada.
- Las muestras deben de mantenerse en refrigeración durante el transporte al laboratorio.
- Las muestras deben de analizarse lo antes posible y en un periodo no mayor de 24 h, mientras permanezcan en el laboratorio deben conservarse en refrigeración a 4°C.
- La determinación puede realizarse en el sitio de muestreo empleando un turbidímetro portátil.

B] Preparación de las disoluciones de trabajo

No aplica

C] Valoración de las disoluciones de trabajo

No aplica

D] Calibración de equipos

Calibrar el turbidímetro conforme al instructivo de operación del equipo.

7. Fase analítica

A] Acondicionamiento de la muestra

Si la muestra se encuentra en refrigeración, sacarla y permitir que alcance la temperatura ambiente antes de que se realice el análisis.

B] Pretratamiento de la muestra

No aplica

C] Determinación de turbidez

1. Enjuagar la celda del turbidímetro al menos dos veces con la muestra para evitar diluciones o contaminaciones.
2. Homogeneizar la muestra antes de cada lectura para asegurar la uniformidad.
3. Llenar la celda con la muestra, asegurándose de que no queden burbujas y que la superficie esté limpia y seca.
4. Colocar la celda en el compartimento del turbidímetro y cerrar adecuadamente.
5. Registrar la lectura de turbidez en UNT.

Nota: Si la muestra presenta una turbidez superior a 40 UNT, se recomienda realizar una dilución con agua libre de turbidez y repetir el procedimiento para obtener una lectura dentro del rango óptimo del equipo.

8. Fase Post-analítica

A] Resguardo de la muestra

No aplica

B] Desecho de residuos químicos

No aplica

C] Lavado de material

Lavar el material utilizado en la determinación conforme al Procedimiento para el Aseguramiento de la Calidad de los Resultados Analíticos.

9. Cálculos

Calcular la turbiedad de la muestra original en base a la dilución realizada.

$$UNT: \frac{A*B}{c} \quad [18]$$

Donde: **A**= son las UNT encontradas en la muestra

B= es el volumen final en mL de la dilución realizada

C= es el volumen en mL de muestra tomada para la dilución

10. Interpretación de resultados

La NMX-AA-038-SCFI-2001, Análisis de agua – Determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba. Nos indica los límites máximos permisibles de turbidez de 40 UNT.

11. Interferencias

El color del agua debido a las sustancias disueltas que absorben luz origina que la turbiedad sea más baja, aunque este efecto generalmente no es significativo en aguas tratadas.

La presencia de residuos flotantes y materia fina los cuales puedan sedimentarse rápidamente darán lecturas bajas.

Pequeñas burbujas de aire pueden afectar el resultado de manera positiva.

Existen numerosas fuentes de error como son presencia de burbujas en las paredes de la celda al momento de realizar la lectura, empañamiento de las celdas, suciedad del vidrio, y efectos de vibración que alteran la visibilidad superficial de la muestra los cuales conducirán a errores en las lecturas.

12. Referencias

Basic

NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

NOM-008-SCFI-1993. Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.

NMX-AA-003-1980. Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-014-1980. Cuerpos receptores - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

NMX-AA-089/1-1986. Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-115-SCFI-2001. Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-AA-116-SCFI-2001. Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C., & García, R. [2013]. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 16[1], 253-262.

Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., Garcia, M. D., Marcó, L., & Azario, R. [2004]. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay [Entre Ríos, Argentina]. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4[11], 4-72. Recuperado de

13. Apéndice

Box 23

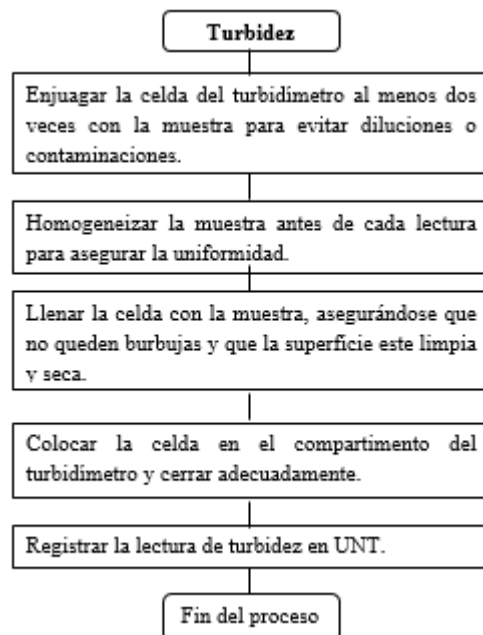


Figura 11

Diagrama del método de prueba para la determinación de turbidez

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Alimentarius, C. [1987]. [Norma para la miel](#), CXS 12-19811 adoptada en 1981. *Revisado en 2001. Enmendada en 2022.*
- Bogdanov, S., Ruoff, K. y Persano Oddo, L. [2004]. [Métodos fisicoquímicos para la caracterización de mieles uniflorales: una revisión](#). *Apidologie*, 35 [Supl. 1], S4–S17.
- Collantes, R. D., Ruth Del Cid, A., & Jerkovic, M. [2024]. [Adulteración de la miel de abeja: un riesgo para la sostenibilidad apícola](#). *Synergía*, 3[1], 304-318.
- de Sá Otero, M. P., Losada, E. D., & Baztán, S. A. [2011]. [Caracterización de mieles de obtención artesanal y comerciales producidas en Galicia \[NO de España\] a partir de su espectro polínico y contenido proteico](#). *Botanica Complutensis*, 35, 131.
- Méndez, K., López, E., & Portilla, M. [2011]. [Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas de miel natural y miel sometida a proceso comercial](#). *@limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 9[1], 14–21.
- Moguel Ordóñez, Y. B., Echazarreta González, C., & Mora Escobedo, R. [2012]. [Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración](#). *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 43[3], 323 a 334.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2006. [Guías para la Calidad del Agua Potable](#). Primer apéndice a la tercera edición, volumen 1. Ediciones de la OMS. Ginebra - Suiza.
- Pineda Ballesteros, E., Castellanos Riveros, A., y Téllez Acuña, F. R. [2019]. [Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica](#). Cuadernos de Desarrollo Rural, 16[83]. Disponible en [PDF] [Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica](#).
- Rodríguez-Castiñeira, J., Armesto-Baztán, S., & de Sá-Otero, M. P. [2015]. [Origen botánico y contenido en proteína de mieles artesanales procedentes de colmenares de Galicia \[NO de España\]/Botany origin and protein content of homemade honeys from Galicia hives \[NW Spain\]](#). *Botanica Complutensis*, 39, 105.
- Torres Mejía, F., Torres Mejía, J. A., Bautista Cruz, M. D., & Pérez Licona, E. [2023]. [Análisis fisicoquímico de miel de tres especies de abejas en el Oriente de Honduras](#). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7[1], 10691-10713.
- Velázquez-Chávez, LDJ, Ortiz-Sánchez, IA, Chávez-Simental, JA, Pámanes-Carrasco, GA, Carrillo-Parra, A., & Pereda-Solís, ME [2022]. [Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional](#). *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25,1-13. [fecha de Consulta 30 de Junio de 2025]. ISSN: 1405-888X. Recuperado de:

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

[Título en TNRoman y negrita No. 14 en inglés y español]

Apellido, Nombre 1^{er} Autor*^a, Apellido, Nombre 1^{er} Coautor^b, Apellido, Nombre 2^{do} Coautor y Apellido, Nombre 3^{er} Coautor^d [No.12 TNRoman]

^a  [Institución de afiliación](#),  [Researcher ID](#),  [ORCID](#), [SNI-SECIHTI ID](#) o CVU PNPC [No.10 TNRoman]

^b  [Institución de afiliación](#),  [Researcher ID](#),  [ORCID](#), [SNI-SECIHTI ID](#) o CVU PNPC [No.10 TNRoman]

^c  [Institución de afiliación](#),  [Researcher ID](#),  [ORCID](#), [SNI-SECIHTI ID](#) o CVU PNPC [No.10 TNRoman]

^d  [Institución de afiliación](#),  [Researcher ID](#),  [ORCID](#), [SNI-SECIHTI ID](#) o CVU PNPC [No.10 TNRoman]

Todos los perfiles ROR-Clarivate-ORCID y SECIHTI deben estar hipervinculados a su sitio web

Prot-  [University of South Australia](#) •  [7038-2013](#) •  [0000-0001-6442-4409](#) •  416112

Clasificación SECIHTI: https://marvid.org/research_areas.php [No.10 TNRoman]

Área:

Campo:

Disciplina:

Subdisciplina:

DOI: <https://doi.org/>



Claves del libro:

Explique los siguientes aspectos:

- ¿Cuáles son los principales aportes a la generación de Ciencia y Tecnología escritos en esta investigación?
 - ¿Cuáles son los aspectos claves a comprender para aplicar a la generación de conocimiento universal?
 - Escriba las principales conclusiones de la investigación.
 - ¿Cuántos autores cuentan con becas del SECIHTI? ¿Cuántos autores tienen beca PRODEP y cuántos son de fuentes externas?
 - ¿Cuántas citas generaron los autores del trabajo en el último año?
 - ¿De qué instituciones provienen?
- Instituciones Públicas Estatales
Instituciones Públicas Estatales con Apoyo Solidario
Universidades Tecnológicas y Politécnicas
Universidades Interculturales
Instituciones Privadas
- ¿Cuáles son las palabras clave más utilizadas?

Citación: Apellidos, Nombre 1^{er} Autor, Apellidos, Nombre 1^{er} Coautor, Apellidos, Nombre 2^{do} Coautor y Apellidos, Nombre 3^{er} Coautor. Año de publicación. Título del libro. [Páginas.] ECORFAN.

Correo electrónico de contacto:

* ✉ [ejemplo@ejemplo.org]

URL de la estantería: <https://www.ecorfan.org/books.php>



ISBN XXX-XX-XXXX-XX-X/© 2009 El Autor[es]. Publicado por ECORFAN-México, S.C. para su Holding X en nombre del Libro X. Este es un libro de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Revisión por pares bajo la responsabilidad del Comité Científico [MARVID](#)® - en la contribución al Proceso de Revisión por Pares científico, tecnológico y de innovación mediante la formación de Recursos Humanos para la continuidad en el Análisis Crítico de la Investigación Internacional.



Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Resumen [En inglés]

Debe contener hasta 150 palabras

Resumen gráfico [En inglés]

El título va aquí		
Objetivos	Metodología	Contribución

Los autores deben proporcionar una imagen original que represente claramente el trabajo descrito en el libro. Los resúmenes gráficos deben presentarse en un archivo aparte. Tenga en cuenta que, al igual que cada artículo, debe ser único. Tipo de archivo: los tipos de archivo son archivos de MS Office. No debe incluirse ningún texto adicional, esquema o sinopsis. Cualquier texto o pie de foto debe formar parte del archivo de imagen. No utilice espacios en blanco innecesarios ni un encabezado de "resumen gráfico" dentro del archivo de imagen.

Palabras clave [En inglés]

Indique 3 palabras clave en TN Roman y negrita No. 12

Resumen [En español]

Debe contener hasta 150 palabras

Resumen gráfico [En español]

El título va aquí		
Objetivos	Metodología	Contribución

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Los autores deben proporcionar una imagen original que represente claramente el trabajo descrito en el libro. Los resúmenes gráficos deben presentarse en un archivo aparte. Tenga en cuenta que, al igual que cada artículo, debe ser único. Tipo de archivo: los tipos de archivo son archivos de MS Office. No debe incluirse ningún texto adicional, esquema o sinopsis. Cualquier texto o pie de foto debe formar parte del archivo de imagen. No utilice espacios en blanco innecesarios ni un encabezado de "resumen gráfico" dentro del archivo de imagen.

Palabras clave [En español]

Indique 3 palabras clave en TN Roman y negrita No. 12

Introducción

Texto en TN Roman No.12, a espacio sencillo.

Explicación general del tema y explicar por qué es importante.

¿Cuál es su valor añadido con respecto a otras técnicas?

Enfoque claramente cada una de sus características

Explicar claramente el problema a resolver y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del libro.

Desarrollo de los epígrafes y subepígrafes del libro con los números subsiguientes

Productos en desarrollo No.12 TN Roman, interlineado sencillo.

Inclusión de figuras y tablas-Editable

En el contenido del Libro cualquier figura y tabla deben ser formatos editables que puedan cambiar de tamaño, tipo y número de letras, a efectos de edición, estas deben ser de alta calidad, no pixeladas y deben ser apreciables incluso reduciendo la escala de la imagen.

[Indicando el título en la parte superior con el No.12 y TN Roman en Negrita].

Box

Table 1

Título [No deben ser imágenes: todo debe ser editable]

Fuente [en

cursiva]

Box

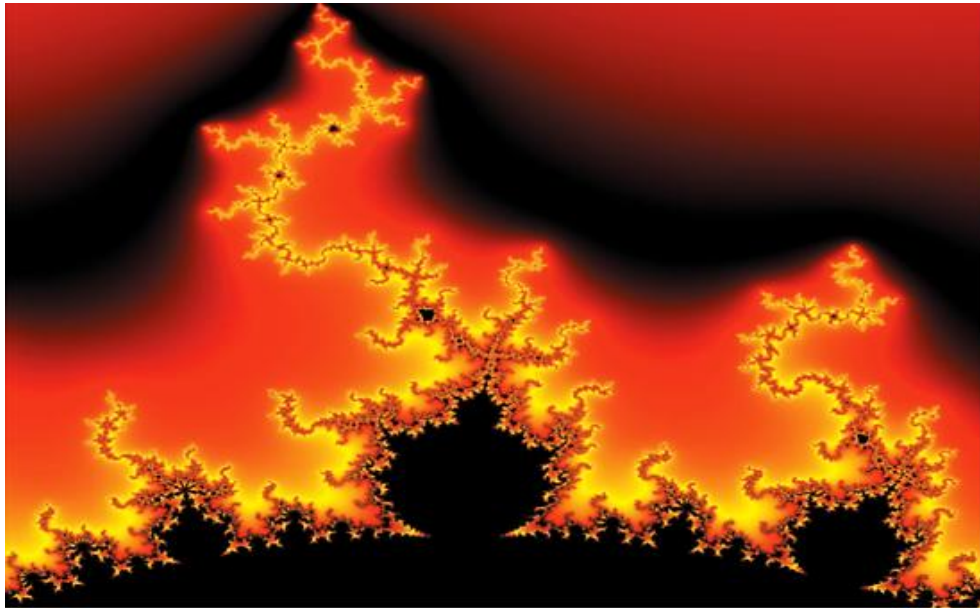


Figura 1

Título [No deben ser imágenes: todo debe ser editable]

Fuente [en cursiva]

El máximo de Box son 10 elementos

Para el uso de ecuaciones, anotadas como sigue:

$$\int_{lim^{-1}}^{lim^1} = \int \frac{lim^1}{lim^{-1}} = \left[\frac{1(-1)}{lim} \right]^2 = \frac{(0)^2}{lim} = \sqrt{lim} = 0 = 0 \rightarrow \infty \quad [1]$$

Debe ser editable y el número debe estar alineado a la derecha.

Metodología

Desarrollar dar el significado de las variables en la escritura lineal e importante es la comparación de los criterios utilizados.

Resultados

Los resultados serán por sección del libro.

Conclusiones

Explicar claramente los resultados y las posibilidades de mejora.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

El estándar internacional es de 7 páginas mínimo y máximo 14

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Declaraciones

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. No tienen intereses financieros o relaciones personales que pudieran haber influido en este libro.

Contribución de los autores

Especificar la contribución de cada investigador en cada uno de los puntos desarrollados en esta investigación.

Prot-

Benoit-Pauleter, Gerard: Contributed to the project idea, research method and technique.

Disponibilidad de datos y materiales

Indique la disponibilidad de los datos obtenidos en esta investigación.

Financiación

Indicar si la investigación recibió algún tipo de financiación.

Agradecimientos

Indicar si fueron financiados por alguna institución, Universidad o empresa.

Abreviaturas

Enumere las abreviaturas por orden alfabético.

ANN Artificial Neural Network

Referencias

Utilizar el sistema APA. No debe ir numerado, ni con viñetas, sin embargo si es necesario la numeración será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Libro.

Utilice el alfabeto romano, todas las referencias que haya utilizado deben estar en alfabeto romano, incluso si ha citado un libro en cualquiera de los idiomas oficiales de las Naciones Unidas [inglés, francés, alemán, chino, ruso, portugués, italiano, español, árabe], debe escribir la referencia en alfabeto romano y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Las citas se clasifican en las siguientes categorías:

Antecedentes. La cita se debe a una investigación publicada anteriormente y orienta el documento que cita dentro de un área académica determinada.

Básicos. La cita tiene por objeto informar sobre conjuntos de datos, métodos, conceptos e ideas en los que los autores del documento que cita basan su trabajo.

Soporte. El artículo que cita informa de resultados similares. También puede referirse a similitudes en la metodología o, en algunos casos, a la reproducción de resultados.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Diferencias. El documento que cita informa mediante una cita de que ha obtenido resultados diferentes a los obtenidos en el documento citado. También puede referirse a diferencias en la metodología o a diferencias en el tamaño de las muestras que afectan a los resultados.

Discusiones. El artículo citante cita otro estudio porque proporciona una discusión más detallada sobre el tema tratado.

La URL del recurso se activa en el DOI o en el título del recurso.

Prot-

Mandelbrot, B. B. [2020]. [Negative dimensions and Hölders, multifractals and their Hölder spectra, and the role of lateral preasymptotics in science](#). Journal of Fourier Analysis and Applications Special. 409-432.

Requisitos de Propiedad Intelectual para la edición:

Firma auténtica en color del [Formato de Originalidad](#) de Autor y Coautores.

Firma auténtica en color del [Formato de Aceptación](#) de Autor y Coautores.

Firma auténtica en color del [Formato de Conflicto de Intereses](#) de Autor y Coautores.

Reserva a la Política Editorial

ECORFAN Books se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del ECORFAN Books. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el ECORFAN Books enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación de la Obra Científica.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución.

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a ECORFAN Books emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding México para su ECORFAN Books, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título de la Obra Científica:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre la Obra Científica enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio a la Obra Científica el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de la Obra Científica. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter la Obra Científica a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Obra Científica definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza de la Obra Científica presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

VLEX (Plataforma global de inteligencia jurídica)

RESEARCH GATE (Alemania)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citaciones-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

EBSCO (Research Database - EBSCO Industries)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Books con PLAGSCAN

Evaluación de Obra Científica

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Obra Científica

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Publicación de Obra Científica

Certificado de Obra Científica

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

Park Pedregal Business 3580 – Adolfo Ruiz Cortines Boulevard, CP-01900. San Jeronimo Aculco Álvaro Obregón - Mexico City. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; E-mail: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

Vargas-Delgado, Oscar. PhD

Director Ejecutivo

Ramos-Escamilla, María. PhD

Director Editorial

Peralta-Castro, Enrique. MSc

Diseñador Web

Escamilla-Bouchan, Imelda. PhD

Programador web

Luna-Soto, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

Rosales-Borbor, Eleana. BsC

Filólogo

Ramos-Arancibia, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

Park Pedregal Business 3580 - Adolfo Ruiz Cortines Boulevard, CP-01900. San Jeronimo Aculco Álvaro Obregón - Mexico City.

21 Santa Lucia, CP-5220. Libertadores -Sucre - Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal -Madrid-Spain.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 Avenida La Raza - Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Avenida Suroeste, San Sebastian - León-Nicaragua.

31 Kinshasa 6593- Republique Démocratique du Congo.

Avenida San Quentin, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 kilometers, U.S. highway, Terra Alta house, D7 Mixco Zone 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Capitán, CP-2060. Luque City- Paraguay.

69 Street YongHe District, Zhongxin. Taipei-Taiwan.

43 Street # 30 -90 B. El Triunfo CP.50001. Bogotá-Colombia.

