



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE LA CARRERA DE
AGROINDUSTRIA DE LA UNACH

Autor: Zavala Bonifas, Kevin Joel
Tutor: Patiño Vidal Cristian Javier, Ph.D.

Riobamba, Ecuador

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN - MODALIDAD PROYECTO TÉCNICO PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TÍTULO:

Elaboración de un manual de prácticas para el laboratorio de microbiología de la Carrera
de Agroindustria de la Unach

AUTOR:

Zavala Bonifas, Kevin Joel

TUTOR:

Patiño Vidal Cristian Javier, Ph.D.

Riobamba, Ecuador

2026

© DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Kevin Joel Zavala Bonifas, con cédula de identidad 0605629799, autor del trabajo de titulación: Elaboración de un manual de prácticas para el laboratorio de microbiología de la Carrera de Agroindustria de la Unach, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi 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 de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 07 de septiembre de 2026.



KEVIN JOEL ZAVALA BONIFAS
NUI: 0605629799

DECLARATORIA SOBRE EL USO DE HERRAMIENTAS DE IA

Yo, Kevin Joel Zavala Bonifas, con cédula de identidad 0605629799, autor del presente trabajo de titulación, declaro que el uso de herramientas de inteligencia artificial en la elaboración del presente trabajo de titulación se limitó exclusivamente al apoyo en la organización de ideas y a la mejora de la redacción y claridad expositiva, en los apartados de introducción, marco teórico y marco metodológico, sin implicar la generación autónoma de contenidos académicos, análisis, resultados, conclusiones ni aportes propios del proceso investigativo.

Asimismo, dejo constancia de que las decisiones académicas, el desarrollo conceptual, el enfoque metodológico, el análisis de fuentes y la interpretación de resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

Finalmente, declaro que el uso de dichas herramientas no sustituyó mi criterio académico, ni vulneró las disposiciones institucionales sobre plagio, propiedad intelectual y autoría, manteniéndose el cumplimiento de las normas de citación y referenciación, con el fin de garantizar la transparencia académica y el uso ético y responsable de tecnologías emergentes en la elaboración del trabajo de titulación.

En Riobamba, 15 de junio de 2026.



KEVIN JOEL ZAVALA BONIFAS
NUI: 0605629799

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, fuente de toda sabiduría, fortaleza y esperanza. A el agradezco por haberme acompañado en cada paso de este camino académico, por darme la salud.

A mis padres quienes, con su amor incondicional, sacrificio y ejemplo me han guiado desde mis primeros pasos. Gracias por creer en mí incluso cuando las dificultades parecían imposibles, por brindarme siempre su apoyo, sus consejos y sus oraciones.

Dedico esta tesis a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación y crecimiento. Este trabajo representa no solo el cumplimiento de una meta personal, sino también el fruto del amor, la fe y el apoyo de quienes siempre creyeron en mí.

Extiendo también mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, por su orientación, paciencia y dedicación durante el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos y convertir esta investigación en una experiencia de aprendizaje invaluable.

Kevin Zavala

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la guía necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica.

A mi familia por ser mi principal apoyo y fuente de motivación constante. A mi papá y mamá, por su amor incondicional, sacrificio y paciencia y confianza en mí, incluso en los momentos más difíciles. A mi hermana, por su compañía, ánimos y por recordarme siempre que no estaba solo en este camino.

A mis abuelitos quienes fueron mis pilares para seguir adelante y siempre dar lo mejor de mí para que ellos se sientan orgullosos.

A mis mejores amigos, por su apoyo, comprensión y por compartir conmigo tanto los momentos de esfuerzo como de alegría. De manera especial, agradezco a Melisa Paca, por su amistad sincera, su apoyo constante y por ser parte de cada etapa que vivimos en este proceso y agradecerle por ser una hermana de corazón.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	13
Descripción de la situación problemática	13
Justificación.....	13
OBJETIVOS	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos.....	15
MARCO REFERENCIAL	16
Antecedentes.....	16
Marco teórico.....	20
Microbiología	20
La microbiología de los alimentos	20
Crecimiento microbiano y factores que lo afectan	20
Protocolos de prácticas y manuales técnicos	22
Bioseguridad y buenas prácticas de laboratorio	22
Control de calidad.....	22
Aplicaciones en la agroindustria	23
Beneficios en la agroindustria	23
Metodologías aplicadas para la agroindustria	23
DESARROLLO.....	24
Contexto general.....	24
Identificación de necesidades y problemas	25
Equipos presentes en el laboratorio	26
Reactivos	27
Prácticas ejecutadas	27
Fortalezas y oportunidades	28
Limitaciones y amenazas.....	29
Síntesis del diagnóstico	29
Descripción general del proyecto	30
Procedimientos seleccionados	31

Diseño del manual	33
Revisión de procedimientos	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
Bloque I. Microbiología General.....	40
Bloque II. Microbiología Agroindustrial.....	43
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de los microorganismos conforma la temperatura de desarrollo....</i>	21
Tabla 2 <i>Operatividad de los equipos del laboratorio de microbiología de Unach.....</i>	25
Tabla 3 <i>Inventario de equipos y máquinas del laboratorio de microbiología de Unach....</i>	27
Tabla 4 <i>Inventario de reactivos del laboratorio de microbiología de Unach.....</i>	27
Tabla 5 <i>Prácticas de laboratorio de microbiología general</i>	28
Tabla 6 <i>Prácticas de laboratorio de microbiología agroindustrial</i>	28
Tabla 7 <i>Prácticas de microbiología general</i>	31
Tabla 8 <i>Prácticas de microbiología agroindustrial</i>	32
Tabla 9 <i>Revisión de los procedimientos</i>	33
Tabla 10 <i>Prácticas propuestas para laboratorio de microbiología general.....</i>	41
Tabla 11 <i>Prácticas propuestas para laboratorio de microbiología agroindustrial.....</i>	44
Tabla 12 <i>Formato estándar para las prácticas de laboratorio de microbiología</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización geográfica de la Unach	25
--	----

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo el diseño de un manual de prácticas de laboratorio para la asignatura de microbiología de la Carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo. La presente propuesta surgió en función del diagnóstico realizado en las instalaciones del laboratorio con la finalidad de dar respuesta a la necesidad de estandarizar los procedimientos experimentales y fortalecer la formación de los estudiantes del área, en un entorno donde se garantice la bioseguridad. El proyecto se desarrolló en base a una metodología de carácter descriptivo y documental, la cual inició con la recopilación exhaustiva de información primaria a través de la observación directa en las instalaciones. Luego, se verificó la información teórica y técnica sobre microbiología general y agroindustrial. Una vez recopilados todos los datos, se procedió a seleccionar los procedimientos experimentales conforme a los lineamientos estrictos, al perfil de egreso del ingeniero agroindustrial, la infraestructura y dotación disponible en las instalaciones del laboratorio. La etapa del diseño de las prácticas consistió en organizar el contenido en dos bloques de acuerdo con los sílabos de las asignaturas de microbiología, el primer bloque referido a Microbiología General, constituido por dieciocho prácticas fundamentales y el segundo orientado en la Microbiología Agroindustrial, el cual comprende siete prácticas de aplicación a la industria de alimentos y productos no alimenticios. El resultado fue la consolidación de un documento con veinticinco prácticas que sirve como guía en la enseñanza práctica y establece un marco teórico que establece las bases para las técnicas utilizadas en las prácticas más importantes para la agroindustria. El manual cumple con la función de instruir y se establece como un instrumento didáctico en la enseñanza práctica de la asignatura de microbiología, al garantizar la repetibilidad de los resultados obtenidos en los ensayos y la seguridad de los estudiantes frente a los peligros a los que se expone. Los procedimientos seleccionados le proveen al estudiante de agroindustria de herramientas competitivas para su puesta en práctica en la industria al garantizar la calidad microbiológica de los alimentos. Bajo este enfoque, al aplicar este recurso didáctico en el laboratorio de microbiología, se eleva el nivel de formación técnica, y se convierte en la columna de apoyo para optimizar los procesos de aprendizaje en la institución. De esta forma, se garantiza que los profesionales tengan las competencias indispensables y en concordancia con las exigencias de la agroindustria, además de incentivar la investigación.

***Palabras claves:** Agroindustria, bioseguridad, control de calidad, manual de laboratorio, microbiología.*

ABSTRACT

This study aimed to design a laboratory practice manual for the Microbiology course in the Agroindustry Engineering program at the National University of Chimborazo. This proposal arose from a diagnostic assessment conducted in the laboratory facilities to address the need to standardize experimental procedures and strengthen student training in the field in a biosafety-compliant environment. The project was developed using a descriptive and documentary research methodology, beginning with the comprehensive collection of primary information through direct observation of the laboratory facilities, followed by the review and verification of theoretical and technical information related to general and agroindustrial microbiology. Once all the information had been compiled, the experimental procedures were selected according to established guidelines, the graduate profile of the Agroindustry Engineer, and the infrastructure and equipment available in the laboratory. The laboratory practices were organized into two sections in accordance with the microbiology course syllabi: the first, devoted to General Microbiology, includes eighteen fundamental laboratory practices, while the second focuses on Agroindustrial Microbiology and comprises seven laboratory practices related to applications in the food industry and non-food products. The result was the development of a document containing twenty-five laboratory practices that serves as a guide for practical instruction while providing a theoretical framework that supports the techniques employed in the most important laboratory practices for the agroindustry sector. The manual fulfills an instructional function and serves as a didactic resource for practical microbiology teaching by ensuring the reproducibility of experimental results and promoting student safety against potential laboratory hazards. The selected procedures provide Agroindustry students with competitive practical skills that can be applied in industrial settings to ensure the microbiological quality of food products. Within this framework, implementing this teaching resource in the microbiology laboratory enhances students' technical training and serves as a fundamental tool for optimizing the teaching–learning process within the institution. Consequently, it helps ensure that graduates acquire the essential competencies required by the agroindustry sector while also fostering research activities.

Keywords: Agroindustry, biosafety, quality control, laboratory manual, microbiology.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

INTRODUCCIÓN

Descripción de la situación problemática

El laboratorio de microbiología de la carrera de Agroindustria de la Unach enfrenta actualmente una problemática relacionada con la ausencia de un manual de prácticas estandarizado que responda a las necesidades formativas específicas del programa académico y a los requerimientos del sector productivo regional. Por otra parte, la falta de manuales estandarizados y actualizados genera pérdidas de tiempo debido a las consultas repetidas de los estudiantes hacia los técnicos de laboratorio sobre los procedimientos; es así como retrasan la ejecución de la práctica y afectan la productividad. A ello se suma la poca disponibilidad de personal técnico, que impide atender adecuadamente la matrícula estudiantil, que incrementa la carga laboral del cuerpo docente y afecta el equilibrio del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La falta de materiales esenciales como el autoclave, la micropipeta, el pHmetro y los agares en las prácticas de laboratorio provoca serios problemas en la calidad y validez de los experimentos. Esto puede generar contaminación, resultados inexactos o no reproducibles, retrasos en las prácticas de laboratorio que afectan la comprensión del estudiante y el cumplimiento de los objetivos académicos.

Justificación

Santos (2021), destaca que los Procedimientos Operativos Estándar (POE) garantizan uniformidad y exactitud en la ejecución de los análisis, lo que resulta crítico para la toma de decisiones en materia de seguridad alimentaria. En el área educativa, la estandarización de los procedimientos, además de garantizar la calidad de los resultados, facilita el aprendizaje y le proporciona instrucciones precisas a los estudiantes que pueda reproducirlas al aplicar sus conocimientos técnicos (Menes et al., 2022).

El *Codex Alimentarius* señala que los manuales de procedimiento son instrumentos que sirven para unificar las normas y que los criterios técnicos se aplican de la misma forma en cualquier entorno, para garantizar la coherencia en la industria de alimentos (FAO, 2022). La implementación de manuales estandarizados permite que los resultados obtenidos sean comparables entre diferentes laboratorios, para fortalecer la trazabilidad y la credibilidad de los análisis.

Otro aspecto importante es la bioseguridad en los espacios destinados a las prácticas que demandan regulaciones estrictas para contrarrestar riesgos biológicos. Según la Organización Mundial de la Salud (2024), la seguridad en laboratorios, sean académicos, de diagnóstico o de investigación, no implica solo contar con la disponibilidad de infraestructura y equipos, sino que deben adherirse rigurosamente a procedimientos escritos que estandaricen el manejo de materiales biológicos. La normativa es muy importante como

garantía de la integridad del personal docente y de los estudiantes durante las prácticas complejas, como la identificación de microorganismos de interés industrial o patógenos.

Otra perspectiva muestra que la validez técnica de los análisis que se llevan a cabo en los laboratorios está estrechamente relacionada con la trazabilidad de los reactivos, agares y demás insumos. Para la Norma ISO/IEC 17025:2017 Organización Internacional de Normalización (2017), los laboratorios deben garantizar resultados de calidad por medio de un control que debe registrarse, donde se especifiquen las condiciones de almacenamiento y uso seguro de los químicos e insumos. Para el laboratorio de microbiología de la Unach, donde se almacenan diversos agares y reactivos, la implementación de un manual es la garantía de que las variables ambientales para su conservación no modifiquen las condiciones de los medios en análisis críticos como la determinación de recuentos microbianos.

La estandarización de procedimientos en los laboratorios de microbiología constituye un requisito indispensable para garantizar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados analíticos. La ausencia de protocolos genera variabilidad en los recuentos microbianos y dificulta la evaluación confiable del cumplimiento de los requisitos establecidos en las normativas vigentes. En este sentido, los manuales de control de calidad en laboratorios de microbiología son herramientas esenciales para asegurar la inocuidad de los alimentos y la protección de la salud pública (FAO, 2023).

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar un manual de prácticas para el laboratorio de microbiología de la Carrera de Agroindustria de la Unach.

Objetivos específicos

- Recopilar información teórica y práctica relacionada con el área de microbiología.
- Elegir los principales protocolos de prácticas de microbiología aplicados a la formación académica e investigación.
- Elaborar el manual de prácticas adaptado a las necesidades curriculares y la adquisición de equipos y materiales para el laboratorio de microbiología de la Carrera de Agroindustria de la Unach.

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

Un estudio de Arguello (2020), desarrolló la metodología estructurada para evaluar un laboratorio de microbiología, este se inició con un análisis exhaustivo de la Resolución MSPS 3619 de 2013 y validación de la documentación técnica mediante el *software Kawak*. Los procesos y equipos fueron examinados para identificar variables críticas que podrían afectar la calidad de los productos. Las áreas evaluadas fueron: personal, equipos, instalaciones y documentación, y se aplicaron criterios a los que se les asignó un porcentaje de cumplimiento para clasificarlas en tres categorías como son cumplimiento total, parcial o nulo.

Para el diagnóstico se evaluó el cumplimiento de las normativas de la OMS, Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el cual reveló un nivel adecuado de preparación en las instalaciones y la documentación. También se identificaron necesidades de mejora en equipos desactualizados como neveras, materiales volumétricos, banco de cepas, además de que se evidenció la necesidad de recalificar instrumentos y actualizar la documentación. Las recomendaciones principales incluyeron la reubicación de la nevera de medios de cultivo a un área con temperatura más estable y la adquisición de material volumétrico adicional para validaciones (Arguello, 2020).

Para Hernández (2020), el diseñó un manual de seguridad y riesgos para los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), abarcó los laboratorios de Microbiología, Biotecnología, Impactos Ambientales, Aguas y Suelos. Los riesgos naturales identificados fueron: sismos y erupciones volcánicas; además de los riesgos operativos que se deben a las actividades en los laboratorios, entre ellos incendios y explosiones. Se pudo detectar poca capacitación en el personal, la falta de sistemas de alarma y normalización de los equipos contra incendios como extintores y su debida señalización. Con la investigación fue posible identificar, evaluar y proponer estrategias para mitigar los riesgos de forma significativa. Se recomendó la implementación completa del Plan Integral de Gestión de Riesgos, la instalación de los elementos de seguridad donados y la adquisición de detectores de humo y gas, de acuerdo con el análisis técnico de riesgos realizado.

En el mismo orden de ideas, Quiñones (2020), desarrolló un manual orientado a salvaguardar la seguridad de estudiantes, docentes y técnicos durante las prácticas de laboratorio en la carrera de Laboratorio Clínico en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). Los resultados mostraron que, aun cuando el personal en general recibió las capacitaciones correspondientes, la mayoría desconocía las medidas a tomar al momento de ocurrir un accidente. El manual incorporó las normas, procedimientos y principios de bioseguridad fundamentales y de aplicación constante. El objetivo de implementar el manual fue prevenir los riesgos y brindar un entorno académico más seguro. En este sentido, se recomendó el establecimiento de mecanismos para supervisar y evaluar periódicamente el

cumplimiento de las normas que en él se establecen, con la finalidad de garantizar la eficacia del manual como un instrumento educativo y de prevención para el recinto universitario.

En el área de calidad, Gutiérrez (2020), realizó un estudio para el análisis de los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, adoptada en el Perú como NTP-ISO/IEC 17025:2017. Se vincularon dichos requisitos con las directrices emitidas por el Alvarado (2018), donde consideró que algunas de estas disposiciones introducen mayores exigencias o precisiones para su aplicación en los laboratorios acreditados por esta entidad.

La investigación se planteó como una guía práctica destinada a facilitar la implementación de la norma peruana, y aseguró al mismo tiempo, el cumplimiento de lo requerido por INACAL en los procesos de acreditación. Constituyó un aporte orientado a profesionales y responsables de laboratorios de ensayo y calibración, que ofreció un marco comparativo entre la norma internacional y las disposiciones nacionales, con el fin de fortalecer la gestión de la calidad y la competencia técnica en el ámbito peruano (Gutiérrez, 2020).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2021), presentó una guía para la evaluación de riesgos microbiológicos en los alimentos, donde detalló su aplicación tanto al análisis de sustancias añadidas intencionalmente a los alimentos (aditivos o compuestos químicos agrícolas y veterinarios) como a la detección de contaminantes ambientales, toxinas naturales o microorganismos patógenos presentes. Asimismo, permitió valorar las implicaciones derivadas de la incorporación de nuevas tecnologías en la cadena alimentaria, constituyéndose en un instrumento esencial para garantizar la inocuidad de los alimentos.

En un análisis de riesgos, los principios fundamentales son la evaluación, la gestión y la comunicación. En cuanto a la gestión, decisiones basadas en las políticas de inocuidad alimentaria, se considera la importancia del riesgo para la salud pública y los costos técnicos, económicos y sociales. En el manual se exponen las definiciones, principios y etapas del análisis de riesgos, se describe la metodología para realizar las evaluaciones microbiológicas y cuantitativas, y presenta ejemplos prácticos y muy visuales. Está dirigido a profesionales de la alimentación, evaluadores, gestores, epidemiólogos, legisladores y responsables de la toma de decisiones (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2021).

En el área académica, Menes et al. (2022), publicaron un manual dirigido a estudiantes de cursos prácticos básicos de microbiología general y tiene como finalidad introducirlos en el manejo de técnicas esenciales en laboratorios no clínicos. Las prácticas se enfocaron en el análisis microbiológico del agua, materias primas y productos terminados de distintas industrias, como alimentación, farmacéutica y cosmética. Los procedimientos se desarrollaron en torno a la detectar y cuantificar los microorganismos patógenos o indicadores de contaminación, por representar un riesgo inminente para la salud y disminuir la vida útil de los alimentos.

El manual establece la importancia de realizar estos análisis de acuerdo con las normas y reglamentos que garanticen la validez de los resultados obtenidos. Se propusieron prácticas para la detección, enumeración, aislamiento e identificación de microorganismos, utilizando técnicas de cultivo, además de contemplar algunas aproximaciones moleculares. No se abordaron virus, arqueas ni protozoos. El manual se organizó en dos secciones: una dedicada a los fundamentos teóricos y otra a la descripción de técnicas de análisis basadas en estándares internacionales (Menes et al., 2022).

Según Ñacato (2022), implementar un procedimiento para el control de calidad en la esterilización de desechos biocontaminados generados en el laboratorio de microbiología del Hospital Docente Ambato, es esencial. Con este propósito, se aplicaron encuestas al personal y así evaluar los riesgos y el cumplimiento de las normas de bioseguridad, al utilizar como base los manuales institucionales, registros y lineamientos de la OMS. El análisis estadístico de los datos se realizó con el apoyo de la herramienta Excel. Como resultado se obtuvo la implementación de un procedimiento para supervisar el proceso de esterilización de los desechos biocontaminados. La implementación de este protocolo se recomendó para reducir los riesgos de exposición a agentes peligrosos presentes en los residuos, para prevenir los accidentes laborales, enfermedades y ausentismo del personal.

De acuerdo con Ramírez et al. (2022), un manual dirigido a estudiantes de química de la Universidad Tecnológica de Pereira viene a fortalecer la formación teórica y práctica en microbiología aplicada. El contenido que desarrollaron incluyó fundamentos generales, técnicas básicas, manejo del microscopio, siembra de inóculos bacterianos y fúngicos, e identificación morfológica mediante tinciones. Se abordaron prácticas dirigidas al análisis microbiológico de ambientes, superficies, mucosas y alimentos, con énfasis en la estimación de carga microbiana y la evaluación de la calidad microbiológica. También se estudió la actividad antimicrobiana de productos naturales.

El manual incorporó procedimientos para el análisis microbiológico de suelos y aguas, además incluyó la cuantificación de hongos, levaduras y bacterias coliformes. Como aplicación industrial, se propuso una práctica de fermentación láctica mediante la elaboración de yogur. En respuesta a las restricciones por aislamiento social, se incluyeron herramientas tecnológicas como simuladores, contenidos digitales y materiales en inglés, alineados con el plan institucional. Estas estrategias permitieron continuar el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma significativa, incluso fuera del laboratorio (Ramírez et al., 2022).

El Manual de Laboratorio de Microbiología General I Romero et al. (2023), de la Universidad Nacional Autónoma de México, es un material institucional que se elaboró con el propósito de fortalecer la formación práctica de los estudiantes de la carrera de Química Farmacéutico-Biológica. Este documento dentro del sistema de gestión de calidad de los laboratorios de docencia establece las normas de bioseguridad, los criterios de evaluación y la metodología de trabajo. Reúne diecisiete prácticas que abarcan desde el uso y cuidado del microscopio y la clasificación de microorganismos, hasta técnicas de siembra, tinciones, aislamiento, control microbiológico y análisis de muestras como agua, leche y procesos de

fermentación. En este sentido, se convierte en un referente académico indispensable para la enseñanza de la microbiología básica y aplicada en el ámbito universitario.

Para Mejia (2024) quien elaboró una propuesta para un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo orientada a asignaturas teórico-prácticas, se debe establecer el desarrollo experimental y estructurarse mediante una secuencia técnica definida, respaldada por diagramas o representaciones gráficas que faciliten la ejecución práctica en laboratorio o campo. La metodología propuesta integró los fundamentos teóricos con los procedimientos experimentales, promovió un enfoque práctico y colaborativo para estimular el aprendizaje activo.

Para Cárdenas (2024) la elaboración de una guía destinada a la verificación de métodos microbiológicos resulta fundamental para garantizar la calidad, validez y confiabilidad de los resultados obtenidos en los análisis. Este tipo de protocolos no solo favorece el cumplimiento de la norma Organización Internacional de Normalización (2017), sino que también contribuye a la prevención de errores, al fortalecimiento de la mejora continua, al incremento de la confianza de clientes y usuarios, y al avance científico, además de reducir riesgos y costos asociados a la práctica analítica.

Un protocolo de verificación de métodos microbiológicos según los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017, estableció una base sólida sustentada en literatura académica y estudios especializados, que evidenció la relevancia de implementar procedimientos de verificación de métodos microbiológicos conforme a los requisitos de la norma en referencia. El propósito fue asegurar la excelencia en los procesos de análisis y, al mismo tiempo, resguardar la salud pública mediante prácticas confiables y técnicamente validadas (Cárdenas, 2024).

Un Proyecto denominado INNOVA-Docencia N.º 72, “Aprendiendo juntos, comiendo seguro: calidad microbiológica de los alimentos en las redes sociales” a cargo de la Universidad Complutense de Madrid para el curso 2024-2025, se creó con el propósito de crear una comunidad de aprendizaje abierta en la asignatura de Calidad Microbiológica de los Alimentos del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Esta iniciativa consolidó los aspectos fundamentales para la industria de alimentos y salud pública, al impartir los conocimientos sobre la evaluación y el control de la calidad microbiológica de los alimentos. Esto le permitió al estudiante el desarrollo de competencias en producción y seguridad alimentaria, necesarias para la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos. Para el alcance de los objetivos, se implementó el uso de redes sociales, un recurso pedagógico que estimula la participación y la creatividad en un mundo digital que motiva al estudiante (Iriondo, 2025).

Marco teórico

Microbiología

Se define como la disciplina encargada de analizar y estudiar a los microorganismos, organismos de reducido tamaño que no pueden ser percibidos directamente por el ojo humano y requieren del uso del microscopio para su observación. Entre los principales grupos que estudia se incluyen bacterias, hongos, virus y parásitos. Su estudio contempla aspectos esenciales como la estructura, el metabolismo, la diversidad, la ecología y la genética, entre otros, lo que permite comprender su comportamiento y su impacto en distintos ámbitos de la ciencia y la salud (Ramírez et al., 2022).

La microbiología de los alimentos

Estudia los organismos microscópicos que se encuentran en los alimentos invisibles a simple vista, que influyen directamente en su conservación, transformación y en la salud de quienes los consumen. Estos microorganismos pueden ser beneficiosos, como los utilizados en la elaboración de productos fermentados (pan, yogurt, quesos, bebidas alcohólicas), o perjudiciales, cuando provocan la descomposición de los alimentos y generan enfermedades. Su presencia depende de factores ambientales, del manejo higiénico durante la producción y almacenamiento, así como de las condiciones propias de cada alimento. Por ello, conocer sus características, clasificación y los factores que favorecen su crecimiento es esencial para garantizar la inocuidad y calidad alimentaria (Universidad Abierta y a Distancia de México, 2024).

Crecimiento microbiano y factores que lo afectan

La temperatura, el pH, y la disponibilidad de nutrientes, estos son principios que explican por qué ciertos productos son más susceptibles al deterioro microbiano y a la orientación de técnicas de conservación y de muestreo en la agroindustria (Lozano et al., 2021):

En cuanto a la temperatura, cada microorganismo presenta un rango específico de crecimiento. Por debajo del límite mínimo no se desarrolla, mientras que al aumentar la temperatura se incrementa la velocidad de crecimiento hasta alcanzar un punto óptimo. Superado este, el crecimiento disminuye y ocurre la muerte celular, principalmente por desnaturalización de proteínas y alteraciones en las membranas. A bajas temperaturas las células detienen su actividad, pero pueden recuperarse, mientras que a altas temperaturas la muerte es irreversible, lo que explica la eficacia de la esterilización por calor.

Tabla 1*Clasificación de los microorganismos conforma la temperatura de desarrollo*

Clasificación	Rango de crecimiento	Temperatura óptima
Psicrótrofos	-5 a 35 °C	0 °C
Psicrófilos	0 a 20 °C	15 °C
Mesófilos	20 a 42 °C	37 °C
Termófilos	42 a 80 °C	56 °C
Hipertermófilos	60 a 110 °C	80 °C
Termótrofos	20 a 50 °C	40 °C

Nota: Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química, (Lozano et al., 2021). <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/5293/5084>

El pH del medio regula el crecimiento bacteriano al influir en el equilibrio interno y el transporte de protones. Los neutrófilos prosperan en valores cercanos a 7, los acidófilos en pH menores a 5 y los alcalófilos en superiores a 8. En los cultivos, la disminución del pH otorga ventajas selectivas, como ocurre con las bacterias lácticas que producen ácido láctico y limitan el desarrollo de otras especies.

La actividad del agua (a_w) es otro factor clave en el desarrollo microbiano, pues condiciona las reacciones químicas y bioquímicas. Valores bajos de a_w detienen el crecimiento, aunque los microorganismos pueden permanecer en estado de resistencia prolongado, especialmente las esporas. Según su adaptación, se distinguen especies osmotolerantes, osmófilas y xerófilas, capaces de sobrevivir en diferentes condiciones de disponibilidad de agua.

Inocuidad alimentaria

Se refiere a la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman según el uso previsto. En el entorno agroindustrial, asegura la protección de la salud pública y la confianza del consumidor en la industria. El acceso a alimentos seguros constituye un pilar esencial para la protección de la salud, ya que impulsa la seguridad alimentaria y la adecuada nutrición. Además, contribuye al fortalecimiento de las economías nacionales, favorece el comercio y el turismo, y se erige como base indispensable para alcanzar un desarrollo sostenible (Organización Mundial de la Salud, 2026).

Laboratorio de microbiología

Es el espacio físico y metodológico donde se aplican técnicas de aislamiento, identificación y cuantificación de microorganismos. Sus prácticas deben regirse por normas de bioseguridad, estandarización de métodos y control de calidad. El estudio de las teorías de crecimiento microbiano como curva de crecimiento bacteriano, factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la proliferación, entre otros aspectos, constituyen el fundamento para diseñar protocolos de análisis y verificación en estos espacios (Salud FDCTimes). La confiabilidad de los resultados depende de la correcta aplicación de protocolos y del

cumplimiento de estándares internacionales como la ISO/IEC 17025:2017 (Organización Internacional de Normalización, 2017).

Protocolos de prácticas y manuales técnicos

Un manual de prácticas es un documento normativo y pedagógico que organiza procedimientos, materiales y criterios de evaluación para garantizar uniformidad en la ejecución de análisis. Su doble función es asegurar la reproducibilidad científica y servir como herramienta formativa para estudiantes y profesionales. Los protocolos estandarizados reducen la variabilidad, previenen errores y facilitan la mejora continua en los procesos de laboratorio (Urrego et al., 2022).

Bioseguridad y buenas prácticas de laboratorio

La bioseguridad es fundamental en un laboratorio de microbiología debido al manejo de muestras y cultivos contaminados. Conjunto de normas y protocolos que buscan minimizar y controlar la exposición del personal a riesgos biológicos infecciosos donde se establecen medidas de protección y manipulación segura. Incluye prácticas como el uso de equipos de protección personal, manejo seguro de muestras y disposición adecuada de residuos. Es un componente transversal en la formación de estudiantes y en la operación de laboratorios acreditados. El manual debe establecer normas estrictas para garantizar la seguridad y la calidad de los resultados (Organización Mundial de la Salud, 2024).

Control de calidad

En la agroindustria, el control de calidad en los laboratorios de microbiología asegura que los procedimientos analíticos se realicen bajo condiciones estandarizadas, reduciendo errores y aumentando la validez de los resultados. Esto fortalece la confianza de los consumidores y facilita el cumplimiento de normativas internacionales. Según el manual de la Urrego et al. (2022) indica los componentes principales a tomar en cuenta para establecer controles son:

- **Medios de cultivo.** Su preparación y verificación son fundamentales, ya que deben garantizar condiciones óptimas para el crecimiento de los microorganismos de interés.
- **Procedimientos estandarizados.** Incluyen técnicas de siembra, identificación bacteriana, pruebas de susceptibilidad antimicrobiana y métodos rápidos de diagnóstico, todos sujetos a protocolos de calidad.
- **Calibración y validación de equipos.** La confiabilidad depende de instrumentos correctamente calibrados y métodos validados para asegurar precisión en los análisis.
- **Bioseguridad.** Las prácticas seguras protegen al personal y evitan contaminaciones cruzadas, garantizando la integridad de los resultados.
- **Capacitación continua.** El personal debe estar entrenado en normas de calidad, buenas prácticas de laboratorio y actualización científica.

Aplicaciones en la agroindustria

La carrera de Agroindustria integra conocimientos de producción, transformación y control de alimentos. La enseñanza práctica en microbiología fortalece las competencias profesionales, permitiendo que los futuros egresados apliquen protocolos estandarizados en la industria alimentaria y contribuyan a la sostenibilidad y seguridad del sector. En el laboratorio de microbiología en agroindustria se realizan análisis de materias primas tanto en el ámbito alimentario como el control en procesos en fermentaciones y conservas. Las técnicas seleccionadas en el manual deben estar acorde a los perfiles productivos y a las normas sanitarias vigentes para poder aplicar correctamente (AgroGlobal, 2024).

Beneficios en la agroindustria

- Protección de la salud pública al detectar contaminantes microbiológicos en alimentos antes de su distribución.
- Los productos cumplen estándares nacionales e internacionales, lo que facilita el comercio y la exportación.
- La implementación de sistemas de calidad permite reducir costos asociados a errores y reprocesos.
- Un control riguroso contribuye al desarrollo de prácticas agroindustriales responsables y seguras.

Metodologías aplicadas para la agroindustria

Se detallan los métodos utilizados en la recolección de datos y el manejo de muestras donde se siguen riesgos (Cárdenas & Torregrosa, 2023). La preparación de medios son requisitos para la reproducibilidad y la seguridad analítica. Técnicas de aislamiento y siembra constituyen procedimientos básicos para obtener colonias aisladas y poder determinar el recuento microbiológicos de manera práctica y de fácil aplicación, aplicando los tipos de estriados en las placas, entre otros (Ramírez et al., 2022).

DESARROLLO

Contexto general

La asignatura de microbiología de la carrera de Agroindustria de la Unach se encuentra en dos niveles secuenciales, cada uno con un enfoque formativo diferenciado. En el segundo semestre, se imparte la asignatura de Microbiología General con el código AGB241424, cuyo propósito es introducir a los estudiantes en el estudio de microorganismos desde la perspectiva sustentada. Esta asignatura abarca el análisis de bacterias, virus, hongos, protozoos y otros organismos microscópicos, destacan su relevancia tanto en la salud humana y animal como en los sectores industrial, agrícola y ambiental. A través de los contenidos teóricos se enlazan con prácticas de laboratorio orientadas al aprendizaje de técnicas de identificación y control bacteriano que incluyen los principios de esterilización, desinfección, conservación, manipulación de los microorganismos y su aplicación en el campo de la biotecnología.

En tercer semestre, se imparte la asignatura de Microbiología Agroindustrial con el código AGP330935, es teórico-práctico, cuyo objetivo es proporcionar a los estudiantes un conocimiento profundo sobre el rol de los microorganismos en los procesos de la agroindustria. Esta asignatura integra contenidos relacionados con la producción de alimentos, los procesos de fermentación, el uso de microorganismos con fines industriales y la mejora de la calidad e inocuidad de los productos agroalimentarios. Además, contempla la identificación de las principales fuentes de contaminación microbiana, así como el empleo de tecnologías aplicadas a sectores como lácteos, embutidos, cereales y conservas entre otros. Las prácticas de laboratorio asociadas a esta asignatura están diseñadas bajo los lineamientos de normas nacionales e internacionales, garantizando que el estudiante adquiera la destreza en técnicas para realizar análisis de control microbiológico en alimentos.

El laboratorio de microbiología se ubica en las naves de la carrera de Agroindustria donde existen normas de seguridad y acceso restringido al personal autorizado que labora y hace uso de las instalaciones en lo que se refiere a las actividades académicas y de investigación. En este sentido, el laboratorio de microbiología representa un espacio clave dentro de la formación académica, ya que es donde los estudiantes pueden aplicar lo aprendido en clases, desarrollar habilidades, técnicas y adquirir responsabilidades necesarias para trabajar aportando a la industria agroalimentaria. En la Figura 1 se presenta la localización geográfica del laboratorio de microbiología en la Unach.

Figura 1

Localización geográfica de la Unach



Nota:(Google, 2026). *Unach*. <https://www.google.com/maps/search/Unach>

Identificación de necesidades y problemas

El diagnóstico del laboratorio de microbiología de la Unach busca evaluar su situación actual, identificar carencias en documentación y prácticas. Este análisis fundamenta la necesidad de crear un manual de prácticas que funcione como herramienta didáctica para los estudiantes. Actualmente, para las actividades del laboratorio se utilizan guías muy generales que dificultan la comprensión del estudiante, tomando en cuenta que existen inconsistencias al ejecutar la práctica con indicaciones del docente. La falta de una guía estructurada afecta el aprendizaje del estudiante, por lo que se requiere de un instrumento directamente relacionado con lo que se ve en la clase teórica.

En la Tabla 2 se detalla la operatividad de los equipos en el laboratorio de microbiología.

Tabla 2

Operatividad de los equipos del laboratorio de microbiología de Unach

Equipo	Estado
Cabina de bioseguridad tipo II	Operativo
Autoclave	Operativo
Incubadora bacteriológica	Operativo
Estufa de secado	Operativo
Microscopio óptico binocular	Operativo
Centrífuga de mesa	Operativo
Balanza analítica	Operativo
Balanza gramera	Operativo
Agitador magnético	Operativo

A través de una inspección visual y entrevista verbal con la técnica de laboratorio de la Carrera de Agroindustria, se realizó el levantamiento de información del laboratorio de microbiología. Además, la inspección visual al momento de realizar las prácticas permitió constatar que, a pesar de que cuenta con el espacio y algunos equipos indispensables, no se sigue un orden en la metodología para ejecutar las prácticas. Este hecho demuestra que la falta de un manual estandarizado conlleva a numerosos problemas que impactan en el aprendizaje de los estudiantes. A continuación, se detallan algunos de los inconvenientes generados:

- Al no existir un documento guía, cada profesor desarrolla el proceso de enseñanza a su manera. Esto trae como consecuencia que los estudiantes presenten diferentes resultados de los experimentos.
- Trabajar con microorganismos es un riesgo al no contar con procedimientos escritos sobre qué los instruya como proceder en casos de contingencias como derrames, protocolos para eliminar de forma correcta los desechos, entre otras medidas que se deben implementar para disminuir el riesgo de accidentes o contagios durante las prácticas en el laboratorio.
- Al no contar con un instructivo de los equipos importantes como el autoclave o los microscopios, no se usan de forma adecuada, porque no les explican a los estudiantes cómo manejarlos sin riesgos de dañarlos.
- Los estudiantes cometen errores al preparar reactivos y medios de cultivo al no contar con instrucciones precisas sobre los procedimientos. Esto ocasiona gastos innecesarios de materiales y reactivos.

Las oportunidades de mejora para solucionar estos problemas detectados, viene dadas en función de:

- Diseñar un documento que recoja todas las prácticas, donde se indiquen los materiales y procedimientos detallados para que estudiantes aprendan de la misma forma.
- Optimizar el manejo de los desechos, organizándolos conforme a las normas vigentes de salud y medio ambiente.
- Incluir apoyo tecnológico sobre cómo realizar las técnicas de laboratorio, para que el aprendizaje sea más fácil.
- Contar con una guía que pueda leer con antelación, se gana tiempo que se dedica a la práctica.
- Al contar con instrucciones por escrito de limpieza y uso correcto de equipos, los estudiantes cuidan y manejan los materiales y equipos para su mayor durabilidad.

Equipos presentes en el laboratorio

Los equipos que se utilizan para las prácticas de microbiología y que están operativos se describen en la Tabla 3.

Tabla 3*Inventario de equipos y máquinas del laboratorio de microbiología de Unach*

Equipos básicos	Equipos especiales
Microscopio óptico binocular	Cabina de bioseguridad tipo II
Autoclave vertical	Microscopio con contraste de fases
Estufa de incubación	Incubadora con CO ₂
Refrigerador	Centrífuga refrigerada
Balanza analítica	Contador de colonias
Balanza gramera	Espectrofotómetro UV-Vis
Mechero Bunsen	Termociclador PCR
Agitador magnético	
pH-metro	
Baño María	

Reactivos

Para el desarrollo de las prácticas, el laboratorio cuenta con medios de cultivo, reactivos de tinción y químicos diversos, clasificados por el tipo de presentación y ambiente recomendado para su conservación donde se encuentra almacenado. La Tabla 4 presenta la información levantada durante el diagnóstico.

Tabla 4*Inventario de reactivos del laboratorio de microbiología de Unach*

Reactivo / medio	Almacenamiento
Agar nutritivo	Ambiente seco
Agar MacConkey	Ambiente seco
Agar PDA	Ambiente seco
Agar PCA	Ambiente seco
Caldo nutritivo	Ambiente seco
Alcohol etílico 70%	Ambiente
Hipoclorito de sodio 5%	Ambiente
Cristal violeta	Ambiente
Colorantes de Gram	Refrigeración
Azul de metileno 1%	Ambiente
Lugol	Ambiente
Safranina	Ambiente
Solución salina 0,85%	Refrigeración
Agua destilada	Ambiente

Prácticas ejecutadas

La asignatura de microbiología contempla guías que se aplican de forma aislada para el desarrollo de las prácticas. La asignatura de Microbiología General impartida durante el

periodo 2024 2S, 2024 1S, 2025 1S, contempló el desarrollo de las prácticas de laboratorio señaladas en la Tabla 5.

Tabla 5

Prácticas de laboratorio de microbiología general

Nº	Tema de la práctica
1	Normas de seguridad
2	Preparación de medios de cultivo
3	Siembra y conteo de microorganismo
4	Curva de crecimiento microbiano
5	Tipos de Tinciones

La asignatura de Microbiología Agroindustrial impartidas durante los periodos 2024 2S, 2024 1S, 2025 1S, contempló las prácticas de laboratorio descritas en la Tabla 6. Estas prácticas están relacionadas con los contenidos aplicados a los procesos industriales.

Tabla 6

Prácticas de laboratorio de microbiología agroindustrial

Nº	Tema de la práctica
1	Análisis microbiológico de alimentos
2	Aislamiento de microorganismos de interés industrial
3	Fermentación alcohólica – Elaboración de vino
4	Fermentación alcohólica – Elaboración de cerveza artesanal

Fortalezas y oportunidades

El laboratorio cuenta con fortalezas relacionadas con la infraestructura, equipamiento de laboratorio y personal docente capacitado. Además, se detallan las oportunidades que, conforme a la estandarización de las actividades en el laboratorio, benefician la academia y el desarrollo eficiente y efectivo del aprendizaje, que garantizan la formación de profesionales idóneos en la agroindustria.

Fortalezas

El laboratorio cuenta con una infraestructura básica, equipos al 100 % de operatividad y personal capacitado. Entre ellos están los equipos especiales como termociclador PCR, espectrofotómetro UV-Vis y cabina de bioseguridad tipo II, operados por personal capacitado que garantiza la correcta ejecución de las prácticas. El laboratorio dispone además de un inventario bien organizado de medios de cultivo esenciales como Agar Nutritivo, MacConkey y PDA. Además, el interés institucional en mejorar la enseñanza y al entusiasmo de los estudiantes fortalece el compromiso con la calidad educativa.

Oportunidades

La alineación de los procesos actuales con estándares internacionales de calidad, junto con la implementación de manuales y procedimientos técnicos eleva la competitividad de los profesionales egresados y abre el camino hacia la acreditación y la mejora de los indicadores de calidad. Este fortalecimiento integral, que incluye la mejora de la seguridad y bioseguridad en el laboratorio, fortalece la reputación académica de la Unach. Al alinear estos manuales con el perfil de egreso, el laboratorio se consolida como un pilar indispensable para el desarrollo de competencias profesionales de alto nivel.

Limitaciones y amenazas

Constituyen los factores internos y externos que pueden interferir con el desarrollo de las prácticas en el laboratorio de microbiología de la Unach. Estos factores vienen dados por las limitaciones y amenazas en el contexto académico relacionado con el funcionamiento del laboratorio, espacio donde se desarrollan las prácticas de microbiología en la carrera de agroindustria:

Limitaciones

El laboratorio enfrenta problemas presupuestarios que limitan la reposición de insumos o el mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos e instrumentos. A esta limitante económica se suma la falta de adecuación de los espacios o áreas adicionales necesarias para el crecimiento del laboratorio, para mayor ergonomía en el desempeño de las actividades del personal técnico, docente y estudiantes. En el aspecto académico, la falta de un manual específico de prácticas y falta de estandarización en procedimientos obliga al estudiante a depender del criterio individual de cada docente, y recibe poca orientación previa a las prácticas. Esta falta de documentación técnica y limitada sistematización de normas de bioseguridad compromete la seguridad y uniformidad del aprendizaje adaptada al sector.

Amenazas

Una de las principales amenazas es la posible resistencia al cambio por parte del personal y los usuarios, lo que podría impedir la adopción de nuevos manuales y procedimientos. Esta falta de estandarización, sumada a la desactualización de contenidos ante nuevas normativas, genera una variabilidad en la calidad del aprendizaje. Además, la carencia de protocolos estrictos incrementa los riesgos de accidentes o contaminación, mientras que, las exigencias académicas sin el soporte idóneo, en ocasiones se convierte en barreras del aprendizaje.

Síntesis del diagnóstico

El laboratorio de microbiología de la Unach cuenta con una infraestructura idónea y operativa que garantiza la ejecución de las actividades docentes y de investigación. La capacidad tecnológica de este laboratorio constituye una base sólida al disponer de equipos básicos como microscopios binoculares, autoclaves, balanzas analíticas y equipos especiales

de alta complejidad como la cabina de bioseguridad tipo II, incubadora con CO₂, espectrofotómetro UV-Vis y termociclador para PCR. Se incluyen sistemas de esterilización, incubación y análisis óptico.

Por otra parte, se dispone de materiales y reactivos, herramientas de siembra como placas Petri, matraces, asas bacteriológicas. En el laboratorio existe un control de las condiciones de almacenamiento y resguardo de los insumos y materiales, con la diferenciación del ambiente requerido. El personal docente que trabaja en este laboratorio cuenta con experiencia en el área académica, quienes dirigen a las dos asignaturas Microbiología General y Microbiología Agroindustrial durante los periodos 2024 2S y 2025 1S, consolida un enfoque más práctico, clave para fortalecer el aprendizaje en el área agroindustrial.

Por otra parte, el equilibrio entre los equipos funcionales y el personal capacitado es una gran ventaja, con lo cual se simplifican los procedimientos técnicos para la implementación de los manuales de prácticas de microbiología. A pesar de esto, el laboratorio enfrenta retos como las limitaciones presupuestarias y de infraestructura que, en un futuro comprometerían las actualizaciones en el área.

Descripción general del proyecto

El manual de laboratorio de microbiología cuenta con una estructura organizada en bloques informativos para introducir al usuario en los temas de conocimiento general y experimentales, de cada práctica de laboratorio. El manual sirve de apoyo a la investigación en el desarrollo de trabajos relacionados con el área.

El manual para los estudiantes de agroindustria debe estar estandarizado, contemplar aspectos fundamentales para dominar las técnicas de muestreo, métodos de aislamiento e identificación de microorganismos, análisis de riesgos microbiológicos, medidas de bioseguridad, entre otros (OMS, (2023). La documentación de estos procedimientos facilita la labor analítica y contribuye sustancialmente a la formación del personal técnico y a la mejora de los procesos de producción agroindustrial.

En este proyecto técnico el objetivo es entregar un manual que proporcionara los conocimientos teóricos y prácticos sobre microbiología. El manual permitirá que el estudiante desarrolle sus habilidades en el laboratorio y su aplicación en la industria de alimentos. El manual garantiza la uniformidad en la ejecución de las pruebas, reproducibilidad de los resultados y el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.

La estructura interna del manual está conformada por los siguientes apartados:

- Título
- Introducción
- Objetivos de la práctica

- Equipos, materiales e insumos
- Procedimiento
- Resultados
- Cuestionario
- Referencias bibliográficas.

Procedimientos seleccionados

Durante el diagnóstico realizado en el laboratorio de microbiología de la Unach se verificó que se realizaban 5 prácticas en las asignaturas de Microbiología general: 1) normas de seguridad, 2) preparación de medios de cultivo, 3) siembra y conteo de microorganismos, 4) curva de crecimiento microbiano y 5) tipos de tinciones. En Microbiología agroindustrial se realizaron 3 prácticas: 1) análisis microbiológico de alimentos, 2) aislamiento de microorganismos de interés agroindustrial, 3) fermentación alcohólica. Estas prácticas se desarrollaron durante los tres últimos periodos, 2024 1S, 2024 2S, 2025 1S. En este manual se incrementó 25 prácticas que fueron consultadas y analizadas de diferentes fuentes bibliográficas como sitios web, manuales, libros y tesis. Estas prácticas tienen como finalidad que el docente de la asignatura de microbiología general y agroindustrial puedan realizar diferentes practicas durante el semestre las practicas se incrementaron para 3 semestres lo cual después de este tiempo pueden ser modificadas o reestructuradas.

Las practicas están distribuidas según los sílabos de las asignaturas de la siguiente manera y se encuentra detallada por cada asignatura.

Para Microbiología General. Se distribuye de la siguiente manera y está conformada por cuatro unidades:

Tabla 7

Prácticas de microbiología general

Unidad	Practica realizada	Practica propuesta
Unidad 1: Introducción a la Microbiología	Normas de seguridad	Normas de seguridad Clasificación de los microorganismos
Unidad 2: Nutrición, Crecimiento, Metabolismo y Control Microbiológico	Preparación de medios de cultivo	Multiplicación bacteriana (Requerimientos físico-químicos) Efecto de Factores Intrínsecos (pH) sobre el Crecimiento Microbiano Preparación de Medios de Cultivo y Técnicas de Esterilización Evaluación de un Método de Control Microbiano
Unidad 3: Medios de Cultivo	Siembra y conteo de microorganismo Curva de crecimiento microbiano	Siembra en medios líquidos Transferencia de microorganismos de un medio a otro Métodos de siembra para el cultivo de microorganismos Siembras

Unidad	Practica realizada	Practica propuesta
Unidad 4: Pruebas de Identificación	Tipos de Tinciones	Técnicas de Siembra, Aislamiento y Morfología Macroscópica
		Aislamiento bacteriano y morfología colonial
		Curva de crecimiento de microorganismos
		Cuantificación de Microorganismos (Recuento en Placa)
		Siembra y conteo de microorganismos
		Tipos de Tinciones
		Identificación de levaduras
		Siembra y cultivo de hongos filamentosos

Microbiología Agroindustrial. Se dicta en el tercer semestre y se estructura en 5 unidades.

Tabla 8

Prácticas de microbiología agroindustrial

Unidad	Practica realizada	Practicas propuesta
Unidad 1: Fundamentos de Microbiología Agroindustrial		
Unidad 2: Microbiología de los Alimentos	Análisis microbiológico de alimentos	Evaluación de la Contaminación por Manipuladores (Higiene de Manos)
		Evaluación de la Carga Microbiana Ambiental y de Superficies Análisis microbiológicos de alimentos
Unidad 3: Cultivos Microbianos	Aislamiento de microorganismos de interés industrial	Determinación de coliformes totales por cuenta en placa
		Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA)
Unidad 4: Fermentaciones Industriales	Aislamiento de microorganismos de interés industrial	Fermentación (Producción de Vino)
Unidad 5: Productos Alimenticios y No Alimenticios		Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos en Productos Alimenticios y No Alimenticios

Diseño del manual

El propósito del presente manual es simplificar la comprensión de los procesos de análisis en un área donde las medidas de seguridad y estandarización de los procesos son esenciales para la veracidad de los resultados (Fuentes, 2025). En el manual se plantea una concordancia entre lo que se imparte de forma teórica y la preparación de los recursos, por lo que se estableció una fase de verificación de la disponibilidad de medios de cultivo, reactivos, operatividad de los equipos y funcionamiento de las áreas en el laboratorio de la Unach para asegurar la viabilidad de las actividades planificadas.

El manual se elaboró conforme a un formato estándar que contempla los siguientes apartados:

- i. Portada
- ii. Introducción
- iii. Objetivo
- iv. Alcance
- v. Índice
- vi. Glosario
- vii. Practicas
- viii. Referencias bibliográficas

Revisión de procedimientos

La confiabilidad del manual viene dada por las revisiones realizadas con el docente de las asignaturas, técnico de laboratorio y tutor. Por lo tanto, se realizaron verificaciones en el laboratorio para constatar la aplicabilidad de los procedimientos, y se verificó la claridad de las instrucciones y la precisión de los cálculos propuestos. El análisis previo es para constatar la reproducibilidad y precisión, lo que permitió ajustar los protocolos a la infraestructura y equipamiento disponibles en la facultad de agroindustria. En la Tabla 9 se establece la fundamentación teórica y bibliográfica que sirvió de apoyo a la verificación de los procedimientos y ajuste de los contenidos prácticos planteados en el manual.

Tabla 9

Revisión de los procedimientos

Prácticas	Fundamentación teórica	Referencia
Normas de seguridad	Identificación de riesgos biológicos y químicos en el laboratorio de microbiología. Entendiendo la bioseguridad como el conjunto de medidas preventivas que buscan proteger la salud de los analistas frente a riesgos propios de la actividad.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025). Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Prácticas	Fundamentación teórica	Referencia
Clasificación de los microorganismos	Reconocer los dominios y reinos microbianos como bacterias, hongos, virus, basados en las diferencias de sus estructuras, celulares y su metabolismo. Se requiere la comprensión de estas características como punto crítico en la industria de alimentos para diferenciar microorganismos beneficiosos como los fermentadores, de los patógenos.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025).
Multiplicación bacteriana (Requerimientos físico-químicos)	El desarrollo bacteriano depende de variables extrínsecas como la actividad de agua (aw), potencial redox (Eh), oxígeno disponible y temperatura. Al controlar estos parámetros físicoquímicos se establecen los métodos de conservación como la deshidratación, empaquetado al vacío, refrigeración, entre muchos otros.	Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química Caycedo et al., (2021) Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Efecto de Factores Intrínsecos (pH) sobre el Crecimiento Microbiano	La temperatura, el pH, y la disponibilidad de nutrientes, estos son principios que explican por qué ciertos productos son más susceptibles al deterioro microbiano y a la orientación de técnicas de conservación y de muestreo en la agroindustria	Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química (Caycedo et al., (2021)
Preparación de Medios de Cultivo y Técnicas de Esterilización	Los microorganismos expuestos a altas temperaturas mueren y es irreversible, lo que explica la eficacia de la esterilización por calor. La esterilización por calor húmedo (autoclave) los inactiva mediante la desnaturalización de proteínas y ácidos nucleicos bajo presión y temperatura controlada.	Manual para las buenas prácticas de laboratorio [BPL] (Universidad de Antioquia, 2022) Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química (Caycedo et al., (2021)
Evaluación de un Método de Control Microbiano	Se determina la eficacia biocida o bioestática de agentes físicos como calor, radiación; o químicos como los desinfectantes, que actúan alterando la permeabilidad de la membrana celular o inhibiendo rutas metabólicas esenciales sobre una población diana. Su eficacia va a depender de la concentración,	El uso de los desinfectantes en la pandemia por SARS-CoV-2 (Manríque, 2024)

Prácticas	Fundamentación teórica	Referencia
	tiempo de contacto, carga orgánica de la matriz y la selectividad del microorganismo.	
Siembra en medios líquidos	Estos medios también conocidos como caldos permiten que se reactiven, homogeneicen y enriquezcan de forma selectiva las poblaciones de microorganismos a concentraciones bajas en las muestras de alimentos. Facilitan de esta manera, su posterior aislamiento o para su reproducción a escala.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025). Manual para las buenas prácticas de laboratorio [BPL] (Universidad de Antioquia, 2022)
Transferencia de microorganismos de un medio a otro	Los métodos para transferir asépticamente es una garantía de la migración de cultivos puros sin contaminación del ambiente y del manipulador analista. Se basa en el uso de una zona de seguridad biológica, bien sea de flujo laminar o de protección con el mechero, y esterilizar con un flameado las asas de siembra.	Manual para las buenas prácticas de laboratorio [BPL] (Universidad de Antioquia, 2022)
Métodos de siembra para el cultivo de microorganismos	Dispersar e inocular muestras en medios sólidos por medio de las técnicas: siembra por estrías, por extensión en superficie o por vertido en placa, es esencial para la distribución espacial de las células que garantice la obtención de colonias aisladas o, para mejorar el contacto con los nutrientes.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química (Caycedo et al., (2021):
Siembras	La técnica se basa en introducir en forma artificial una población microbiana en un medio nutritivo óptimo y en condiciones inocuas. Es fundamental para el diagnóstico de la calidad sanitaria y el cultivo de iniciadores de uso industrial.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025).
Técnicas de Siembra, Aislamiento y Morfología Macroscópica	Se combinan técnicas asépticas de siembra para separar especies presentes en matrices alimenticias. Posteriormente se evalúan macroscópicamente las colonias en cuanto a su forma, elevación, borde, color, consistencia, lo cual	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025). Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)

Prácticas	Fundamentación teórica	Referencia
	constituye la primera fase de la caracterización taxonómica.	
Aislamiento bacteriano y morfología colonial	Se realiza el aislamiento por agotamiento de estrías físicas para reducir la densidad celular sobre un agar, y de esta manera cada unidad formadora de colonia (UFC) se desarrolla en forma individual. Al poner caracterizarla macroscópicamente se confirma la pureza del cultivo resultante.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025).
Curva de crecimiento de microorganismos	El crecimiento de los microorganismos en una muestra cerrada o lote sigue una cinética que se define por fases: latencia (lag), exponencial (log), estacionaria y muerte. Al cuantificar matemáticamente este comportamiento se optimizan los tiempos de incubación y los rendimientos en los procesos de fermentación industrial.	Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química (Caycedo et al., (2021) Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Cuantificación de Microorganismos (Recuento en Placa)	El método de recuento de viables asume que cada colonia proviene de una sola célula (UFC), permitiendo determinar la concentración real de una muestra.	Microbiología. Manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025)
Siembra y conteo de microorganismos	Al integrar las técnicas de dilución seriada y siembra controlada, bien sea en superficie o profundidad, se pueden cuantificar las poblaciones microbianas viables densas. Se transforma una muestra concentrada en placas con un rango de recuento estadísticamente válido de 30 ^a 300 colonias.	Microbiología. Manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025) Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Tipos de Tinciones	Las tinciones se fundamentan en la afinidad electroquímica existente entre los colorantes, bien sean catiónicos o aniónicos, y los compuestos químicos de la célula. La tinción de Gram diferencia bacterias Gram positivas por la composición de su pared celular al fijar el complejo cristal violeta-lugol. Esto define la susceptibilidad de los microorganismos a tratamientos térmicos y desinfectantes. El aislamiento por estría permite la separación física de células para formar colonias puras.	Microbiología: manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025)

Prácticas	Fundamentación teórica	Referencia
Identificación de levaduras	Las levaduras son hongos unicelulares que se reproducen principalmente por gemación. Su identificación inicial se basa en morfología celular y pruebas de fermentación.	Microbiología. Manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025) Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Siembra y cultivo de hongos filamentosos	El estudio micológico se basa en la observación de estructuras somáticas (hifas) y reproductivas (conidios), preservadas mediante la técnica de micro cultivo.	Microbiología. Manual de laboratorio (Gómez, et al., 2025). Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Evaluación de la Contaminación por Manipuladores (Higiene de Manos)	El análisis en manos de los manipuladores revela la presencia microbiota presente y adherida al diferenciarla de la transitoria que se adquiere por contaminación cruzada y potencialmente patógena como <i>Staphylococcus aureus</i> o enterobacterias. Se valida en forma cuantitativa el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y determina la eficacia de las soluciones antisépticas usadas en los filtros sanitarios.	Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Evaluación de la Carga Microbiana Ambiental y de Superficies	Se basa en la verificación microbiana para el diseño del sistema de higiene y la ejecución de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES). Se establecen métodos de sedimentación para bioaerosoles ambientales o frotis con hisopado y placas de contacto en superficies vivas o inertes. Se determina el riesgo de contaminación cruzada postproceso, que va en detrimento de la vida útil del producto al comprometer su inocuidad.	Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Análisis microbiológico de alimentos	La integración de pruebas microbiológicas finales valida que el proceso agroindustrial cumplió con las normativas de inocuidad vigentes.	Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Determinación de coliformes totales por cuenta en placa	Los coliformes indican contaminación. El uso de medios selectivos permite su diferenciación rápida para asegurar la inocuidad hídrica y alimentaria.	Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)

Prácticas	Fundamentación teórica	Referencia
Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA)	El recuento de BMA es un indicador general de la calidad sanitaria y la vida útil potencial de un producto agroindustrial.	
Fermentación (Producción de Vino)	La fermentación alcohólica es un proceso anaerobio donde las levaduras transforman azúcares en etanol y CO ₂ influenciado por la temperatura y el grado Brix.	Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)
Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos en Productos Alimenticios y No Alimenticios	Indican el nivel de contaminación general y carga microbiana total que crece en condiciones aeróbicas a temperaturas entre 30 °C y 35 °C. En los alimentos, establece la vida útil y fallas en la cadena de frío; en productos no alimenticios como bioinsumos asegura la estabilidad biológica del lote desarrollo de cepas microbianas.	Microbiological analysis of foods and food processing environments (Erkmen, 2022)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del presente proyecto de titulación es un manual de prácticas de microbiología destinado a la carrera de Agroindustria de la Unach. El manual está conformado por 106 páginas y contiene 25 prácticas de microbiología, el cual será entregado impreso y de forma digital a la técnica de laboratorio, docente de la materia, docentes investigadores y comisión de carrera. El manual reúne un conjunto de prácticas experimentales con el objetivo de fortalecer el proceso de enseñanza, aprendizaje, fomentando la aplicación práctica de los conocimientos teóricos impartidos en las asignaturas de Microbiología General y Microbiología Agroindustrial. Además, las prácticas planteadas involucran la aplicación de tecnologías a partir del conocimiento de técnicas y herramientas en el área de microbiología, así como la relación de elementos teóricos y prácticos para el análisis de materias primas y productos terminados con criterios de calidad. De esta forma, las prácticas planteadas en el presente Manual de Microbiología aportarán a las competencias del perfil de egreso del ingeniero Agroindustrial de la Unach.

El Manual de Microbiología fue organizado de forma coherente teniendo en cuenta los contenidos del silabo de las asignaturas de Microbiología General y Microbiología Agroindustrial, los objetivos del aprendizaje, la descripción detallada de los procedimientos, así como los materiales y equipos necesarios y las normas de bioseguridad y de control de calidad del laboratorio de microbiología.

En el desarrollo del manual de microbiología para los laboratorios de la Unach se observa una estructura orientada a técnicas de laboratorios, procedimientos y guías de prácticas que facilitan la manipulación de microorganismos, hacer tinciones y siembra, lo cual coincide con los enfoques de otras universidades. Tal es el caso del manual de microbiología de la Universidad de la República de Uruguay, el cual contiene prácticas que correspondientes al dominio de técnicas elementales en el laboratorio de microbiología no clínico. Contempla procedimientos fundamentales en el análisis microbiológico del agua, materias primas y alimentos en la industria y se presentan las bases teóricas para la ejecución de las técnicas mencionadas (Menes et al., (2022).

El Manual de laboratorio en microbiología general en la Universidad de Tolima, acopia la experiencia de los docentes en el área de la microbiología y la motivación de los estudiantes en perfeccionar su formación académica. Está constituido por 11 prácticas que establece las bases teóricas y procedimientos estandarizados, entre estas se encuentran las normas básicas y de bioseguridad obligatorias en el laboratorio, procedimientos rutinarios en el aislamiento, caracterización e identificación de microorganismos. Además, se diseñó en forma didáctica presentando gráficos y material audiovisual que fortalecen la formación profesional del estudiante (Varón, et al., 2023).

La Pontificia Universidad Javeriana diseñó el manual de microbiología, el cual tiene un enfoque tradicional centrado en técnicas clásicas del análisis microbiológico, distribuidos en 17 prácticas que abarcan desde las Buenas Prácticas en el Laboratorio y manejo correcto del microscopio. Contempla procedimientos fundamentales que incluyen aislamiento de los

diferentes microorganismos de diversas fuentes, para caracterizarlos aplicando los métodos establecidos (Gómez, et al., 2025).

El manual de bioseguridad, riesgos y procedimientos operativos en el laboratorio de biología molecular de la Universidad Estatal del Sur de Manabí ha integrado metodologías que incluyen normas de bioseguridad y procedimientos establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional de Normalización. Los procedimientos operativos estandarizados son aplicables en los laboratorios e indispensables para la evaluación de los resultados y el mantenimiento de equipos e insumos químicos (Gutiérrez y Rodríguez, (2022). Esto refleja la tendencia internacional hacia la modernización de la enseñanza, una diversidad de enfoques que presentan estas universidades, sugiere que se deben establecer estándares mínimos, sin dejar de lado la innovación con la finalidad de asegurar que los estudiantes adquieran las habilidades y competencias para su desarrollo profesional.

Como parte del desarrollo del proyecto, se incorporaron nuevos equipos, materiales y reactivos al laboratorio de microbiología, lo que mejoró la infraestructura y la capacidad operativa del mismo. La inclusión del equipo como el autoclave, micropipeta y agares amplió las opciones de desarrollo de prácticas vinculadas a procesos agroindustriales, que permitirá ejecutar nuevas actividades experimentales que anteriormente no se podían realizar debido a restricciones técnicas. De esta forma, se contribuye a una formación práctica completa y alineada a las demandas profesionales del sector agroindustrial. Los equipos, materiales y reactivos incorporados detallan en el Anexo 1.

En el Anexo 3 se encuentra el Formulario de Registro de Artículos de Inventario correspondiente al Inventario de Equipos y Reactivos del Laboratorio de Microbiología. Este formulario permite registrar y mantener un control organizado de los bienes e insumos existentes en el laboratorio de microbiología de la carrera de Agroindustria, facilitando su seguimiento y gestión.

En el Manual de Microbiología se organizó las prácticas de laboratorio en dos bloques. El Bloque I fue para la asignatura Microbiología General y el Bloque II para Microbiología Agroindustrial. En cada unidad propuesta en las asignaturas se establecieron diferentes prácticas. A continuación, se detallan las prácticas con el título y sus objetivos. El manual se encuentra en el Anexo 4.

Bloque I. Microbiología General

Este bloque se fundamenta en la bioseguridad, el manejo del microscopio, el cultivo y la caracterización básica de los microorganismos en diferentes sustratos. Cada unidad de la asignatura tiene asignada un número de prácticas conforme al contenido desarrollado en la clase teórica. Para detallar las trece prácticas que conforman cada unidad de Microbiología general, se presenta la Tabla 10.

Tabla 10*Prácticas propuestas para laboratorio de microbiología general*

Práctica	Unidad	Título de la Práctica	Objetivo
1	1	Normas de seguridad	Conocer y aplicar las normas de bioseguridad en el laboratorio. Analizar las medidas de prevención contra riesgos potenciales que pueden provocar un accidente de trabajo.
2	1	Clasificación de los microorganismos	Determinar la ubicación de los microorganismos dentro de los seres vivos, así como las características distintivas de cada uno de los diferentes grupos de microorganismos.
3	2	Multiplicación bacteriana (Requerimientos físico-químicos)	Identificar las necesidades fisicoquímicas óptimas de las bacterias más comunes observando cómo influyen estos en la multiplicación bacteriana.
4	2	Efecto de Factores Intrínsecos (pH) sobre el Crecimiento Microbiano	Observar cualitativamente cómo el pH del medio afecta la capacidad de crecimiento de una bacteria. Relacionar el concepto de pH con su aplicación como método de conservación en alimentos.
5	2	Preparación de Medios de Cultivo y Técnicas de Esterilización	Aprender a preparar un medio de cultivo sólido (Agar Nutritivo) a partir de un medio deshidratado. Aplicar correctamente la técnica de esterilización por calor húmedo utilizando la autoclave.
6	2	Evaluación de un Método de Control Microbiano	Diseñar y ejecutar un experimento sencillo para evaluar la efectividad de un método de control. Integrar las técnicas de siembra, recuento e interpretación de resultados para responder una pregunta de investigación.
7	3	Siembra en medios líquidos	Aprender cómo se cultiva en medios líquidos, de tubo a tubo con medio líquido. Aprender cómo se cultiva en medios líquidos, de tubo a tubo con medio sólido en pico de flauta.

Práctica	Unidad	Título de la Práctica	Objetivo
8	3	Transferencia de microorganismos de un medio a otro	Transferir correctamente un microorganismo cultivado en caja Petri a un tubo con medio de cultivo sólido y viceversa. Practicar el manejo adecuado del asa bacteriológica, así como trabajar en área de esterilidad.
9	3	Métodos de siembra para el cultivo de microorganismos	Establecer las condiciones de incubación óptimas (tiempo y temperatura) requeridas para el desarrollo de las colonias microbianas a partir de la muestra problema.
10	3	Siembras	Aprender la técnica de siembra adecuada dependiendo de la consistencia del medio de cultivo y la finalidad de dicha siembra (aislar, crecimiento masivo, enriquecimiento, conteo semicuantitativo y/o metabolismo bacteriano)
11	3	Técnicas de Siembra, Aislamiento y Morfología Macroscópica	Aplicar la técnica de siembra por estría cruzada para obtener colonias aisladas a partir de un cultivo. Describir la morfología de las colonias (forma, tamaño, color, borde, elevación) de <i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i> .
12	3	Aislamiento bacteriano y morfología colonial	Aprender a realizar los diferentes tipos de estriado. Aislar colonias bacterianas utilizando una de las técnicas de estriado.
13	3	Curva de crecimiento de microorganismos	Identificar las cuatro fases de la curva de crecimiento microbiano (Lag, Log, Estacionaria y Declinación) y sus características principales.
14	3	Cuantificación de Microorganismos (Recuento en Placa)	Aplicar la técnica de siembra por extensión en placa para cuantificar microorganismos. Aprender a utilizar el contador de colonias para realizar el recuento de UFC.
15	3	Siembra y conteo de microorganismos	Cultivar y aislar un microorganismo mediante diluciones sumergido y estriado. Observar y seleccionar bacterias

Práctica	Unidad	Título de la Práctica	Objetivo
16	4	Tipos de Tinciones	Aislar selectivamente los microorganismos mediante diluciones sobre medios sólidos Adquirir capacidad por parte del estudiante en el uso y aplicación de las tinciones simples, tinción de Gram, Ziehl Neelsen, y tinciones para estructuras facultativas. Conocer el fundamento de las tinciones y su importancia clínica. Aprender a realizar frotis de cultivo y muestras biológicas.
17	4	Identificación de levaduras	Observar colonias macroscópicas de una especie de levadura. Poner de manifiesto las principales características microscópicas de las levaduras, tales como presencia de micelio, blastosporas y clamidosporas
18	4	Siembra y cultivo de hongos filamentosos	Dominar las técnicas asépticas de manipulación, aislamiento y purificación de hongos filamentosos, logrando obtener un cultivo axénico (puro) a partir de una muestra mixta o ambiental. Aplicar la técnica de microcultivo en portaobjetos como herramienta fundamental para observar y caracterizar microscópicamente las estructuras somáticas (hifas, micelio) y las estructuras reproductivas (conidióforos, esporangióforos) de un hongo filamentoso.

Bloque II. Microbiología Agroindustrial

En este bloque se aplican los conocimientos previos para la introducción a la industria de alimentos, el monitoreo ambiental y los procesos fermentativos. Cada unidad de la asignatura tiene asignada un número de prácticas que estableció en función del contenido desarrollado en la clase teórica. Las 11 prácticas que se introducen en el manual conforman cada unidad de Microbiología Agroindustrial, se observan en la Tabla 11.

Tabla 11*Prácticas propuestas para laboratorio de microbiología agroindustrial*

Práctica	Unidad	Título de la Práctica	Objetivo
19	2	Evaluación de la Contaminación por Manipuladores (Higiene de Manos)	Evidenciar de forma visual el impacto de la higiene de manos en la reducción de la carga microbiana.
20	2	Evaluación de la Carga Microbiana Ambiental y de Superficies	Evidenciar la presencia de microorganismos en el ambiente (aire) y en superficies de uso común (fómites).
21	2	Análisis microbiológico de alimentos	Identificar la técnica para determinar la presencia de microorganismos aerobios mesófilos en productos alimenticios.
22	3	Determinación de coliformes totales por cuenta en placa	Comprender y realizar adecuadamente la determinación de coliformes totales en un alimento, mediante el método de vaciado en placa. Interpretar los resultados obtenidos, de acuerdo con las normas aplicables.
23	3	Recuento de bacterias mesófilas aerobias (BMA)	Determinar la presencia y cantidad de bacterias aerobias mesófilas en el material analizado. Conocer y ejecutar la técnica de vaciado en placa para el recuento microbiano en alimentos
24	4	Fermentación (Producción de Vino)	Comprender las aplicaciones de las fermentaciones en la obtención de productos de la industria de alimentos.
25	5	Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos en Productos Alimenticios y No Alimenticios	Determinar la carga microbiana total de productos alimenticios y no alimenticios mediante el recuento de microorganismos aerobios mesófilos.

En el Anexo 4 se compilan las 25 prácticas propuestas que conforman el Manual de prácticas para laboratorio de Microbiología de la Carrera de Agroindustria de la Unach. El formato estándar para cada una de las prácticas descritas en los bloques I y II, se detalla por secciones, y se puede observar en la Tabla 12.

Tabla 12*Formato estándar para las prácticas de laboratorio de microbiología*

Sección	Descripción
1. Objetivo	Lo que se persigue con la práctica
2. Equipos	Todos los equipos involucrados
3. Reactivos	Químicos, sustratos, desinfectantes
4. Procedimiento	El paso a paso
5. Cálculos	Fórmulas de dilución y recuento.
6. Cuestionario	3 preguntas clave sobre la práctica.

CONCLUSIONES

Se logró la integración de los contenidos que abarca temáticas de morfología microbiana básica y bioseguridad, procesos complejos de fermentación y control de calidad de alimentos, al mismo tiempo que se asigna un número de prácticas de acuerdo con las unidades que lo conforman. De esta forma se asignó 18 prácticas para microbiología general y 7 para microbiología agroindustrial dando como resultado un total de 25 prácticas para las dos materias de acorde a las unidades presentadas en su silabo, conformando así un manual de 106 páginas.

Se presentaron los procedimientos técnicos fundamentales como tinciones diferenciales, recuento de microorganismos indicadores y beneficiosos, así como las pruebas para el control de calidad de alimentos. Se priorizó los procedimientos más relevantes en la investigación y la seguridad alimentaria con la finalidad de aportar al perfil de egreso del ingeniero agroindustrial de la Unach.

Se estructuró un manual de prácticas para el laboratorio de microbiología, diseñado conforme a la infraestructura, equipos, insumos y necesidades de la carrera de Agroindustria de la Unach, resultado de un diagnóstico preliminar, el cual servirá como instrumento didáctico para la enseñanza práctica, que a su vez garantiza la repetibilidad de los ensayos y la seguridad de los estudiantes, docentes y personal técnico, en las instalaciones.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la validación de la implementación del manual en conjunto con estudiantes, docentes y técnico de laboratorio para realizar los ajustes que se requieran en cuanto a los tiempos de ejecución de las prácticas y el rendimiento del aprendizaje de los estudiantes de la carrera de agroindustria de la Unach.

En función de los procedimientos planteados para las prácticas de microbiología en cada uno de sus bloques, se recomienda gestionar presupuestos específicos para la compra de reactivos y equipos para las nuevas prácticas propuestas, evitando que el manual quede solo en papel debido a las limitaciones económicas. Además, este presupuesto permitiría implementar una colección de cultivos de referencia para la Universidad.

Es recomendable realizar inducciones de carácter obligatorio al inicio de cada semestre, en base a la sección de seguridad del manual para mitigar los riesgos biológicos.

Debido a que el manual se limita a prácticas de microbiología enfocadas en las temáticas actuales de los sílabos de las asignaturas de Microbiología General y Microbiología Agroindustrial donde se utilizan equipos, materiales y reactivos convencionales, se recomienda realizar actualizaciones del documento cada 3 periodos académicos que de manera que se pueda incluir nuevas técnicas de microbiología para ajustarlo a las nuevas exigencias tecnológicas de la industria de alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- AgroGlobal. (2024, February 22). *La importancia de la capacitación en el sector agroindustrial - AgroGlobal*. <https://agroglobalcampus.com/la-importancia-de-la-capacitacion-en-el-sector-agroindustrial/>
- Alvarado, C. (2018). *Normas legales*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1679873/Disponen%20la%20reimprese%C3%B3n%20de%20la%20NTP-ISO/IEC%2017025%3A2017%20Requisitos%20generales%20para%20la%20competencia%20de%20los.pdf?v=1613669575>
- Arguello, H. (2020). *Propuesta de implementación de buenas prácticas de laboratorio en el laboratorio de microbiología de la empresa labfarve*. https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/3271/1/Arg%C3%BCello_2020_TG.pdf
- Cárdenas, R. (2024). *Importancia de un protocolo de verificación de métodos microbiológicos según requisitos de la ISO/IEC 17025:2017*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/ef7ce4dd-091a-420d-9987-3326b71eebcd/content>
- Cárdenas, Y., & Torregrosa, A. (2023). *Herramienta tecnológica de soporte en el control de calidad en la agroindustria: una revisión de literatura*. <https://doi.org/10.21892/9786287515383.9>
- FAO. (2022). *Aprovechar la automatización de la agricultura para transformar los sistemas agroalimentarios*. <https://doi.org/10.4060/cb9479es>
- FAO. (2023). *Manuales para el control de calidad de los alimentos*. <https://www.fao.org/4/S8800S/S8800S.pdf>
- Google. (2026). *Unach - Google Maps*. https://www.google.com/maps/search/Unach/@-1.6763508,-78.6539971,6325m/data=!3m2!1e3!4b1?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDcyMi4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D
- Gutiérrez, L. (2020). *Un análisis de los cambios en la nueva versión 2017 de iso 17025 y en las directrices de inacal y su efecto sobre laboratorios acreditados peruanos*. <https://revistas.upc.edu.pe/index.php/rgm/article/view/1771/1561>
- Hernández, M. (2020). *Diseño de un manual de seguridad y riesgos de los laboratorios de la facultad de ciencias bloque diagonal 1 (laboratorios: microbiología, biotecnología, investigación, impactos ambientales, aguas y suelos*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/6a20d0ee-4bb7-4016-a8ad-adc26ddd5184/content>
- Iriondo, A. (2025). *Aprendiendo Juntos, Comiendo Seguro: Calidad Microbiológica de los Alimentos en las Redes Sociales*. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/122255>

- Lozano, L., Ramírez, L., & Suárez, D. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Revista Nova Publicación Científica En Ciencias Biomédicas*, 19(36), 49–94. <https://doi.org/10.22490/24629448.5293>
- Mejia, G. (2024). *Manual de prácticas de laboratorio virtual para la mejora del aprendizaje experimental de la Biología*. <https://doi.org/10.33936/cognosis>
- Menes, J., Garmendia, G., Martínez, A., & Vero, S. (2022). *Manual de prácticas de microbiología general*. Universidad de la República. <https://www.cse.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2024/05/Manual-de-practicas-de-Microbiologia.pdf>
- Ñacato, B. (2022). *Implementación de un protocolo de control de calidad para la esterilización de desechos biocontaminados producidos en el laboratorio de microbiología del Hospital General Ambato*. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a93f4aa4-a076-4eb1-b940-5616a1030a96/content>
- Organización Internacional de Normalización. (2017). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v2:es>
- Organización Mundial de la Salud. (2026). *Inocuidad de los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Organización Mundial de la Salud. (2024, July 4). *La OMS actualiza sus orientaciones sobre bioprotección en el laboratorio*. <https://www.who.int/es/news/item/04-07-2024-who-updates-laboratory-biosecurity-guidance>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *Evaluación de riesgos microbiológicos en alimentos*. <https://iris.paho.org/server/api/core/bitstreams/cded05c7-edd0-4388-bd3f-b420e81c8807/content>
- Quiñones, M. (2020). *Diseño y elaboración de un manual de prevención de accidentes para las salas de laboratorio de docencia de la carrera de laboratorio clínico en la universidad estatal del sur de Manabí*. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2212/1/QUI%20VERDUGA%20MAR%20EUGENIA..pdf>
- Ramírez, L., Ospina, L., & Arango, Á. (2022). *Manual de Microbiología Guías prácticas de laboratorio*. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/9a2ff968-039e-4422-8d82-1cdeb38864f2/content>
- Romero, A., Pimentel, B., Iglesias, C., Zuñiga, E., Diaz, G., Constantino, J., Moreno, J., Duran, M., Flores, M., Montellano, M., & Cabrera, Y. (2023). *Manual de laboratorio de microbiología general i*.
- Salud FDCTimes. (n.d.). *Las Características de un Laboratorio de Microbiología*.

- Santos, S. (2021). *Laboratorio de tecnología de alimentos*.
<https://fundamentosdecalidadtotalcurc.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/03/actividad-4-poe-y-poes.pdf>
- Universidad Abierta y a Distancia de México. (2024). *Generalidades de la microbiología de los alimentos*.
https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE2/NA/04/NMTA/unidad_01/descargables/NMTA_U1_Contenido_2024-2.pdf
- Urrego, I., Bedoya, D., & Gutiérrez, D. (2022). *Manual para las buenas prácticas de laboratorio (BPL)* <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/2a661836-5e2e-4d77-acf1-64fc0259009e/EN-MA-02.pdf?MOD=AJPERES&CVID=oGLa7DW>

ANEXOS

Anexo 1

Incorporación nuevos equipos al laboratorio de microbiología

Equipos / Reactivos	Imagen	Descripción
Agar PDA (Papa Dextrosa Agar)		Composición completa (infusión de papa dextrosa 20 g/L, agar 15 g/L, pH 5.6), rendimiento real (500 g se utilizará en 640 placas Petri), temperatura de incubación 25–28 °C, y 7 usos específicos incluyendo control de calidad fúngico en agroindustria, fermentaciones y biocontrol.
Agar PCA (Plate Count Agar)		Composición (triptona, extracto de levadura, dextrosa 1 g/L, pH 7.0), rendimiento (500 g se utilizará en 1000 placas), incubación 35–37 °C/48 h, y 8 usos para RAM, validación de pasteurización, HACCP y monitoreo ambiental.
PHmetro		Especificaciones técnicas detalladas (rango 0–14, precisión ± 0.01 , ATC automática, electrodos Ag/AgCl), capacidad operativa por sesión, frecuencia de calibración, y usos en ajuste de medios de cultivo, fermentaciones, agua y suelos.
Autoclave		Parámetros de operación (121 °C / 15 psi / 15–20 min), tabla de carga real (matraces, placas, puntas, textiles), ciclo de trabajo, válvulas de seguridad, y 8 usos incluyendo descontaminación de residuos biológicos.

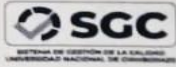
Micropipeta		Instrumento de laboratorio diseñado para medir y transferir pequeños volúmenes de líquidos con alta precisión que estas especificaciones se puede observar en la ISO 8655 (exactitud $\pm 0.6\text{--}1.2\%$, CV $< 0.5\%$), autoclavabilidad, calibración cada 3–6 meses, y 8 usos en diluciones, PCR, ELISA y bioanálisis.
---------------------------	---	--

Anexo 2

Acta de entrega de equipos y reactivos al laboratorio de microbiología



Laboratorio de Agroindustria
FACULTAD DE INGENIERÍA



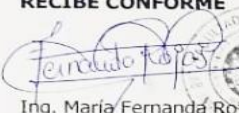
ACTA ENTREGA RECEPCIÓN

Riobamba, 03 de diciembre de 2025.

Los Laboratorios de la carrera de Agroindustria reciben de forma voluntaria:

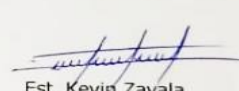
- Autoclave
- 1 micropipeta volumen regulable
- 1 pHmetro
- 1 medio de cultivo PCA
- 1 medio de cultivo PDA

RECIBE CONFORME



Ing. María Fernanda Rojas
TÉCNICO DE LABORATORIO
CARRERA AGROINDUSTRIA

ENTREGA CONFORME



Est. Kevin Zavala
ESTUDIANTE DE LA CARRERA
AGROINDUSTRIA



Av. Antonio José de Sucre, Km. 1.5
Teléfono (593-3) 373-0880 ext. 1430
Riobamba - Ecuador
Unach.edu.ec
San Antonio de Cuenca

Anexo 3

Inventario de Equipos y Reactivos del Laboratorio de Microbiología

FORMULARIO DE REGISTRO DE ARTÍCULOS DE INVENTARIO

Inventario de Equipos y Reactivos del Laboratorio de Microbiología

Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) — Facultad de Ingeniería

Nombre: Kevin Zavala

Nombre del equipo / reactivos	Número de serie	Modelo	Marca	Fecha de ingreso	Cantidad
Balanza analítica	B342902096	Modelo me240	Mettler toledo	2014	1
Autoclave	153856	2540 ek	Tuttnaver	2009	1
Cámara flujo laminar vertical	Dxa201805	S/m	Bio base	2012	1
Contador de colonias	04-02-053-32364	S/m	S/m	2012	1
Estufa esterilizadora	C109.0018	S/m	Snb - 100	2009	1
Incuba dora	E208740	S/m	Inb-200	2009	1
Microscopio biocular	04-02-106-29255	S/m	S/m	2012	1
/Mufla	1257090113208	S/m	S/m	2009	1
Sistema de purificación de agua	04-02-092-20873	S/m	S/m	2010	1
Balanza de precisión ps 4500x	393868	Ps4500x	Radwag	2013	1
Crisol	04-02-154-14947	7 s/m	7 s/m	2012	5
Mortero	04-02-250-14966	S/m	S/m	2012	3
Pinza	04-02-135-14972	S/m	S/m	2012	13
Espátula	03-02-073-16274	S/m	S/m	2016	6
Frasco autoclavable 250ml	03-02-086-1655	S/m	S/m	2012	5
Frasco autoclavable 500ml	03-02-086-16560	S/m	S/m	2012	1
Pipeta	03-02-052-16260	S/m	S/m	2016	26
Agitador calentador	Ms7h550s25080009a	Ms7-h550-s	Gitram	2026	1
Baño maria	04-02-126-29259	S/m	Alfa	2012	1

Anexo 4

Manual de Desarrollo de un manual teórico-práctico de microbiología general enfocado en la inocuidad y procesos de la carrera de Agroindustria