



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Elaboración e implementación del manual de análisis fisicoquímicos de alimentos del laboratorio de control de calidad de agroindustria-UNACH

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Chávez Moyano, Esteban Francisco
Leime Sangucho, Carlos Ariel

Tutor:

Dra. Ana Mejía López

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, Chávez Moyano Esteban Francisco y Leime Sangucho Carlos Ariel, con cédulas de ciudadanía 0604570283 y 1727486779, autores del trabajo de investigación titulado: Elaboración e implementación del manual de análisis fisicoquímicos de alimentos del laboratorio de control de calidad de agroindustria-UNACH, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 26 de junio del 2026.



Chávez Moyano Esteban Francisco

C.I: 0604570283



Leime Sangucho Carlos Ariel

C.I: 1727486779

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ana Mejía López catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Elaboración e implementación del manual de análisis fisicoquímicos de alimentos del laboratorio de control de calidad de agroindustria-UNACH, bajo la autoría de Chávez Moyano Esteban Francisco y Leime Sangucho Carlos Ariel; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 26 días del mes de junio de 2026.



Dra. Ana Mejía López

C.I:0601948813

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Elaboración e implementación del manual de análisis fisicoquímicos de alimentos del laboratorio de control de calidad de agroindustria-UNACH, presentado por Chávez Moyano Esteban Francisco y Leime Sangucho Carlos Ariel, con cédulas de identidad número 0604570283 y 1727486779, bajo la tutoría de Dra. Ana Mejía López; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba al 01 del mes de julio del 2026.

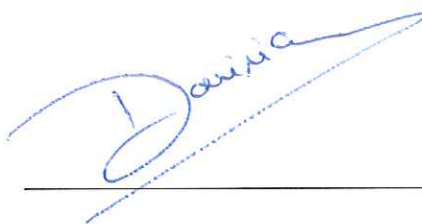
Mgs. Patricia Viñan

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



PhD. Davinia Sánchez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Daniel Luna

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **ESTEBAN FRANCISCO CHÁVEZ MOYANO** con CC: **0604570283**, y **CARLOS ARIEL LEIME SANGUCHO** con CC: **1727486779**, estudiantes de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "cumple con el 12 %, (5% de similitud y 7% de texto potencialmente generados por la IA) de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 23 de junio de 2026



Validar únicamente en FirmatEC.
Firmado electrónicamente por:
ANA HORTENCIA MEJIA LOPEZ

Mgs. Ana Mejía López
TUTORA

DEDICATORIA

En el transcurso de este camino académico, me encuentro en un momento especial para expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han sido pilares fundamentales en mi formación personal y profesional, brindándome su apoyo, confianza y motivación constante.

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía permanente y la fuente de sabiduría que ha iluminado cada paso de este proceso académico.

Expreso mi más profunda gratitud a mi querida madre, Mayra Moyano, por su amor incondicional, su fortaleza incansable y su apoyo constante, que han sido mi refugio y motivación durante toda mi formación profesional.

A mi padre, Alain Chávez, quien con sus valores, consejos y respaldo incondicional ha sido una inspiración permanente y un soporte fundamental para alcanzar este logro.

A mi querida abuelita Mariana Santos, gracias por su amor infinito, por cada palabra de aliento y por ser siempre un pilar importante en mi vida.

De manera muy especial, a mi abuelito Gustavo Chávez, a quien extraño profundamente. Cómo desearía que estuviera presente para compartir este logro; sé que se sentiría orgulloso. Aunque ya no esté físicamente, su recuerdo y enseñanzas viven en cada paso que doy.

Finalmente, dedico este trabajo a mi familia, quienes han sido mi fuerza, mi motivación y el motor que me impulsa a seguir adelante. Este logro también les pertenece, pues su apoyo ha dejado una huella imborrable en mi vida y en este proceso académico.

En el transcurso de este camino académico, me encuentro en un momento especial para expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han sido pilares fundamentales en mi formación personal y profesional, brindándome su apoyo, confianza y motivación constante.

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía permanente y la fuente de sabiduría que ha iluminado cada paso de este proceso académico.

Expreso mi más profunda gratitud a mi padre, Juan Carlos Leime, por ser el ejemplo más claro de esfuerzo, perseverancia y trabajo duro. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades con la cabeza en alto, por tu confianza ciega en mis capacidades, por tu amor incondicional y por brindarme siempre las herramientas necesarias para construir mi futuro.

A mi madre Cristina Sangucho, por su amor incondicional, su paciencia, sus palabras de aliento y su apoyo constante, que han sido mi refugio y motivación durante toda mi vida.

A mis hermanos Erika, Christian y Dara, por su complicidad, su alegría y por ser un respaldo inquebrantable a lo largo de toda mi carrera universitaria. Gracias por estar presentes en cada momento importante, por sus palabras de aliento cuando el camino se volvía difícil y por recordarme siempre el valor de la familia.

A Mariela por ser un apoyo emocional, por su presencia constante y su respaldo incondicional a lo largo de esta etapa universitaria. Gracias por ser una compañera de camino excepcional y por motivarme a superar mis propios límites.

Finalmente, dedico con infinito orgullo este trabajo a mi familia, quienes han sido mi fuerza, mi motivación y el motor que me impulsa a seguir adelante. Este logro también les pertenece por completo, pues su apoyo incondicional ha dejado una huella imborrable tanto en mi vida como en cada paso de este proceso académico.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo por habernos abierto las puertas a la formación profesional y brindarnos las bases científicas y técnicas indispensables para nuestro futuro. Asimismo, agradecemos a las autoridades y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, quienes a través de su exigencia y conocimientos facilitaron los espacios, herramientas y laboratorios necesarios para consolidar nuestro aprendizaje y hacer posible la culminación de esta meta académica.

Agradecemos profundamente a la Dra. Ana Mejía López de por su valiosa guía, su tiempo y su rigor metodológico a lo largo de toda esta investigación. Su orientación experta, su paciencia en cada revisión y sus acertados criterios técnicos no solo fueron fundamentales para estructurar y llevar a buen término este trabajo de titulación, sino que también representaron un constante aprendizaje para mi desarrollo como profesional.

Extendemos también nuestro agradecimiento a los técnicos de laboratorio de Control de Calidad de la carrera de Agroindustria, por su apoyo, colaboración y disposición durante el desarrollo del trabajo experimental.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I.	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Problema	15
1.3 Justificación	15
1.4 Objetivos	16
CAPÍTULO II.	17
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Estado de Arte.....	17
2.2 Fundamentos Teórico.....	20
2.2.1 Terminología básica.....	20
2.2.2 El proceso analítico general.	21
2.2.3 Clasificación de las técnicas y métodos analíticos	22

CAPÍTULO III.....	25
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 Tipo de Investigación.....	25
3.2 Diseño de la investigación	25
3.3 Técnicas de Recolección de Datos.....	25
3.4 Población y muestra.....	26
3.5 Procesamiento de datos y métodos de análisis.....	26
CAPÍTULO IV.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Determinaciones frecuentes en análisis de alimentos y su implementación en el manual.	27
4.2 Disponibilidad de reactivos, materiales y equipos.....	28
4.3 Implementación de equipos y reactivos.....	32
4.4 Manual de análisis fisicoquímicos de alimentos.....	33
CAPÍTULO V.....	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1 Conclusiones	36
5.2 Recomendaciones	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Manuales y libros.....	27
Tabla 2: Reactivos disponibles en el laboratorio	28
Tabla 3: Checklist de equipos del laboratorio de control de calidad	31
Tabla 4: Implementación de Equipos Materiales y Reactivos.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas del proceso analítico general	21
---	----

RESUMEN

La Universidad Nacional de Chimborazo cuenta con instalaciones especializadas para atender la necesidad educativa de la carrera de Agroindustria referente a la realización de prácticas de laboratorio. Esta infraestructura dispone de seis laboratorios para el análisis y procesamiento de alimentos: Control de Calidad, Microbiología, Procesamiento de Cárnicos, Frutas y Hortalizas, Lácteos y Productos No Alimentarios. Sin embargo, estos no cuentan con manuales que contengan los procedimientos para la realización de las prácticas, las cuales juegan un papel primordial en la formación académica de los estudiantes. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo elaborar un manual con procedimientos estandarizados para el análisis fisicoquímico de alimentos. El tipo de investigación fue cualitativa con un enfoque documental de tipo bibliográfico, lo que permitió analizar y seleccionar los mejores procedimientos para su uso en el ámbito académico. Como resultado del proceso investigativo, se elaboró un documento estructurado de manera clara y secuencial con nueve capítulos: el primero contiene lineamientos generales en los que se indica la introducción y el alcance del manual, seguido de las instrucciones de permanencia en el laboratorio y un listado de equipos que se utilizarán en las determinaciones analíticas cualitativas y cuantitativas en diferentes muestras de alimentos; el capítulo 2 describe los procedimientos de parámetros generales; el capítulo 3 se enfoca en leche y derivados; el capítulo 4, en productos cárnicos; el capítulo 5, en harinas (cereales, leguminosas y otras farináceas); el capítulo 6 detalla los procedimientos en bebidas alcohólicas; el capítulo 7 trata de jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales; el capítulo 8 conservas y el capítulo 9 corresponde al análisis en aceites y grasas vegetales. Con este compendio de procedimientos se facilitará la correcta ejecución de análisis por parte de los estudiantes, tanto para prácticas como para tesis; asimismo, servirá de guía para docentes y responsables de laboratorio, optimizando el uso de los recursos disponibles y fortaleciendo el proceso de análisis fisicoquímico en el área de control de calidad de alimentos.

Palabras claves: manual, análisis de alimentos, métodos, fisicoquímicos.

ABSTRACT

The National University of Chimborazo has specialized facilities to meet the educational needs of the Agroindustry program regarding laboratory practicals. This infrastructure features six laboratories for food analysis and processing: Quality Control, Microbiology, Meat Processing, Fruits and Vegetables, Dairy, and Non-Food Products. However, these laboratories lack manuals outlining the procedures for conducting these practicals, which are fundamental to students' academic training. Therefore, the purpose of this research was to develop a manual with standardized procedures for the physicochemical analysis of food. The research was qualitative, using a bibliographic-documentary approach, which enabled the analysis and selection of the best procedures for academic use. As a result of the research process, a clearly and sequentially structured document was developed consisting of nine chapters: the first contains general guidelines indicating the introduction and scope of the manual, followed by laboratory conduct rules and a list of equipment to be used for qualitative and quantitative analytical determinations in various food samples; Chapter 2 describes the procedures for general parameters; Chapter 3 focuses on milk and dairy products; Chapter 4 on meat products; Chapter 5 on flours (cereals, legumes, and other farinaceous products); Chapter 6 details procedures for alcoholic beverages; Chapter 7 covers juices, pulps, concentrates, nectars, and fruit and vegetable beverages; Chapter 8 addresses preserves; and Chapter 9 corresponds to the analysis of vegetable oils and fats. This compendium of procedures will facilitate the correct execution of analyses by students for both laboratory practicals and theses. Furthermore, it will serve as a guide for professors and laboratory managers, optimizing the use of available resources and strengthening the process of physicochemical analysis in food quality control.

Keywords: manual, food analysis, methods, physicochemical.



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
ANA ELIZABETH
MALDONADO LEÓN

Reviewed by:

Ms.C. Ana Maldonado León

ENGLISH PROFESSOR

C.I.0601975980

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la industrias de alimentos, al igual que en otros sectores agroindustriales, se requiere llevar un control de la calidad de los productos. Según Duarte et al. (2023), este control se realiza mediante una serie de análisis en diferentes partes del proceso para garantizar la calidad e inocuidad del alimento en cada etapa. Para realizar los debidos controles de calidad, es necesario implementar y seguir las legislaciones que están a cargo de las normas que se han constituido a nivel nacional e internacional con el fin de asegurar la calidad de los productos alimenticios (p. 21), Para ello, se realizan análisis fisicoquímicos que determinan la composición química y física de los productos (Vásquez, 2016).

Por otra parte, la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de análisis de alimentos es esencial en la carrera de agroindustria, que se centra en la evaluación cuantitativa y cualitativa de los componentes y características de los productos alimenticios, por lo que el uso efectivo de laboratorios universitarios representa una herramienta importante en la educación superior para fortalecer las competencias profesionales de los estudiantes en estas áreas (Tierra, 2024).

Idrovo & Morán (2025) exponen que, los laboratorios universitarios sirven como un vínculo esencial entre la teoría y la práctica, al permitir a los estudiantes experimentar con tecnologías en entornos reales, siendo además, importante para el desarrollo de habilidades técnicas específicas en campos como la ingeniería y también ayudan a desarrollar habilidades transversales como el pensamiento crítico, la resolución independiente de problemas, la flexibilidad y el trabajo en equipo, muy valoradas en el mercado laboral actual.

Es así que, la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo (Unach) cuenta dentro de su malla la signatura de análisis de productos agroindustriales impartida en el tercer semestre, de naturaleza teórica - practica y cuenta con un laboratorio para realizar las practicas estipuladas en el silabo, sin embargo, no cuenta con un documento que sirva de consulta para los estudiantes tanto que toman las asignaturas como estudiantes que están realizando tesis o proyectos de investigación formativa.

En este sentido, Ruiz (2017) afirma que la ausencia de documentación técnica estandarizada y manuales en las evaluaciones de calidad dentro de los laboratorios provoca una notoria variación en los resultados entre los analistas, lo que hace imposible recopilar datos correctos y consistentes (p. 2).

Cabe indicar que el desarrollo de manuales de laboratorio aplicados al análisis fisicoquímico de alimentos ha sido objeto de diversos estudios, en donde, se reflejan las contribuciones que estas

investigaciones permiten comprender el alcance metodológico y la relevancia formativa de estas herramientas en los procesos analíticos, proporcionando fundamentos conceptuales y técnicos que sustentan el desarrollo de la investigación planteada.

De esta manera, la necesidad de implementar un documento técnico que recopile procedimientos estandarizados e incorpore nuevos equipos, materiales y reactivos específicos que garanticen su adecuada aplicación para las prácticas de la asignatura de análisis de productos agroindustriales alimentarios de la Unach, con lo que se busca fortalecer la formación académica de los estudiantes y optimizar el funcionamiento y la organización del laboratorio.

1.2 Problema

El laboratorio de control de calidad de la carrera de Agroindustria de la Unach no cuenta con un manual para el análisis de las propiedades fisicoquímicas en alimentos. Esto dificulta la estandarización de los procedimientos lo que genera diferencias en los resultados, afectado la reproducibilidad y confiabilidad de los datos, restringe la correcta ejecución de las prácticas y obstaculiza el desarrollo de habilidades técnicas fundamentales en el campo agroindustrial. Asimismo, la falta de documentación técnica bien organizada dificulta el uso correcto de equipos, materiales y reactivos, lo que incrementa la posibilidad de errores metodológicos y complica la interpretación analítica de los resultados. Esto repercute directamente tanto en el buen funcionamiento del laboratorio como en la eficacia del proceso de enseñanza.

1.3 Justificación

Vásquez (2016), indica que con la realización del manual para el laboratorio de bromatología del Centro Atención Sector Agropecuario subsele Santa Rosa de Cabal del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA es una herramienta fundamental para adquirir habilidades dentro del proceso de formación y que apoya a la planeación previa de las actividades del laboratorio. Así mismo indica que con la implementación del manual los aprendices podrán conocer, dominar e interpretar los resultados obtenidos de los diferentes análisis fisicoquímicos, determinando al mismo tiempo si el producto analizado cumple o no con la legislación vigente.

Ruiz (2017) afirma que la ausencia de documentación técnica estandarizada y manuales en las evaluaciones de calidad dentro de los laboratorios provoca una notoria variación en los resultados entre los analistas, lo que hace imposible recopilar datos correctos y consistentes (p. 2).

Varios estudios también enfatizan cómo las habilidades prácticas y analíticas de los estudiantes se ven limitadas por la ausencia de equipo especializado en las instituciones educativas. De acuerdo con Molina et al (2016), indican que al crear prácticas de laboratorio, los docentes se enfrentan constantemente a problemas como la idoneidad de los espacios, los posibles riesgos para los estudiantes y la imposibilidad de reproducir una guía de laboratorio paso a paso. En estas situaciones, la falta de experiencia práctica en la industria alimentaria, sumada a la instrucción teórica, reduce significativamente la competencia técnica y la creatividad de los estudiantes.

Es importante recalcar que además de los procedimientos es indispensable contar con equipos de laboratorio y los insumos necesarios para las aplicaciones prácticas. No obstante, para

obtener conclusiones con base científica, es fundamental calibrar estos aparatos y validar los resultados. Por último, el mantenimiento y la actualización de los instrumentos garantizan la eficacia de los procedimientos experimentales y la calidad de los datos (Tortajada, 2024). Por otro lado, Nájera (2019), señala que, para evitar interrupciones operativas que puedan posponer las actividades académicas y de investigación, los equipos de laboratorio deben actualizarse y mantenerse periódicamente. Las políticas de mantenimiento preventivo garantizan el funcionamiento óptimo de la maquinaria, minimizando las averías y sus efectos negativos en la economía. Igualmente, una gestión eficaz salvaguarda la estabilidad financiera de la institución al evitar gastos innecesarios en costosos trabajos de mantenimientos correctivos.

El desarrollo y la aplicación de un manual para el análisis fisicoquímico de alimentos se justifican por la necesidad de mejorar la formación académica, mediante la estandarización de los procedimientos de laboratorio, en tal sentido que arrojen resultados precisos y repetibles, en donde, se dé cumplimiento con los requisitos de control de calidad establecidos. También, este documento técnico optimizará el uso de equipos, materiales y reactivos, de tal manera que, facilitará la organización metódica y secuencial de los procedimientos de laboratorio, lo que agilizará la gestión operativa del laboratorio de control de calidad. Adicionalmente, reducirá la brecha entre la formación teórica y las demandas del sector productivo, de modo que, al incrementar las competencias prácticas de los estudiantes, mejorará así las competencias profesionales de los mismos.

1.4 Objetivos

a. General

Elaborar un manual de análisis fisicoquímicos de alimentos que compile procedimientos estandarizados con la incorporación de nuevos equipos materiales y reactivos específicos que aseguren su viabilidad y su ejecución.

b. Específicos

- Identificar los métodos más adecuados y la necesidad de recursos para los análisis fisicoquímicos de alimentos de acuerdo con los requerimientos académicos.
- Implementar los protocolos, verificado el correcto funcionamiento de estos para que sean descritos en el manual.
- Elaborar el manual con una estructura estandarizada y detallada para garantizar la consistencia y reproducibilidad de los análisis realizados por los estudiantes.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de Arte

En el ámbito latinoamericano, Vázquez (2016) desarrolló un manual especializado para el análisis fisicoquímico de alimentos en el Centro de Atención del Sector Agropecuario del SENA, subsele Santa Rosa de Cabal; este manual está estructurado por ocho protocolos los cuales son: leches, derivados lácteos, frutas y jugos de frutas, carnes y derivados cárnicos, pan, cereales y harinas, Materias primas, grasas y aceites. Se desarrolló para orientar a instructores y alumnos en un laboratorio que funcionaba sin procedimientos operativos estandarizados desde el año 2013. En donde, el estudio demostró que el manual se convirtió en un instrumento didáctico esencial, ya que reforzó la formación técnica para la comprensión de resultados conforme a la normativa vigente.

Méndez (2020) elaboró el “Manual de Análisis de Alimentos” de la Universidad Veracruzana; indica como competencia didáctica que, en un entorno de responsabilidad y dedicación, el estudiante comprende y determina la composición física y química de los alimentos, el cual es para su uso en el control de calidad alimentaria, todo ello en base a la normativa vigente. Este manual contiene 150 páginas en 5 unidades: La unidad 1 expone marco teórico sobre temas como: Algunas normas de seguridad en el laboratorio, Introducción al análisis de alimentos. Muestreo, definición y clasificación de los métodos de análisis, selección de un método, características de la muestras, toma y preparación de las muestras, conservación de las muestras, análisis proximal, técnicas de laboratorio y métodos generales de análisis, la unidad 2 trata sobre “cereales” (análisis de cereales y leguminosas, determinaciones generales), la unidad 3 de carnes (análisis de carnes y derivados cárnicos, determinaciones generales), la unidad 4 sobre leche, (análisis de leche) y la unidad 5 “vinos” (análisis de vinos y bebidas alcohólicas).

Barreto & Morales (2021), en el “*Manual de laboratorio: Nutrición y Bromatología*”, se presentó un manual que tiene como objetivo implementar en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad del Atlántico las pruebas analíticas más relevantes para la industria, proporcionando tanto los fundamentos teóricos como la metodología práctica para evaluar la calidad de los productos. Este manual tiene ocho capítulos (1. Análisis de aceites, 2. productos cárnicos carnes, 3. agua potable, 4. Análisis De Frutas, Vegetales Y Productos De Frutas, 5. Bebidas alcohólicas 6. Leche líquida, 7. Harinas y 8. Análisis de margarina) siguiendo una estructura definida e igual. Cada capítulo se enfoca en un grupo alimenticio, que incluye objetivos, reactivos y procedimientos detallados con sus respectivos tiempos de ejecución para facilitar el aprendizaje del estudiante.

Guillén (2018), en su investigación, tuvo como objetivo estandarizar los métodos analíticos en el laboratorio de Buenaventura Grupo Pecuário para garantizar materias primas y productos terminados de alta calidad. Se creó un manual de gestión conforme a la norma ISO 22000, integrando sistemas de inocuidad alimentaria con protocolos operativos. Se estructuraron análisis

fisicoquímicos claves, incluyendo evaluaciones de humedad y contenido de cenizas, mediciones de proteínas y determinaciones de extracción con éter. Cabe destacar que se implementó un sistema de gestión de inocuidad alimentaria según la norma ISO 22000 y se utilizaron herramientas avanzadas como la espectroscopia de infrarrojo cercano para las pruebas bromatológicas y toxicológicas. Además, se desarrollaron 215 instructivos técnicos para asegurar la calibración del equipo y la correcta realización de pruebas de calidad en cada materia prima y producto terminado, mejorando la capacidad del laboratorio para futuras auditorías de certificación internacional.

Apráez (2020) en su estudio titulado Análisis químico de alimentos para animales, ofreció una recopilación de técnicas bromatológicas orientadas a definir de manera exhaustiva los nutrientes, en donde, el libro cuenta con 7 capítulos, que abarcan desde el muestreo hasta los métodos de análisis proximal, la determinación de energía y minerales, la determinación de digestibilidad y la determinación de toxinas y compuestos antinutricionales. El estudio evaluó los compuestos nitrogenados para el procesamiento de la soja, analizó aminoácidos específicos y realizó pruebas de grasas, fibra y rancidez.

Mejía et al. (2021), publicó el Manual de procedimientos para el análisis de calidad en tubérculos de papa, formularon metodologías, que se ejecutaron en el laboratorio de análisis de calidad de los alimentos en la Universidad de Nariño, esta publicación destacó por su enfoque en el avance tecnológico y el fomento de una cultura de calidad en la producción y el procesamiento de la papa, con el fin de caracterizar la materia prima y proporcionar productos de alta calidad a la agroindustria en desarrollo de la región. Se utilizaron nuevas pruebas fisicoquímicas, como la reflectometría para determinar glucosa, ácido ascórbico y nitratos, también la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) el cual sirve para medir glicoalcaloides y asimismo, se incorporó métodos espectrofotométricos (DPPH y ABTS) para determinar la capacidad antioxidante

En cuanto a los avances en métodos analíticos rápidos para el control de calidad, Martínez & Oviedo (2022), desarrollaron un manual técnico para la determinación de metabisulfito de sodio (E223), por el método BIOFISH-300, que es sistema de biosensor amperométrico, para el análisis de camarón procesado en Sahlman Seafoods of Nicaragua, S. A.”. Esta herramienta destaca por ser una alternativa rápida y precisa a los métodos tradicionales, facilitando el control de la melanosis y garantizando la inocuidad alimentaria según estándares internacionales. Concluye que el manual es una herramienta importante que mantiene la competitividad de las empresas al garantizar la alta calidad del producto final y facilitar la mejora continua mediante diagramas de flujo claros. Esta organización simplifica el uso de recursos y reduce los riesgos asociados a la gestión de un laboratorio, lo que fortalece la gestión de la inocuidad alimentaria en la industria

El manual detalla protocolos de calibración, muestreo y bioseguridad, optimizando la gestión de recursos en la industria. En definitiva, se posiciona como un recurso clave para mejorar la competitividad del sector, asegurando la calidad del producto final y el cumplimiento de normas de seguridad global.

El manual de laboratorio titulado Iniciación al análisis químico en alimentos de Torjada (2024), es un texto de apoyo al trabajo experimental dirigido a estudiantes universitarios que toman la asignatura de Análisis Químico, aplicado a la ciencia y tecnología de alimentos. Su objetivo es permitir que los estudiantes adquieran experiencia en los procedimientos habituales de un laboratorio químico. El texto se estructura en un capítulo de introducción al laboratorio químico, cuatro unidades experimentales de laboratorio y una unidad para tratamiento de datos apoyada en programa estadístico.

De igual manera, Hernández (2024) desarrolló el “Manual de Prácticas de Profesionales en Ciencia de los Alimentos”, el trabajo reúne cuatro áreas principales: pruebas microbiológicas para verificar la inocuidad de los alimentos, pruebas bromatológicas para determinar la composición de macronutrientes (humedad, grasa, proteína, cenizas, fibra y carbohidratos), pruebas sensoriales para evaluar la percepción del consumidor sobre los alimentos y el procesamiento tecnológico. Se incluyen el método de Folin-Ciocalteu para la medición de antioxidantes y la identificación específica del almidón resistente. También utilizaron espectrofotometría de alta precisión y lactodensimetría para verificar exhaustivamente la calidad de los productos cárnicos. Además, proporciona una base teórica y métodos estandarizados que cumplen con las normas nacionales e internacionales.

El Manual de Prácticas de Análisis Instrumental Tercer semestre del TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC de Lortia et al. (2021) tiene como objetivo apoyar al curso de Análisis Instrumental, que fueron elaboradas por los profesores de la División Académica de Ingeniería Química y Bioquímica, éste contiene ocho unidades temáticas de aprendizaje, donde se abordan experiencias prácticas siguiendo el mismo orden en el que se presentan las unidades teóricas, apoyando el avance teórico-práctico de los estudiantes, el desarrollo de capacidades y competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas. Incluye: Introducción al manejo y operación de equipos ópticos (Refractómetro e índice de refracción. Polarimetría: Medición de alfa, C y pureza óptica, Espectroscopía y Espectrofotometría de absorción visible (Barrido espectrofotométrico y curva de calibración), determinación espectrofotométrica de Fe^{2+} hierro con el método de 1,10-fenantrolona (Diferentes muestras), realización de curvas estándar leídas en un espectrofotómetro Ultravioleta/Visible. (determinación de la concentración de los componentes de una mezcla de Cobalto-Níquel, determinación de Sulfatos en agua por Turbidimetría, separación de pigmentos mediante Cromatografía en capa fina y Cromatografía de gases en columna.

En cuanto a manuales para el aprendizaje práctico de análisis de alimentos se cuenta con algunas obras que datan de años anteriores al 2014 que incluyen análisis proximal, análisis Químico-Físico de la leche y derivados lácteos, análisis de productos cárnicos entre otros.

2.2 Fundamentos Teórico

2.2.1 Terminología básica

Para realizar un análisis en muestras de alimentos hay que acudir a una de las ciencias más antiguas, la química analítica, además es importante comprender el lenguaje de esta o la terminología básica. Como lo señala Baeza (2016):

- Problema de análisis: causa que origina el análisis.
- Objeto de análisis: es el material de interés.
- Muestra: una porción del material bajo análisis que es representativa.
- Analito: es la especie química (elemento o compuesto) bajo investigación (análisis) en la muestra. Una muestra puede contener uno o más analitos, o especies químicas de interés.
- Interferencias: son las especies químicas que están presentes en la muestra junto con el analizador e impiden un resultado preciso.
- Compuestos inertes: son las especies químicas que están presentes en la muestra junto con el analito, el cual no afecta al análisis.
- Matriz: Los componentes de la muestra distintos de los analitos. Esto comprende los compuestos inertes (el resto de la muestra) y los compuestos interferentes.
- Análisis: es el proceso que ofrece detalles sobre la composición o las características de una muestra.
- Determinación: es la obtención de la resolución de la identidad (identificación), concentración (cuantificación) o estructura de uno o más analitos.
- Técnica analítica: método para examinar un analito basado en un principio químico o físico (p. ej., volumetría, gravimetría, espectrofotometría, potenciometría, cromatografía, etc.).
- Método de análisis o método analítico: es el conjunto de procedimientos destinados a realizar el análisis de una muestra específica. La técnica forma parte del método.
- Procedimiento analítico: es el conjunto de instrucciones que deben seguirse al utilizar una técnica analítica para identificar uno o más analitos en una muestra.
- Protocolo: es el conjunto de directrices escritas que describen el proceso que debe seguirse con exactitud para que el resultado analítico se considere aceptable. Por ejemplo, los

protocolos de muestreo, los estándares de análisis, los procedimientos operativos estándar y los procedimientos internos son algunos modelos.

Por otra parte, Méndez (2020) indica que el análisis fisicoquímico involucra la caracterización de los alimentos desde un punto de vista fisicoquímico, haciendo hincapié en la determinación de su composición química, es decir, qué sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, carbohidratos, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades se encuentran.

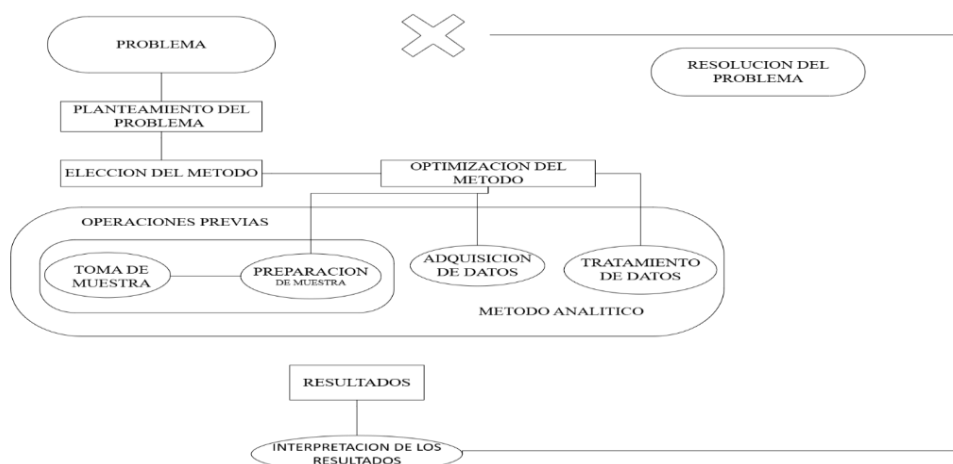
El análisis de alimentos es fundamental en la industria alimentaria, debido a su importancia en el ámbito de salud pública, porque informa al consumidor de datos indispensables para su salud, todo esto para demostrar la veracidad de su composición, además para garantizar el cumplimiento de la normativa alimentaria y publicitaria (Aconsa, 2021).

2.2.2 El proceso analítico general.

Comprender los datos necesarios para abordar el desafío analítico es crucial al realizar un análisis. Para ello, empleamos el proceso analítico, la cual es una técnica única que consiste en una serie de operaciones secuenciales que brindan respuestas a diversas preguntas, tales como: ¿Qué debemos analizar y por qué? ¿Quién tomará la muestra? ¿Dónde se tomará? ¿Qué técnica analítica se debe aplicar? ¿Qué impacto tendrá en el resultado? Por lo tanto, si el problema se ha planteado de forma precisa y completa, será posible responder a estas preguntas, lo cual evitará un trabajo innecesario que generaría datos irrelevantes (Palacios, 2018).

Este proceso se encuentra detallado en la Figura 1, en donde, se ilustra los pasos necesarios para el proceso analítico general.

Figura 1
Etapas del proceso analítico general



Nota. De La etapa de preparación de la muestra en los métodos analíticos, por M. Palacios, 2018.

En términos generales, el problema inicial da lugar a un problema analítico cuya solución implica definir con precisión el objeto de análisis, de igual manera se debe elegir el método analítico a utilizar, proponer una estrategia de muestreo que genere una muestra representativa y emplear el método analítico para obtener información fiable para la resolución del problema (Baeza, 2016).

Por otra parte, Zumbado (2021) señala que conocer la composición total o parcial de una matriz requiere sin duda trabajo intelectual, talento, experiencia, intuición y lo más importante, que es un criterio químico analítico suficiente. Además, indica que el criterio químico analítico tiene muchas veces más peso que la disponibilidad de grandes y costosos instrumentos.

2.2.3 Clasificación de las técnicas y métodos analíticos

Se utilizan diferentes criterios para clasificar las técnicas y metodologías analíticas. Por lo tanto, se categorizan de la siguiente manera debido a razones históricas: Métodos y técnicas clásicas: Estos son los enfoques más tradicionales, que utilizan únicamente balanzas y dispositivos de medición de volumen como herramientas. Se basan en características químicas (análisis cualitativo en tubo de ensayo, volumétrico y gravimétrico). Las cualidades fisicoquímicas sirven como base para los procedimientos y métodos instrumentales (como los métodos ópticos y eléctricos). Técnicas y procedimientos de separación: Estos permiten separar el analito de las interferencias para realizar mediciones en circunstancias adecuadas. Las técnicas cromatográficas y electroforéticas, por ejemplo, permiten la identificación y cuantificación del analito al vincularlo con un detector (Baeza, 2016).

A continuación, se describe cada método:

Métodos Volumétricos: Son métodos de análisis que sirven para determinar la concentración de un analito midiendo el volumen de una solución de concentración conocida que reacciona con ella (Goyeneche, 2023). Según su reacción se tiene 4 métodos:

1. **Volumetría de neutralización:** También es conocida como volumetría ácido-base, el cual se basa en la reacción entre un ácido y una base; en donde, la determinación de acidez total valorable, proteínas, esteres totales, amonio; carbonatos son solo algunos ejemplos en donde se fundamentan en este principio (Zumbado, 2022).
2. **Volumetría de precipitación:** La volumetría de precipitación se trata de provocar una reacción donde aparezca un precipitado que sea difícil de disolver. Los métodos que más aplicamos son los de argentometría, que básicamente consisten en usar una solución estándar de nitrato de plata para valorar la muestra (Reynoso, 2019).
3. **Volumetría de óxido reducción:** Las volumetrías de óxido-reducción funcionan mediante una transferencia de electrones, si una sustancia se oxida, la otra se reduce obligatoriamente.

Estos dos procesos siempre ocurren a la vez, y por eso podemos usar un reactivo conocido para calcular cuánto analito tenemos en el alimento (Goyeneche, 2023).

4. **Volumetría de formación de complejos:** A esta técnica también es llamada complejometría. El proceso consiste en unir un átomo de metal con otra sustancia llamada ligando. Al juntarse, forman una estructura muy firme y estable llamada complejo (Goyeneche, 2023).

Métodos gravimétricos: Según (Skoog et al., 2015) los métodos gravimétricos son procedimientos cuantitativos que se basan en medir la masa de un compuesto puro, el cual guarda una relación química directa con el analito de interés. Además (Zumbado, 2022) menciona que este proceso siempre tiene dos pasos clave: primero, logramos separar la sustancia que nos interesa y, segundo, realizamos una pesada exacta. Además, si bien esta clasificación se basa en la técnica de separación, cabe detallar que un enfoque gravimétrico puede incluir una o más técnicas de separación.

1. **Método gravimétrico por volatilización:** Según (Leyva, 2019) estos métodos se basan en separar los componentes de una muestra convirtiéndolos en sustancias volátiles. Esto se puede lograr de dos formas: simplemente aplicando calor o añadiendo un reactivo químico que reaccione con el elemento que queremos separar para volverlo volátil. Lo más importante en este proceso es que el reactivo solo afecte a la sustancia que queremos eliminar, dejando intacto el compuesto que nos interesa medir.
2. **Método gravimétrico por extracción:** La gravimetría por extracción consiste en separar una sustancia de la muestra usando un proceso sólido-líquido. Se puede hacer de dos formas: usando solventes que disuelven el compuesto que estudiamos o usando químicos que eliminan las impurezas que interfieren. Para terminar, simplemente se pesa el resultado final. En el análisis de alimentos, estas técnicas son las más importantes para cuantificar nutrientes clave como las grasas y la fibra dietética (Zumbado, 2022) .
3. **Método gravimétrico por precipitación:** En la precipitación gravimétrica, el analito es convertido a un precipitado poco soluble. Este precipitado es luego filtrado y lavado para eliminar las impurezas convirtiendo a un producto de composición conocida por un tratamiento de calor adecuado y después se le pesa (Skoog et al., 2015).

Métodos instrumentales: Son aquellos métodos donde se usan equipos avanzados para determinar la concentración de analito mediante señales ópticas o eléctricas (Goyeneche, 2023). Entre ellos se destacan:

1. **Espectrofotometría de Absorción Molecular (UV-Vis):** Este método se fundamenta en la capacidad de las moléculas para absorber radiación electromagnética en las regiones ultravioleta y visible del espectro. La cantidad de luz absorbida depende directamente de la

concentración de la sustancia presente en la muestra, siguiendo la ley de Beer-Lambert. En la industria alimentaria, es una técnica esencial para cuantificar analitos que absorben luz de forma natural o que pueden reaccionar con colorantes, como es el caso de vitaminas, aditivos y ciertos pigmentos (Mauri et al., 2010).

2. **Espectroscopia infrarroja:** El método de espectroscopía infrarroja con transformadas de Fourier (FT-IR), funciona utilizando el interferómetro de Michelson. En este, la radiación de la fuente pasa a través de un divisor del haz de luz (beam splitter) que divide la radiación dirigiendo la mitad a un espejo fijo y la otra a un espejo móvil. La radiación se recombina en el beam splitter de manera constructiva o destructiva dependiendo de la posición del espejo móvil. El resultado es el interferograma, que contiene información acerca de todas las frecuencias presentes en el haz de luz y se convierte, con la transformada de Fourier, en un diagrama que representa la intensidad de la radiación en función de la frecuencia, mejor conocido como espectro infrarrojo (IR). La espectrometría de infrarrojo es una de las técnicas analíticas más versátiles y de mayores aplicaciones ya que permite realizar mediciones de líquidos, sólidos o gases, con accesorios especializados para analizar la muestra (Restrepo et al., 2025).
3. **Potenciometría:** La potenciometría es un método electro analítico, el cual sirve para determinar la diferencia de potencial entre dos electrodos en una celda: un electrodo de referencia, un electrodo indicador sensible y otro selectivo para el analizador. Un ejemplo de este método es la determinación del pH con un electrodo de membrana de vidrio. El electrodo indicador debe ser sensible a la concentración y más precisamente, a la actividad de la especie que se va a medir (Skoog et al., 2017).

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Investigación

Se realizó una investigación cualitativa, de carácter bibliográfico con el objetivo proponer un manual de procedimientos analíticos. Según Carbajal (2020) la investigación documental de tipo bibliográfico consiste en el proceso metódico de recopilación, selección, organización, interpretación y análisis crítico de información sobre un tema de estudio mediante el uso de diversas fuentes documentales como libros, artículos científicos, archivos y recursos disponibles en internet.

3.2 Diseño de la investigación

La investigación fue de diseño documental aplicado debido a que se obtuvo información a través de consultas bibliográficas en manuales, normas, y libros electrónicos de procedimientos analíticos aplicados a diversas matrices para de allí seleccionar los más apropiados según condiciones reales del laboratorio y a los recursos disponibles.

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados las etapas de la metodología fueron 4:

1. Se identificó los análisis fisicoquímicos más adecuados que se ejecutan en el laboratorio de control de calidad por parte de estudiantes, tesis y del docente de la asignatura de Análisis de Productos Agroindustriales, se identificó también las matrices frecuentemente analizadas, prácticas indicadas en sílabos de asignaturas de diversas universidades y manuales de análisis de alimentos de diversas universidades.
2. Se realizó el reconocimiento de materiales, equipos y reactivos disponibles en el laboratorio de con la finalidad de identificar las necesidades de recursos para los análisis fisicoquímicos de alimentos de acuerdo con los requerimientos académicos.
3. En la tercera etapa, el proceso se centró en seleccionar los procedimientos más pertinentes en función de los datos consultados anteriormente.
4. Y la cuarta etapa fue la redacción del manual cuya estructura se indica en el capítulo de resultados.

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Para el desarrollo de la investigación se emplearon diversas técnicas de recolección de datos, entre las principales se encuentran:

- **Técnica de observación**, se realizó una observación técnica, para conocer equipos materiales y reactivos disponibles que hay en el laboratorio de control de calidad de la carrera de Agroindustria
- **Verificación Práctica**, levantamiento de información sobre los análisis más frecuentes que se realizan en el laboratorio.
- **Análisis Documental**, se utilizó esta técnica consultando publicaciones científicas, normas técnicas (INEN, AOAC, etc.), manuales de laboratorio, guías prácticas y libros especializados sobre análisis fisicoquímico de alimentos
- **Registro estructurado en medios digitales y físicos**, se detalló el registro de la información seleccionada y organizada bajo un esquema predefinido, que constituye el manual, el mismo que se edita en formato Word, además se utilizará una carpeta tipo folder con fundas plásticas transparentes y separadores internos para organizar y proteger adecuadamente las hojas del manual, facilitando su conservación, consulta y manejo

3.4 Población y muestra

La población considerada en este estudio estuvo conformada por los procedimientos analíticos de referencia existentes. La muestra estuvo constituida por los 80 procedimientos seleccionados y estandarizados en el manual, correspondientes a las 9 matrices de alimentos.

3.5 Procesamiento de datos y métodos de análisis

El análisis de los resultados se realizó a partir de datos de carácter cualitativo y descriptivo debido a que el objeto principal es el manual.

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinaciones frecuentes en análisis de alimentos y su implementación en el manual.

Se recopiló información técnica y científica a partir de manuales extranjeros, y otros documentos relacionados con protocolos de análisis en alimentos, con esta información se analizó los procedimientos, metodologías, materiales requeridos y criterios de aplicación. Este análisis permitió identificar las técnicas más adecuadas y confiables, garantizando que las prácticas se desarrollaran de acuerdo con fundamentos científicos y metodológicos validados en la literatura especializada. La bibliografía consultada más relevante se indica en la Tabla 1.

Tabla 1

Manuales y libros

Nombre	Cita y enlace de consulta	Tipo	Prácticas realizadas
Análisis Químico de los alimentos segunda edición	Zumbado (2022). https://www.researchgate.net/publication/360765824_Analisis_Quimico_de_los_Alimentos_2da_Edicion_2022	Libro	Las prácticas se centran en dos tipos principales de análisis: gravimétricos y volumétricos. Los grupos de alimentos analizados exclusivamente son: productos cármicos, leche y derivados, cereales, aceites/grasas, bebidas alcohólicas, conservas de frutas/verduras, vinagre y aguas de proceso
Manual de prácticas de análisis de alimentos	Méndez (2020). https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf	Manual	Las prácticas que incluyen este manual son las siguientes: análisis proximal, análisis en leche, cereales/harinas, carnes/embutidos, vinos, grasas/aceites, y bebidas alcohólicas.
Manual de Laboratorio Nutrición y Bromatología	Barreto & Morales (2021). https://repositorio.uniatlantico.edu.co/server/api/core/bitstreams/f5287d94-551e-4edf-a69e-f726c563b971/content	Manual	Las prácticas que incluyen este manual son las siguientes: análisis en aceites/ grasas vegetales, productos cármicos, aguas, frutas, vegetales y derivados, mermeladas y jaleas, bebidas alcohólicas.
Análisis de alimentos Quinta edición	Nielsen (2017). https://es.scribd.com/document/680810848/978-3-319-45776-5	Manual/ libro	Las prácticas se centran en análisis proximales, instrumentales, espectroscópicos y sensoriales. Los grupos de alimentos analizados exclusivamente son: cereales/granos (trigo, maíz: gluten, almidón), lácteos, frutas/jugos,

			vegetales, cárnicos, aceites, bebidas, snacks (papas: acrilamida).
Universidad Nacional de Chimborazo		Sílabo	Dentro de la asignatura de análisis agroindustriales se realiza análisis a: leche y derivados, productos cárnicos, Harinas/ cereales, bebidas alcohólicas, jugos, pulpas, néctares, conservas y aceites/ grasas vegetales.
Manual de prácticas de los laboratorios de alimentos	Peralta et al. (2015). https://archivos.ujat.mx/2015/div_rios/MP-DAMR-LBR-R01.pdf	Sílabo	Según el sílabo 'Análisis de los Alimentos' de la Universidad Técnica de Ambato, las prácticas realizadas son muestreo representativo, análisis proximal (humedad, cenizas, grasa, proteína, glúcidos digeribles/no digeribles), lípidos (caracterización fisicoquímica, cromatografía capa fina, ácidos grasos/esteroles), aminoácidos/vitaminas (separación proteínas, análisis micronutrientes) y contaminantes/aditivos (detección química), más calidad fisicoquímica de agua y bebidas alcohólicas.
Análisis de alimentos fundamentos y técnicas	Iturbe & Sandoval (2011). https://ada.educatic.unam.mx/pluginfile.php/522/mod_assign/intro/An%C3%A1lisis%20de%20alimentos%20fundamentos%20y%20t%C3%A9cnicas.pdf	Manual	Las prácticas se centran en el análisis de humedad, minerales, lípidos, proteínas, carbohidratos. Además, cuenta con el apartado de preparación de soluciones

4.2 Disponibilidad de reactivos, materiales y equipos

En la tabla 2 se detalla la lista de reactivos y en la tabla 3 la lista de los equipos con los que cuenta el laboratorio de control de calidad de la carrera de agroindustria con corte a marzo 2026.

Tabla 2
Reactivos disponibles en el laboratorio

Reactivos		
4-Nitrofenil Fosfato	Ácido Nítrico, pureza 65%; $\delta = 1.40\text{g/ mL}$	Aluminio
Aceite de Vaselina	Ácido Orto Fosfórico, pureza 85%; $\delta = 1.69\text{g/ mL}$	Amonio Acetato, pureza 96.5%; $\delta = 1.17\text{g/ mL}$

Reactivos		
Acetato de Etilo, pureza 99%; $\delta = 0.93\text{g/ mL}$	Ácido Oxálico, pureza 99%; $\delta = 1.65\text{g/ mL}$	Amonio Heptamolibdato, pureza 99%; $\delta = 2.49\text{g/ mL}$
Acetato de Sodio, pureza 99%	Ácido Perclórico, pureza 60%; $\delta = 1.54\text{g/ mL}$	Amonio Metavanadato, pureza 99%; $\delta = 2.3\text{g/ mL}$
Acetato de Zinc, pureza 98%	Ácido Sulfánilico, pureza 99%; $\delta = 1.49\text{g/ mL}$	Amonio Molibdato, pureza 83%; $\delta = 2.49\text{g/ mL}$
Ácido Acético, pureza 36%; $\delta = 1.05\text{g/ mL}$	Ácido Sulfúrico, pureza 98%; $\delta = 1.84\text{ g/mL}$.	Amonio Oxalato Monohidratado, pureza 99.5%; $\delta = 1.5\text{g/ mL}$
Ácido Bórico, (sólido), pureza 99.6%;	Alcohol Amílico, pureza 98%; $\delta = 0.81\text{ g/mL}$.	Azul de Metileno
Ácido Clorhídrico, pureza 37%; $\delta = 1.19\text{g/ mL}$	Alcohol Antiséptico	Bicarbonato de Sodio, pureza 99.7%; $\delta = 1.5\text{g/ mL}$
Ácido Cromotrópico, pureza 98.5%	Alcohol Isopropílico, pureza 98.5%; $\delta = 0.79\text{ g/mL}$.	Bisulfito de Sodio, pureza 58.5%; $\delta = 1.48\text{g/ mL}$
Ácido Esteárico, pureza 98%	Alginato de Sodio	Borato de Sodio, pureza 99.5%; $\delta = 2.36\text{g/ mL}$
Ácido Fosfórico, pureza 85%; $\delta = 1.71\text{g/ mL}$	Almidón	Butanol, pureza 99.5%; $\delta = 0.81\text{g/ mL}$
Carbón Activado	Fosfato de Sodio	Potasio Ferrocianuro, pureza 99%; $\delta = 1.85\text{g/ mL}$
Carbonato de Calcio; pureza 99%	Ftalato Ácido de Potasio, pureza 99.95%; $\delta = 1.63\text{ g/mL}$.	Potasio Tiocianato, pureza 99%; $\delta = 1.88\text{g/ mL}$
Carrez I	Glucosa, pureza 99.5%; $\delta = 1.54\text{g/ mL}$	Rojo de Metilo
Carrez II	Hidróxido de Sodio, pureza 97%; $\delta = 2.13\text{g/ mL}$	Sulfato Amónico Ferroso, pureza 99%; $\delta = 1.86\text{g/ mL}$
Catalizador Kjeldahl	Lactosa, grado reactivo; $\delta = 1.53\text{ g/ mL}$	Sulfato de Cobre, pureza 99.5%; $\delta = 2.28\text{ g/ mL}$
Cinta de Magnesio	Lugol	Sulfato de Hierro (II), pureza 99%; $\delta = 1.89\text{ g/ mL}$

Reactivos		
Cloroformo, pureza 99.8%; $\delta = 1.49\text{g/ mL}$	Magnesio Acetato, pureza 99%; $\delta = 1.45\text{g/ mL}$	Sulfato de Hierro (III), pureza 97%; $\delta = 1.89\text{ g/ mL}$
Cloruro de Aluminio, pureza 98.5%	Magnesio Cloruro, pureza 99%; $\delta = 1.56\text{g/ mL}$	Sulfato de Potasio, pureza 99%; $\delta = 2.66\text{ g/ mL}$
Cloruro de Amonio, pureza 99.6%; $\delta = 1.52\text{g/ mL}$	Metanol, pureza 99.8%; $\delta = 0.79\text{g/ mL}$	Sulfato de Sodio, pureza 99%; $\delta = 2.7\text{ g/ mL}$
Cloruro de Bario, pureza 98%; $\delta = 3.09\text{g/ mL}$	Molibdato de Amonio, pureza 81%; $\delta = 2.49\text{g/ mL}$	Sulfato de Zinc, pureza 99%; $\delta = 1.65\text{ g/ mL}$
Cloruro de Potasio, pureza 99%; $\delta = 2.71\text{g/ mL}$	Murexida, grado reactivo; $\delta = 1.72\text{ g/ mL}$	Sulfato Férrico Amoniacal, pureza 98.5%; $\delta = 1.71\text{ g/ mL}$
Cloruro Estañoso, pureza 98%; $\delta = 3.95\text{g/ mL}$	Naranja de Metilo, grado reactivo; $\delta = 1.28\text{ g/ mL}$	Tartrato de Sodio, pureza 99%; $\delta = 1.82\text{ g/ mL}$
Cloruro de Sodio, pureza 99.5%; $\delta = 2.16\text{g/ mL}$	Negro de Eriocromo, grado reactivo; $\delta = 1.7\text{ g/ mL}$	Tiocianato de Potasio, pureza 99%; $\delta = 1.88\text{ g/ mL}$
EDTA, pureza 99%; $\delta = 1.019\text{g/ mL}$	Ninhidrina, pureza 98%; $\delta = 0.86\text{ g/ mL}$	Tiosulfato de Sodio, pureza 99.5%; $\delta = 1.67\text{ g/ mL}$
Éter de Petróleo, pureza 60%; $\delta = 0.64\text{g/ mL}$	Nitrito de Sodio, pureza 98%; $\delta = 2.17\text{ g/ mL}$	Violeta de Genciana, pureza 96%; $\delta = 0.97\text{ g/ mL}$
Fenantrolina, pureza 97%	Oxalato de Sodio, pureza 99.5%; $\delta = 2.27\text{ g/ mL}$	Xilenol, pureza 99%; $\delta = 1.05\text{ g/ mL}$
Fenol, pureza 99%; $\delta = 1.07\text{g/ mL}$	Permanganato de Potasio, pureza 99%; $\delta = 2.70\text{ g/ mL}$	Yoduro de Potasio, pureza 99%; $\delta = 3.12\text{ g/ mL}$
Fenolftaleína solución al 0.2%	Plomo Acetato, pureza 99%; $\delta = 2.55\text{ g/ mL}$	
Formol, pureza 37%; $\delta = 1.08\text{g/ mL}$	Potasio Dicromato, pureza 99%; $\delta = 2.68\text{ g/ mL}$	
Fosfato de Potasio, pureza 99%; $\delta = 2.33\text{g/ mL}$	Sacarosa, pureza 99.5%; $\delta = 1.58\text{ g/ mL}$	
Hexano, pureza 95%; $\delta = 0.66\text{g/ mL}$	Silice Gel	

Tabla 3
Checklist de equipos del laboratorio de control de calidad

Ítem	Equipo	Especificaciones
1	Balanza analítica (0.0001 g)	Marca: MKLAB; Modelo MA-2204N; de capacidad de 200 g; resolución de 0,0001g; alimentación eléctrica de 110 V/60 Hz.
2	Balanza granataria (0.01 g)	Marca: Radwag; Modelo: WLC 10/A2; capacidad máxima de 10 kg; resolución de 0,1 g; alimentación eléctrica de 110 V/60 Hz.
3	Estufa de secado	Marca: Memmert; Modelo: UNB 100; rango de temperatura de 30 a 220 °C y una capacidad interna de 13 L, contador de tiempo ajustable desde 1 minuto hasta un máximo de 99 horas con 59 segundo.
4	Mufla	Marca: Thermo scientific; Modelo: FD1540M; con rango de 100 a 1200 °C y precisión de ± 1 °C, cámara de fibra cerámica de 2.2 L, aislamiento térmico multicapa para mayor seguridad y requiere una alimentación eléctrica de 220 V.
5	Termobalanza	Marca: Citizen; Modelo: MB200; con una capacidad máxima de 200 g y una resolución de 0,001 g; cuenta con un rango de temperatura de los 50 a 160 °C y precisión de humedad de $\pm 0,1\%$.
6	pH-metro	Marca: Hach; Modelo: Session 3; resolución de pH 0,01; precisión de $\pm 0,2$ o $\pm 0,05$.
7	Colorímetro	Marca: FRU; Modelo: WR-100C; Espacio de Color CIELAB.
8	Refractómetros (°Brix)	Marca: VEE GEE; Modelos: BX-1 con escala 0-32%; BX-2; con escala de 28-62%; Modelo: BX-3 con escala de medición 60-92%; todos con una precisión de $\pm 0.2\%$.
9	Espectrofotómetro UV-Vis	Marca: BIOBASE; Modelo: BK-UV1900; con rango de longitud de onda de 190 a 1100 nm; ancho de banda espectral 2 nm; precisión de la longitud de onda $\pm 0,5$ nm; repetibilidad de la longitud de onda $\leq 0,2$ nm y pantalla LCD.
10	Baño María	Modelo: BM500; con capacidad de 5 L, sistema de temperatura desde 5 °C hasta los 100 °C con una precisión de $\pm 0,2$ °C y un tanque de acero inoxidable.
11	Plancha de agitación magnética múltiple	Marca: JoanLab; Modelo: MHS6 Pro; rango de agitación ajustable de 50 a 1200 rpm; sistema de calentamiento que alcanza los 120 °C, alimentación de 110 V/60 Hz.
12	Centrífuga de Gerber	Marca: FUNKE GERBER; Modelo: Super Varion-N con velocidad de rotación programable de 600 a 1130 rpm, con sistema de calentamiento ajustable que alcanza hasta los 68 °C; con un temporizador de 1 a 99 minutos y alimentación eléctrica de 220 V a 60 Hz.

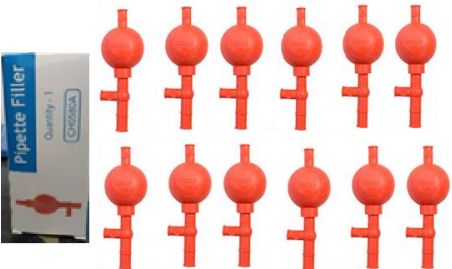
Ítem	Equipo	Especificaciones
13	Viscosímetro	Marca: SHP; Modelo: MHS6 Pro; con un rango de medición de 20 hasta los 2.000.000 mPa·s con velocidades de rotación ajustables entre 0,3 y 60 rpm. Precisión del $\pm 1\%$ y cuenta con un display digital de lectura.
14	Desecador	Marca: Brixco; Capacidad 7 litros; altura 360 mm, Interior 250 mm, exterior 305 mm.
15	Medidor de actividad de agua (aw)	Modelo: WA-60 A; con pantalla digital LCD; rango de medición 0~1.0aw; resolución $\pm 0.01aw$; precisión $\pm 0.02aw$; sensor de humedad no conductor y una temperatura de funcionamiento 0~50 °C

4.3 Implementación de equipos y reactivos.

Con el inventario realizado se detectó la ausencia de equipos para la preparación de muestra y la necesidad de los reactivos que se indican en la tabla 3, los mismos que fueron adquiridos para que las prácticas que se encuentran en el manual puedan ser ejecutadas.

Tabla 4
Implementación de Equipos Materiales y Reactivos

Imagen	Descripción
	1 centrifuga marca Medic Life, hasta 5000 RPM utilizados para la separación de componentes de una solución mediante la aplicación de fuerza centrífuga a altas revoluciones por minuto (RPM). Permite separar fases líquidas y sólidas o componentes con diferentes densidades. Se incluyen con 6 tubos de plásticos
	7 trituradores de muestras: Equipos diseñados para la manipulación, procesamiento y acondicionamiento de muestras en actividades técnicas o de laboratorio

Imagen	Descripción
	Reactivos: Sulfato de cobre (II) pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Tartrato de sodio y potasio ($\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), y NitriVer 2 reactivo que se utilizan para medir nitritos en muestras de alimentos cárnicos
	10 peras de succión, dispositivo auxiliar de laboratorio fabricado en goma flexible, utilizado para aspirar y dispensar líquidos de manera segura cuando se emplean pipetas de vidrio.

4.4 Manual de análisis fisicoquímicos de alimentos

El manual de prácticas de análisis fisicoquímicos de alimentos se encuentra estructurado de la siguiente manera:

CAPÍTULO 1 Lineamientos

1.1 Introducción: Describe la finalidad del manual, además de su importancia en la formación práctica y analítica del estudiante.

1.2 Alcance: Indica los tipos de alimentos que se han desarrollado procedimientos de análisis.

1.3 Instructivo de Permanencia en el Laboratorio: Proporciona directrices de seguridad, conducta y prevención de riesgos para el laboratorio.

1.4 Equipos de laboratorio: Se indica los equipos, que dispone el laboratorio para realizar análisis fisicoquímicos.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PARÁMETROS GENERALES: Se indican los procedimientos generales que se realizan en las diferentes muestras como parte de su composición general.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS EN LECHE Y DERIVADOS: Presenta procedimientos concretos en función a la normativa vigente, en base a los distintos tipos de alimentos, tales como: leche, quesos frescos no madurados y madurados, leches fermentadas, mantequilla y helados a base de crema de leche.

CAPÍTULO 4: CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS: Incluye preparación de las muestras y análisis orientados al control de calidad en productos cárnicos (crudos, curados, madurados, precocidos o cocidos).

CAPÍTULO 5: HARINA (CEREALES, LEGUMINOSAS Y OTRAS FARINÁCEAS): Presenta métodos para evaluar productos de origen vegetal y también el debido acondicionamiento de la materia prima.

CAPÍTULO 6: BEBIDAS ALCOHÓLICAS: Se detalla la preparación de la muestra para la determinación del grado alcohólico y la acidez total y volátil.

CAPÍTULO 7: JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES: Se detalla el acondicionamiento de la muestra, de igual forma se describe su análisis para productos líquidos y semilíquidos.

CAPÍTULO 8: CONSERVAS: Se detalla los métodos de preparación de muestras y su análisis fisicoquímico en conservas de frutas y verduras.

CAPÍTULO 9: ACEITES Y GRASAS: Describe la preparación de la muestra y el análisis fisicoquímico aplicado a aceites y grasas vegetales. Como son: densidad relativa, acidez e índice de saponificación.

El desarrollo y la aplicación de un manual de prácticas de laboratorio es importante, ya que la correcta ejecución de los manuales de prácticas de laboratorio es una parte fundamental de la educación superior, puesto que actúa como un vínculo entre el conocimiento teórico y la aplicación profesional para mejorar habilidades como la resolución de problemas y el pensamiento crítico (Idrovo & Morán, 2025).

Así mismo, Vázquez (2016) quien desarrolló un manual especializado para el análisis fisicoquímico de alimentos en el Centro de Atención del Sector Agropecuario del SENA, subsele Santa Rosa de Cabal; demostró que el manual se convirtió en una herramienta didáctica fundamental que integró estándares metodológicos y optimizó el uso de los recursos, fortaleciendo la capacitación técnica para la comprensión de los resultados conforme a la normativa vigente.

Por lo tanto, este manual también pretende ser una herramienta didáctica para los estudiantes, tesisistas y docentes facilitando el aprendizaje de los estudiantes.

En relación con las matrices elegidas, varios laboratorios, señalan los análisis y muestras más frecuentes, así, el Laboratorio FOOD SECURE LAB, indica que el análisis físico químico es esencial para garantizar la calidad, seguridad y cumplimiento de normativa en diversas industrias, y señala que los sectores más representativos son Industria cárnica y avícola Lácteos y derivados, Panadería y repostería, Bebidas y zumos variados, Frutas y verduras procesadas, Alimentos en conserva y precocinados. De igual forma, según el tipo de producto que se evalúe, también ofrece ejemplos de análisis químico. Por ejemplo, en el estudio fisicoquímico del aceite de oliva se examinan factores como la acidez, el índice de peróxido y también la estabilidad oxidativa. Por otro lado, en el análisis fisicoquímico del queso se determina su composición proteica, su contenido de grasa y su contenido de humedad (FSL, 2026).

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La revisión bibliográfica y el análisis de las necesidades académicas del laboratorio contribuyeron a la identificación de los métodos analíticos para el análisis fisicoquímico de los alimentos que fueron implementados en el manual de una forma estructurada y clara que mejorará las habilidades técnicas de los estudiantes.
- La comparación bibliográfica de los protocolos utilizados para el desarrollo de las prácticas permitió identificar y seleccionar las metodologías más apropiadas, fundamentadas en evidencia científica y fuentes especializadas. Este análisis contribuye a garantizar que la implementación de los 85 procedimientos repartidos en 8 capítulos aplicables a 9 matrices alimenticias es confiables y ejecutables.
- Los procedimientos descritos en el manual facilitarán la correcta ejecución de análisis por parte de estudiantes tanto para prácticas como para tesis, así como servirá de guía para docentes y responsables de laboratorio, optimizando el uso de los recursos disponibles y fortaleciendo el proceso de análisis fisicoquímicos en el área de control de calidad de alimentos.
- La elaboración del manual de procedimientos se complementó con la entrega de materiales, reactivos y equipos, lo que garantizó la disponibilidad de insumos necesarios para la ejecución de algunos análisis frecuentes asegurando la continuidad de las prácticas de formación académica.
- A partir de esto, se redactaron los protocolos de 85 prácticas de manera clara y organizada por análisis de parámetros generales y tipo de alimento. Facilitando el desarrollo de competencias técnicas y analíticas en los estudiantes.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el laboratorio gestione el uso del manual como herramienta de trabajo para los estudiantes y docentes, así como se realice actualizaciones periódicas en función de la disponibilidad de equipos y reactivos.
- Es fundamental seguir invirtiendo en la infraestructura del laboratorio, en donde, se preste especial atención a la adquisición de nuevos equipos y reactivos que permitan realizar con rigor todos los análisis propuestos.
- Gestionar la validación oficial del manual ante el sistema de gestión de la calidad de la Unach, lo que dará mayor reconocimiento y aplicabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aconsa. (2021). Análisis nutricional de alimentos: ¿Cómo se sabe el contenido en nutrientes de la comida? Aconsa Laboratorios: Consultoría y Seguridad Alimentaria.
- Alcázar, D., Fuentes, F., Gallardo, M., Herrera, C., Linares, I., Villarreal, S., & Zambrano, A. (2016). *Manual de prácticas de laboratorio de química general*. Corporación universidad de la costa. <https://hdl.handle.net/11323/1114>
- Apráez Guerrero, J. E. (2020). Análisis químico de alimentos para animales. <https://doi.org/10.22267/lib.udn.012>
- Arroyo, A. (2025). *Evaluación de la autenticidad de productos alimenticios mediante el empleo de técnicas analíticas rápidas y poco invasivas – Hacia el desarrollo de métodos analíticos ‘verdes’* [Doctoral thesis, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/102159>
- Barreto, G., Morales, N. (2021). Manual de laboratorio nutrición y bromatología. En *Editorial Universidad del Atlántico*. Editorial Universidad del Atlántico. <https://doi.org/10.15648/EUA.174>
- Chávez Leyva, M. (2019). Análisis gravimétrico. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/5330>
- Choca, E. (2024). *Vigilancia de nitritos, polifosfatos y almidón en salchichas comercializados en la ciudad de Riobamba-Ecuador* [bachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13994>
- CSA, S. (2024, diciembre 21). ¿Qué incluyen los análisis físico-químicos de alimentos y por qué son esenciales para tu negocio? CSA. <https://csaconsultores.com/que-incluyen-los-analisis-fisico-quimicos-de-alimentos-y-por-que-son-esenciales-para-tu-negocio/>
- CXS 247-2005. (2024). *NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS* (p. 23). Normas Oficiales | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>
- DE ECATEPEC, T. D. E. S. (2021). Manual de Prácticas de Análisis Instrumental Tercer semestre.
- Duarte, A., Mejía, L., & Díaz, F. (2023). *Práctica de operaciones unitarias en ingeniería de alimentos*. Universidad de Caldas. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Y_jBEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA19&ots=JJBGQA6o2Z&sig=fLFBSywxrOx_RyQ_jtWVUFdozyo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

- Food Secure Lab [FSL]. (2026). Análisis físico químico de alimentos. FSL Portal.
- Franco, L. (2022). *Cuantificación del contenido de azúcares en jugos de frutas mediante HPLC-IR y espectroscopia NIR*. [Thesis, Universidad Autónoma de Chiriquí]. <http://jadimike.unachi.ac.pa/handle/123456789/2372>
- Goyeneche, M. (2023). FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO CON APLICACIONES PRÁCTICAS EN AGRONOMÍA.
- Guillén Padilla, N. (2018). ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS PARA VERIFICAR LA CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO DE LA PLANTA DE BUENAVENTURA GRUPO PECUARIO SA DE CV.
- Hernández, S. (2024). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE PROFESIONALES EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS* [Universidad Cristóbal Colón]. http://intranet.ver.ucc.mx/reglamentos/2025_Manual_de_Practicas_de_profesionales_en_Ciencia_de_los_Alimentos.pdf
- Herrera, A. (2011). *Estudio comparativo de métodos para la determinación de sacarosa y azúcares reductores en miel virgen de caña utilizados en el Ingenio Pichichí S.A* [Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/2085>
- Hidalgo, L., & Fernandez, J. (2022). *AVANCES EN MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE VITAMINAS, MINERALES*,. 21, 89-98.
- Idrovo, M., & Morán, Á. (2025). *Impacto del uso efectivo de laboratorios en la educación universitaria: Fortalecimiento de competencias profesionales en los estudiantes | GADE: Revista Científica*. 5(1), 19-35. <https://doi.org/10.63549/rg.v5i1.572>
- Martínez, W. T., & Oviedo, Y. J. (2022). Elaboración de un manual técnico para la determinación de metabisulfito de sodio (E223), por el método BIOFISH-300, en el análisis de camarón procesado en Sahlman Seafoods of Nicaragua, SA (Doctoral dissertation).
- Mauri, A., Llobat, M., & Herráez, R. (2016). Laboratorio de análisis instrumental. Universitat de València.
- Mejía, D. F., Valencia Flórez, L. F., Latorre Vásquez, L. I., & Trejo Escobar, D. M. (2021). Manual de procedimientos para el análisis de calidad en tubérculos de papa.
- Méndez, L. (2020). *Manual de prácticas de Análisis de Alimentos* (p. 150). Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>

- Molina, M. F., Palomeque, L. A., & Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 76-81. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-83672016000200011&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Nájera, M. (2019). *Proyecto de intervención para la mejora de los procesos dentro de laboratorios de ingeniería de alimentos en el ITESO* [ITESO]. <http://hdl.handle.net/11117/5907>
- Palacios, M. (2018). La etapa de la preparación de la muestra en los métodos analíticos. <https://hdl.handle.net/11441/82200>
- Boris, J. R., Roberto, F. M., Jairo, M. C., Karen, M. G., Sindy, M. C., & Paula, S. C. (2025). *Análisis instrumental: teoría y prácticas de laboratorio*.
- Reynoso Vega, H. A. (2019). *Volumetría de complejos*. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/11098>
- Ruiz, J. (2017). *ESTANDARIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD EN EL LABORATORIO DE LA INDUSTRIA LACTEL S.A DE C.V* [INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ]. <http://repositorio.digital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/3320>
- Skoog, A., Holler, F., Crouch, R. (2017). *Principios de análisis instrumental*. 7.^a ed. Boston: Cengage Learning. ISBN: 978-1-305-57721-3. https://www.academia.edu/43268766/Principios_de_an%C3%A1lisis_instrumental_Skoog_Douglas_A_Holler_F_James_Crouch_Stanley_R_Sexta_Edici%C3%B3n_Cengage_Learning_Editores_2008_M%C3%A9xico
- Skoog, A., Donald, M., James, F., y Stanley, R. (2015). *Fundamentos de química analítica*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Silgado, D. (2016). *Análisis fisicoquímicos de muestras ambientales, materias primas y alimentos e identificación de metales por espectroscopia de absorción atómica*. [Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/5438>
- Tortajada, L. (2024). *Iniciación al análisis químico en alimentos. Manual de laboratorio*. edUPV, Editorial Universitat Politècnica de València. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=1020900>
- Vásquez, A. (2016). *Elaboración del manual de laboratorio de análisis fisicoquímicos de alimentos del Centro Atención Sector Agropecuario subsede Santa Rosa de Cabal del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA* [Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/6713>

Zumbado, F. (2022). Análisis Químico de los Alimentos. 2da Edición. 2022. Editorial Ciudad Educativa. ISBN: 978-1-5129-8820-8

Zumbado H. (2021) Análisis Instrumental de los Alimentos. Editorial Universitaria. Ministerio de Educación Superior. Cuba ISBN: 978-959-16-4542-5

ANEXOS

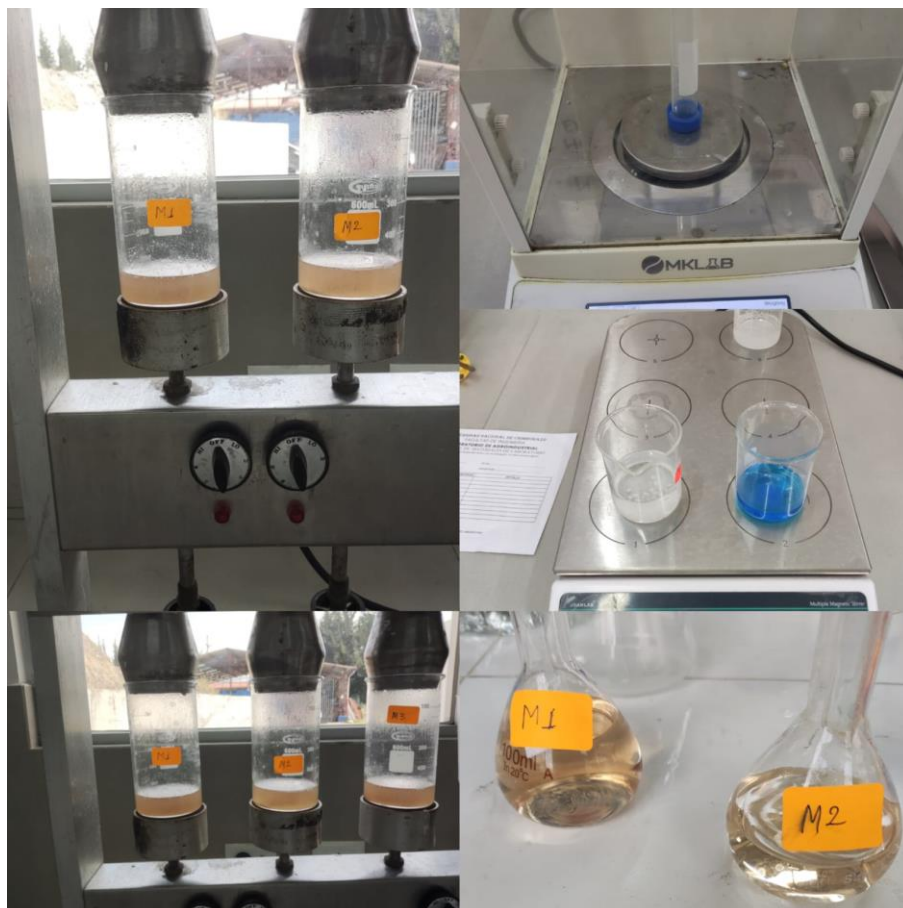
ANEXO 1: PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LAS NUEVAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO



ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PULPA EN JUGOS POR CENTRIFUGACIÓN



ANEXO 3: PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE ALMIDÓN EN SALCHICHAS



ANEXO 4: MANUAL DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE ALIMENTOS DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGROINDUSTRIA – UNACH