

**Puesta a punto de las plantas de procesamiento de alimentos de cárnicos y cereales de la  
UNAD ZCORI**

Jessica Alexandra Gamboa Zambrano

Director

Ing. M.Sc. Martha Barrera Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería  
Ingeniería de Alimentos

2025

### **Dedicatoria**

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar con éxito una etapa más en mi formación profesional

A la memoria de mi padre, Jesús Orlando Gamboa, quien desde el cielo me acompaña y siempre se sintió orgulloso de verme convertida en profesional.

A mi madre, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, siendo siempre mi guía y fortaleza.

A mi hija, mi motor más grande, quien me inspira a salir adelante con valentía y fuerza en cada desafío.

A mi pareja, que me acompañó en parte de este proceso de culminación y que, a pesar de las dificultades, hoy camina nuevamente a mi lado en una etapa trascendental de nuestras vidas, de la cual nacerá un gran fruto para nuestra pequeña familia.

### **Agradecimientos**

A la directora del proyecto, Ing. Martha Barrera Hernández, por su valioso apoyo y conocimientos que hicieron posible el desarrollo efectivo de este trabajo. Por su dedicación y tiempo entregados con compromiso y esmero, así como por su amistad y disposición constante para orientarme. Su profesionalismo y guía fueron fundamentales en cada etapa de este proceso, por lo cual le expreso mi más sincero agradecimiento.

## Resumen

La puesta a punto de las plantas de procesamiento de alimentos de cárnicos y cereales de la UNAD surge como una necesidad para garantizar la calidad, inocuidad y seguridad en los procesos académicos y productivos. Estas instalaciones cumplen un rol fundamental en la formación práctica de los estudiantes, por lo que requieren estándares técnicos que aseguren condiciones higiénico-sanitarias, funcionamiento adecuado de los equipos y cumplimiento de la normatividad vigente, en especial la Resolución 2674 de 2013 y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). El proyecto busca crear un entorno de aprendizaje seguro, estandarizado y eficiente, que permita fortalecer las competencias técnicas y operativas de los estudiantes.

La metodología utilizada fue de tipo experimental y se estructuró en tres fases. La fase 1 correspondió al diseño de un programa de capacitación técnica y operativa, apoyado en revisión bibliográfica y normatividad sanitaria, con cronogramas de formación, actividades participativas y registros de seguimiento. En la fase 2 se realizó un diagnóstico inicial mediante listas de chequeo basadas en la Resolución 2674:2013, identificando no conformidades y desarrollando Procedimientos Operativos Estándar (POES) específicos para cada equipo, estandarizando frecuencia, responsables, productos de limpieza y formatos de registro. La fase 3 consistió en la implementación práctica en el área de cárnicos, mediante pruebas simuladas, verificación del cumplimiento de manuales de uso y/o actualización de los mismos, llevando a la realización de material audiovisual con acceso digital mediante códigos QR. Los resultados obtenidos evidencian que se establecieron bases sólidas, debidamente documentadas, para su implementación futura, orientadas a lograr avances significativos en la mejora de las condiciones higiénico-sanitarias y en el fortalecimiento de los procesos de formación académica. Asimismo, se desarrollaron y actualizaron manuales, se diseñaron POES específicos y se generaron recursos

digitales que facilitan el acceso a la información, garantizan la trazabilidad de las actividades y promueven la estandarización de los procedimientos. Este trabajo deja sentadas las bases para la mejora continua, el cumplimiento normativo y la futura implementación de sistemas de gestión de inocuidad como BPM y HACCP, contribuyendo a la sostenibilidad académica y operativa de las plantas de alimentos.

***Palabras claves:*** Puesta a punto, Procedimientos Operativos Estándar (POES), capacitación técnica, Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), calidad e inocuidad.

## Abstract

The upgrading of UNAD's meat and grain processing plants emerges as a necessity to guarantee the quality, safety, and quality of academic and production processes. These facilities play a fundamental role in students' practical training and therefore require technical standards that ensure hygienic and sanitary conditions, proper equipment operation, and compliance with current regulations, especially Resolution 2674 of 2013 and Good Manufacturing Practices (GMP). The project seeks to create a safe, standardized, and efficient learning environment that will strengthen students' technical and operational skills. The methodology used was experimental and structured in three phases. Phase 1 involved the design of a technical and operational training program, supported by a literature review and health regulations, with training schedules, participatory activities, and follow-up records. In Phase 2, an initial diagnosis was conducted using checklists based on Resolution 2674:2013, identifying nonconformities and developing specific Standard Operating Procedures (SEOPs) for each piece of equipment, standardizing frequency, managers, cleaning products, and record formats. Phase 3 consisted of practical implementation in the meat processing area, through simulated tests, verification of compliance with user manuals, and/or updating them. This led to the production of audiovisual material with digital access via QR codes. The results obtained demonstrate that solid, well-documented foundations were established for future implementation, aimed at achieving significant progress in improving hygienic and sanitary conditions and strengthening academic training processes. Likewise, manuals were developed and updated, specific SOPs were designed, and digital resources were generated to facilitate access to information, ensure the traceability of activities, and promote the standardization of procedures. This work lays the foundation for continuous improvement, regulatory compliance, and the future implementation

of food safety management systems such as GMP and HACCP, contributing to the academic and operational sustainability of food plants.

**Keywords:** Set-up, Standard Operating Procedures (SOPs), technical training, Good Manufacturing Practices (GMP), quality, and food safety.

## Tabla de contenido

Introducción .....	13
Planteamiento del problema.....	15
Justificación .....	16
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos .....	17
Marco teórico .....	18
Puesta a punto .....	18
<i>importancia de la puesta a punto en plantas de procesamiento</i> .....	19
Implementación de la puesta a punto .....	20
<i>Diagnóstico Inicial: Listas de Chequeo e Inspecciones Técnicas</i> .....	20
<i>Capacitación Técnica y Operativa del Personal</i> .....	20
Importancia de la capacitación .....	21
Contenidos fundamentales de formación.....	21
Estrategias para la implementación de programas de formación .....	22
<i>Almacenamiento, Logística y Gestión de Residuos</i> .....	22
<i>Control de Calidad y Pruebas Microbiológicas</i> .....	23
Planta piloto .....	23
<i>Implementación de una planta piloto</i> .....	24
Normativa sanitaria y técnica aplicable (INVIMA, BPM, HACCP).....	26
INVIMA y la normatividad nacional.....	26
<i>Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)</i> .....	27

<i>Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)</i> .....	27
<i>Normativas Nacionales e Internacionales Aplicables</i> .....	28
Procedimientos Operativos Estandarizados (POEs).....	29
<i>Importancia de la implementación de POES</i> .....	29
<i>Beneficios de su implementación de POES</i> .....	30
<i>Rol de los POES en la inocuidad alimentaria.</i> .....	30
<i>POES en contextos académicos y escenarios físicos tipo plantas piloto</i> .....	31
Metodología .....	32
Resultados y análisis de resultados .....	34
Conclusiones .....	46
Recomendaciones .....	47
Referencias Bibliográficas .....	48
Apéndices.....	51

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Porcentaje de cumplimiento basado en la lista de chequeo</i> .....	38
--	----

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Programa de capacitación</i> .....	34
<b>Figura 2</b> <i>Plan de capacitación</i> .....	35
<b>Figura 3</b> <i>Lista de chequeo</i> .....	37
<b>Figura 4</b> <i>Procedimiento operativo estandarizado (POES)</i> .....	40
<b>Figura 5</b> <i>componente práctico en el escenario físico de cárnicos</i> .....	45
<b>Figura 6</b> <i>QR material audiovisual como instructivo de manual de uso de los equipos</i> .....	45

## Lista de Apéndices

<a href="#">±</a> Apéndice A <i>plan de saneamiento</i> .....	51
Apéndice B <i>Procedimiento operativo estandarizados (POes)</i> .....	54
Apéndice C <i>Manuales de Uso y código QR como material audiovisual</i> .....	56

## Introducción

La industria alimentaria requiere altos estándares de higiene, calidad e innovación tecnológica para garantizar la seguridad y la eficiencia en los procesos productivos. En este contexto, los escenarios físicos tipo plantas piloto universitarios desempeñan un papel esencial como escenarios de formación, investigación y desarrollo tecnológico, permitiendo a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en entornos controlados que simulan condiciones industriales reales. Este es el caso de los escenarios físicos tipo plantas piloto de cárnicos y cereales de la UNAD ZCORI, cuya funcionalidad depende de una correcta planificación, implementación técnica y operativa, bajo criterios de eficiencia, normatividad y sostenibilidad.

La puesta a punto de estas plantas implica no solo la validación de procesos y el mantenimiento preventivo de equipos, sino también la aplicación rigurosa de normativas sanitarias vigentes, tales como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES). Estos lineamientos son indispensables para garantizar la inocuidad de los alimentos, reducir riesgos de contaminación y asegurar la calidad de los productos elaborados.

Asimismo, la puesta a punto requiere la capacitación continua del personal técnico y operativo, el diseño higiénico de las instalaciones, la adopción de sistemas de control de calidad ajustados a las particularidades de los productos cárnicos y de cereales. Según (INVIMA, 2021), el cumplimiento de estos elementos no solo asegura el funcionamiento técnico de una planta piloto, sino que también fortalece la formación de profesionales altamente competentes, conscientes del impacto de sus acciones en la salud pública y el bienestar social.

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal diseñar y documentar la estrategia integral para la puesta a punto de los escenarios físicos tipo plantas pilotos de cárnicos y cereales de la UNAD ZCORI, considerando aspectos técnicos, sanitarios, académicos y operacionales. A través de una revisión detallada de literatura reciente, la identificación de necesidades de mejora, y la formulación de propuestas concretas, se busca aportar al fortalecimiento de estos espacios formativos y de producción, asegurando su operatividad bajo criterios de calidad, legalidad y pertinencia educativa.

### **Planteamiento del problema**

En el contexto académico de la UNAD, los escenarios físicos tipo plantas piloto de cárnicos y cereales son esenciales para formar a los estudiantes en el cumplimiento de las normativas colombianas relacionadas con la calidad e inocuidad alimentaria, tales como la Resolución 2674 de 2013, el HACCP, y las NTC ISO 22000:2018 por lo tanto ¿Es posible poner a punto las plantas de procesamiento de alimentos (cárnicos y cereales) de la UNAD-ZCORI?

### **Justificación**

En el contexto académico de la UNAD, los escenarios físicos tipo plantas piloto de cárnicos y cereales son esenciales para formar a los estudiantes en el cumplimiento de las normativas colombianas relacionadas con la calidad e inocuidad alimentaria, tales como la Resolución 2674 de 2013, el HACCP, y las NTC ISO 22000:2018. La implementación de estas normativas en el ámbito educativo contribuye a que los futuros profesionales comprendan la importancia de garantizar la seguridad alimentaria, optimizando los procesos de producción y reduciendo riesgos que puedan comprometer la salud pública.

Este enfoque tiene también un impacto económico, ya que permite que los estudiantes reconozcan la eficiencia de la aplicación de estos estándares para la mejora de la calidad, reduciendo costos asociados a productos defectuosos o contaminados.

Socialmente, el estudio de estos procesos fortalece la responsabilidad social de los futuros profesionales, al entender que la inocuidad de los alimentos impacta directamente en el bienestar de la sociedad. Además, la generación de conocimiento en este contexto académico promueve la investigación sobre nuevas metodologías y tecnologías que mejoren la seguridad y calidad de los productos cárnicos y de cereales, incentivando la innovación en el ámbito de la producción alimentaria y en la formación de expertos capaces de aplicar estos conocimientos en el sector.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar para su aplicación un plan integral de puesta a punto para las plantas de procesamiento de alimentos cárnicos y cereales, que permita optimizar los procesos productivos y asegurar la calidad e inocuidad de los productos, en el marco de los principios académicos y normativos de la UNAD en la cadena de alimentos y afines.

### **Objetivos Específicos**

Desarrollar un programa de capacitación técnica y operativa, enfocado en los principios de la ciencia de los alimentos, seguridad alimentaria y gestión de procesos, asegurando la puesta a punto de las plantas para el apoyo del logro de los resultados de aprendizaje.

Diseñar un conjunto de Procedimientos Operativos Estándar (POEs) para las plantas de alimentos cárnicos y cereales, basado en normativas globales, con el fin que el estudiante mediante las prácticas asegure la inocuidad en las etapas del proceso.

## Marco teórico

### Puesta a punto

La "puesta a punto" en el contexto de las plantas de procesamiento de alimentos se refiere al conjunto de actividades técnicas, logísticas, operativas y de mantenimiento destinadas a preparar y optimizar los equipos, procesos, espacios e instalaciones para garantizar una producción eficiente, segura e inocua de alimentos, cumpliendo con la normatividad vigente y los estándares de calidad.

Álvarez y Ruiz, (2022), nos hablan de que la puesta a punto implica realizar ajustes previos al arranque de una planta industrial con el objetivo de verificar que todos los sistemas mecánicos, eléctricos, de control y sanitarios funcionen de acuerdo con los parámetros establecidos en los manuales operativos y protocolos de validación. Esta etapa incluye inspecciones, limpieza profunda, calibración de equipos, pruebas de funcionamiento y validación de procesos.

Por su parte, Ramírez y Torres (2021), sostienen que la puesta a punto no solo es una fase de verificación técnica, sino también un proceso estratégico que permite identificar cuellos de botella, necesidades de capacitación del personal, ajustes en el flujo de producción, y posibles puntos críticos de control que deben gestionarse para asegurar la inocuidad de los productos alimenticios.

De igual forma, López y Mendoza (2023) afirman que la puesta a punto debe considerarse una herramienta fundamental en la industria alimentaria, ya que su correcta implementación influye directamente en la eficiencia de los procesos, la sostenibilidad operativa, la minimización de desperdicios y el cumplimiento de los requisitos legales y normativos del sector agroalimentario colombiano.

En el caso específico de las plantas de procesamiento de cárnicos y cereales, la puesta a punto reviste una importancia particular debido a la complejidad de sus operaciones, la naturaleza perecedera de las materias primas y los altos estándares de calidad e higiene exigidos por los entes regulatorios. Tal como lo destaca la (FAO, 2020), las industrias alimentarias deben garantizar que sus líneas de producción operen bajo condiciones óptimas antes de iniciar la fabricación, especialmente en contextos académicos como los escenarios físicos de formación profesional.

En concordancia con Rodríguez (2021), la puesta a punto de una planta de procesamiento de alimentos, como las de cárnicos y cereales de la UNAD-ZCORI, constituye un proceso técnico y sistemático que busca garantizar que todas las condiciones físicas, operativas y organizacionales estén alineadas con los estándares normativos y educativos para lograr productos inocuos y de alta calidad, este proceso es esencial para optimizar la eficiencia, minimizar riesgos sanitarios y garantizar el cumplimiento de las regulaciones vigentes.

### ***importancia de la puesta a punto en plantas de procesamiento***

La importancia de la puesta a punto radica en su impacto directo sobre la calidad del producto final, la eficiencia operativa y la conformidad con los requerimientos legales y normativos. Pérez y Guzmán (2021), consideran este proceso actúa como una etapa crítica de prevención que permite anticipar fallas, corregir desviaciones y ajustar los procesos antes del inicio de la producción, lo que se traduce en una mejora significativa de la productividad y la inocuidad alimentaria.

Además, Martínez y Rincón (2022) señalan que una adecuada puesta a punto incrementa la vida útil de los equipos, reduce el desperdicio de materias primas, optimiza el uso de recursos energéticos y garantiza un entorno laboral seguro. Estos beneficios son especialmente relevantes

en las industrias de cárnicos y cereales, donde la manipulación y transformación de alimentos requiere condiciones sanitarias estrictas.

En el ámbito académico y formativo, como en el caso de la UNAD ZCORI, la puesta a punto de las plantas de procesamiento representa una oportunidad de aplicar conocimientos teóricos en escenarios prácticos, reforzando competencias en gestión de la calidad, mantenimiento industrial, inocuidad alimentaria y trabajo colaborativo. Tal como lo expone Morales (2023), preparar adecuadamente una planta piloto también permite medir la efectividad de los programas de formación y actualizar los procedimientos según las innovaciones tecnológicas.

### **Implementación de la puesta a punto**

La implementación de la puesta a punto de una planta exige la consideración de varios elementos clave: diagnóstico inicial, capacitación del personal, gestión logística y control de calidad.

#### ***Diagnóstico Inicial: Listas de Chequeo e Inspecciones Técnicas.***

El diagnóstico de las condiciones de una planta es el primer paso para su puesta a punto. Para ello, se utilizan listas de chequeo estructuradas según la Resolución 2674 y la NTC 5830, las cuales permiten identificar falencias en infraestructura, equipos, higiene, procesos y documentación. Salazar y Mejía (2020), consideran que una evaluación rigurosa basada en listas objetivas permite trazar rutas efectivas de mejora e intervención. Las inspecciones técnicas periódicas aseguran que las correcciones implementadas sean sostenibles en el tiempo.

#### ***Capacitación Técnica y Operativa del Personal***

La formación del recurso humano es un eje estratégico en la puesta a punto. Para Ramírez y Pineda, (2022), la capacitación técnica no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que

refuerza la cultura de la inocuidad. En el contexto de la UNAD, esta capacitación debe abarcar la ciencia de los alimentos, higiene personal, control de peligros, manejo de equipos, y documentación técnica.

### ***Importancia de la capacitación***

El personal que opera equipos en los escenarios físicos tipo plantas piloto debe contar con conocimientos técnicos actualizados sobre procesamiento de alimentos, higiene, seguridad industrial, manejo de maquinaria, control de procesos y gestión de residuos. Esta formación continua es clave para evitar errores operativos, mejorar la eficiencia y reducir riesgos de contaminación (Ortiz & Velásquez, 2022).

En entornos de formación como los escenarios físicos de cárnicos y cereales de la UNAD ZCORI, la capacitación no solo fortalece las competencias de los estudiantes y técnicos, sino que también garantiza la reproducción de condiciones reales de planta, facilitando así la transferencia de tecnología e innovación desde la academia hacia el sector productivo.

### ***Contenidos fundamentales de formación***

Los programas de capacitación deben estar estructurados en módulos teóricos y prácticos, incluyendo al menos los siguientes ejes temáticos (Sánchez & Martínez, 2021):

- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y HACCP.
- Manipulación higiénica de alimentos.
- Seguridad y salud en el trabajo.
- Operación y mantenimiento básico de equipos.
- Protocolos de limpieza y desinfección.
- Gestión de residuos sólidos y líquidos.

Así mismo, es fundamental incluir formación en análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), ya que permite al personal anticiparse a eventos de riesgo que puedan comprometer la inocuidad del alimento (FAO & OMS, 2020).

### ***Estrategias para la implementación de programas de formación***

Para lograr una capacitación efectiva, se recomienda utilizar metodologías activas de aprendizaje como simulaciones, estudios de caso, talleres prácticos, rotación por áreas y uso de fichas técnicas. También, es importante realizar evaluaciones periódicas de competencias mediante listas de chequeo, rúbricas de desempeño y retroalimentación continua (Montoya, 2023).

De igual forma, la implementación de plataformas virtuales complementa el aprendizaje presencial, permitiendo el acceso a manuales, guías, videos tutoriales y normativas actualizadas. Esta estrategia es especialmente útil en instituciones de educación a distancia como la UNAD.

La dirección de programas académicos y los responsables de planta deben establecer un plan anual de formación y actualización, definiendo responsables, frecuencia, temáticas y mecanismos de seguimiento. La capacitación también debe estar alineada con los estándares exigidos por entidades como el INVIMA, el ICONTEC y los sistemas internacionales de calidad (ISO 22000, ISO 9001).

Una adecuada trazabilidad de la capacitación puede lograrse mediante la creación de registros, actas de asistencia, evaluaciones de conocimiento y hojas de vida del personal operativo (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2021).

### ***Almacenamiento, Logística y Gestión de Residuos***

Una adecuada gestión del almacenamiento garantiza la conservación de la calidad de los productos procesados. Según la NTC 1325:1998, los productos cárnicos deben mantenerse en

condiciones de temperatura controlada y humedad relativa específica. En el caso de cereales, la gestión de la humedad del grano es crucial para evitar proliferación de hongos o insectos (ICONTEC, 2021).

La logística debe incluir control de inventarios, rotación (PEPS), y segregación por tipo de producto. La gestión de residuos, por su parte, debe ajustarse al Plan de Saneamiento Básico (PSB) y orientarse a minimizar el impacto ambiental.

### ***Control de Calidad y Pruebas Microbiológicas***

El aseguramiento de la calidad implica el monitoreo continuo de variables clave del proceso y la ejecución de pruebas de laboratorio. Según la NTC ISO 22000, la validación de las condiciones microbiológicas de las instalaciones es esencial para certificar la seguridad del producto final.

Las pruebas más frecuentes incluyen análisis de aerobios mesófilos, coliformes, *E. coli*, *Salmonella spp.* y *Staphylococcus aureus* (ICONTEC, 2021). Estas actividades deben ser parte del currículo académico para fortalecer la formación aplicada.

### **Planta piloto**

Una planta piloto es una instalación a pequeña escala que simula los procesos de una planta industrial real, diseñada para evaluar, investigar, capacitar y optimizar procesos antes de su aplicación a gran escala. Estas plantas son fundamentales en contextos académicos e industriales para reducir riesgos, validar tecnologías y formar profesionales en entornos controlados.

Según González y Herrera (2021), nos dicen que una planta piloto es “una unidad experimental diseñada para evaluar la viabilidad técnica y económica de un proceso industrial,

permitiendo realizar pruebas de operación, control de calidad, eficiencia energética y escalamiento”.

De acuerdo con (Moreno 2020), las plantas piloto “constituyen un eslabón fundamental entre el laboratorio y la planta industrial, ya que permiten simular a pequeña escala las condiciones reales de producción, facilitando la toma de decisiones técnicas antes de una inversión a gran escala”.

En cambio, para (Velásquez & Patiño 2023), estas instalaciones también cumplen una función educativa clave en universidades y centros de formación técnica, como la UNAD, donde sirven como escenario para la enseñanza práctica, la validación de tecnologías emergentes y la formación de competencias técnicas.

En el caso de la UNAD ZCORI, los escenarios físicos tipo plantas piloto de cárnicos y cereales permiten a los estudiantes adquirir experiencia en el manejo de equipos industriales reales, aplicar normativas sanitarias, desarrollar productos alimenticios y comprender la lógica de un proceso agroindustrial completo, desde la recepción de materia prima hasta el empaque final.

### ***Implementación de una planta piloto***

La implementación de una planta piloto en el contexto agroindustrial implica una serie de etapas planificadas que permiten establecer un espacio físico, técnico y formativo donde se simulan procesos industriales reales a menor escala. Esta implementación no solo tiene un fin técnico, sino también pedagógico, especialmente en entornos universitarios y de formación profesional como los escenarios físicos tipo plantas piloto de la UNAD ZCORI.

Según (Ortega y Morales, 2021), la implementación de una planta piloto debe contemplar desde el diseño de la disposición de equipos, hasta la selección de tecnologías apropiadas, la

definición de protocolos de operación, la capacitación del personal y la validación de procesos bajo criterios de eficiencia, calidad e inocuidad.

La puesta en marcha de una planta piloto requiere una planificación detallada, que incluye:

- Estudio de viabilidad técnica y económica.
- Diseño físico y funcional de las instalaciones.
- Selección y adquisición de equipos adecuados para el tipo de proceso a replicar (por ejemplo, cortadoras, hornos, amasadoras, embutidoras en el caso de cárnicos; o molinos, cernidores y hornos para cereales).
- Acondicionamiento del espacio físico, garantizando condiciones higiénico-sanitarias, ventilación, iluminación y seguridad.
- Desarrollo de manuales operativos y fichas técnicas para cada equipo.
- Capacitación al personal técnico y operativo.
- Validación de los procesos mediante pruebas de control de calidad y eficiencia.

De acuerdo con Herrera & Castañeda, (2023), las plantas piloto cumplen un rol crucial en la transferencia de tecnología, ya que permiten ensayar nuevas formulaciones, probar materiales, simular fallas y establecer puntos críticos de control antes de su aplicación a escala comercial.

Como lo expone Martínez (2022), En el ámbito educativo, implementar una planta piloto permite a los estudiantes familiarizarse con entornos productivos reales, desarrollar competencias técnicas específicas, aplicar normativas sanitarias y comprender los principios de la ingeniería de alimentos desde una perspectiva práctica e integrada.

Finalmente, la implementación los escenarios físicos tipo plantas piloto deben enmarcarse en la normatividad vigente (como las resoluciones del INVIMA y los lineamientos

del Ministerio de Salud), asegurando que las condiciones de diseño, operación y mantenimiento cumplan con los estándares requeridos para la producción de alimentos seguros y de calidad.

### **Normativa sanitaria y técnica aplicable (INVIMA, BPM, HACCP)**

La operación segura y eficiente de los escenarios físicos tipo plantas piloto para el procesamiento de alimentos debe regirse por un conjunto de normativas técnicas y sanitarias que garanticen la inocuidad, calidad y legalidad del producto final. En Colombia, estas regulaciones son establecidas principalmente por la Resolución 2674 de 2013, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), el Ministerio de Salud y Protección Social, y organismos internacionales como la FAO y la OMS. A continuación, se enfatiza en algunos aspectos.

#### **INVIMA y la normatividad nacional.**

El INVIMA, como autoridad sanitaria en Colombia, establece requisitos específicos para la fabricación, almacenamiento y comercialización de alimentos procesados. Los escenarios físicos tipo plantas piloto universitarias, aunque no siempre estén dedicadas a la venta directa, deben cumplir con esta normatividad para simular fielmente un entorno de producción real.

La Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud establece los requisitos sanitarios para la fabricación de alimentos en Colombia. Entre sus aspectos clave se destacan:

- Autorización sanitaria para funcionamiento.
- Buenas prácticas de manufactura obligatorias.
- Capacitación continua del personal manipulador.
- Sistema de aseguramiento de calidad.

De acuerdo con (Forero y Guzmán 2021), aunque los escenarios físicos tipo plantas piloto no necesariamente requieren licencia de funcionamiento comercial, deben adherirse a los

principios y prácticas que se exigen en plantas a escala industrial, como parte de su valor educativo y formativo.

### ***Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)***

Las BPM son un conjunto de normas y procedimientos obligatorios que aseguran que los alimentos sean producidos bajo condiciones higiénico-sanitarias adecuadas. Su aplicación es fundamental en cualquier planta de procesamiento, incluida los escenarios físicos tipo plantas piloto, ya que permite minimizar riesgos de contaminación física, química o biológica.

Según el Ministerio de Salud y Protección Social (2022), las BPM comprenden aspectos como: diseño higiénico de instalaciones, control de agua y materias primas, higiene del personal, manejo de residuos, limpieza y desinfección de equipos, control de plagas, almacenamiento, y trazabilidad de procesos. Por su parte, Castaño (2023), señala que el cumplimiento de las BPM en los escenarios físicos tipo plantas piloto no solo garantiza la seguridad de los productos desarrollados, sino que también constituye un componente clave para la formación técnica de los estudiantes y futuros operadores del sector agroalimentario.

### ***Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)***

El sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es una herramienta preventiva clave para asegurar la inocuidad de los alimentos. Según la NTC 5500: 2021, su implementación permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad alimentaria, para dar cumplimiento al sistema HACCP primero se deben tener implementado los programas prerrequisito del plan de saneamiento básico como lo son: limpieza y desinfección, control integrado de plagas, y residuos sólidos, con ellos se reducen los peligros generales y así poder identificar los puntos críticos de control específicos. En contextos educativos como el de la UNAD-ZCORI, el HACCP permite la enseñanza aplicada de los

riesgos microbiológicos y la validación de controles críticos. (Gómez y Castro 2021) afirman que integrar HACCP con la capacitación técnica fortalece la formación de profesionales altamente calificados en inocuidad. Asimismo, Pérez (2020), la adopción del HACCP en ambientes formativos como laboratorios universitarios fortalece las competencias profesionales de los estudiantes, al permitirles aplicar herramientas reales de control y monitoreo de procesos.

El HACCP es un sistema preventivo orientado a identificar, evaluar y controlar los peligros significativos para la inocuidad alimentaria. Aunque su implementación formal no siempre es obligatoria en los escenarios físicos tipo plantas piloto, su aplicación es altamente recomendable.

Asimismo, es importante considerar la normatividad vigente, tanto nacional como internacional, aplicable a las operaciones de la planta. Estas regulaciones establecen los requisitos sanitarios, de seguridad y de calidad que deben cumplirse para garantizar el correcto funcionamiento de los procesos y el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

### ***Normativas Nacionales e Internacionales Aplicables***

La operación de plantas de alimentos debe ajustarse a diversas normativas que rigen los aspectos técnicos, higiénicos y de control sanitario. Entre las principales se destacan:

- Resolución 2674 de 2013: regula los requisitos sanitarios de los productos alimenticios (Ministerio de Salud, 2013).
- Decreto 60 de 2002: establece condiciones higiénico-sanitarias para establecimientos procesadores (República de Colombia, 2002).
- NTC 5830:2021: define buenas prácticas de manufactura en alimentos procesados (ICONTEC, 2021).

- NTC ISO 22000:2018: especifica requisitos para sistemas de gestión de inocuidad alimentaria (ISO, 2018).

Estas normas son complementadas con regulaciones específicas como el Decreto 1500 de 2007, Decreto 2270 de 2012, y Decreto 2016 de 2023, que fortalecen el marco regulatorio para la industria cárnica, incluyendo requisitos de inspección, trazabilidad y condiciones estructurales así como ISO 20483:2013, Resolución 288 de 2020 y NTC 3547, NTC 5466, NTC 267. Para aplicar correctamente la normativa vigente en una planta de alimentos, es fundamental considerar los distintos programas prerrequisitos, los cuales facilitan una adecuada puesta a punto y aseguran el cumplimiento efectivo de los requisitos establecidos. Entre estos programas prerrequisitos se encuentran:

### **Procedimientos Operativos Estandarizados (POEs)**

Los POEs son documentos que describen paso a paso las actividades operativas de una planta, permitiendo la estandarización, trazabilidad y control de calidad. Estos procedimientos deben elaborarse considerando normas BPM, HACCP e ISO, y ser comprendidos por todo el personal (FAO, 2021). En la UNAD-ZCORI, estos procedimientos deben adaptarse a las condiciones académicas, permitiendo prácticas de laboratorio seguras y replicables. Entre los POEs más relevantes se encuentran los relacionados con limpieza y desinfección, manipulación de materias primas, control de temperaturas, y trazabilidad documental.

### ***Importancia de la implementación de POES***

La implementación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) es fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos procesados en los escenarios físicos tipo plantas piloto, especialmente en aquellas dedicadas a productos cárnicos y cereales como las de la UNAD ZCORI. Estos procedimientos constituyen una herramienta

preventiva que asegura la limpieza y desinfección de instalaciones, equipos, utensilios y superficies, reduciendo el riesgo de contaminación microbiana, física o química (INVIMA 2021).

### ***Beneficios de su implementación de POES***

Entre los beneficios más destacados de implementar correctamente los POES, se encuentran:

- Reducción del riesgo de contaminación cruzada y proliferación de microorganismos.
- Mejor control de calidad y cumplimiento con auditorías sanitarias (internas y externas).
- Mayor vida útil de los productos al minimizar deterioro por agentes externos.
- Prevención de sanciones regulatorias por parte de entidades como INVIMA.
- Mejor aprovechamiento de recursos y optimización del tiempo operativo

(Londoño & Herrera, 2021).

### ***Rol de los POES en la inocuidad alimentaria.***

Según Salazar (2022), los POES son parte de los prerrequisitos indispensables para la implementación de sistemas más complejos como el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). A través de estos procedimientos, se estandarizan actividades como la limpieza diaria de áreas de producción, desinfección de equipos antes y después del uso, control de plagas, disposición de residuos, y monitoreo de higiene del personal.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS 2020) resalta que una correcta aplicación de los POES contribuye directamente a la disminución de enfermedades transmitidas

por alimentos (ETAs), así como al cumplimiento de estándares nacionales e internacionales en sanidad alimentaria, como los establecidos por el Codex Alimentarius.

***POES en contextos académicos y escenarios físicos tipo plantas piloto***

En entornos académicos como los escenarios físicos tipo plantas piloto de cárnicos y cereales de la UNAD, los POES no solo tienen un fin sanitario, sino también pedagógico. Según Rojas y Peña (2023), su implementación permite que estudiantes y técnicos comprendan la importancia de la higiene industrial y adquieran competencias alineadas con los requerimientos del sector productivo, favoreciendo su empleabilidad y adaptación al entorno laboral real.

Los POES deben estar claramente documentados, ser específicos para cada equipo o proceso, y ser revisados periódicamente. Incluyen instrucciones detalladas sobre qué se debe limpiar, cómo, con qué frecuencia, qué productos químicos usar, qué responsables están asignados y cómo verificar su cumplimiento Ministerio de Salud y Protección Social, (2022).

## **Metodología**

El diseño metodológico es de tipo experimental y se fundamenta en estándares técnicos establecidos. Este enfoque metodológico integra dichos estándares con elementos del diseño de planta y con las necesidades educativas específicas para las que fue concebido el proyecto. En ese orden de ideas, la metodología se divide en tres fases en coherencia con los objetivos propuestos.

La Fase uno corresponde al Programa de capacitación para la puesta a punto. Esta etapa incluye la revisión bibliográfica y el desarrollo de un programa de capacitación técnica y operativa, enfocado en los principios de la ciencia de los alimentos, la seguridad alimentaria y la gestión de procesos. Su propósito es asegurar la puesta a punto de las plantas y apoyar el logro de los resultados de aprendizaje. La Fase dos consiste en el diseño de un conjunto de Procedimientos Operativos Estándar (POEs) para las plantas de alimentos cárnicos y cereales. Esta fase inicia con un diagnóstico mediante una lista de chequeo basada en la Resolución 2674:2013, seguido por el diseño de los POEs propiamente dichos.

La Fase tres corresponde a la implementación práctica del plan. En esta etapa se ejecutan pruebas simuladas en las áreas de cárnicos y cereales, con el fin de verificar la operatividad de los equipos, la aplicación correcta de los manuales de uso y la estandarización de los procedimientos. Incluye un encuentro práctico en uno de los escenarios físicos, supervisado por el personal docente, la revisión y actualización de manuales e instructivos, así como la elaboración de material audiovisual accesible mediante códigos QR, complementado con manuales físicos o digitales. El propósito de esta fase es validar en condiciones reales la funcionalidad del sistema y garantizar que el personal cuente con herramientas claras y actualizadas, promoviendo la estandarización de procesos, la mejora continua y la transferencia

de conocimiento en los escenarios de formación. En conjunto, las fases propuestas permiten optimizar los procesos productivos y asegurar la calidad e inocuidad de los productos, en el marco de los principios académicos y normativos de la UNAD en la cadena de alimentos y afines.

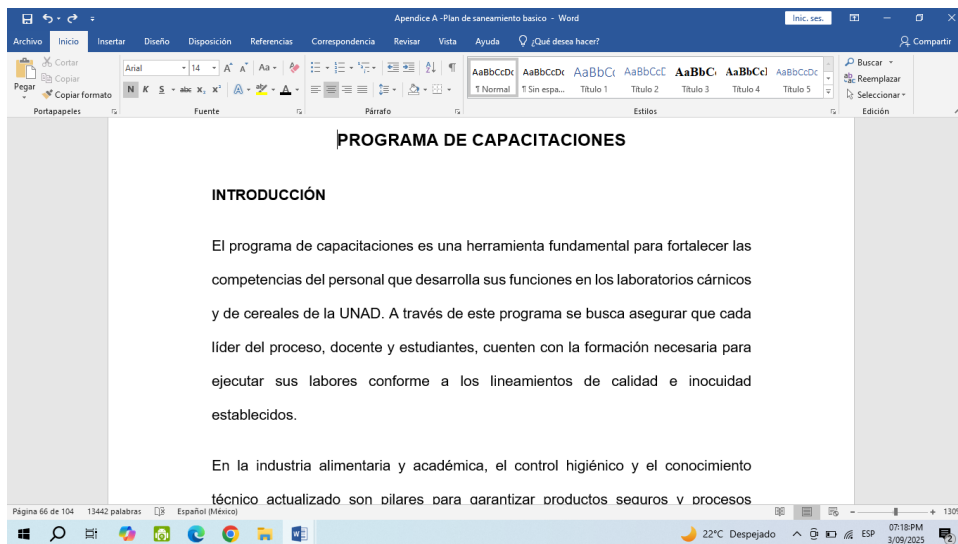
## Resultados y análisis de resultados

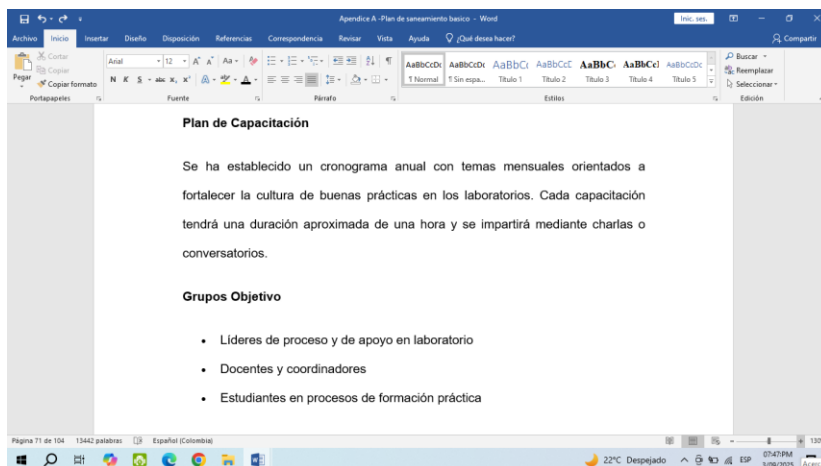
La implementación de la metodología propuesta, estructurada en tres fases, permitió alcanzar avances significativos en la optimización de los procesos productivos y en el aseguramiento de la calidad e inocuidad de los productos elaborados en las plantas de alimentos cárnicos y de cereales.

Para desarrollar la Fase 1 se diseñó un programa de capacitación para puesta a punto como lo muestra de manera detallada el apéndice A. Las figuras 1 y 2 muestran la manera como se ve el documento Word diseñado.

### Figura 1

#### *Programa de capacitación*



**Figura 2***Plan de capacitación*

Por otra parte, para esta misma fase se diseñó e inició la implementación de un Plan de Saneamiento Básico como programa prerrequisito establecido en la Resolución 2674 de 2013, enfocado específicamente en los escenarios físicos de cárnicos y cereales de la UNAD. Este plan integró los componentes de limpieza y desinfección, manejo integral de residuos, control de plagas, abastecimiento de agua, con el objetivo de garantizar condiciones higiénico-sanitarias óptimas para las actividades académicas y productivas. Para su ejecución, se elaboró un cronograma anual de capacitación alineado con el calendario académico institucional, orientado a fortalecer la cultura de buenas prácticas de manufactura en todos los niveles de operación de los escenarios físicos.

Durante el periodo de desarrollo del presente proyecto se definió la estructura del programa de capacitación, tomando como base las necesidades académicas y operativas identificadas para el año en curso. Este plan quedó documentado y formalizado, estableciendo lineamientos claros para su posterior implementación por parte de los docentes y/o profesionales responsables, dado que, en calidad de estudiante, no corresponde ejecutar directamente las actividades de formación. El programa contempla las actividades a desarrollar, grupo objetivo, la

metodología, el registro de asistencia y la aplicación de evaluaciones que será suministrada por el docente y/o profesional encargado en cada sesión para garantizar el seguimiento y la retroalimentación del aprendizaje. Asimismo, se diseñó un cronograma preliminar con sesiones mensuales de una hora de duración, empleando metodologías participativas como charlas, conversatorios y ejercicios prácticos, apoyadas en recursos didácticos variados (diapositivas, videos explicativos, guías impresas y material audiovisual complementario) que faciliten la apropiación de los contenidos y la estandarización de los procesos en el marco de la puesta a punto.

En la fase 2 (Diseño de Procedimientos Operativos Estándar – POES) se desarrolló un diagnóstico inicial mediante una lista de chequeo elaborada con base en los criterios de la Resolución 2674:2013, documento que establece los requisitos sanitarios para la fabricación, procesamiento y manipulación de alimentos en Colombia. Este análisis se presenta de manera detallada en el Apéndice B y la Figura 3 muestra cómo se visualiza en Word.

### Figura 3

#### Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO			
Ítem	Criterio a evaluar	Cumple (Sí / No / Parcial)	Observaciones
1	Se dispone de un procedimiento documentado para la limpieza y desinfección de equipos.	No	se debe diseñar un paso a paso para cada equipo
2	El procedimiento describe claramente los pasos secuenciales (prelavado, lavado, enjuague, desinfección, secado).	No	
3	Se utilizan productos autorizados por el INVIMA para limpieza y desinfección.	No	se debe realizar un estudio en el mercado dejando por escrito y especificado cual sería los productos aptos a utilizar en la L & D
4	Los productos están correctamente rotulados y almacenados en lugares adecuados.	No	Despues de estabecer los productos dejaros debidamente rotulados
5	Se cuenta con una frecuencia definida para la limpieza de cada equipo (diaria, semanal, por uso).	No	dejar establecido la frecuencia
6	El personal encargado está capacitado y utiliza elementos de protección personal (guantes, tapabocas, gafas).	Parcial	se debe realizar capacitacion continua para obtener mejores resultados
7	Existen bitácoras o registros de limpieza con fecha, hora, responsable y observaciones.	No	Se debe realizar y diligenciar formato de L & D para su debido seguimiento
8	Los equipos se encuentran libres de residuos visibles de alimentos o productos químicos.	Si	
9	Se mantiene separación entre áreas sucias y limpias para evitar la recontaminación.	Parcial	
10	Las superficies de los equipos están hechas de materiales lavables, no tóxicos y resistentes a la corrosión.	Si	
11	Se cuenta con un sistema de agua potable para las labores de limpieza.	No	se debe establecer este requisito en un programa de agua potable
12	Se hace mantenimiento preventivo de los equipos para asegurar su fácil limpieza (sin partes oxidadas o rotas).	Si	
13	Los equipos desmontables se desarman para una limpieza más efectiva, según indicaciones del fabricante.	Si	

*Nota.* Ministerio de salud y protección social. (2013) lista de chequeo, Resolución 2674 de 2013. Capítulo VI, plan de saneamiento (limpieza y desinfección) Tomado de [https://www.invima.gov.co/sites/default/files/normatividad/normatividad-interna/resoluciones/alimentos/RESOLUCION\\_2674\\_2013.pdf](https://www.invima.gov.co/sites/default/files/normatividad/normatividad-interna/resoluciones/alimentos/RESOLUCION_2674_2013.pdf)

Esa lista de chequeo permitió identificar no conformidades principalmente asociadas a las prácticas de limpieza y desinfección en los escenarios físicos de cárnicos y cereales.

Los ítems evaluados en total son 13 los cuales se clasifican de la siguiente manera:

Cumple (Sí): 4 ítems → 30,8 %

No cumple: 7 ítems → 53,8 %

Cumple parcialmente: 2 ítems → 15,4 %

Según la información anterior el nivel de cumplimiento en los criterios de limpieza y desinfección es bajo (30,8 %), con más de la mitad de los ítems en estado de no conformidad (53,8 %). Los aspectos más críticos corresponden a la falta de procedimientos documentados, uso de productos autorizados, rotulado y almacenamiento correcto, definición de frecuencias de limpieza, registros formales y acceso a agua potable.

Los puntos parcialmente cumplidos muestran avances en el uso de elementos de protección personal como guantes y tapabocas, del mismo modo una capacitación básica de los mismos, la separación de áreas limpias y sucias, aunque requieren fortalecimiento. Los ítems cumplidos están relacionados con condiciones visibles de limpieza, superficies adecuadas, mantenimiento preventivo y desmontaje de equipos.

En el siguiente cuadro se muestra un breve resumen de la información:

**Tabla 1**

*Porcentaje de cumplimiento basado en la lista de chequeo*

Cumplimiento	Ítems	Porcentaje
Sí	4	30,8 %
No	7	53,8 %
Parcial	2	15,4 %
<b>Total</b>	13	100 %


Con base en estos hallazgos, como se muestra en los análisis anteriores, en el Apéndice B y sus observaciones para mejora, se diseñaron POES específicos para cada equipo, siguiendo

la estructura recomendada por la normativa nacional (Resolución 2674:2013) y complementada con lineamientos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). La elaboración de cada POES respondió a un criterio técnico: “incluir únicamente la información necesaria para garantizar la correcta ejecución, control y verificación de las actividades, evitando datos irrelevantes que pudieran generar ambigüedades o duplicidad de funciones”.

La estructura de cada POES se muestra de manera detallada en el apéndice B y se observa en la Figura 4:

Figura 4

## Procedimiento operativo estandarizado (POES)

Molino de Carnes MC 12 - 16								
Objetivo	Establecer un procedimiento estandarizado para la limpieza y desinfección del molino de carnes MC 12 - 16, garantizando la inocuidad de los productos, el cumplimiento de las normas sanitarias y el correcto funcionamiento del equipo.							
Alcance	Aplica al molino de carnes MC 12 - 16 utilizado en el área de procesamiento del laboratorio cárnico.							
Que limpiar	No	Como limpiar y desinfectar	Con que	Concentracion	Frecuecnia	Responsble	Reonsable de verificacion	Registro
	1	<b>Desconectar</b> el equipo de la corriente eléctrica.			Al finalizar proceso	Estudiante asignado	Docente responsable	Formato de registro de verificación de L y D de áreas y equipos
	2	<b>Desarmar</b> las partes removibles: bandeja, tornillo sin fin, cuchilla, placa, tolva.	Guantes, gafas, tapabocas					
	3	<b>Enjuagar</b> con agua potable para remover residuos gruesos.	Guantes, gafas, tapabocas					
	4	<b>Lavar</b> con agua y detergente neutro usando cepillos o esponja.	Cepillos de cerdas plásticas o esponja, detergente (Degratec 18)	al 3% equivale a 30ml x litro de agua				
	5	<b>Enjuagar</b> con abundante agua potable.	Agua potable					
	6	<b>Aplicar desinfectante</b> en todas las superficies en contacto con el alimento. Dejar actuar por 10 minutos	Desinfectante (Citrosan o hipoclorito)	Citrosan 3ml x litro de agua / hipoclorito al 13% 3.8ml x litro de agua				
	7	<b>Dejar secar</b> al aire o usar paños limpios.	Paños de microfibra o desechables					
	8	<b>Volver a armar</b> el equipo para el siguiente uso-						
ELABORADO POR:		Jessica A. Gamboa Z.		REVISADO POR		Martha Barrera Hernandez		

El procedimiento operativo estandarizado (POES) contiene:

**Objetivo.** Define la finalidad del procedimiento, asegurando la correcta limpieza y desinfección de los equipos, con el propósito de garantizar la inocuidad de los productos, prolongar la vida útil de los equipos y cumplir con la normativa sanitaria vigente.

**Alcance.** Especifica las áreas y equipos a los que aplica el procedimiento (por ejemplo: molino de carnes, cutter, sierra, embutidora, batidora-amasadora, horno rotatorio), así como el personal autorizado para su ejecución.

**Qué limpiar.** Identifica las partes y superficies críticas del equipo que requieren limpieza y desinfección, incluyendo áreas de contacto con el producto, superficies externas y componentes desmontables.

***Cómo limpiar.*** Describe paso a paso la secuencia de actividades para retirar residuos, aplicar detergente, enjuagar, aplicar desinfectante, enjuagar nuevamente si es necesario, y dejar secar al aire.

***Con qué limpiar.*** Indica los implementos y productos de limpieza a utilizar, tales como escobas, cepillos, esponjas, baldes, traperos y haraganes, asegurando que estén previamente desinfectados y en buen estado.

***Concentración.*** Señala la concentración exacta de los detergentes y desinfectantes aprobados, así como el modo de preparación y el tiempo de contacto necesario para asegurar su eficacia antimicrobiana.

***Frecuencia.*** Define la periodicidad de las actividades de limpieza y desinfección (por ejemplo: después de cada uso, diariamente, semanalmente o de acuerdo con el nivel de uso del equipo).

***Responsable de ejecución.*** Identifica a la persona encargada de realizar la limpieza (estudiante asignado para la práctica).

***Responsable de verificación.*** Determina quién supervisa y valida la correcta ejecución del procedimiento (docente responsable del laboratorio).

***Registro.*** Indica el formato establecido donde se documenta la actividad, incluyendo fecha, hora, nombre del ejecutor, observaciones y firma del verificador, con el fin de garantizar trazabilidad y control.

En cuanto a los productos de limpieza y desinfección, se optó por insumos provenientes de empresas certificadas, seleccionados por su eficacia antimicrobiana, seguridad para el personal manipulador y bajo impacto ambiental. por ejemplo, el jabón como lo es degratec ® 18 es un poderoso desengrasante, especialmente formulado para la limpieza de superficies en

general, su pH balanceado garantiza la protección de equipos y productos por efectos de corrosión. es un producto altamente capacitado para la limpieza en la industria de alimentos por su bajo nivel de soda libre. es seguro tanto para los operarios como para el medio ambiente. en su formulación no posee ningún tipo de fosfatos causantes de la eutrofización en lagos y lagunas. Además, es un producto competitivo en el mercado, los desinfectantes como el citrosan es un novedoso, seguro y efectivo desinfectante fungicida y bactericida de origen natural, de amplio espectro germicida, formulado para aplicación directa a alimentos sin necesidad de enjuague. tiene como ingrediente activo una mezcla balanceada de sanitizantes de origen natural como extracto de semillas de cítricos, y 3 ácidos orgánicos. La fórmula de citrosan está perfectamente diseñada para ser usada tanto en alimentos directamente, como en superficies. hipoclorito de sodio AL 13% Es un producto elaborado a base de hipoclorito de sodio de alta calidad con gran poder desinfectante y desodorizante, cumpliendo las normas de concentración requerida. Es altamente eficaz contra bacterias, algas, hongos y otros microorganismos peligrosos causantes de enfermedades. Gracias a su concentración real, puede estar seguro en las diluciones recomendadas. Está formulado para limpieza y desinfección de baños, pisos, paredes, cocinas, tratamiento de aguas, control de plagas, desodorización de aguas industriales, entre otros. Estos productos fueron previamente evaluados y estandarizados para garantizar un entorno higiénico, seguro y en concordancia con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

La preparación general para los procesos de limpieza incluye la recolección y disposición previa de todos los implementos necesarios, tales como escobas, cepillos, esponjas, baldes, haraganes y traperos, así como guantes, cubetas y paños de microfibra o desechables, verificando que cada uno se encuentre en buen estado funcional y libre de daños. Estos elementos deben estar previamente lavados y desinfectados para evitar la contaminación cruzada y garantizar un

entorno higiénico desde el inicio. Esta organización previa se realiza con el fin de optimizar el tiempo de ejecución de las tareas, evitar interrupciones por falta de materiales, asegurar la correcta aplicación de los procedimientos de limpieza y cumplir con los estándares establecidos en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Además, permite mantener un flujo de trabajo ordenado, seguro y eficiente, reduciendo el riesgo de accidentes y mejorando la eficacia del proceso.

La implementación de un protocolo que integra la selección de productos de limpieza y desinfección certificados con la preparación anticipada de implementos refleja un alto nivel de control en las prácticas higiénicas. El uso de insumos como degratec® 18, citrosan y el hipoclorito de sodio al 13% asegura una cobertura eficaz contra patógenos, protección de equipos y reducción del impacto ambiental, garantizando el cumplimiento de las BPM y la normativa vigente. Asimismo, la disposición previa de herramientas en buen estado y previamente desinfectadas previene la contaminación cruzada, optimiza los tiempos de trabajo y reduce riesgos operativos. En conjunto, estas acciones no solo cumplen con los estándares sanitarios, sino que mejoran la eficiencia del proceso y consolidan una cultura organizacional orientada a la inocuidad y la seguridad.

Asimismo, la fase 3 correspondió a la etapa de implementación práctica del plan, la cual fue ejecutada de manera integral en el área de cárnicos por facilidad de manejo en dicha planta de los ítems propuestos en esta fase. Durante esta fase se llevó a cabo una prueba simulada para verificar la operatividad de los equipos, la correcta aplicación de los manuales de uso y la estandarización de los procedimientos definidos en fases anteriores.

Se realizó un componente práctico en el escenario físico de cárnicos, bajo la supervisión del personal docente, en el que se explicó a los estudiantes el manejo de los equipos, las recomendaciones de seguridad y los cuidados necesarios para su uso responsable. Así mismo, se revisaron y actualizaron los manuales e instructivos como se muestra de manera detallada en el apéndice C y se pueden observar en las figuras 5 y 6, generando material audiovisual de cada máquina y convirtiéndolo en códigos QR para facilitar el acceso a la información. Estos materiales se complementaron con manuales digitales, los materiales se dispondrán en cada uno de los escenarios físicos de la universidad, ubicados estratégicamente en espacios accesibles y visibles, con el propósito de garantizar su disponibilidad permanente como recurso didáctico para todo el personal.

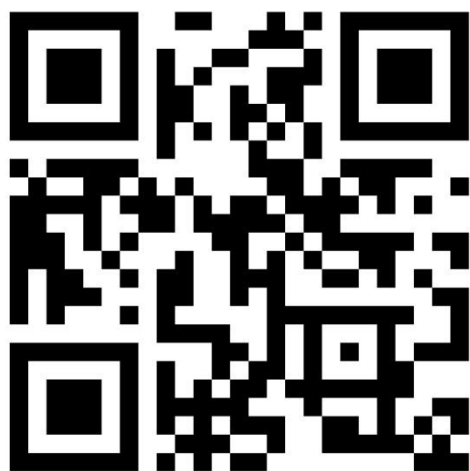
La implementación permitió verificar condiciones reales y evidenciar que para la funcionalidad del sistema y la utilidad de este es de suma importancia tener los instructivos actualizados con el fin de reforzar el conocimiento de los estudiantes y/o personal que requiera el uso de los equipos. Como evidencia, se cuenta con material fotográfico de las actividades realizadas. La implementación permite asegurar la estandarización de procesos, promover la mejora continua y facilitar la transferencia de conocimiento en los escenarios de componente prácticos de formación.

**Figura 5**

*componente práctico en el escenario físico de cárnicos*

**Figura 6**

*QR material audiovisual como instructivo de manual de uso de los equipos*



Molino de Carne MC12-16

## Conclusiones

La formulación del plan integral de puesta a punto permitió establecer lineamientos técnicos, operativos y normativos que contribuyen a optimizar los procesos en las plantas de cárnicos y cereales de la UNAD, asegurando la calidad e inocuidad de los productos elaborados.

El diseño del programa de capacitación técnica y operativa se consolidó como una herramienta fundamental para la transferencia de conocimientos en ciencia de los alimentos, seguridad alimentaria y gestión de procesos, fortaleciendo la formación académica y práctica de los estudiantes y docentes.

La implementación de un cronograma de capacitación alineado con el calendario académico garantiza la sostenibilidad del proceso formativo, promoviendo la cultura de buenas prácticas de manufactura en los escenarios de formación y en la operación de las plantas.

La elaboración de Procedimientos Operativos Estándar (POES) específicos para cada equipo permitió estandarizar y dejar documentado para su implementación las actividades de limpieza, desinfección y verificación, minimizando riesgos de contaminación y mejorando la trazabilidad en los procesos productivos.

La propuesta de incorporación de insumos de limpieza y desinfección certificados, ambientalmente seguros y avalados normativamente, tras su implementación refleja el compromiso institucional con la sostenibilidad, la seguridad ocupacional y el cumplimiento de las regulaciones sanitarias vigentes.

La fase práctica ejecutada en el área de cárnicos evidenció la validación, la operatividad de los equipos, la actualización de manuales y la estandarización de procedimientos, lo que contribuye a la transferencia de conocimiento, al uso responsable de los recursos y al fortalecimiento de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

## Recomendaciones

Implementación progresiva del plan: Se recomienda que la puesta a punto se ejecute de manera gradual en ambos escenarios (cárnicos y cereales), priorizando las áreas con mayores no conformidades, para garantizar un proceso controlado y sostenible.

Fortalecimiento de la capacitación continua: Es fundamental mantener un programa de formación permanente para estudiantes y docentes, con actualizaciones periódicas en normatividad, nuevas tecnologías de procesamiento y buenas prácticas de manufactura.

Monitoreo y evaluación de los POES: Se sugiere establecer un sistema de seguimiento con indicadores de cumplimiento, que permita evaluar la efectividad de los procedimientos, detectar oportunidades de mejora y asegurar la inocuidad de los productos.

Actualización de manuales y recursos didácticos: Se recomienda revisar y actualizar los manuales, instructivos y materiales audiovisuales cada periodo académico, garantizando que se adapten a los cambios tecnológicos, normativos y pedagógicos.

Extensión del modelo a otros laboratorios de alimentos: Una vez consolidada la experiencia en cárnicos y cereales, el plan integral puede replicarse en otros escenarios académicos de la UNAD, contribuyendo a la estandarización institucional de los procesos formativos en alimentos.

### Referencias Bibliográficas

- Álvarez, S., & Ruiz, M. (2022). Optimización y mantenimiento en plantas agroindustriales. Editorial Ingeniería y Procesos.
- Castaño, D. (2023). Buenas prácticas de manufactura en ambientes académicos: Aplicación en plantas piloto de alimentos. *Revista Colombiana de Tecnología y Ciencia de los Alimentos*, 15(1), 25–34. <https://doi.org/10.32776/rcal.v15n1.305>
- Codex Alimentarius. (2020). Principios generales de higiene de los alimentos. FAO/OMS.
- FAO. (2020). Manual de buenas prácticas en plantas procesadoras de alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- FAO. (2021). Manual de prácticas higiénicas para la industria alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO/OMS. (2020). Codex Alimentarius: Principios Generales de Higiene de los Alimentos CXC 1-1969. Recuperado de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Forero, J., & Guzmán, M. (2021). Marco regulatorio del INVIMA para laboratorios universitarios de procesamiento de alimentos en Colombia. *Revista de Legislación Sanitaria*, 9(2), 87–95.
- García, P., & López, M. (2021). Formación del personal y sostenibilidad en sistemas de calidad alimentaria. *Revista de Tecnología de Alimentos*, 15(2), 45-56.
- Gómez, A., & Castro, J. (2021). Implementación de sistemas HACCP en ambientes educativos. *Revista Colombiana de Inocuidad Alimentaria*, 4(2), 55-66.
- González, L., & Herrera, D. (2021). Procesos a escala piloto en ingeniería de alimentos. *Revista Innovación Tecnológica*, 19(3), 33–48.

Herrera, M., & Castañeda, J. (2023). Plantas piloto en la innovación tecnológica alimentaria.

Revista Colombiana de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, 11(2), 101–117.

ICONTEC. (2021). NTC 5500:2021. Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control

(HACCP). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ICONTEC. (2021). NTC 5830:2021. Buenas prácticas de manufactura para alimentos

procesados. Bogotá: ICONTEC.

ISO. (2018). NTC ISO 22000:2018. Sistemas de gestión de la inocuidad alimentaria. Ginebra:

Organización Internacional de Normalización.

López, D., & Mendoza, J. (2023). Gestión operativa y sanitaria en la industria alimentaria

colombiana. Revista Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 8(2), 45-61.

Martínez, J., & López, C. (2022). Gestión documental y trazabilidad en plantas procesadoras de

alimentos. Revista de Tecnología Alimentaria, 5(3), 89-101.

Martínez, L., & Ramírez, P. (2023). Control de humedad y calidad de cereales en plantas piloto.

Ciencia y Tecnología Alimentaria, 6(1), 77-85.

Martínez, R., Salazar, D., & Bernal, L. (2022). Educación técnica y formación en plantas piloto

agroalimentarias. Revista Educación y Ciencia, 9(1), 45–60.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013. Bogotá: MinSalud.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Guía para la implementación de las Buenas

Moreno, C., Rojas, F., & Delgado, A. (2020). Escalamiento de procesos industriales en plantas

piloto. Revista Ingeniería Aplicada, 5(1), 22–30.

Organización Panamericana de la Salud. (2019). Buenas prácticas de manufactura en la industria

alimentaria. OPS.

- Ortega, J., & Morales, A. (2021). Planificación e implementación de plantas piloto agroindustriales. Editorial Ingeniería Aplicada.
- Paredes, V. (2023). Metodología para la puesta a punto de laboratorios académicos en universidades públicas. *Educación y Tecnología*, 9(2), 42-56.
- Patíño, M. (2023). Didáctica aplicada en laboratorios piloto agroindustriales. *Revista Pedagogía y Tecnología*, 10(1), 55–67.
- Pérez, R., Navarro, S., & Valderrama, L. (2020). Implementación del sistema HACCP en entornos formativos: Caso de estudio en planta piloto de cereales. *Revista Ingeniería y Desarrollo*, 18(3), 43–58. <https://doi.org/10.14482/index.18.3.12345>
- Prácticas de Manufactura en empresas del sector alimentario. Bogotá D.C.: MinSalud.
- Ramírez, M., & Pineda, L. (2022). Capacitación del talento humano en plantas piloto universitarias. *Revista Académica de Ingeniería y Producción*, 11(4), 122-137.
- Ramírez, P., & Torres, G. (2021). Planificación y arranque de sistemas productivos en agroindustria. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.
- República de Colombia. (2002). Decreto 60 de 2002.
- Resolución 2674 de 2013. (2013). Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.
- Rodríguez, S. (2021). Fundamentos de puesta a punto en entornos académicos. *Ingeniería y Educación*, 3(2), 17-28.
- Salazar, F., & Mejía, J. (2020). Evaluación de infraestructura para procesamiento cárnico en instituciones educativas. *Boletín de Inocuidad Institucional*, 2(1), 33-44. Velásquez, R., &

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Plan de saneamiento básico*

En este documento de gestión se expone las acciones, programas y procedimientos necesarios para garantizar condiciones higiénicas en la industria de alimentos, especialmente a los escenarios físicos de cárnicos y de cereales. Su objetivo principal es prevenir riesgos de contaminación, proteger la salud de los consumidores y cumplir con la normatividad sanitaria vigente en Colombia, por ejemplo, la Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud.

En este Plan de Saneamiento Básico se exponen generalmente los siguientes aspectos:

Objetivo y alcance:

- Se explica la finalidad del plan: asegurar la inocuidad de los alimentos, mantener condiciones sanitarias adecuadas y cumplir con los requisitos legales.
- Se delimita dónde aplica (instalaciones, equipos, procesos y personal).

Programas que lo integran:

Usualmente se incluyen seis programas mínimos:

- Limpieza y desinfección: Procedimientos, productos y frecuencias para mantener áreas, equipos y utensilios en condiciones higiénicas.
- Manejo integral de residuos sólidos y líquidos: Separación, recolección, almacenamiento y disposición final de desechos.

- Control de plagas: Métodos preventivos, monitoreo e intervención contra insectos, roedores y aves.
- Abastecimiento y control de agua potable: Garantizar que el agua usada cumpla con estándares de potabilidad.
- Mantenimiento de instalaciones y equipos: hojas de vida de los equipos, Plan preventivo y correctivo para evitar fallas que generen riesgos de contaminación.
- capacitación del personal: Normas de presentación personal, hábitos higiénicos y formación continua.

#### Frecuencia y responsables:

- Se especifica cada cuánto se realizan las actividades (diarias, semanales, mensuales).
- Se asignan responsables por programa o actividad.

#### Recursos necesarios

- Se describen los insumos de limpieza y desinfección, equipos, indumentaria y personal requerido.

#### Registros y evidencias

- Se incluyen formatos y controles que permiten evidenciar la ejecución (listas de chequeo, cronogramas, fichas técnicas).

#### Normatividad aplicable

- Se referencia la legislación sanitaria que respalda la implementación del plan.

En conclusión, la implementación del Plan de Saneamiento Básico en los escenarios de cárnicos y cereales constituye una herramienta fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos y el cumplimiento de la normatividad sanitaria vigente. Al integrar programas de limpieza y desinfección, manejo de residuos, control de plagas, abastecimiento de agua, mantenimiento de equipos y capacitación del personal, se establecen acciones preventivas y correctivas que reducen los riesgos de contaminación y fortalecen las condiciones higiénico-sanitarias. De esta manera, el plan no solo protege la salud de los consumidores, sino que también promueve la eficiencia operativa y la mejora continua en los procesos.

## **Apéndice B**

### *Procedimiento operativo estandarizados (POes)*

En este documento se diseñó procedimientos operativos estándar – POES, como primera medida se desarrolló un diagnóstico inicial mediante una lista de chequeo elaborada con base en los criterios de la Resolución 2674:2013. Esa lista de chequeo permitió identificar no conformidades principalmente asociadas a las prácticas de limpieza y desinfección en los escenarios físicos. Con base en estos hallazgos y sus observaciones para mejora, se diseñaron POES específicos para cada equipo, siguiendo la estructura recomendada por la normativa nacional y complementada con lineamientos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). La elaboración de cada POES respondió a un criterio técnico: incluir únicamente la información necesaria para garantizar la correcta ejecución, control y verificación de las actividades.

La estructura de cada POES Se basa en:

**Objetivo:** Define la finalidad del procedimiento, asegurando la correcta limpieza y desinfección de los equipos, con el propósito de garantizar la inocuidad de los productos, prolongar la vida útil de los equipos y cumplir con la normativa sanitaria vigente.

**Alcance:** Especifica las áreas y equipos a los que aplica el procedimiento (por ejemplo: molino de carnes, cutter, sierra, embutidora, batidora-amasadora, horno rotatorio), así como el personal autorizado para su ejecución.

**Qué limpiar:** Identifica las partes y superficies críticas del equipo que requieren limpieza y desinfección, incluyendo áreas de contacto con el producto, superficies externas y componentes desmontables.

**Cómo limpiar:** Describe paso a paso la secuencia de actividades para retirar residuos, aplicar detergente, enjuagar, aplicar desinfectante, enjuagar nuevamente si es necesario, y dejar secar al aire.

**Con qué limpiar:** Indica los implementos y productos de limpieza a utilizar, tales como escobas, cepillos, esponjas, baldes, traperos y haraganes, asegurando que estén previamente desinfectados y en buen estado.

**Concentración:** Señala la concentración exacta de los detergentes y desinfectantes aprobados, así como el modo de preparación y el tiempo de contacto necesario para asegurar su eficacia antimicrobiana.

**Frecuencia:** Define la periodicidad de las actividades de limpieza y desinfección (por ejemplo: después de cada uso, diariamente, semanalmente o de acuerdo con el nivel de uso del equipo).

**Responsable de ejecución:** Identifica a la persona encargada de realizar la limpieza (estudiante asignado para la práctica).

**Responsable de verificación:** Determina quién supervisa y valida la correcta ejecución del procedimiento (docente responsable del laboratorio).

**Registro:** Indica el formato establecido donde se documenta la actividad, incluyendo fecha, hora, nombre del ejecutor, observaciones y firma del verificador, con el fin de garantizar trazabilidad y control.

## **Apéndice C**

### *Manuales de Uso y código QR como material audiovisual*

En este documento se presenta un resumen del manual de uso de cada equipo, elaborado para facilitar el aprendizaje de los estudiantes y garantizar un manejo seguro del equipo. El procedimiento se organiza en varias etapas principales según el equipo.

Este instructivo busca estandarizar el uso de cada equipo, prevenir accidentes y prolongar la vida útil, constituyendo una herramienta clave para la capacitación técnica y el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Adicionalmente, cada equipo cuenta con un código QR, al escanearlo, el usuario puede acceder a un material audiovisual que explica de forma didáctica el manejo seguro y correcto del equipo, lo que resulta especialmente útil para quienes prefieren un apoyo visual o no tengan el manual físico a la mano.

Este instructivo constituye una herramienta de apoyo para la capacitación de estudiantes, promueve el uso seguro del equipo y asegura el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en los escenarios de formación.