



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., en Jinotega, durante el año 2025

Guzman, A; Guzman, E; Ubeda, J.

Tutor (a)

MSC. Luis Enrique Saavedra Torrez

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional de Estelí
CUR - ESTELÍ**

Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

**Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque
al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de
Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., en Jinotega,
durante el año 2025**

Trabajo de investigación para optar al grado de
Ingeniería Industrial

Autores

Erick Agustin Guzman Chavarria
Andrea Mercedes Guzman Chavarria
Jocksan Joaquin Ubeda Moreno

Tutor

Msc. Luis Enrique Saavedra Torres

Noviembre, 2025





UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CARTA AVAL DEL TUTOR


Estelí, 09 de diciembre del 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: **“Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., en Jinotega, durante el año 2025”**, elaborado por los estudiantes:

Erick Agustin Guzman Chavarria,	21500775
Andrea Mercedes Guzman Chavarria,	21514305
Jocksan Joaquin Ubeda Morena,	21513062

Estudiante(s) de la carrera de **Ingeniería Industrial**, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,


Msc. Luis Enrique Saavedra Torres
Orcid: 0009-0003-0486-6784
UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

Resumen

Dada la exigencia de cumplir con las normas alimentarias en procesos de alimentos, surge la necesidad de implementar una herramienta que asegure la calidad y la inocuidad en la producción. Por lo tanto, el objetivo de esta memoria fue desarrollar un modelo HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control) en el proceso de empaque al vacío en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., a través de un enfoque mixto con predominancia a lo cualitativo, se pretende identificar los puntos críticos de control y analizar los riesgos asociados en cada etapa del proceso de empaque, utilizando métodos como observaciones directas, entrevistas semiestructuradas, guías de mediciones, se identificaron los principales puntos críticos de control y se establecieron los parámetros clave para asegurar la inocuidad del producto durante durante el empaque al vacío. Se concluye que la implementación del modelo HACCP fortalece el control de riesgos y contribuye a la mejora continua del sistema productivo conforme a las exigencias del mercado.

Palabras claves: Modelo HACCP; empaque al vacío; puntos críticos de control; calidad e inocuidad; mejora continua.

Abstract

Given the requirement to comply with food standards in food processes, there is a need to implement a tool that ensures quality and safety in production. Therefore, the objective of this report was to develop a HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) model for the vacuum packaging process at the Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. Through a qualitative approach, the aim is to identify critical control points and analyze the risks associated with each stage of the packaging process, using methods such as direct observations, and semi-structured interviews. The main critical control points were identified, and key parameters were established to ensure product safety during vacuum packaging. It is concluded that the implementation of the HACCP model strengthens risk control and contributes to the continuous improvement of the production system in accordance with market demands.

Keywords: HACCP model; vacuum packaging; critical control points; quality and safety; continuous improvement

Índice

1.	Introducción	1
2.	Antecedentes	3
3.	Planteamiento del problema	6
4.	Justificación.....	7
5.	Objetivos de investigación	8
5.1.	Objetivo General	8
5.2.	Objetivos específicos	8
6.	Preguntas de investigación.....	9
6.1.	Pregunta general	9
6.2.	Preguntas específicas.....	9
7.	Limitaciones del estudio.....	10
8.	Contexto de la Investigación	11
9.	Marco Teórico	12
9.1.	Procesamiento de Vegetales	12
9.1.1.	Importancia de los vegetales frescos en la nutrición y economía	12
9.1.2.	Calidad en los vegetales	12
9.1.3.	Recepción y acopio	12
9.1.4.	Limpieza y lavado	12
9.1.5.	Corte y pelado	12
9.1.6.	Secado.....	12
9.1.7.	Empaque al vacío y sellado	13
9.1.8.	Almacenamiento.....	13
9.2.	Inocuidad Alimentaria.....	13
9.2.1.	Definición de inocuidad alimentaria	13
9.2.2.	Calidad alimentaria	13
9.2.3.	Higiene industrial en el procesamiento agroalimentario	13
9.3.	Sistema HACCP	13
9.3.1.	Origen y evolución del HACCP.....	14

9.3.2.	Los siete principios del HACCP	14
9.3.3.	Beneficios del HACCP en vegetales	15
9.3.4.	Prerrequisitos	15
9.3.5.	Adaptación del HACCP a cooperativas rurales	16
9.4.	Peligros.....	16
9.4.1.	Peligros biológicos	16
9.4.2.	Peligros químicos.....	16
9.4.3.	Peligros físicos.....	16
10.	Diseño metodológico.....	17
10.1.	Enfoque mixto con predominancia cualitativa	17
10.2.	Tipo de investigación.....	18
10.3.	Área de estudio	19
10.4.	Población y muestra	19
10.5.	Variables y categoría.....	22
10.7.	Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	25
10.8.	Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	27
10.9.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información.....	28
10.10.	Criterios de calidad	31
11.	Análisis y discusión de resultados.....	32
11.1.	Identificación de los puntos críticos de control.....	32
11.2.	Análisis de peligros.....	43
12.	Conclusiones	92
13.	Recomendaciones.....	95
14.	Referencias.....	97
15.	Anexos.....	100

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de categoría.....	22
Tabla 2 Análisis de decisión.....	35
Tabla 3 Medición de PH y PPM del agua	40
Tabla 4 Medición de temperatura del agua	41
Tabla 5 Medición de temperatura cuarto frío	41

Índice de figuras

Figura 1 Árbol de decisión para PCC	33
--	----

1. Introducción

La calidad y seguridad de los alimentos es una característica esencial en todos los procesos agrícolas e industriales, garantizando que los productos sean seguros y puedan satisfacer la demanda actual que hay en el mercado. En este contexto, el modelo HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) se consolida como una importante herramienta que puede garantizar la seguridad alimentaria en toda la cadena de producción, el procesamiento y distribución. La aplicación en múltiples procesos, como el empaque al vacío de hortalizas, deja en evidencia la importancia de mantener las propiedades de los productos y proteger la salud de los consumidores.

El paso de empaquetar al vacío tiene suma importancia para conservar hortalizas como las papas. El manejo inadecuado en esta etapa del proceso puede contaminar el producto, degradar su calidad y reducir su vida útil. Tomatoya Chaguite Grande R.L. es una cooperativa agrícola con sede en Jinotega. Actualmente no existen directrices HACCP específicas que regulen este proceso, que supone una amenaza para la salud pública y la viabilidad comercial del establecimiento. Por eso se requiere evaluar, gestionar e identificar todos los riesgos asociados, del mismo modo se deben desarrollar herramientas técnicas que garanticen la competitividad y seguridad del producto.

Desde que la cooperativa de Tomatoya fue creada en el año 2001, se ha mantenido enfocada en la producción y venta de hortalizas, siempre dejando como prioridad cumplir con estándares de calidad y llevando a cabo medidas como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas prácticas de Manufactura (BPM). La cooperativa siempre se ha visto destacada por su compromiso con el desarrollo sostenible, la equidad de género y la protección del medio ambiente. Las actividades que realiza la cooperativa incluyen procesamiento, transporte, financiamiento y manufactura, siendo así una entidad con suma importancia en el municipio de Jinotega. El objetivo de llevar a cabo este estudio es desarrollar un modelo HACCP como herramienta de control de calidad y seguridad para el proceso de sellado al vacío de papas. Para ello se han identificado los puntos críticos de control, que analizan los riesgos que hay para la salud, y así, permitiendo desarrollar planes que pueden ser aplicados en la cooperativa y que les permitan operar siguiendo estándares nacionales e internacionales.

El presente documento se encuentra estructurado en diferentes apartados que permiten comprender de manera ordenada el desarrollo del estudio. En el primer capítulo se aborda el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de la investigación. El segundo capítulo describe el marco teórico que sustenta el estudio, incluyendo los principales conceptos relacionados con la inocuidad alimentaria y el sistema HACCP. El tercer capítulo detalla el diseño metodológico, en el cual se explica el enfoque, tipo de estudio, población, muestra y las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos, su análisis e interpretación, y finalmente se incluyen las conclusiones, recomendaciones y anexos correspondientes.

2. Antecedentes

Marroquin Pérez (2019) en su investigación "Elaboración de un Plan HACCP para la Cooperativa Integral de Producción Madre y Maestra (COMAYMA) R.L." en Guatemala tenía el objetivo de diseñar un plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para garantizar la inocuidad alimentaria en la producción de alimentos balanceados para aves y cerdos. El diagnóstico que fundamenta la investigación se desarrolló sobre una base de la situación actual de la cooperativa y desencadenó la detección de los puntos críticos que podrían tener alguna relación con el producto en sí y su inocuidad. Por esto, la muestra utilizada está compuesta por los empleados de la cooperativa y se aplicó la metodología descriptiva y analítica para emitir un juicio sobre el estado de las instalaciones, procesos, maquinaria y prácticas de higienización de estas. Una de las conclusiones a la que llegaron los autores fue implementar programas de prerrequisitos que les permitan mantener condiciones higiénicas adecuadas y haciendo énfasis en la suma importancia que tiene capacitar al personal en BPM. Asimismo, se dejaron claras carencias relacionadas al control de plagas y con la conformidad al momento de cumplir con aspectos técnicos específicos, lo que deja en total evidencia la urgencia de aplicar un modelo de vigilancia efectivo para los puntos críticos de control.

Casarini (2019) en su estudio de caso "Implementación de HACCP en un frigorífico bovino de Bragado, Bs. As." en Argentina, tenía el objetivo de elaborar un manual de HACCP aplicable en la Cooperativa de Trabajo Frigorífico y Matadero Bragado Ltda., dedicada a la producción de medias reses bovinas para consumo interno. La investigación se centró en abordar la inocuidad de los alimentos y destacar el sistema HACCP como herramienta para identificar, evaluar y controlar peligros en el proceso de producción. La muestra incluyó al personal de la cooperativa. Y se utilizó una metodología, empleando técnicas de visitas al establecimiento y análisis de manuales y registros existentes para la recolección de datos. En sus hallazgos, los autores concluyen que la cooperativa debería centrarse en mejorar sus BPM y sus puntos críticos de control (PCC), que identifican áreas en las que es necesario mejorar la calidad y la seguridad. Los autores presentan estrategias concretas para mejorar la inocuidad de los alimentos e implementar las directrices del Servicio Nacional de Inocuidad

Alimentaria y Agropecuaria (SENASA), con el objetivo de facilitar el acceso a los mercados internacionales.

Aguinaga Miranda et al. (2019) En su investigación "Evaluación de BPM y HACCP en el proceso de valor agregado de cacao en la Cooperativa Jorge Salazar, municipio Tuma - La Dalia en el 2019" en Nicaragua, tenía el objetivo de evaluar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) en el proceso de producción de cacao. La investigación se centró en identificar la aplicación de BPM y valorar la implementación del sistema HACCP en la cooperativa mencionada. La muestra incluyó a los trabajadores de la cooperativa y se utilizó una metodología descriptiva, empleando técnicas de análisis documental y observación directa para la recolección de datos. Entre las conclusiones, se encontró que la cooperativa no contaba con la certificación HACCP, pero había logrado un puntaje de 85 en la evaluación de BPM, lo que indica que existen áreas de mejora en las prácticas higiénicas y de control de calidad. Se propusieron recomendaciones para implementar mejoras en las fases del proceso productivo que presentaban deficiencias, con el fin de facilitar la obtención de la certificación HACCP en el futuro.

De acuerdo con Bustos Ruiz (2021) en su investigación "Propuesta de manual HACCP para la planta de derivados cárnicos de la empresa Matadero Cacique S.A." realizada en Nicaragua, tuvo como objetivo garantizar la inocuidad alimentaria mediante la identificación de peligros específicos en el proceso productivo y la determinación de puntos críticos de control. El estudio, desarrollado como tesis de licenciatura en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se basó en las directrices del Instituto de Protección de Sanidad Agropecuaria (IPSA) y la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 001-98. Como parte del trabajo, se propusieron medidas preventivas y correctivas para controlar los riesgos identificados, y se analizó la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) con el fin de fortalecer la seguridad alimentaria en la industria cárnica. Esta propuesta representó un aporte relevante para mejorar la calidad y la inocuidad en los procesos de producción de dicho sector en el país.

Moreno Altamirano, D., Castillo Centeno, RA, & Pérez Mendoza, IY (2020) en su investigación "Elaboración del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control

(HACCP) de la microempresa láctea San Antonio" en Estelí tenía el objetivo de desarrollar un sistema HACCP para mejorar la seguridad alimentaria en la producción de procesadores. La muestra consistió en los procesos de producción de la microempresa. Se utilizó una metodología cualitativa que incluyó entrevistas y análisis de procesos. Las conclusiones resaltaron la necesidad de implementar el sistema HACCP para minimizar riesgos y mejorar la calidad de los productos lácteos.

Suárez García, KT, Rodríguez Centeno, JA, & Lira Tercero, EA (2020) en su investigación "Evaluación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) de la empresa NICA BEEF PACKERS SA" en Condega, Estelí, tenía el objetivo de evaluar la efectividad del sistema HACCP implementado en la empresa durante el segundo semestre del año 2019. La muestra incluyó los procesos de producción de carne. Se utilizó una metodología mixta que combinó observaciones directas y análisis documental. Las conclusiones indicaron que, aunque se habían implementado medidas de control, era necesario realizar ajustes para mejorar la seguridad y calidad del producto final.

3. Planteamiento del problema

En el sector agroindustrial, la producción de hortalizas requiere de procesos rigurosos para garantizar la calidad e inocuidad del producto, especialmente en etapas sensibles como el empaque al vacío. Este tipo de empaque prolonga la vida útil de productos frescos como las papas al reducir el crecimiento bacteriano mediante la disminución de oxígeno disponible. Sin embargo, si no se aplica correctamente, puede interferir con el procesamiento de los alimentos y comprometer la inocuidad y calidad del producto final.

La Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. es una organización dedicada a la producción, acopio, procesamiento y comercialización de hortalizas frescas, abasteciendo distintos mercados a nivel nacional. Entre sus principales productos se encuentran repollo, lechuga, zanahoria, brócoli, perejil, apio, tomate y pepino, los cuales son sometidos a procesos de selección, lavado, desinfección, empaque y distribución, garantizando un producto seguro y de calidad.

La cooperativa cuenta con un sistema HACCP implementado en la mayoría de sus procesos, lo que ha permitido fortalecer el control de peligros y asegurar la inocuidad en su producción regular. Sin embargo, en el nuevo proceso de empaque al vacío de papa, aún no se cuenta con un plan HACCP específico, lo que representa una debilidad en el control preventivo de peligros. Esto limita la identificación de puntos críticos de control, la evaluación adecuada de riesgos (biológicos, físicos y químicos) y la aplicación de medidas correctivas eficaces.

La ausencia de un modelo HACCP en esta etapa específica del proceso productivo incrementa el riesgo sanitario y puede impactar negativamente en la imagen de la cooperativa frente a mercados que exigen altos estándares de inocuidad alimentaria.

Por esta razón, este estudio se enfocará exclusivamente en el diseño de un manual HACCP para la línea de empaque al vacío de papa, con el propósito de complementar el sistema de inocuidad ya existente, fortalecer el control de procesos y garantizar la seguridad y calidad de los productos.

4. Justificación

El empaque al vacío es una fase indispensable para mantener las propiedades de las hortalizas como la papa, dado que vinculan de manera directa con la calidad, la seguridad y la inocuidad del producto final. La cooperativa agrícola Tomatoya Chagüite Grande, en la actualidad carece de un enfoque basado en principios HACCP, originando peligros sanitarios a lo largo del proceso degradando el producto final, ocasionando que los consumidores cierren su inversión en el producto y pierdan su sitio en mercados aún más exigentes.

Es útil realizar esta investigación porque nos permitirá identificar puntos críticos del proceso y analizar los riesgos asociados a cada paso, generando así conocimiento aplicable no sólo a esta cooperativa, sino también a otras organizaciones en contextos similares. Este estudio ayudará a fortalecer las directrices de seguridad alimentaria, lo cual es importante en un entorno donde se requieren estándares de calidad más elevados.

Por otro lado, una vez obtenidos los resultados se podrá desarrollar un modelo HACCP acorde a las condiciones de la cooperativa, la cual será una herramienta útil para guiar a los operadores técnicos y operativos en sus decisiones. Adicionalmente, se reforzará la cultura de la seguridad y se incentivará el uso de métodos estandarizados que se traducen en una mayor eficiencia en los procesos para los socios y a los clientes. En conclusión, al realizar esta investigación se está proponiendo una solución concreta a un problema específico y se amplía el conocimiento técnico en el sector agroindustrial lo que se traducirá en la adopción de prácticas responsables ya establecidas al momento de gestionar y comercializar alimentos. Desde el punto de vista teórico, este estudio está llenando un vacío, porque no existe otro igual.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Diseñar un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya, Chagüite Grande R.L.

5.2. Objetivos específicos

Identificar los puntos críticos de control en el procesamiento del acopio hasta el empacado al vacío de las papas.

Analizar los riesgos asociados con la inocuidad en el procesamiento de los vegetales realizados en la cooperativa.

Proponer un modelo HACCP adaptado a las condiciones de la cooperativa Tomatoya para mejorar el control del proceso y el aseguramiento de la inocuidad.

6. Preguntas de investigación

6.1. Pregunta general

¿Qué se desea mejorar con el diseño de un modelo HACCP para la Cooperativa Agropecuaria de servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L?

6.2. Preguntas específicas

¿Cuáles son los puntos críticos de control (PCC) en el proceso de empaque al vacío?

¿Qué peligros están presentes en cada etapa del proceso?

¿Cómo ayudaría a mejorar la inocuidad el diseño de un modelo HACCP en la Cooperativa Tomatoya?

7. Limitaciones del estudio

Durante el desarrollo del estudio se presentaron algunas situaciones que limitaron la realización completa de las actividades que estaban previstas. Esto afectó principalmente la recolección de información que se tenía planificada.

Uno de los principales inconvenientes fue que el día que se realizaron las entrevistas no se contó con la disponibilidad de todo el personal clave. Solo fue posible entrevistar a una persona, específicamente la jefa del área, ya que el jefe de producción y el gerente no se encontraban presentes. Esto redujo la cantidad de información que se esperaba obtener.

Además, hubo problemas con el suministro de agua y energía eléctrica, lo que afectó el funcionamiento normal de la planta. Por esta razón, no se pudieron observar algunos procesos en operación, lo que también limitó la información práctica que se quería observar.

Por último, algunos pasos que estaban planificados no se pudieron realizar en el tiempo estimado, lo que redujo la cantidad de datos y observaciones disponibles para el análisis.

Aun con estas dificultades, la información obtenida fue suficiente para cumplir con los objetivos planteados, aunque es importante tener en cuenta estas limitaciones al momento de interpretar los resultados.

8. Contexto de la Investigación

El estudio se desarrolla en la Cooperativa Agropecuaria Tomatoya Chagüite Grande R.L, ubicada en Jinotega, Nicaragua, durante el año 2025, la cooperativa está formada por pequeños productores, la cooperativa ha incorporado un proceso para empacar al vacío hortalizas, centrándonos en las papas, teniendo en cuenta un mercado cada vez más formal se decidió por diseñar un modelo HACCP para dicho proceso.

9. Marco Teórico

9.1. Procesamiento de Vegetales

9.1.1. Importancia de los vegetales frescos en la nutrición y economía

El consumo de frutas y hortalizas frescas es fundamental para la nutrición y la salud humana, siendo promovido por autoridades sanitarias internacionales. La agricultura y las industrias relacionadas desempeñan un papel crucial en la economía nacional, especialmente en países donde la agricultura representa una contribución significativa al Producto Interno Bruto (PIB) (FAO & WHO, 2025).

9.1.2. Calidad en los vegetales

La calidad de los vegetales frescos está definida por características externas (color, tamaño, forma, defectos) e internas (sabor, textura) (Rushing, 2012).

9.1.3. Recepción y acopio

La producción primaria abarca desde el cultivo hasta el transporte de las materias primas. La recepción define el manejo inicial de las hortalizas, donde deben aplicarse las BPH para prevenir la contaminación.

9.1.4. Limpieza y lavado

El lavado y la limpieza son procesos fundamentales para la preparación del producto para el mercado, destinados a remover el exceso de suelo, residuos y la carga microbiológica inicial (Rushing, 2012).

9.1.5. Corte y pelado

Las operaciones mecánicas de corte y pelado son esenciales para preparar las hortalizas para a procesos posteriores y dar el tamaño requerido al producto (Rushing, 2012).

9.1.6. Secado

El secado (eliminación de humedad) es crucial en la postcosecha, ya que la presencia de humedad residual (lista BPM) puede prevenir o acelerar el crecimiento microbiano (Rushing, 2012).

9.1.7. Empaque al vacío y sellado

El empaque al vacío es una técnica de conservación de alimentos que se basa en la creación de un entorno sin aire alrededor del producto (Efiplast, 2025).

9.1.8. Almacenamiento

El Almacenamiento Refrigerado es una herramienta primaria en la postcosecha para extender la calidad y seguridad del producto, ya que reduce la tasa de crecimiento de patógenos humanos y limita el deterioro (Rushing, 2012).

9.2. Inocuidad Alimentaria

9.2.1. Definición de inocuidad alimentaria

“Garantía de que los alimentos no causarán efectos adversos en la salud del consumidor cuando se preparen o se consuman de acuerdo con su uso previsto”(FAO & WHO, 2025).

9.2.2. Calidad alimentaria

Se define como "el conjunto de propiedades y características de un producto que le confiere la aptitud de satisfacer las necesidades establecidas o implicadas"(Rushing, 2012).

9.2.3. Higiene industrial en el procesamiento agroalimentario

La higiene de los alimentos abarca “todas las condiciones y medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la idoneidad de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria” (FAO & WHO, 2025).

9.3. Sistema HACCP

El sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) es un enfoque preventivo, de fundamento científico y carácter sistemático, que permite identificar peligros específicos y medidas de control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos (Rushing, 2012).

9.3.1. Origen y evolución del HACCP

Según el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], (2016) el origen del sistema HACCP se remonta a 1959, desarrollado por la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los EE.UU.) en colaboración con la Compañía Pillsbury. El objetivo inicial era crear un sistema de procesamiento de alimentos que garantizara la inocuidad de los alimentos consumidos durante los vuelos espaciales, eliminando o controlando los peligros a niveles aceptables.

9.3.2. Los siete principios del HACCP

Según la FAO & WHO (2025) El sistema HACCP se basa en **siete principios** fundamentales. Estos principios se aplican secuencialmente para desarrollar y aplicar el plan HACCP:

1. **PRINCIPIO 1:** Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas de control. Esto implica enumerar los riesgos biológicos, químicos o físicos que sea razonable prever en cada fase y evaluar su probabilidad y gravedad para identificar los peligros significativos

2. **PRINCIPIO 2:** Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC). Un PCC es una fase en la que se aplica un control para impedir, eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo para la inocuidad de los alimentos.

3. **PRINCIPIO 3:** Establecer límites críticos validados. El límite crítico es el valor que separa lo aceptable de lo inaceptable para asegurar que el PCC esté bajo control. Estos límites deben ser validados científicamente.

4. **PRINCIPIO 4:** Establecer un sistema de monitoreo/seguimiento del control de los PCC. Vigilar consiste en realizar una secuencia planificada de observaciones o mediciones para evaluar si un PCC está bajo control.

5. **PRINCIPIO 5:** Establecer las medidas correctivas que deben adoptarse cuando el monitoreo/seguimiento indica que se ha producido una desviación con respecto a un límite crítico en un PCC. Estas medidas deben asegurar que el PCC vuelva a estar bajo control y determinar el destino del producto afectado.

6. **PRINCIPIO 6:** Validar el plan HACCP y establecer procedimientos de comprobación (verificación). La verificación es el uso de métodos, procedimientos o pruebas adicionales a la vigilancia para determinar si el sistema HACCP funciona eficazmente y que los peligros se controlan de manera continua.

7. **PRINCIPIO 7:** Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación. Para aplicar el sistema HACCP, es fundamental contar con un sistema de registro eficiente y preciso.

9.3.3. Beneficios del HACCP en vegetales

Según el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], (2016) la aplicación de los principios del HACCP, además de mejorar la inocuidad de los alimentos, ofrece ventajas significativas. El sistema HACCP permite a las empresas:

- Prevenir las enfermedades transmitidas por alimentos.
- Reducir los riesgos.
- Mejorar el aprovechamiento de los recursos y centrarse en las áreas críticas.
- Reducir los costos por destrucción de producto.
- Fomentar el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos.
- Proporcionar calidad comprobatoria mediante registros.

9.3.4. Prerrequisitos

Según la FAO & WHO (2025) los Programas de Prerrequisitos (PPR) son la base de todo sistema eficaz de control de peligros y deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento. Los PPR incluyen BPH (Buenas Prácticas de higiene, BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) y POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización).

9.3.5. Adaptación del HACCP a cooperativas rurales

Las empresas pequeñas y/o menos desarrolladas (EPMD) se enfrentan a desafíos significativos en la aplicación del sistema HACCP, ya que el modelo del Codex (el proceso de 12 etapas) fue diseñado basándose en la experiencia de empresas grandes y complejas. Las EPMD a menudo carecen de la competencia técnica y las aptitudes empresariales necesarias para implementar un sistema HACCP tal como lo contemplan las directrices del Codex (FAO & OMS, 2007).

9.4. Peligros

9.4.1. Peligros biológicos

Son la principal preocupación en productos frescos debido a la ausencia de un paso para matar (kill step), como un tratamiento térmico letal, que elimine los microorganismos. La contaminación microbiana casi siempre es introducida al producto fresco desde una fuente externa, siendo la vía fecal-oral de extremo interés (Rushing, 2012).

9.4.2. Peligros químicos

Los peligros químicos son sustancias que pueden causar una respuesta tóxica grave o enfermedades crónicas si son ingeridas (Rushing, 2012).

9.4.3. Peligros físicos

Los peligros físicos son materiales extraños que pueden causar daño físico o asfixia al consumidor. Estos se introducen en el alimento en numerosos puntos de la cadena de producción y manejo (Rushing, 2012).

10. Diseño metodológico

El diseño metodológico se encarga de definir la organización de los procesos que deben llevarse a cabo en una investigación científica. (EUROINNOVA, 2025)

Este diseño incluye la definición de los tipos de pruebas que se realizarán, así como los métodos para recolectar y analizar los datos, todo ello bajo una estructura sistemática. Por ello, resulta fundamental establecer un diseño metodológico que facilite la recolección de información y proporcione una guía estructurada para el desarrollo del presente manual HACCP.

El diseño metodológico establece la estructura, los procedimientos y las estrategias empleadas para desarrollar la investigación de manera coherente y rigurosa. En este estudio se determinó un diseño que integrara métodos cualitativos y cuantitativos con predominancia cualitativa, permitiendo así comprender a profundidad el proceso de empaque al vacío de papas y, al mismo tiempo, apoyar los hallazgos mediante mediciones operativas clave para la identificación de peligros y puntos críticos de control.

Este diseño proporciona las bases necesarias para analizar la situación actual del proceso, interpretar el comportamiento de los factores que influyen en la inocuidad alimentaria y sustentar el desarrollo de un modelo HACCP adaptado a la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L.

10.1. Enfoque mixto con predominancia cualitativa

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. El enfoque cualitativo predomina debido a que el objetivo principal del estudio consiste en comprender en profundidad las prácticas, percepciones, procedimientos y condiciones reales del proceso de empaque al vacío dentro de la cooperativa. Este enfoque permitió identificar riesgos, interpretar las dinámicas de trabajo y analizar las experiencias del personal involucrado.

De forma complementaria, se integró un componente cuantitativo ligero, orientado únicamente a la verificación operativa mediante la medición de variables críticas del proceso, tales como:

- Concentración de cloro en el agua de lavado (ppm)

- PH del agua utilizada
- Temperatura del agua de proceso
- Temperatura del almacenamiento refrigerado
- Nivel de vacío alcanzado por la máquina selladora (%)
- Tiempos de exposición en etapas sensibles

Estas mediciones fortalecen la precisión de los hallazgos cualitativos y permiten validar los límites críticos asociados a los puntos críticos de control (PCC). Sin embargo, su alcance es complementario; no se aplicaron encuestas ni análisis estadísticos complejos, lo que mantiene la naturaleza predominantemente cualitativa del estudio.

10.2. Tipo de investigación

Definición del tipo de investigación:

Según el nivel de profundidad: Descriptiva-exploratoria. El estudio describe detalladamente el proceso de empaque al vacío, sus condiciones operativas, las prácticas del personal y los elementos que influyen en la inocuidad. Al mismo tiempo, explora riesgos y aspectos no documentados previamente, permitiendo la identificación de PCC.

Según el área de estudio y modalidad de la investigación: Área: ingeniería, procesamiento de alimentos (campo 07). Del CINE (2013)

Modalidad: Investigación aplicada de corte científico-social, con énfasis en gestión de la inocuidad alimentaria. El estudio combina abordajes prácticos (diseño de un modelo HACCP aplicable) y análisis cuantitativo de las prácticas organizacionales y técnicas dentro de la cooperativa.

Según la manipulación de las variables: No experimental: No se manipularon variables ni se realizaron intervenciones controladas. Se observó el proceso tal como funciona en su entorno natural.

Según el alcance temporal: Transversal. Los datos se recolectaron en un periodo único durante el año 2025.

Según el enfoque filosófico: Paradigma interpretativo/constructivista. Se reconoce que el proceso y su gestión se construyen a partir de las experiencias y percepciones del

personal. Las técnicas cualitativas permiten interpretar significados y comportamientos que influyen en la inocuidad.

10.3. Área de estudio

Área de conocimiento: según CINE (2013) el estudio se ubica en el campo amplio (07), y en el campo específico (072) ingeniería industria y construcción y en el campo detallado (0721)-procesamiento de alimentos

Área: Ingeniería, Industria y Construcción

Línea IIC-I: Innovación, tecnológica y medio ambiente

Sub línea ICC-1.3, Tecnologías aplicadas a los procesos productivos.

10.4. Población y muestra

En el presente estudio, la población y la muestra se definen bajo un enfoque mixto, acorde con la metodología cualicuantitativa empleada. La población se concibe como el conjunto de personas, tareas y registros vinculados al proceso de empaque al vacío de papas en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., lo que incluye tanto al personal operativo y de calidad como a los documentos y controles generados en el desarrollo de estas actividades. Debido a que trabajar con la totalidad de este grupo no resulta viable, se recurre a una muestra que permita obtener información pertinente y suficiente para los fines del estudio.

Desde la perspectiva cualitativa, la muestra estará integrada por actores clave que poseen conocimiento directo del proceso y experiencia en su ejecución cotidiana. La selección de estos participantes se realizará mediante un muestreo intencional y por conveniencia, considerando la disponibilidad de los trabajadores y su relación directa con las actividades evaluadas. En este grupo se incluirá a operarios del área de producción y empaque, personal técnico del departamento de calidad, supervisores de línea y colaboradores administrativos que intervienen en la gestión del proceso. Para formar parte del estudio, los participantes deberán cumplir criterios como haber laborado al menos tres meses en las áreas relacionadas, encontrarse activos durante el periodo de recolección de información y manifestar su disposición voluntaria para participar. Quedarán excluidos aquellos

trabajadores que no tengan contacto con el proceso de empaque o que no puedan participar durante el desarrollo de la investigación.

En cuanto al componente cuantitativo, la muestra estará constituida por los registros y datos operativos que describen el comportamiento del proceso, tales como información sobre la identificación de peligros, resultados de los controles establecidos, frecuencia de no conformidades y otros indicadores relevantes del desempeño del sistema. Estos datos serán seleccionados en función de su pertinencia, disponibilidad y capacidad para complementar el análisis cualitativo.

El empleo de esta muestra mixta permite obtener una visión integral del proceso, combinando la experiencia del personal involucrado con evidencia cuantitativa que respalde el análisis. De esta manera, se garantiza una comprensión más sólida del funcionamiento actual del sistema y se fortalecen las bases para la propuesta de implementación del HACCP en la cooperativa.

La muestra estuvo conformada por trabajadores que desempeñaban funciones específicas dentro del área de producción y empaque, así como encargados de calidad, supervisores y personal administrativo con conocimiento directo sobre el funcionamiento de este proceso. Estas personas fueron seleccionadas, porque tienen una visión clara de las fortalezas y debilidades existentes, aspecto fundamental para construir una propuesta realista y aplicable del sistema HACCP.

La selección de participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia, es decir, se eligió a quienes se encontraban disponibles, estaban dispuestos a participar y cumplían con ciertos requisitos relacionados con su experiencia y su vínculo directo con el proceso objeto de estudio. Además, se buscó garantizar la representación de distintas áreas para obtener diversas perspectivas.

Los criterios utilizados para definir a los participantes fueron los siguientes:

- Haber trabajado al menos tres meses dentro del área de empaque o calidad de la cooperativa.
- Estar activos durante el tiempo en que se realizó el estudio.

- Estar dispuestos a colaborar de forma voluntaria y brindar información útil para el análisis.

Por otro lado, se excluyó a las personas que no estaban directamente relacionadas con el proceso de empaque, así como a aquellas que no se encontraban disponibles o no aceptaron participar.

Con esta selección se obtuvo información importante que permitió comprender el funcionamiento actual del proceso, identificar puntos críticos y plantear propuestas de mejora para fortalecer la inocuidad a través de la implementación del sistema HACCP en la cooperativa.

La investigación cualitativa se enfoca en entender e interpretar la realidad y las perspectivas de las personas. (Fernández Collado et al., 2014).

10.5. Variables y categoría

Objetivo general: Desarrollar un modelo HACCP para el procesamiento de las papas acopiadas en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya, Chagüite Grande R.L.

Tabla 1

Matriz de categoría

Objetivos específicos	Categorías	Definición conceptual	Subcategorías	Técnicas e instrumentos	Indicadores
Identificar los puntos críticos de control en el procesamiento del acopio hasta el empacado al vacío de papas.	Puntos críticos de control (PCC)	Según el Codex Alimentarius (2020), un Punto Crítico de Control (PCC) es una etapa en la que puede aplicarse un control y que es fundamental para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un peligro para la	<ul style="list-style-type: none"> ● Etapas críticas del proceso ● Medidas de control ● Documentación del PCC 	Observación – Guía de observación, Entrevista - Guía de entrevista estructurada Mediciones – Guía de mediciones	<ul style="list-style-type: none"> ● N° de PCC identificados ● Existencia de hojas de verificación ● Registro de acciones correctivas aplicadas

		inocuidad alimentaria.			
Analizar los riesgos asociados con la inocuidad en el procesamiento de los vegetales realizado en la cooperativa	Riesgos de inocuidad alimentaria	<p>La OMS (2020) define la inocuidad alimentaria como la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparan y consumen de acuerdo con su uso previsto.</p> <p>Los riesgos de inocuidad se refieren a la presencia de agentes biológicos (bacterias, virus), químicos (residuos) o físicos (fragmentos) que pueden causar</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Peligros biológicos ● Peligros químicos ● Peligros físicos 	<p>Guía de referencia para la elaboración del plan HACCP y manuales de prerequisites.</p> <p>(Guía dada por el IPSA).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● N° de riesgos detectados por tipo ● Porcentaje de conformidad con límites críticos

		enfermedades o daños a la salud.			
Proponer un modelo HACCP adaptado a las condiciones de la cooperativa Tomatoya para mejorar el control del proceso y el aseguramiento de la inocuidad.	Modelo HACCP	El Codex Alimentarius (2020) establece que el sistema HACCP es un enfoque preventivo y sistemático para la inocuidad de los alimentos, que identifica los peligros específicos y las medidas para su control.	<ul style="list-style-type: none"> ● Diseño del modelo HACCP ● Procedimientos 	Guía de referencia para la elaboración del plan HACCP y manuales de prerequisites. (Guía dada por el IPSA).	<ul style="list-style-type: none"> ● Existencia de un plan HACCP diseñado

Nota. Fuente: Elaboración propia

10.7. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos

La investigación se desarrolló bajo el enfoque cualitativo, por lo que se emplearon métodos empíricos y teóricos que permitieron comprender la realidad del proceso de empaque al vacío y los factores que influyen en la inocuidad alimentaria dentro de la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L.

Métodos empíricos: Los métodos empíricos se utilizaron para la recolección directa de información a partir de la observación del entorno, las prácticas laborales y las percepciones de los trabajadores. Estos métodos permitieron obtener datos cualitativos sobre la operatividad del proceso, la higiene, la manipulación de productos y el conocimiento del personal sobre inocuidad alimentaria.

Observación directa

Definición: La observación directa es un método de investigación que consiste en recopilar información al observar de forma detallada y sistemática el comportamiento, las acciones y las interacciones de individuos o grupos en su entorno natural, sin intervenir ni influir en lo que ocurre. (Berumen, 2024)

Permite observar el proceso en su ambiente natural sin intervenir en él. Se aplicó en las áreas de acopio, lavado, corte, secado, empaque y almacenamiento.

Instrumento: guía de observación elaborada con base en los principios HACCP.

Entrevista semiestructurada

Definición: una entrevista semiestructurada es una técnica de entrevista que combina elementos tanto de las entrevistas estructuradas como de las no estructuradas, ofreciendo a la persona entrevistadora cierta flexibilidad, al mismo tiempo que mantienen un alto grado de estandarización. (Grupo Castilla, 2023)

Permite obtener percepciones, conocimientos y experiencias del personal

Instrumento: Guía de entrevista semiestructurada, diseñada con preguntas abiertas orientadas a explorar las percepciones del personal sobre las prácticas de inocuidad y las limitaciones del proceso actual.

Guía técnica del IPSA

Definición: Documento normativo utilizado como referencia metodológica y comparativa en el diagnóstico del proceso.

Descripción y aplicación: Sirvió para contrastar los hallazgos obtenidos mediante la observación y las entrevistas, asegurando la alineación de la información con los principios oficiales del sistema HACCP y los requisitos nacionales de inocuidad alimentaria.

Medición operativa (componente cuantitativo del enfoque mixto)

Se tomaron mediciones de variables críticas necesarias para identificar peligros y validar límites críticos.

Instrumento: Guía de mediciones operativas, que registra: concentración de cloro (ppm), pH del agua, temperatura del agua en lavado, temperatura de almacenamiento, nivel de vacío (%).

Estas mediciones se realizaron con: tiras reactivas o tira para pH, termómetro digital, manómetro / indicador de vacío de la máquina.

Método teórico

Método inductivo

Definición: Consiste en analizar casos particulares para llegar a conclusiones generales, construyendo el conocimiento a partir de la interpretación de los datos observados.

Aplicación: Este método permitió analizar la información recolectada en campo mediante la observación y las entrevistas, identificando patrones, coincidencias y relaciones entre las prácticas del personal y los riesgos de inocuidad. A partir de estos hallazgos se formularon conclusiones generales que sirvieron de base para la propuesta del modelo HACCP.

Para reforzar la validez técnica se utilizó: Guía técnica del IPSA para HACCP y prerrequisitos, NTON 03-001-98, Principios Generales de Higiene Alimentaria FAO/WHO (2025).

10.8. Confiabilidad y validez de los instrumentos

La validez asegura que los instrumentos son capaces de medir o registrar de manera adecuada los elementos clave del proceso de empaque al vacío en función de los principios HACCP.

Validez de Contenido: Se aplicó la técnica de Juicio de Expertos, donde profesionales con experiencia en inocuidad alimentaria y sistemas HACCP revisaron los ítems de las guías. Esto aseguró que las preguntas y puntos de observación fueran exhaustivos y relevantes para identificar los peligros y los Puntos Críticos de Control (PCC), cumpliendo con el rigor técnico. Este proceso se alinea con el mandato de fomentar y desarrollar la investigación científica y la Visión de la UNAN-Managua de ser líder en la producción de ciencia y tecnología, exigiendo un alto estándar en la calidad de la investigación.

Validez en el Contexto (Pertinencia): Los instrumentos se diseñaron específicamente en correspondencia con el flujograma de la Cooperativa Tomatoya y la normativa del IPSA. Las variables se centraron en las prácticas de higiene y control de los vegetales, asegurando que los hallazgos tengan aplicación directa y pertinente en el contexto local. El estudio está dirigido a la solución de los problemas sociales y a la satisfacción de la demanda de la sociedad nicaragüense en temas productivos, reflejando el eje de Pertinencia de la política institucional.

Confiabilidad de los Instrumentos

La confiabilidad garantiza la consistencia de los datos obtenidos, promoviendo la eficacia y la eficiencia en la gestión de la investigación.

Confiabilidad por Estructura: Los instrumentos de recolección fueron estructurados, estandarizando las preguntas (entrevista) y los puntos a observar (guía de observación). Esta uniformidad minimiza el sesgo del investigador y asegura que, en condiciones similares, se obtengan registros consistentes sobre el desempeño del proceso. Esta estrategia contribuye

al mejoramiento continuo de los procesos, buscando la eficacia y eficiencia en la gestión de la información.

Confiabilidad por Protocolo: Se estandarizó el protocolo de aplicación de los instrumentos (capacitación del equipo, momentos de observación, etc.). Este control en el procedimiento refuerza la consistencia de la información, esencial para la fase de triangulación de datos. Esto se alinea con el objetivo de fortalecer la cultura de calidad y de mejora continua en la gestión institucional y el enfoque de gestión con base en procesos que la Universidad asume para lograr la efectividad institucional.

10.9. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información

El procesamiento y análisis de los datos recolectados se realizó mediante una integración articulada de métodos cualitativos y cuantitativos, en coherencia con el enfoque mixto con predominancia cualitativa adoptado en este estudio. Esta combinación permitió comprender en profundidad las dinámicas del proceso de empaque al vacío de papas, analizar las prácticas asociadas a la inocuidad alimentaria y, al mismo tiempo, verificar operativamente los parámetros críticos del proceso mediante mediciones objetivas.

El análisis se llevó a cabo a través de tres fases fundamentales: organización de la información, procesamiento e interpretación y triangulación, cada una utilizando técnicas e instrumentos alineados con la naturaleza de los datos obtenidos.

Método de análisis de contenido

El análisis de contenido permitió examinar detalladamente la información obtenida mediante entrevistas semiestructuradas, observaciones directas y registros normativos. Este método se empleó para:

- Identificar patrones recurrentes en las prácticas del personal.
- Reconocer riesgos percibidos y no percibidos.
- Determinar desviaciones frente a los requisitos de inocuidad.
- Comprender el comportamiento del proceso en condiciones reales.

- Interpretar el significado de las acciones y percepciones del personal involucrado.

A través de este método se elaboró una interpretación profunda y contextualizada del funcionamiento del proceso, dando prioridad a la comprensión de los fenómenos desde la perspectiva de los actores clave

Método descriptivo

La información numérica generada a través de la guía de mediciones (pH, cloro, temperatura) se analizó mediante procedimientos descriptivos básicos, consistentes en:

Registro sistemático de valores, comparación con límites críticos establecidos por la normativa HACCP y el IPSA, identificación de desviaciones operativas, valoración del cumplimiento o incumplimiento de parámetros críticos.

Si bien este componente no emplea técnicas estadísticas complejas, proporciona evidencia empírica que respalda y valida los hallazgos cualitativos, especialmente en la determinación de los puntos críticos de control (PCC).

Método inductivo

La integración de los hallazgos surgió a partir del análisis de casos y evidencias particulares obtenidas en campo, permitiendo: generalizar conclusiones sobre riesgos, construir inferencias sobre el comportamiento del proceso, fundamentar la propuesta del modelo HACCP basada en la realidad observada.

Este método es pertinente en estudios cualitativos con apoyo cuantitativo, dado que permite construir conocimiento desde las condiciones específicas observadas.

Método de triangulación

La triangulación constituye el eje central de la verificación metodológica. Se realizó integrando tres fuentes:

Observación directa (prácticas reales del personal y condiciones operativas).

Entrevistas semiestructuradas (percepciones, conocimientos y experiencias del personal).

Mediciones operativas y normativa técnica (parámetros cuantitativos e información normativa del IPSA, Codex y NTON).

Esta triangulación fortaleció la confiabilidad de los resultados al contrastar lo que se observa, lo que se dice y lo que indican los parámetros técnicos.

Gracias a este proceso fue posible determinar con mayor precisión: la existencia y magnitud de peligros, el cumplimiento de requisitos sanitarios, la identificación real de los PCC del proceso, las brechas entre la práctica y las recomendaciones técnicas del sistema HACCP.

Técnicas utilizadas en el procesamiento de datos

Tabulación de resultados

Las mediciones cuantitativas (ppm, pH, temperatura) fueron tabuladas para compararlas con los límites críticos. La tabulación incluyó: valores medidos, criterio de conformidad, desviación detectada, observaciones del proceso.

Análisis comparativo

Se compararon prácticas reales con: principios del HACCP, BPM y POES vigentes, requisitos técnicos de la normativa nacional e internacional. Esto permitió identificar discrepancias y áreas de mejora.

Instrumentos utilizados para el análisis

Los instrumentos que facilitaron el procesamiento de los datos fueron:

1. Hojas de registro de mediciones
2. Listas de cotejo BPM, POES, EPP y BPA
3. Matrices de peligros y evaluaciones de riesgo.
4. Árbol de decisión HACCP para determinar PCC.

Integración final de los resultados

Una vez procesados los datos cualitativos y cuantitativos, se integraron mediante: análisis interpretativo profundo, verificación cruzada entre fuentes, discusión técnica

apoyada en normativa HACCP, validación del cumplimiento de límites críticos, determinación lógica y sistemática de los PCC del proceso.

Este análisis integrado permitió comprender la situación real del proceso de empaque al vacío y fundamentar la propuesta del modelo HACCP adaptado a la Cooperativa Tomatoya.

10.10. Criterios de calidad

La aplicación de criterios de calidad en la presente investigación se fundamenta en la Política y Estrategias de la Calidad UNAN-Managua, actualizada al 2024, que establece los lineamientos para garantizar el rigor científico, la pertinencia y la mejora continua en todos los procesos universitarios. El diseño del modelo HACCP para la Cooperativa Agropecuaria Tomatoya se alinea con los siguientes principios rectores de la institución:

Pertinencia y Relevancia Social: El estudio contribuye a la solución de los problemas sociales al abordar un tema crucial para el desarrollo económico y la salud pública del país (inocuidad alimentaria). La pertinencia es un eje clave para la UNAN-Managua. (UNAN-Managua , 2024)

Rigor y Calidad Científica: El proceso de investigación se desarrolla con el objetivo de fomentar y desarrollar la investigación científica para contribuir a la transformación de la sociedad, y formar profesionales con dominio de las competencias científico-técnicas. Este rigor se garantiza mediante la correcta aplicación y validación de los instrumentos.

11. Análisis y discusión de resultados

11.1. Identificación de los puntos críticos de control

El Codex Alimentarius define los puntos críticos de control (PCC) como un elemento sumamente necesario para los sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP).

Según las directrices del Codex un punto crítico de control es una “fase en la que se aplica(n) una o varias medidas de control para un peligro significativo, en un sistema HACCP” (FAO & WHO, 2025), también se puede decir que es una etapa donde aplican controles para prevenir o reducir peligros significativos para la inocuidad alimentaria. Si bien para las hortalizas enteras y crudas la inocuidad se basa principalmente en las buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM), un proceso como el empaque al vacío se considera una operación de elaboración o manufactura, donde el sistema HACCP se vuelve fundamental. Según la FAO & OMS (2007) su importancia para cooperativas o empresas pequeñas radica en:

- Protección del consumidor.
- Control de peligros específicos.
- Base sólida de higiene.
- Beneficios económicos y de acceso al mercado.

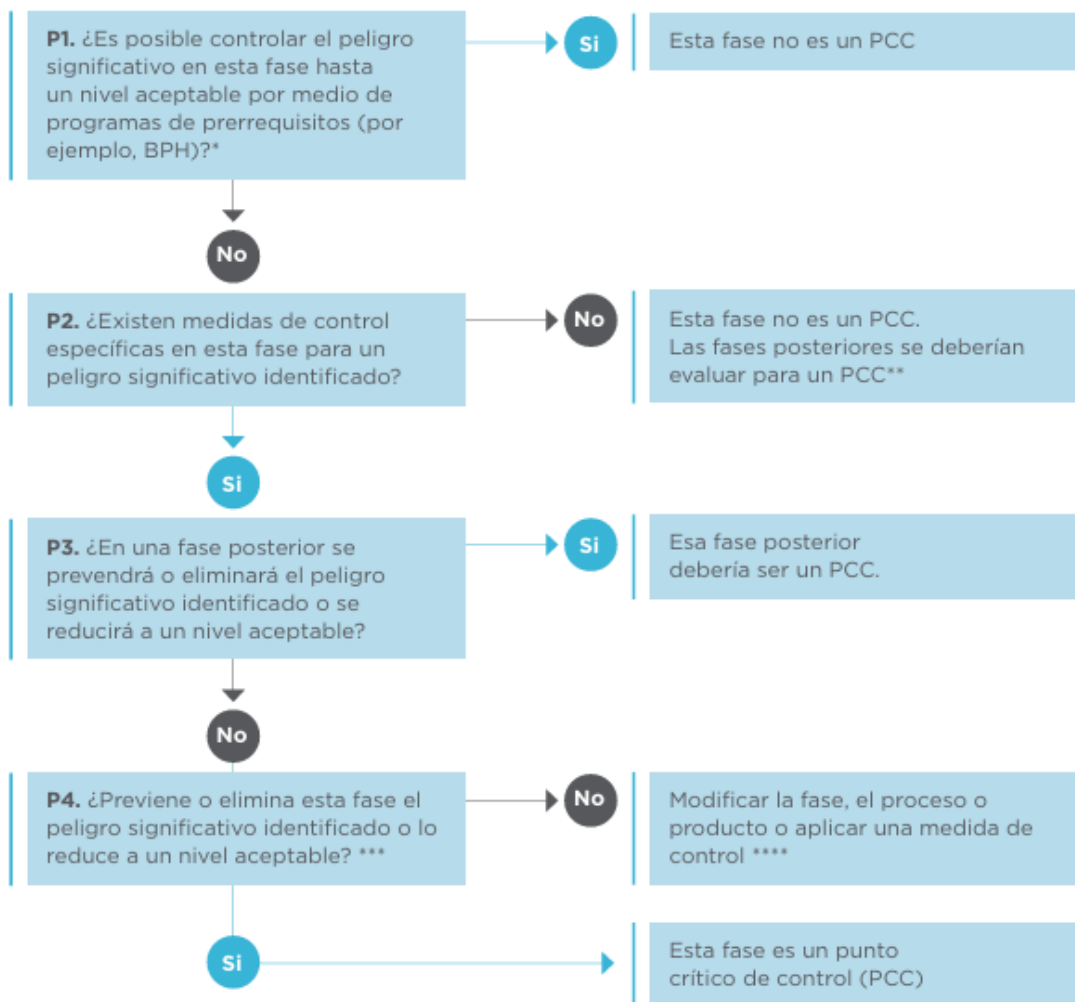
Este apartado analiza los PCC en el flujo del proceso desde el acopio hasta el empacado al vacío, utilizando el Árbol de Decisión HACCP y datos empíricos de campo, alineándose con el objetivo general de desarrollar un modelo HACCP.

La identificación de los PPC se llevó a cabo mediante el árbol de decisión HACCP, siendo una herramienta fundamental, sistemática y lógica, establecida por el Codex Alimentarius para facilitar la determinación de los puntos críticos de control (PCC) en cada parte de un proceso alimentario. Esta herramienta guía al equipo HACCP mediante una secuencia de preguntas sobre cada fase del proceso, donde se ha identificado un peligro significativo específico, para así poder determinar si dicha fase es un PPC (Comité Técnico Nacional de HACCP, 1998).

El árbol de decisiones se aplica a cada fase a la que se le haya identificado un peligro significativo específico. Un peligro significativo es aquel que es razonablemente probable que ocurra a un nivel inaceptable si no existe control, y para el cual el control es fundamental dado el uso destinado del alimento, debe aplicarse de manera flexible, teniendo en cuenta si la operación está destinada a la producción, sacrificio, elaboración, almacenamiento, distribución u otra finalidad (FAO & WHO, 2025).

Figura 1

Árbol de decisión para PCC



Nota. Fuente: FAO & WHO, 2025

Se mapeó el flujo del proceso en 11 etapas principales: recepción, limpieza, selección, pelado, corte, lavado y desinfección, secado, empaque y verificación, sello al vacío, embalaje y etiquetado, y almacenamiento, basado en observaciones in situ. Las técnicas de recolección de datos incluyeron observación directa, listas de cotejo para Equipos de Protección Personal (EPP), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), entrevistas semiestructuradas para documentar prácticas reales y debilidades en el control, así mismo se hicieron mediciones de temperatura y ph para corroborar los PCC. El procedimiento consistió en evaluar peligros (biológicos, químicos y físicos) por etapa utilizando la tabla de análisis de peligros, aplicar el Árbol de Decisión para clasificar PCC, y validar los hallazgos con indicadores empíricos cualitativos.

El análisis identificó tres Puntos Críticos de Control (PCC) en el procesamiento de papas en la Cooperativa Tomatoya: lavado y desinfección (PCC-1), sello al vacío (PCC-2) y almacenamiento refrigerado (PCC-3).

Estos PCC se determinaron aplicando el Árbol de Decisión HACCP, considerando que no hay etapas posteriores letales para eliminar patógenos. La tabla siguiente resume los PCC, incluyendo peligros y respuestas al Árbol de Decisión:

Tabla 2

Análisis de decisión

PCC-1: Lavado y desinfección								
Etapa	Peligro Identificado (Biológico)	Q1: ¿Existe medida de control?	Q2: ¿Elimina/reduce el peligro a nivel aceptable?	Q3: ¿Puede el peligro aumentar/reaparecer después?	Q4: ¿Hay etapa posterior que elimine/reduzca el peligro?	Conclusión	Límite Crítico	Racional
Lavado y desinfección	Patógenos en superficie (e.g., <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Sí (desinfección con cloro)	Sí, si se controla concentración, tiempo, pH y temperatura	No, si se enjuaga con agua potable y no hay recontaminación	No, no hay procesos letales posteriores (e.g., cocción)	PCC	Cloro: 100-150ppm; pH: 6.5-7.5; tiempo: 1-2 min; T° agua: 10-15°C	La desinfección reduce la carga microbiana superficial en hortalizas frescas. Monitoreo: medir cloro residual y pH diariamente

PCC-2: Sellado al vacío								
Etapa	Peligro Identificado (Biológico)	Q1: ¿Existe medida de control?	Q2: ¿Elimina/reduce el peligro a nivel aceptable?	Q3: ¿Puede el peligro aumentar/reaparecer después?	Q4: ¿Hay etapa posterior que elimine/reduzca el peligro?	Conclusión	Límite Crítico	Racional

Sello al vacío	Pérdida de vacío crecimiento de anaerobios/p sicrotrofos (e.g., <i>C. botulinum</i> en papas)	Sí (parámetros de vacío y sellado)	Sí, si se asegura el vacío e integridad del sello	Sí, por fallos en equipo o manipulación post-sellado	No, no hay etapa correctiva posterior	PCC	Vacío: $\geq 99\%$ (O_2 residual $< 1\%$); integridad del sello: 100% sin fugas	El empaque al vacío reduce O_2 , pero un sellado deficiente favorece anaerobios (Codex, 2003). Monitoreo: pruebas de vacío (diarias) y verificación visual de sellos (100% de lotes).
----------------	---	------------------------------------	---	--	---------------------------------------	-----	---	--

PCC-3: Almacenamiento								
Etapa	Peligro Identificado (Biológico)	Q1: ¿Existe medida de control?	Q2: ¿Elimina/reduce el peligro a nivel aceptable?	Q3: ¿Puede el peligro aumentar/reaparecer después?	Q4: ¿Hay etapa posterior que elimine/reduzca el peligro?	Conclusión	Límite Crítico	Racional
Almacenamiento refrigerado	Crecimiento de patógenos psicrotrofos (e.g., <i>Listeria monocytogenes</i>)	Sí (control de temperatura)	Sí, si T° se mantiene en rango seguro	Sí, por abuso de temperatura en cadena de frío	No, no hay etapa posterior compensatoria	PCC	T°: 0-8°C; humedad relativa: 85-95%	Hortalizas frescas (pH >4.6) son susceptibles a psicrotrofos sin procesos letales. Monitoreo: termómetros calibrados; registro continuo de T° (cada 4 h); alertas por desviaciones.

Nota. Fuente: Elaboración propia

Los tres PCC identificados, el lavado (PCC-1), el sello al vacío (PCC-2) y el almacenamiento (PCC-3), se alinean con la literatura especializada, la cual enfatiza estas etapas como críticas en el procesamiento de hortalizas frescas debido a la ausencia de tratamientos térmicos letales (pasos para matar) que eliminen o reduzcan los patógenos a niveles aceptables. En este sector, el enfoque fundamental es la prevención de la contaminación (Rushing, 2012).

Lavado (PCC-1): El lavado (PCC-1) es esencial para reducir la carga microbiológica superficial, pero su función principal y crítica en el sistema APPCC de postcosecha es prevenir la contaminación cruzada del producto, especialmente en sistemas donde el agua es recirculada. La sanitización del agua ayuda a prevenir que un problema localizado se convierta en un problema ampliamente dispersado (Rushing, 2012). La información obtenida mediante los instrumentos revelan deficiencia (falta de medición del cloro, por lo tanto las mediciones siempre arrojan datos inexactos) lo que refleja que los programas de prerrequisitos (Buenas prácticas de higiene, BPH) son insuficientes, lo que, según la FAO & WHO (2025), requiere que se aborden mediante controles adicionales en los PCC.

Según Rushing (2012) el cloro es el sanitizante más utilizado. Para su eficacia, la concentración de cloro libre debe monitorearse (una recomendación general es mantener 100 a 150 ppm de cloro libre) junto con el pH (manteniendo el rango entre 6.5 a 7.5). La medición precisa del cloro es esencial para la vigilancia. Asimismo la FAO & OMS (2007) dice que esta falta de medición refleja desafíos comunes en cooperativas o Empresas Pequeñas y/o Menos Desarrolladas (EPMD), las cuales a menudo carecen de recursos (tiempo, mano de obra, financieros) y de la competencia técnica necesaria para dirigir un programa eficaz de BPH y establecer un sistema HACCP. Si las BPH son inadecuadas, el primer objetivo debería ser mejorar la higiene básica.

Sellado al vacío (PCC-2): Este proceso es crítico para controlar riesgos biológicos significativos. El sellado previene la proliferación de microorganismos anaerobios formadores de esporas, como el sumamente virulento *Clostridium botulinum*, cuya toxina causa neuro-parálisis severa (Rushing, 2012). Este control coincide con las recomendaciones del Codex, el cual establece que la identificación de PCC debe basarse en la eliminación o reducción de peligros a niveles aceptables. No obstante, la inspección visual insuficiente

(entrevista) de los límites críticos (como la integridad del sello) aumenta las vulnerabilidades, lo cual es problemático, porque las comprobaciones visuales no se recomiendan para establecer si se han alcanzado los límites críticos a menos que se hayan validado científicamente (FAO & OMS, 2007).

Almacenamiento (PCC-3): es la herramienta primaria para limitar el crecimiento de patógenos humanos. Este ambiente, es vital para evitar la proliferación de bacterias adaptadas al frío, como *Listeria monocytogenes*, un patógeno que reside típicamente en el suelo y es un microbio de importancia seria en un ambiente frío (Rushing, 2012). “En algunos casos, es posible que en una fase determinada exista más de un parámetro para el que se fijan límites críticos (por ejemplo, los tratamientos térmicos suelen incluir límites críticos tanto de tiempo como de temperatura)” (FAO & WHO, 2025), por lo tanto la temperatura y el tiempo son criterios fundamentales para asegurar que el PCC esté bajo control. Sin embargo, los riesgos ambientales, como los cortes de energía (entrevista) y la humedad residual (lista BPM), destacan que el control inadecuado del tiempo y la temperatura puede permitir la proliferación de microorganismos.

A continuación, se muestran datos obtenidos mediante mediciones en los PCC:

Tabla 3

Medición de PH y PPM del agua

Fecha	Hora	PH/PPM del agua	Observación	Cumple Si/No
13-nov	08:00	6.8/100	Inicio de jornada, parámetros óptimos	Si
13-nov	10:00	5.5/150	PH cayó mucho, posible error de mezcla	No
13-nov	12:00	6.9/150	Estable	Si
13-nov	01:00	7.1/170	Subió PH y PPM, pero sigue dentro de rango seguro	Si

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 4*Medición de temperatura del agua*

Fecha	Hora	Temperatura del agua °c	Observación	Cumple Si/No
13-nov	08:00	10°	Parámetro Óptimo	Si
13-nov	10:00	13°	Parámetro Óptimo	Si
13-nov	12:00	15°	Parámetro Óptimo	No
13-nov	01:00	18°	Ligera desviación, dentro del limite	No

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 5*Medición de temperatura cuarto frío*

Fecha	Hora	Temperatura del Cuarto frío °c	Observación	Cumple Si/No
13-nov	09:00	4°	Parámetro Óptimo	Si
13-nov	01:00	6°	Parámetro Óptimo	Si

Nota. Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en las tablas la mayoría de los parámetros se mantienen dentro de los límites críticos. Esto deja en claro que a pesar de que la cooperativa no lleve un registro para este tipo de mediciones ha logrado mantener el control del proceso mediante prácticas empíricas efectivas. Esto quiere decir que cuando la cooperativa empiece a implementar un monitoreo comprometido podrán mantener los PCC controlados la mayor parte del tiempo.

Estos hallazgos respaldan el supuesto de investigación. La aplicación de controles precisos y científicamente validados en estos puntos como la medición de cloro libre residual (cuyos criterios críticos suelen incluir el cloro disponible) o un nivel de vacío específico podrían mitigar gran parte de las deficiencias observadas. Sin embargo, la ausencia de registros (0%, lista POES) y la capacitación en HACCP (entrevista) limitan severamente la

implementación efectiva. El sistema HACCP requiere un sistema de documentación eficiente y precisa y que los Programas de Prerrequisitos (incluyendo BPH y POES) estén firmemente establecidos, en pleno funcionamiento y verificados. La capacitación continua del personal de la industria es esencial para una aplicación eficaz (FAO & OMS, 2007; FAO & WHO, 2025). Para superar estas barreras en un entorno de EPMD, la literatura sugiere la necesidad de un modelo adaptado que, aunque sea coherente con los siete principios del HACCP, permita flexibilidad para empresas con recursos limitados y este enfoque flexible es justamente lo que se sugiere para Tomatoya.

En comparación con normativas locales como la NTON 03-001-98 (1998), que establece los principios para identificar riesgos y medidas preventivas, los PCC identificados promueven el cumplimiento regulatorio, contribuyendo a la inocuidad y competitividad de la cooperativa. Futuras intervenciones deberían enfocarse en el monitoreo automatizado para superar las limitaciones de la vigilancia manual, dado que los sistemas automáticos pueden realizar un monitoreo continuo de límites críticos cuantificables como la temperatura o el pH.

11.2. Análisis de peligros

El segundo objetivo específico se centró en la aplicación del Principio 1 del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP): la realización de un análisis de peligros exhaustivo. Este sistema, que tiene fundamentos científicos y un carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos (FAO & OMS, 2007).

Este análisis de peligros se aplicó a las etapas del procesamiento de papa en la Cooperativa Tomatoya, abarcando toda la cadena operativa desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento refrigerado. El objetivo es identificar peligros significativos que es indispensable eliminar o reducir a niveles aceptables para poder producir alimentos inocuos (Comité Técnico Nacional de HACCP, 1998).

Este análisis permite conocer:

1. La naturaleza del peligro (biológico, químico o físico).
2. La probabilidad de que el peligro se produzca y la severidad de los efectos nocivos para la salud asociados. Las decisiones tomadas sobre la probabilidad y la severidad deben estar plenamente fundamentadas y justificadas, y la ciencia suele establecer la severidad (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], 2016)
3. La persistencia del peligro en etapas posteriores del proceso.

Al identificar cuáles peligros son significativos para la inocuidad del producto final, se justifica la selección de los tres Puntos Críticos de Control (PCC) determinados en el objetivo anterior (lo que correspondería al Principio 2 del HACCP) (FAO & WHO, 2025).

Se utilizó la tabla de análisis de peligros, siguiendo la secuencia lógica para la aplicación del APPCC, conforme al Principio 1. Este proceso implicó la enumeración de todos los riesgos posibles y una evaluación detallada de cada fase de la operación, considerando:

- Tipo de peligro (biológico, químico, físico): Los peligros biológicos pueden incluir patógenos como Salmonella, Clostridium o Bacillus cereus.

- Probabilidad de ocurrencia y Severidad en caso de presentarse: Es importante evaluar la probabilidad de que se produzcan peligros, teniendo en cuenta los programas de prerrequisitos, en ausencia de un control adicional.

- Persistencia del peligro en etapas posteriores.

- Medidas preventivas existentes: Estas son las intervenciones y actividades necesarias para eliminar los riesgos o reducir sus consecuencias a niveles aceptables.

Los datos se obtuvieron mediante observación directa, lista de cotejo de Buenas Prácticas de Higiene (BPH) o Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES). Las BPH son consideradas los programas de prerrequisitos y son la base de todo control de peligros eficaz (FAO & WHO, 2025). Estos programas deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento para facilitar una aplicación eficaz del sistema HACCP. La información se complementó con entrevistas semiestructuradas, triangulándose la información para mayor validez. Es fundamental que el sistema de HACCP incluya un sistema de documentación y registros precisos sobre todos los procedimientos del HACCP y su aplicación (Comité Técnico Nacional de HACCP, 1998).

Tabla 6*Análisis de peligros*

Análisis de peligros							
Etapa	Peligro (B/Q/F)	Peligro Identificado	¿Es significativo para la seguridad del alimento?	Probabilidad/ Severidad/ Persistencia	Justificación de Peligro	Medida Preventiva	¿PCC?
Recepción	Biológico	Materia prima con carga elevada de patógenos (E. coli, Salmonella, Listeria)	No	Baja/Alta/Baja	Probabilidad baja por proveedores aprobados, pero severidad alta por riesgo de contaminación en acopio rural; persistencia	Especificaciones de compra certificadas; proveedores aprobados; inspección visual.	No

					baja con inspección inmediata.		
Limpieza	Físico	Piedras, tierra, fragmentos vegetales duros	Si	Alta/Alta/Baja	Probabilidad alta en cosecha manual; severidad alta por daño al equipo o ingestión; persistencia baja si se remueve tempranamente	Lavado inicial con agua corriente (si es requerido); selección manual en mesas limpias; tamizado mecánico (si fuera necesario)	No

Selección	Biológico/ Físico	Materia prima dañada o con mohos; cuerpos extraños	No	Alta/Alta/Baja	Probabilidad baja con BPM, pero severidad alta por propagación de patógenos en vegetales húmedos; persistencia baja con rechazo inmediato	Criterios de aceptación estrictos (e.g., <5% daño); cumplimiento de BPM con capacitación; inspección sensorial.	No
Pelado	Físico	Fragmentos de cáscara, plásticos de guantes; astillas de cuchillas desgastadas	Si	Baja/Alta/Baja	Probabilidad baja con mantenimiento, pero severidad alta por riesgo de asfixia o daño; persistencia baja en	Integridad de utensilios verificada diariamente; cambio programado de cuchillas (cada 100 ciclos); uso de	No

					empaquetado al vacío	guantes grado alimentario.	
Corte	Biológico/ Físico	Contaminación cruzada por superficies; astillas metálicas	Si	Baja/Media/Baja	Probabilidad baja con sanitización, severidad media por corte expuesto en papas/cebolla; persistencia baja si se lava post-corte	Utensilios íntegros y sanitizados; separación de lotes por producto; verificación de integridad.	No

Lavado	Biológico/ Químico	Agua de lavado contaminada (e.g., E. coli o residuos de cloro)	Si	Media/Alta/Media	Probabilidad media en fuentes rurales; severidad alta por absorción en papa cortada; persistencia media si no se enjuaga	Uso de agua potable certificada; desinfección con cloro (100-150 ppm controlado); enjuague final con agua filtrada.	Si
Secado	Biológico	Crecimiento microbiano por retención de humedad residual	No	Baja/Alta/Baja	Probabilidad baja con secado eficiente; severidad alta en anaerobiosis posterior, pero persistencia	Tiempo adecuado de escurrido/centrífuga (≤ 5 min); flujo de aire higiénico (velocidad > 1 m/s).	No

					baja con flujo de aire		
Empaque y verificación	Biológico/ Físico	Recontaminación por superficies; cuerpos extraños del material de empaque	No	Baja/Media/Baja	Probabilidad baja con higiene; severidad media para Listeria; persistencia baja con verificación	Área limpia (BPM); materiales grado alimentario; verificación visual al 100%.	No
Sello al vacío	Biológico	Falta de vacío; crecimiento de patógenos anaerobios/psicrotrofos (e.g.,	Si	Media/Alta/Media	Probabilidad media por variabilidad en equipos; severidad alta en empaque	Parámetros validados de vacío (>99%) y sellado; integridad del sello probada.	Si

		C. botulinum en papas)			anaeróbico; persistencia media sin monitoreo		
Embalaje	Físico	Daño físico; contaminación por polvo o partículas	No	Baja/Alta/Baja	Probabilidad baja en área controlada; severidad alta por ruptura de empaque; persistencia baja con inspección	Área separada y presurizada; embalaje limpio y sellado; inspección post-embalaje.	No
Etiquetado	Físico (Trazabilidad)	Error en fecha/lote	No	Baja/Media/Baja	Probabilidad baja con doble chequeo; severidad media por recall;	Doble verificación; etiquetas grado alimentario;	No

					persistencia baja en trazabilidad	auditoría diaria.	
Almacenamiento (refrigeración)	Biológico	Crecimiento de Listeria y psicrotrofos por abuso de temperatura	Si	Media/Alta/Media	Probabilidad media en cadena de frío rural; severidad alta en papa; persistencia media sin monitoreo continuo.	Cadena de frío continua 0- 8°C); termómetros calibrados.	Si

La estructura de control de peligros en la producción de alimentos se basa en la aplicación de programas de prerrequisitos (PPR), como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES o SSOP), que son fundamentales para cualquier sistema APPCC eficaz. Estos programas previos establecen las condiciones ambientales y operacionales necesarias para la inocuidad, como la higiene del personal, las condiciones de los locales y el equipo, y la lucha contra las plagas (FAO & WHO, 2025).

Los restantes peligros (recepción, limpieza, selección, pelado, corte, secado, empaque, embalaje y etiquetado) se consideran controlados mediante programas de prerrequisitos (BPM y POES), por lo que no requieren PCC. Para algunas empresas, la aplicación efectiva de las Buenas Prácticas de Higiene (BPH/BPM) puede ser suficiente para abordar la inocuidad de los alimentos. Sin embargo, si estos peligros son significativos y no se controlan adecuadamente a través de las BPH, se requiere un plan HACCP para abordarlos (FAO & WHO, 2025). La necesidad de establecer PCCs para etapas que tradicionalmente se controlan con prerrequisitos se justifica plenamente si el análisis de peligros demuestra que las BPH por sí solas son insuficientes para garantizar la inocuidad, especialmente debido a la complejidad de la operación o a peligros específicos. La documentación es clave, ya que los programas previos deben estar firmemente establecidos, en pleno funcionamiento y verificados adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz del sistema HACCP (FAO & OMS, 2007).

El lavado es un paso crucial donde se puede reducir drásticamente las cargas microbiológicas superficiales. Sin embargo, el lavado inadecuado puede mover la contaminación de la superficie al interior del producto (Rushing, 2012).

El corte de la papa crea una mayor superficie expuesta, aumentando el riesgo. El lavado en este estado es especialmente sensible, ya que, si el producto tibio se sumerge en agua fría, el tejido puede contraerse y absorber diminutas cantidades de agua a través de cortes, abrasiones o punto de separación, infiltrando patógenos si están presentes en el agua (Rushing, 2012).

Por tanto, el control de la calidad del agua es una medida de control fundamental. El agua utilizada en operaciones postcosecha o lavado debe ser de calidad potable. (FAO &

WHO, 2025). Si se utiliza hipoclorito (cloro), el pH debe gestionarse, siendo el rango recomendado generalmente de 6.5 a 7.5, ya que el pH influye drásticamente en la eficacia del cloro como sanitizante (Rushing, 2012).

El sellado al vacío crea un ambiente anaeróbico, lo que es crítico. La presencia de un riesgo significativo, como el de *Clostridium botulinum* una bacteria que típicamente reside en el suelo, en un ambiente anaeróbico y con baja acidez ($\text{pH} > 4.6$) (Rushing, 2012), justifica plenamente su identificación como PCC.

El pH es un criterio clave que se utiliza habitualmente para establecer límites críticos en el sistema HACCP (Comité Técnico Nacional de HACCP, 1998). La formulación de un alimento hasta un nivel que impida la proliferación de patógenos es una medida de control de la inocuidad (FAO & WHO, 2025). El hecho de que el producto se encuentre en un ambiente anaeróbico (debido al sellado al vacío) es un factor que contribuye a la proliferación de microorganismos indeseables si las operaciones no se controlan adecuadamente.

El almacenamiento refrigerado es un punto de control crucial ya que afecta la proliferación de microorganismos. La identificación de *Listeria monocytogenes* es pertinente, dado que este patógeno es conocido por ser psicrótrofo, capaz de crecer a bajas temperaturas (Rushing, 2012).

La *Listeria monocytogenes*, esta bacteria patógena reside en el suelo y es una causa seria de enfermedad, particularmente peligrosa para mujeres embarazadas (Rushing, 2012). En entornos de elaboración de alimentos listos para el consumo, como la papa precortada y empacada al vacío, es necesario prestar mayor atención a la limpieza y desinfección de las superficies para el control de *L. monocytogenes* (FAO & WHO, 2025).

El control de la temperatura y el tiempo es uno de los fallos de control operacional más comunes, permitiendo la supervivencia o proliferación de microorganismos (FAO & WHO, 2025). La temperatura es un parámetro fundamental para establecer límites críticos. La refrigeración reduce la tasa de crecimiento de la población de algunas bacterias, aunque algunos patógenos sobreviven más tiempo bajo refrigeración (Rushing, 2012).

Tomatoya
COOPERATIVA AGROPECUARIA
DE SERVICIOS



Manual HACCP

Manual HACCP

21-11-2025



ING. ERICK GUZMÁN CHAVARRÍA
ING. ANDREA GUZMÁN CHAVARRIA
ING. JOCKSAN UBEDA MORENO

1.	Índice	
1	<u>Introducción</u>	58
1.1	<u>Presentación del establecimiento</u>	58
1.2	<u>Breve descripción del interés en entrar en el proceso de certificación en el sistema HACCP</u>	59
2	<u>Identificación del establecimiento</u>	60
2.1	<u>Razón Social</u>	60
2.2	<u>Líneas de producción y comercialización</u>	60
3	<u>DESCRIPCIÓN DE PLANOS</u>	61
4	<u>Organigrama general del establecimiento</u>	63
4.1	<u>Presentación y descripción del organigrama actual del establecimiento de procesos de alimentos de origen animal y vegetal</u>	63
5	<u>Equipo HACCP</u>	65
5.1	<u>Nombramiento, formación y competencias del Coordinador del equipo HACCP</u>	65
5.2	<u>Conformación del equipo HACCP. Describa quienes conforman el equipo, los requisitos que deben cumplir</u>	65
5.3	<u>Definición de funciones del equipo</u>	66
6	<u>FICHAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS</u>	67
7	<u>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO</u>	68
8	<u>DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS</u>	69
8.1	<u>Descripción de por línea de proceso que realiza el establecimiento</u>	69
8.2	<u>Identificación de los PCC</u>	70
9	<u>PLAN HACCP</u>	70
9.1	<u>Análisis de riesgo</u>	70
9.2	<u>Aplicar matriz de gestión de riesgos</u>	74
9.3	<u>Aplicar el árbol de decisiones para identificar los PCC. (CXC 1-1969, 2022*)</u>	74
9.4	<u>Aplicar matriz de los siete principios a cada PCC identificado</u>	77
9.4.1	<u>Establecer las acciones correctivas</u>	78
9.4.2	<u>Establecer el sistema de documentación: registro y archivo</u>	80
9.5	<u>Procedimiento de Validación de los límites críticos y medidas de control</u>	82
9.6	<u>Procedimiento de Validación y verificación del plan HACCP</u>	83
9.7	<u>Procedimiento de mantenimiento de Documentación y registro</u>	84
9.8	<u>Plan de capacitación HACCP</u>	87

- **Introducción**

- **Presentación del establecimiento**

La Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. fue constituida en mayo de 2001 con 23 socios, actualmente cuenta con 38 miembros activos 30 varones y 8 mujeres.

Su sede se encuentra ubicada en la comunidad de Tomatoya Chagüite Grande, municipio de Jinotega kilómetro 174 carretera a San Rafael del Norte. La principal actividad económica de la Cooperativa es la producción y comercialización de hortalizas frescas, además ofrece servicios complementarios como producción de plántulas, mecanización, transporte, financiamientos de insumos y maquila.

La Cooperativa mantiene un firme compromiso con la implementación de sistemas de calidad e inocuidad alimentaria basados en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), lo que ha permitido ser reconocida por sus clientes por la calidad, cumplimiento y constancia en sus entregas.

Misión

Somos una cooperativa dedicada a la producción y comercialización de hortalizas diversas, implementamos sistemas de inocuidad alimenticia como Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), reconocidos por nuestros clientes por la calidad, cumplimiento y constancia en nuestras entregas por lo que accedemos a mercados formales, brindamos a % nuestros socios servicios agrícolas necesarios para la producción y comercialización de hortalizas de alta calidad. Hacemos énfasis en la promoción de equidad de género en todos los procesos productivos. Tenemos el compromiso de preservar los recursos naturales (agua, suelos y bosques).

Visión

Nuestra visión estratégica es ser una cooperativa consolidada y organizada, líder en producción y comercialización de hortalizas para el mercado selectivo de Nicaragua y regional, constituyéndonos como un punto de referencia en el departamento de Jinotega para la organización, producción con tecnología y respeto al medio ambiente, comercialización y en la prestación de servicios.

- **Breve descripción del interés en entrar en el proceso de certificación en el sistema HACCP**

La Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. ha reconocido la importancia de fortalecer su sistema de gestión alimentaria, en el proceso de empaque al vacío, con el propósito de cumplir de manera rigurosa con los estándares nacionales.

La certificación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) en este proceso específico contribuirá a:

- Asegurar la inocuidad y seguridad de los productos hortícolas empacados al vacío.
- Reducir al mínimo riesgos de contaminación física, química y biológica durante el proceso de sellado.
- Prolongar la vida útil de los productos garantizando frescura y calidad organoléptica.
- Generar mayor confianza en los consumidores.

- Potenciar la competitividad de la Cooperativa y facilitar el acceso a nuevos mercados. Este proceso de certificación se integra dentro de la política de la mejora continua de la Cooperativa y refleja el compromiso institucional de ofrecer alimentos seguros, de alta calidad y con adecuada presentación, alineados con la normativa nacional de inocuidad alimentaria, así como la implementación Buenas Prácticas de Manufactura.

- **Identificación del establecimiento**

Identificación del establecimiento Nombre del establecimiento: Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L.

Ubicación: comunidad de Tomatoya Chagüite Grande, municipio de Jinotega kilómetro 174 carretera a San Rafael del Norte, Jinotega

- **Razón Social**

La Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. fue constituida en mayo de 2001 con 23 asociados, y actualmente cuenta con 38 miembros activos (30 varones y 8 mujeres). Está inscrita ante el entonces INFOCOP, hoy MEFFCA, mediante la resolución N° 376-2001, Folio 242, Tomo V, del Registro Nacional de Cooperativas del Ministerio del Trabajo, con el número RUC J012-0000037210.

- **Líneas de producción y comercialización**

La planta de procesamiento de hortalizas de la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. fue instalada en mayo de 2002 con el propósito de atender la creciente demanda de supermercados y clientes institucionales, iniciando sus operaciones con una línea de producción destinada al manejo y acondicionamiento de hortalizas frescas.

Actualmente, esta línea de proceso trabaja con materia prima proveniente de los productores asociados, principalmente apio, lechuga, tomate, repollo, zanahoria, perejil, etc. Los cuales son sometidos a operaciones de selección, lavado, desinfección, escurrido y empaque, garantizando productos frescos, limpios y listos para su distribución y consumo.

Los productos procesados se comercializan en supermercados nacionales, restaurantes y otros establecimientos del sector alimentario, contribuyendo al fortalecimiento de la cadena de suministro de hortalizas frescas a nivel nacional.

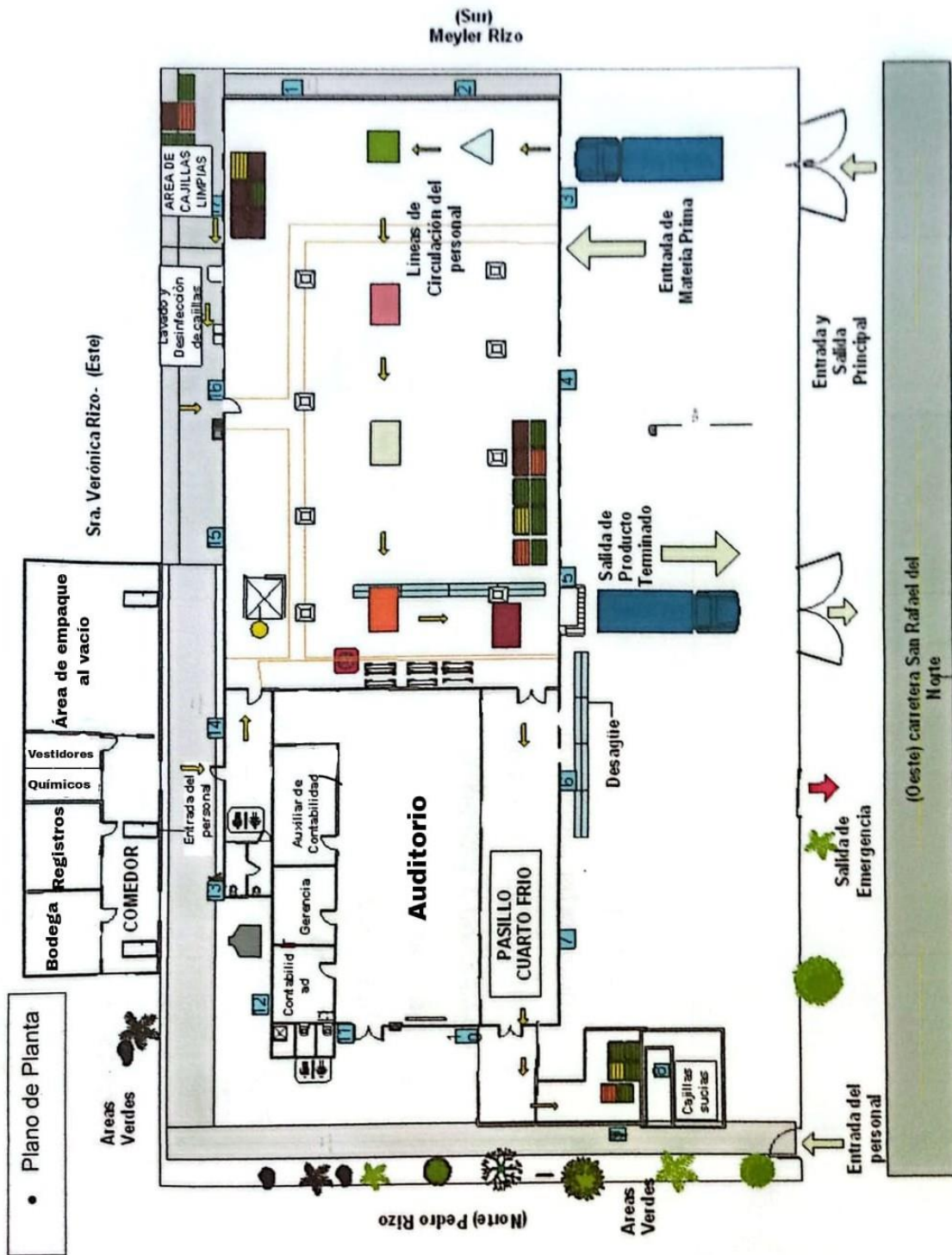
En los últimos años, la cooperativa ha incorporado un nuevo proceso de empaque al vacío para productos como apio, cebolla y papa, entre otros, con el objetivo de prolongar la vida útil, preservar la calidad y cumplir con los requisitos de inocuidad alimentaria exigidos por sus clientes.

- **DESCRIPCIÓN DE PLANOS**

En el presente diseño podemos encontrar una descripción grafica de las instalaciones de La Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. detallando puntos como áreas de estacionamiento, áreas verdes, colindantes entre otras.

Leyenda- Plano Tomatoya

-  - Despacho del Producto
-  - Empacado
-  - Pesado
-  - Limpieza y Desinfección
-  -Deshojado
-  - Selección y Enjuague
-  -Trampas para roedores
-  - Monta carga Hidráulico
-  -luces Led



- **Organigrama general del establecimiento**
 - **Presentación y descripción del organigrama actual del establecimiento de procesos de alimentos de origen animal y vegetal.**

El organigrama general de la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. muestra la estructura organizativa que permite coordinar de forma eficiente las actividades productivas, administrativas y comerciales. Esta estructura está diseñada para asegurar la adecuada toma de decisiones, el cumplimiento de responsabilidades y el fortalecimiento de la gestión institucional.

En la parte superior se encuentra la Asamblea General, que constituye el máximo órgano de decisión y participación de los asociados. A este nivel le sigue la Junta de Vigilancia, encargada de garantizar la transparencia y el buen funcionamiento de la cooperativa.

Luego se ubica el Consejo de Administración, responsable de dirigir la planificación estratégica y operativa de la organización, apoyado por el Comité de Educación y el Comité de Crédito.

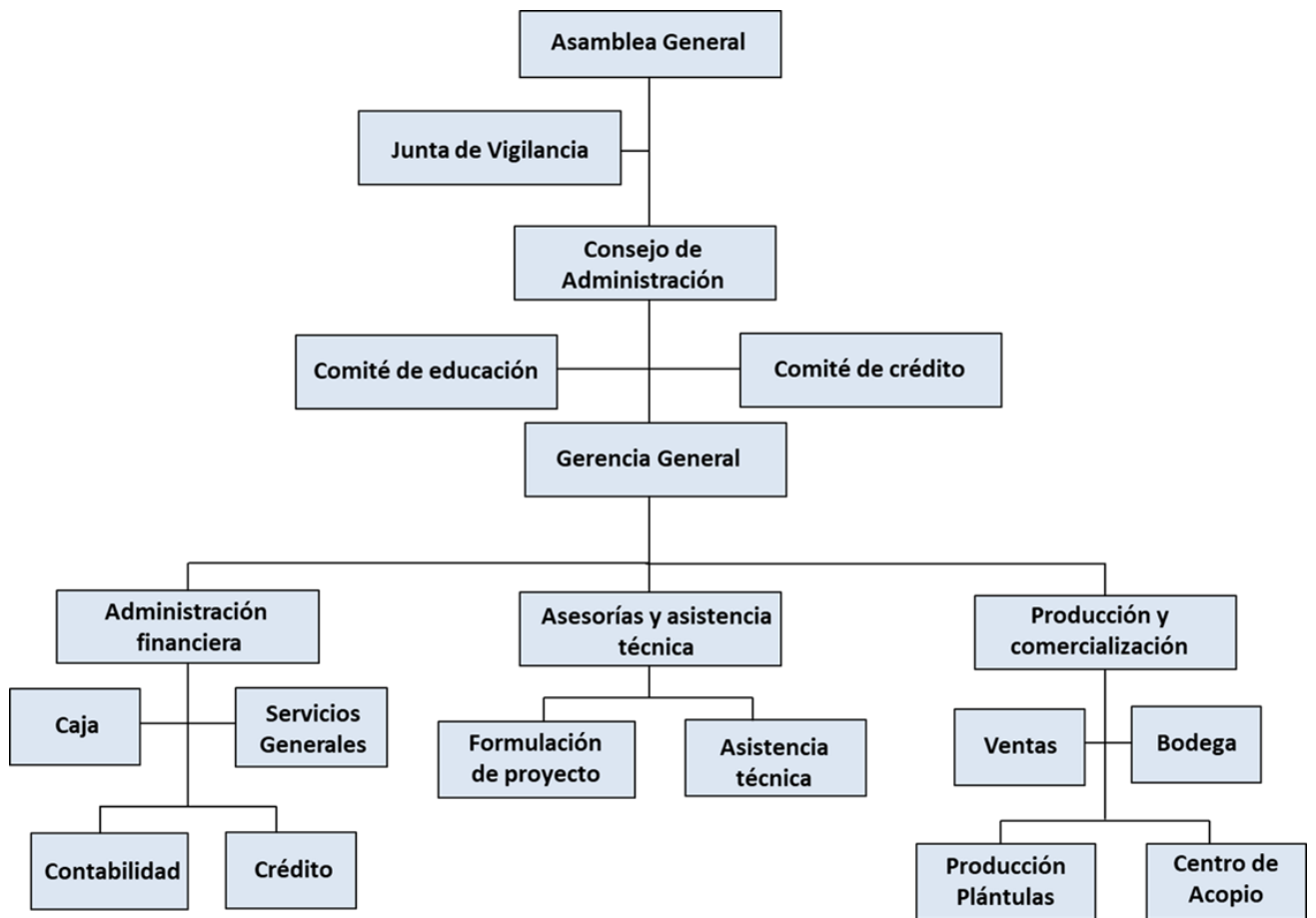
La Gerencia General coordina la ejecución de las actividades diarias y supervisa las diferentes áreas funcionales:

Administración financiera: incluye caja, contabilidad, crédito y servicios generales.

Asesorías y asistencia técnica: abarca formulación de proyectos y asistencia técnica a los productores.

Producción y comercialización: gestiona ventas, bodega, producción de plántulas y el centro de acopio, asegurando la distribución eficiente de los productos hortícolas.

Esto permite una gestión integral que facilita la planificación, ejecución y control de las actividades productivas, garantizando la calidad y seguridad alimentaria en los procesos de la cooperativa.

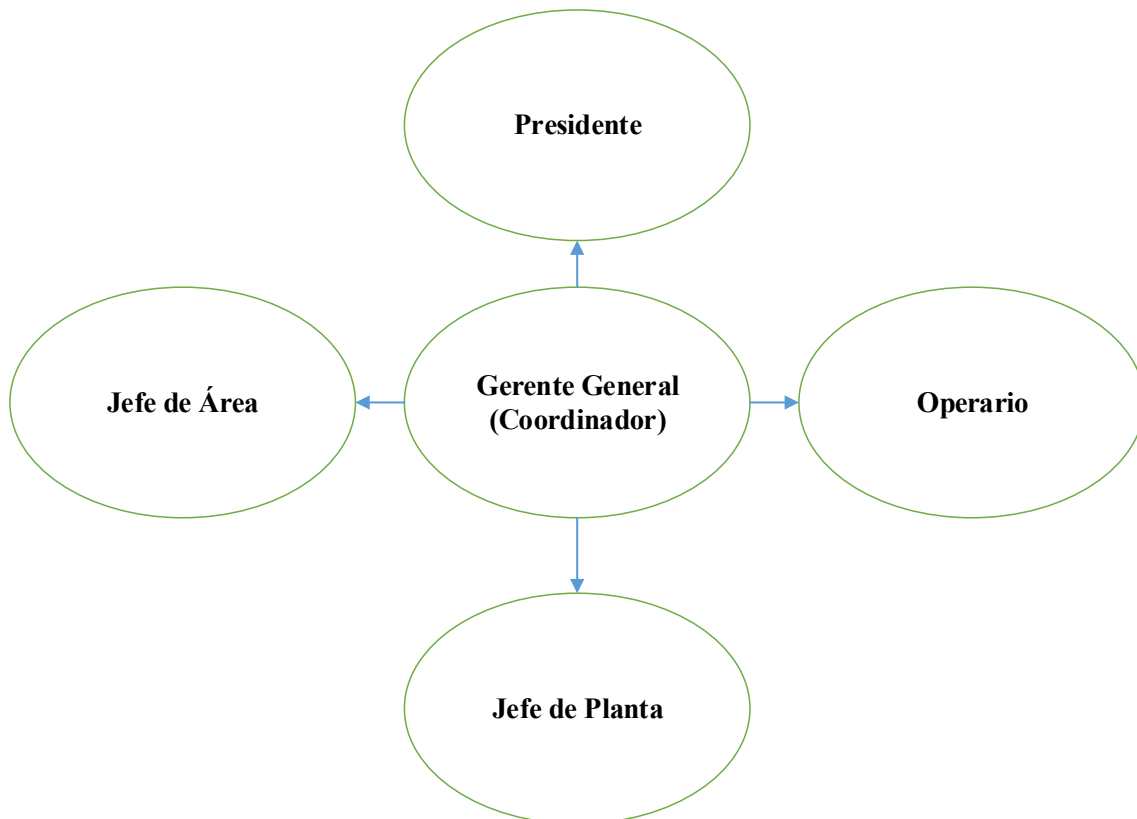


- **Equipo HACCP**
 - **Nombramiento, formación y competencias del Coordinador del equipo HACCP**

El equipo HACCP de la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. está conformado por personal técnico y administrativo con experiencia en las diferentes áreas de la organización, lo que permite un abordaje integral de los procesos productivos. La coordinación del equipo recae en el Gerente General, quien posee conocimientos en inocuidad alimentaria, gestión operativa y normativa nacional aplicable, lo que le permite dirigir las actividades de planificación, implementación y verificación del sistema HACCP.

El coordinador tiene la responsabilidad de convocar y liderar las reuniones del equipo, asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos y garantizar que se apliquen correctamente los principios del sistema HACCP en todas las etapas del proceso productivo.

- **Conformación del equipo HACCP. Describa quienes conforman el equipo, los requisitos que deben cumplir.**



○ **Definición de funciones del equipo**

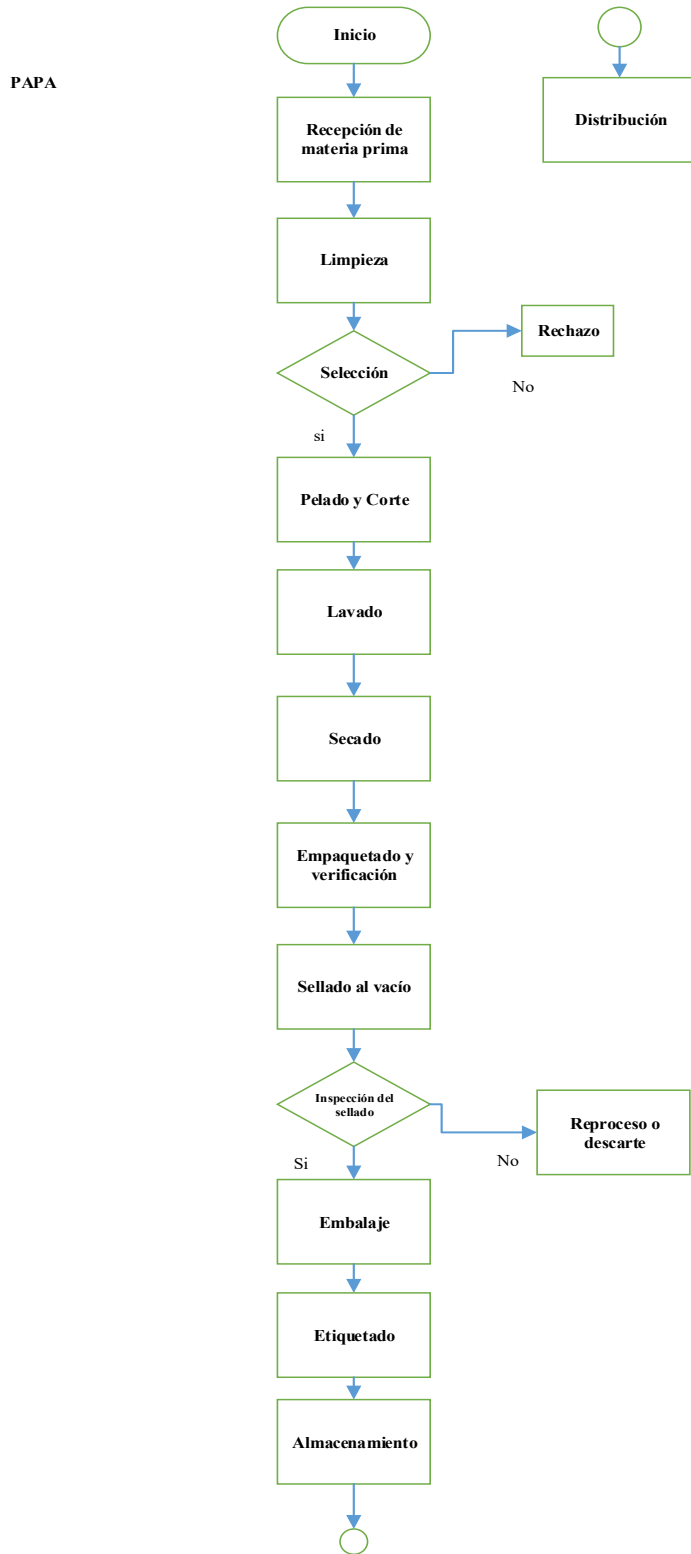
Nombre/Cargo	Rol en el equipo	Competencias	Funciones principales
Presidente	Miembro del equipo HACCP	Experiencia en toma de decisiones y conocimiento general de las operaciones de la cooperativa.	Brindar respaldo y aprobar decisiones relacionadas con la implementación del sistema HACCP.
Gerente General (Coordinador)	Coordinador HACCP	Disponer de los medios para la implementación del plan HACCP. Formación en inocuidad alimentaria	Coordinar reuniones del equipo HACCP, supervisar el cumplimiento de planes y verificar la implementación de medidas correctivas.
Jefe de Área	Miembro técnico	Conocimiento del proceso productivo y control de calidad.	Identificar peligros en la línea de producción, establecer los PCC y proponer mejoras en el proceso.
Jefe de Planta	Miembro técnico	Conocimientos en BPM, HACCP.	Verificar la aplicación de procedimientos operativos, registros monitoreo de los PCC.
Operario	Personal operativo	Capacitado en manipulación higiénica de alimentos BPM.	Cumplir y reportar cualquier desviación detectada en el proceso productivo.

El equipo HACCP es responsable de coordinar, implementar y mantener actualizado el sistema de inocuidad alimentaria de la cooperativa. Cada miembro cumple funciones específicas según su cargo, contribuyendo a la identificación de peligros, determinación de puntos críticos de control (PCC), aplicación de medidas preventivas y verificación del cumplimiento de los procedimientos establecidos, este equipo se encarga de revisar periódicamente los registros de control, proponer acciones correctivas cuando sea necesario y garantizar la mejora continua del sistema HACCP. Su participación activa asegura que todas las etapas del proceso productivo cumplan con los estándares de inocuidad y calidad requeridos por la normativa nacional y las exigencias del mercado.

• **FICHAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS**

Ficha Técnica de Producto terminado			
Papa sellada al vacío		Diseño del sistema HACCP/APPCC	
Descripción del producto			
<p>Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) Recepcionada,limpiada,seleccionada,pelada,cortada,lavada,secada,empaquetada y verificación, sellado al vacío en bolsas PA/PE para prolongar su vida útil, evitar oxidación y garantizar la inocuidad.</p>			
Lugar de elaboración			
<p>Producto elaborado en el área de Empaque de la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L, municipio de Jinotega kilómetro 174 carretera a San Rafael del Norte.</p>			
Composición Nutricional Promedio(100g)		Presentación y empaques comerciales	
Agua 78%		Bolsas multilaminares PA/PE(poliamida-polietileno)	
Energía 77 kcal		Espesor 70-90 micras	
Proteínas 2%		Presentación: 1 libra (454g)	
Grasa total 0.1%		Fecha de empaque	
Carbohidratos 17%		Fecha de vencimiento	
Características Organolépticas		Formas de consumo	
Color	Crema claro	Cocida,frita,horneada o guisada	
Textura	Firme	No apta para el consumo en crudo	
Aroma	Fresco, limpio, sin olores extraños	Consumidores Potenciales	
Apariencia	Limpia, sin brotes, manchas o zonas verdes	Hoteles,restaurantes,comedores,supermercados,consumidor directo	
No debe presentar oxidación avanzada ni humedad excesiva dentro del empaque			
Requisitos mínimos y normatividad			
NTON 03-061-06: Empacado y transporte de hortalizas frescas.			
RTCA 67.06.55.09 Buenas prácticas de higiene para alimentos no procesados.			
Lineamientos del sistema HACCP para procesos de sellado al vacío			
Tipo de conservación		Vida Útil del producto	
Refrigeración		vida útil 5 días bajo refrigeración constante y empaque intacto	
4 ± 2 °C			
Consideraciones de almacenamiento			
Mantener en refrigeración continua.			
verificar que el vacío no se haya perdido			

• **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**



- **DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS**

- **Descripción de por línea de proceso que realiza el establecimiento.**

La Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. desarrolla actividades orientadas al acondicionamiento y empaque al vacío de hortalizas frescas. Para el presente Manual HACCP se describe de forma específica la línea de proceso de papa empacada al vacío, la cual requiere un control riguroso para garantizar la inocuidad del producto.

El proceso inicia con la recepción de la materia prima, donde se verifica la calidad visual de la papa entregada por los productores asociados. Se revisa su frescura, integridad y ausencia de daños evidentes. Posteriormente, el producto pasa a una fase de limpieza inicial que permite eliminar tierra, residuos adheridos y suciedad superficial.

Luego se realiza la selección, etapa en la cual se separan las papas que presentan golpes, pudrición, fisuras o cualquier defecto que pueda comprometer la calidad del producto final. Solo las unidades que cumplen con los criterios establecidos continúan hacia el pelado y corte, donde se obtienen piezas uniformes, de acuerdo con la presentación requerida para esta línea de empaque.

Una vez cortadas, las papas se someten a un lavado y desinfección utilizando agua potable y agentes autorizados para uso en alimentos, asegurando un adecuado control de la carga microbiana. Posteriormente, se realiza un enjuague para retirar los residuos del desinfectante.

Finalizado el enjuague, las papas pasan a una etapa indispensable del proceso: el secado. Esta operación permite eliminar el exceso de humedad superficial mediante escurrido y exposición en bandejas o mesas sanitarias. El secado adecuado es fundamental para evitar acumulación de agua en el interior de la bolsa y garantizar un sellado correcto durante el empaque al vacío.

Cuando el producto ya está seco, se procede al porcionado y empaque, utilizando bolsas especiales PA/PE (poliamida/polietileno) diseñadas para soportar el proceso de extracción de aire. A continuación el sellado al vacío, aplicando los parámetros de vacío y temperatura establecidos.

Las bolsas selladas pasan a una inspección del sellado, donde se verifica que no existan fugas, burbujas, aberturas o defectos en la unión térmica. Los empaques que no cumplen con los criterios son enviados a reproceso o descarte.

Los productos aprobados avanzan a las etapas de embalaje, etiquetado incluyendo fecha de empaque y fecha de vencimiento y finalmente al almacenamiento en refrigeración, donde permanecen entre 4°C hasta su distribución.

- **Identificación de los PCC**

PCC	
PCC-1	Lavado y desinfección
PCC-2	Sello al vacío
PCC-3	Almacenamiento Refrigerado

- **PLAN HACCP**

- **Análisis de riesgo**

Análisis de peligros									
Etapa	Peligro (B/Q/F)	Peligro Identificado	Peligro significativo	Probabilidad	Severidad	Persistencia	Justificación de Peligro	Medida Preventiva	¿PCC?
Recepción	Biológico	Materia prima con carga elevada de patógenos (E. coli, Salmonella, Listeria)	No	Baja	Alta	Baja	Probabilidad baja por proveedores aprobados, pero severidad alta por riesgo de contaminación en acopio rural; persistencia baja con inspección inmediata.	Especificaciones de compra certificadas; proveedores aprobados; inspección visual.	No
Limpieza	Físico	Piedras, tierra, fragmentos vegetales duros	Si	Alta	Alta	Baja	Probabilidad alta en cosecha manual; severidad alta por daño al equipo o ingestión; persistencia baja si se remueve tempranamente	Lavado inicial con agua corriente (si es requerido); selección manual en mesas limpias; tamizado mecánico (si fuera necesario)	No
Selección	Biológico/ Físico	Materia prima dañada o con mohos; cuerpos extraños	No	Alta	Alta	Baja	Probabilidad baja con BPM, pero severidad alta por propagación de patógenos en vegetales húmedos como apio; persistencia baja con rechazo inmediato	Criterios de aceptación estrictos (e.g., <5% daño); cumplimiento de BPM con capacitación; inspección sensorial.	No
Pelado	Físico	Fragmentos de cáscara, plásticos de guantes; astillas de cuchillas desgastadas	Si	Baja	Alta	Baja	Probabilidad baja con mantenimiento, pero severidad alta por riesgo de asfixia o daño; persistencia baja en empaque al vacío	Integridad de utensilios verificada diariamente; cambio programado de cuchillas (cada 100 ciclos); uso de guantes grado alimentario.	No

Corte	Biológico/ Físico	Contaminación cruzada por superficies; astillas metálicas	Si	Baja	Media	Baja	Probabilidad baja con sanitización, severidad media por corte expuesto en papas/cebolla; persistencia baja si se lava post-corte	Utensilios íntegros y sanitizados (cloro 50 ppm); separación de lotes por producto; verificación de integridad.	No
Lavado	Biológico/ Químico	Agua de lavado contaminada (e.g., E. coli o residuos de cloro)	Si	Media	Alta	Media	Probabilidad media en fuentes rurales; severidad alta por absorción en papa cortada; persistencia media si no se enjuaga	Uso de agua potable certificada; desinfección con cloro (100-150 ppm controlado); enjuague final con agua filtrada.	Si
Secado	Biológico	Crecimiento microbiano por retención de humedad residual	No	Baja	Alta	Baja	Probabilidad baja con secado eficiente; severidad alta en anaerobiosis posterior, pero persistencia baja con flujo de aire	Tiempo adecuado de escurrido/centrífuga (≤ 5 min); flujo de aire higiénico (velocidad >1 m/s).	No
Empaque y verificación	Biológico/ Físico	Recontaminación por superficies; cuerpos extraños del material de empaque	No	Baja	Media	Baja	Probabilidad baja con higiene; severidad media para Listeria; persistencia baja con verificación	Área limpia (BPM); materiales grado alimentario; verificación visual al 100%.	No
Sello al vacío	Biológico	Falta de vacío; crecimiento de patógenos anaerobios/p sicrotrofos (e.g., C.	Si	Media	Alta	Media	Probabilidad media por variabilidad en equipos; severidad alta en empaque anaeróbico; persistencia media sin monitoreo	Parámetros validados de vacío ($>99\%$) y sellado; integridad del sello probada.	Si

		botulinum en papas)							
Embalaje	Físico	Daño físico; contaminación por polvo o partículas	No	Baja	Alta	Baja	Probabilidad baja en área controlada; severidad alta por ruptura de empaque; persistencia baja con inspección	Área separada y presurizada; embalaje limpio y sellado; inspección post-embalaje.	No
Etiquetado	Físico (Trazabilidad)	Error en fecha/lote	No	Baja	Media	Baja	Probabilidad baja con doble chequeo; severidad media por recall; persistencia baja en trazabilidad	Doble verificación; etiquetas grado alimentario; auditoría diaria.	No
Almacenamiento (refrigeración)	Biológico	Crecimiento de Listeria y psicótrofos por abuso de temperatura	Si	Media	Alta	Media	Probabilidad media en cadena de frío rural; severidad alta en papa; persistencia media sin monitoreo continuo	Cadena de frío continua 0-8°C); termómetros calibrados.	Si

- **Aplicar matriz de gestión de riesgos.**

Etapa	Peligro significativo	Probabilidad de ocurrencia	Severidad	Nivel de riesgo	¿Requiere PCC?
Lavado y desinfección	Agua contaminada o cloro mal dosificado <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>	Media	Alta	Alto	Si
Sello al vacío	Pérdida de vacío o sello defectuoso <i>Clostridium botulinum</i>	Media	Muy alta	Alto	Si
Almacenamiento refrigerado	Abuso de temperatura crecimiento de <i>Listeria monocytogenes</i>	Media	Alta	Alto	Si

- **Aplicar el árbol de decisiones para identificar los PCC. (CXC 1-1969, 2022*).**

PCC-1: Lavado y desinfección								
Etapa	Peligro Identificado (Biológico)	Q1: ¿Existe medida de control?	Q2: ¿Elimina /reduce el peligro a nivel aceptable?	Q3: ¿Puede el peligro aumentar /reaparecer después?	Q4: ¿Hay etapa posterior que elimine /reduzca el peligro?	Conclusión	Límite Crítico	Racional
Lavado y desinfección	Patógenos en superficie (e.g., <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>)	Sí (desinfección con cloro)	Sí, si se controla concentración, tiempo, pH y temperatura	No, si se enjuaga con agua potable y no hay recontaminación	No, no hay procesos letales posteriores (e.g., cocción)	PCC	Cloro: 100-150 ppm; pH: 6.5-7.5; tiempo: 1-2 min; T° agua: 10-15°C	La desinfección reduce la carga microbiana superficial en hortalizas frescas. Monitoreo: medir cloro residual y pH diariamente

PCC-2: Sellado al vacío					
Etapa	Peligro Identificado (Biológico)	Q1: ¿Existe medida de control?	Q2: ¿Elimina/reduce el peligro a nivel aceptable?	Q3: ¿Puede el peligro aumentar/reaparecer después?	Q4: ¿Hay etapa posterior que elimine/reduzca el peligro?
Sello al vacío (CEB, API, PAP-C, PAP-S)	Pérdida de vacío crecimiento de anaerobios/psicrotrofos (e.g., <i>C. botulinum</i> en papas)	Sí (parámetros de vacío y sellado)	Sí, si se asegura vacío e integridad del sello	Sí, por fallos en equipo o manipulación post-sellado	No, no hay etapa correctiva posterior
Conclusión	Límite Crítico	Racional			
PCC	Vacío: $\geq 99\%$ (O_2 residual $< 1\%$); integridad del sello: 100% sin fugas	El empaque al vacío reduce O_2 , pero un sellado deficiente favorece anaerobios. En cooperativas, equipos básicos requieren calibración frecuente. Monitoreo: pruebas de vacío (diarias) y verificación visual de sellos (100% de lotes).			

PCC-3 Almacenamiento

Etapa	Peligro Identificado (Biológico)	Q1: ¿Existe medida de control?	Q2: ¿Elimina/reduce el peligro a nivel aceptable?	Q3: ¿Puede el peligro aumentar/reaparecer después?	Q4: ¿Hay etapa posterior que elimine/reduzca el peligro?
Almacenamiento refrigerado	Crecimiento de patógenos psicrotrofos (e.g., <i>Listeria monocytogenes</i> en apio/cebolla)	Sí (control de temperatura)	Sí, si T° se mantiene en rango seguro	Sí, por abuso de temperatura en cadena de frío	No, no hay etapa posterior compensatoria
Conclusión	Límite Crítico	Racional			
PCC	T°: 0-8°C; humedad relativa: 85-95%	Hortalizas frescas (pH >4.6) son susceptibles a psicrotrofos sin procesos letales. En entornos rurales, la refrigeración es crítica. Monitoreo: termómetros calibrados; registro continuo de T° (cada 4 h); alertas por desviaciones.			

○ **Aplicar matriz de los siete principios a cada PCC identificado.**

Etapa (PCC)	Peligro significativo a controlar	Límite crítico	Vigilancia (qué / frecuencia / quién)	Acción correctiva (si se desvía)	Verificación (cómo y cada cuánto)	Registro y documentación
PCC-1 Lavado y desinfección	<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> y cloro residual excesivo	Cloro libre: 100–150 ppm pH: 6.5–7.5	Medir cloro y pH con tiras reactivas cada lote Responsable: operario de lavado	1. Reprocesar el lote con agua + cloro nuevo 2. Desechar si no se corrige 3. Ajustar dosificador	Revisión diaria de registros Prueba microbiológica mensual de agua y producto	Hoja de control de cloro y pH (Anexo 1)
PCC-2 Sello al vacío	<i>Clostridium botulinum</i> por pérdida de vacío o sello defectuoso	Vacío \geq 99 % (O ₂ residual < 1 %) Sello 100 % íntegro	Prueba de vacío cada 30 minutos Inspección visual 100 % bolsas Responsable: operario selladora	1. Re-sellar o desechar bolsas defectuosas 2. Parar máquina y calibrar 3. Separar lote afectado	Revisión semanal de % de rechazo Calibración mensual de la selladora	Hoja de control de vacío y sellos (Anexo 2)
PCC-3 Almacenamiento refrigerado	<i>Listeria monocytogenes</i> por abuso de temperatura	Temperatura 0–8 °C en todo momento	Registro automático o manual cada 4 horas Responsable: encargado de cámara	1. Mover producto a cámara fría funcional 2. Consumo inmediato o descarte si > 12 °C por más de 4 h	Revisión diaria de gráficos Calibración de termómetros cada 6 meses	Hoja de control temperatura (Anexo 3)

- **Establecer las acciones correctivas.**

PCC-1: Lavado y desinfección

1. Se debe garantizar que el agua de lavado contenga cloro libre entre 100 y 150 ppm y pH entre 6.5 y 7.5.
2. Verificar que los valores de cloro y pH estén dentro del límite crítico.
3. La verificación se realiza con tiras reactivas de cloro y pH.
4. Esta verificación debe hacerse en cada lote de papa, inmediatamente después de preparar la solución desinfectante.
5. El operario debe registrar los valores en la Hoja de control de cloro y pH (Anexo 1).
6. Si el valor está fuera del límite, no se puede usar esa agua: se prepara nueva solución y se reprocesa el lote.
7. El supervisor revisa diariamente todos los registros.

PCC-2: Sello al vacío

8. Se debe garantizar que cada bolsa alcance vacío $\geq 99\%$ (O_2 residual $< 1\%$) y sello 100 % íntegro.
9. Verificar que el vacío y el sello estén correctos.
10. La verificación del vacío se realiza cada 30 minutos con el indicador de la máquina y la verificación del sello se hace visualmente al 100 % de las bolsas.
11. Esta verificación debe llevarse a cabo durante todo el turno de empacado.
12. El operario debe registrar los resultados en la Hoja de control de vacío y sellos (Anexo 2).
13. Si alguna bolsa tiene vacío insuficiente o sello defectuoso, se separa inmediatamente, se re-sella si es posible o se descarta.
14. El supervisor revisa semanalmente el porcentaje de rechazo.

PCC-3: Almacenamiento refrigerado

15. Se debe mantener la temperatura de la cámara fría siempre entre 0 y 8 °C.
16. Verificar que la temperatura esté dentro del límite crítico.
17. La verificación se realiza mediante registro manual o automático cada 4 horas.
18. Este registro debe hacerse las 24 horas del día, todos los días del año.
19. El encargado debe registrar la temperatura en el Gráfico de temperatura cámara fría (Anexo 3).
20. Si la temperatura supera los 8 °C por más de 4 horas consecutivas, se traslada el producto a otra cámara o se decide su consumo inmediato/descarte

Formato de registros de acciones correctivas			
Registro N°			
Fecha de acción correctiva:			
Línea:			
Nombre del producto:			
PCC			
Descripción del producto (hora, desviación del parámetro)			
Acción tomada:			
Fecha en que se resolvió el problema			
Condición actual	El lote se acepta		Se rechaza
Supervisado por:			
Revisado por:			
Fecha de revisión:			

- Establecer el sistema de documentación: registro y archivo.

Tabla Registro de Parámetros				
Fecha	Hora	Lote N°	Cloro libre(ppm)	PH
¿Dentro del límite?(100-150 ppm/6.5-7.5)		Observaciones/Acciones Correctiva		Firma Operario

Registro de Control de Temperatura						
Fecha	Hora	Temperatura actual(°C)	Temp.Min	Temp.Máx	¿Dentro de 0-8°c?	Firma encargado

Registro de control de vacío y Rechazo						
Fecha	Hora	Lote N°	% Vacío (máquina)	Prueba de vacío(bolsa de evidencia)	N° de bolsas rechazadas	% Rechazo
Observaciones/Acción Correctiva					Firma Operario	

Formato de Registro de Calibración de Equipos				
Nombre del instrumento de equipos				
Número de serie:				
Modelo				
Fecha de admisión				
Fecha de calibración	Método de calibración	Resultado de calibración	Revisado por	Fecha de revisión

○ **Procedimiento de Validación de los límites críticos y medidas de control.**

PCC	Límite crítico validado	Evidencia de validación (2025)	Conclusión
PCC-1 Lavado y desinfección	Cloro libre 100–150 ppm, pH 6.5–7.5	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica (Codex Alimentarius, FDA, JEMRA): rango aceptado para papa fresca. • Ensayo interno (3 lotes): cloro 120 ppm recuento aerobio mesófilo <100 UFC/g (aceptable). 	Válido
PCC-2 Sello al vacío	Vacío ≥ 99 % (O ₂ residual <1 %) y sello 100 % íntegro	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación del fabricante de la selladora. • Prueba con indicador de O₂ en 10 bolsas: promedio 0.6 % O₂. • 0 bolsas con fuga en prueba de inmersión. 	Válido
PCC-3 Almacenamiento refrigerado	Temperatura 0–8 °C	<ul style="list-style-type: none"> • JEMRA y Codex: temperatura segura para inhibir <i>Listeria</i> en papa fresca. • Registro continuo 30 días: 100 % dentro del rango (con generador de respaldo). 	Válido

○ **Procedimiento de Validación y verificación del plan HACCP.**

Actividad	Responsable	Frecuencia	Método	Registro
Validación inicial del plan	Equipo HACCP	Una vez (mayo–junio 2025)	Revisión completa + ensayos internos	Acta de validación (Anexo 4)
Verificación diaria	Supervisor de producción	Diario	Revisión de registros de los 3 PCC	Lista de chequeo diaria
Auditoría interna	Equipo HACCP	Cada 6 meses	Revisión de registros, entrevistas, muestreo	Informe de auditoría
Revisión del plan	Gerencia + Equipo HACCP	Anual o tras cambio importante	Reunión formal de revisión	Acta de reunión
Calibración de equipos	Técnico externo/interno	Selladora: mensual Termómetros: cada 6 meses	Certificado de calibración	Carpeta de calibraciones

○ **Procedimiento de mantenimiento de Documentación y registro.**

El objetivo de este apartado es garantizar que todos los documentos y registros del sistema HACCP para el proceso de empaque al vacío se mantengan actualizados, accesibles y conservados adecuadamente, permitiendo evidenciar la implementación, el monitoreo y la mejora continua del sistema.

Este procedimiento aplica a toda la documentación generada durante la implementación, operación y verificación del Sistema HACCP en la planta de empaque de papa, incluyendo manuales, procedimientos, registros, informes y formatos.

El Encargado es responsable de controlar, actualizar y archivar la documentación del sistema, garantizando su correcta identificación y conservación.

El personal operativo y de supervisión deberá llenar los registros en forma legible, veraz y oportuna.

Para garantizar la correcta gestión, trazabilidad y actualización continua del sistema HACCP, es indispensable establecer un procedimiento formal para el manejo de la documentación y los registros generados durante el proceso de empaque al vacío de papa. La siguiente tabla resume de manera clara y estructurada las actividades clave relacionadas con la identificación, aprobación, distribución, revisión, archivo y eliminación de documentos, así como los responsables y la frecuencia con que deben ejecutarse. Este control documental asegura que el personal utilice siempre información vigente y confiable, fortaleciendo la eficacia y la integridad del sistema HACCP.

Actividad	Descripción	Responsable	Frecuencia
1- Identificación de documentos	Todo documento debe contar con código, título, fecha de emisión y número de revisión	Jefe de planta	Cada emisión o actualización
2- Aprobación de documentos	Los documentos se aprueben antes de su emisión por el coordinador HACCP o Gerente de planta.	Coordinador HACCP	Según necesidad
3- Distribución y control	Se asegura que solo las versiones vigentes estén en uso en las áreas correspondientes	Jefe de planta	Permanente
4- Revisión y actualización	Se revisan los documentos para verificar su vigencia y necesidad de actualización	Comité HACCP	Cada 12 meses
5- Archivo y conservación	Los registros se guardan en carpetas físicas y respaldo digital por un periodo mínimo de 2 años	Jefe de planta	Permanente
6- Eliminación de documentos obsoletos	Se marcan como "ANULADOS" y se archivan en una carpeta separada con su respectivo registro	Jefe de planta	Según necesidad

Todos los documentos deben estar codificados según el formato: HACCP-DOC-[N* consecutivo]-[revisión].

Cada documento debe contener: nombre del responsable de emisión, revisión y aprobación

Los registros deben estar fechados y firmados por la persona que los completa.

Verificación

El cumplimiento de este procedimiento será verificado durante las auditorías internas y revisiones del sistema HACCP.

Checklist de mantenimiento documental			
N#	Descripción	Cumple(✓/✗)	Observaciones
1	¿Todos los documentos tienen código y revisión actualizada?		
2	¿Se conservan los registros por al menos 2 años?		
3	¿Las versiones obsoletas están identificadas y archivadas?		
4	¿Se dispone de respaldo digital de los registros?		
5	¿El personal conoce los formatos que debe completar?		

- **Plan de capacitación HACCP.**

El presente Plan de Capacitación forma parte integral del Manual HACCP implementado para el proceso de empaque al vacío de papa, apio y cebolla en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. La capacitación continua del personal es un requisito fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos y el adecuado funcionamiento del sistema, conforme a los lineamientos de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), la normativa nacional vigente y los principios del sistema HACCP.

El propósito de este plan es asegurar que todo el personal involucrado en el proceso posea las competencias necesarias para identificar peligros, aplicar controles preventivos, cumplir con los procedimientos establecidos y mantener la integridad del flujo operativo en el área de sellado al vacío.

Alcance

El plan se aplica a:

- Personal operativo del área de empaque al vacío
- Personal de limpieza y saneamiento
- Supervisores y jefaturas de planta
- Personal administrativo vinculado
- Equipo HACCP institucional

Equipo HACCP

El sistema HACCP será implementado, documentado y supervisado por el siguiente equipo multidisciplinario:

- Presidente de la Cooperativa
- Gerente general

- Jefe de Planta
- Jefe de Área
- Operario del área

Este equipo es responsable de la actualización del plan, la verificación continua del sistema y la toma de decisiones sobre acciones correctivas o preventivas.

Tipo de capacitación	Frecuencia	Participantes	Temas principales
Inducción inicial	Al ingreso o al implementar el sistema	Personal nuevo y equipo HACCP	Principios HACCP, BPM, POES, higiene personal, identificación de peligros, flujo del proceso.
Capacitación periódica	Anual	Todo el personal del área	Revisión del sistema, auditorías internas, PCC, fallas recurrentes, acciones correctivas.
Capacitación específica	Cuando exista un cambio	Personal involucrado	Nuevos equipos, cambios operativos, actualización de registros, modificación de PCC.
Refuerzo mensual	Mensual	Operarios y jefe de área	Lavado de manos, higiene, manipulación, control de bolsas PA/PE, puntos críticos, conducta higiénica.

Metodología aplicada
Exposiciones teóricas
Demostraciones prácticas en planta
Material audiovisual
Guías impresas
Evaluaciones de conocimientos
Simulaciones en puntos críticos
Retroalimentación individual y grupal

Evaluación de la capacitación

La evaluación de la efectividad del plan se realizará mediante:

- Listas de asistencia
- Evaluaciones escritas o verbales
- Observación directa del desempeño
- Auditorías internas
- Cumplimiento de BPM, POES y PCC
- Seguimiento de acciones correctivas

El personal deberá alcanzar un mínimo del 80 % de aprobación para considerarse competente.

Se debe registrar cada actividad de capacitación en el formato correspondiente, que incluya:

MANUAL HACCP REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

Proceso de Empaque al Vacío de Papa Cooperativa Tomatoya

REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

CÓDIGO: _____ FECHA: _____

—

—

VERSIÓN: _____ PÁGINA _____ de _____

—

:

FACILITADOR _____ HORA: _____

:

—

—

TEMA: _____ LUGAR: _____

—

—

OBJETIVO:

ASISTENTES:

Nº	NOMBRE COMPLETO	CÉDULA	CARGO	FIRMA
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

7.				
----	--	--	--	--

Plan Anual de Capacitación

Mes	Tema principal	Área	Responsable	Observaciones
Enero	Inducción en HACCP y BPM	Todo el personal	Encargado de Calidad	Nuevos ingresos
Marzo	Control de PCC en empaque al vacío	Producción y calidad	Coordinador HACCP	Revisión de registros
Junio	Higiene y limpieza industrial	Limpieza y mantenimiento	Consultor externo	Actualización de protocolos
Septiembre	Acciones correctivas y documentación	Supervisores	Encargado de Calidad	Evaluación práctica
Noviembre	Refuerzo general del sistema HACCP	Todo el personal	Comité HACCP	Evaluación anual

La dirección se compromete a proporcionar los recursos necesarios para la formación continua del personal, reconociendo que la capacitación es una herramienta clave para garantizar la inocuidad del producto y la sostenibilidad del sistema HACCP.

Un personal consciente, capacitado y comprometido con la inocuidad, capaz de identificar riesgos, aplicar controles y garantizar que el producto final papa empacada al vacío llegue al consumidor con total seguridad y calidad.

12. Conclusiones

El primer objetivo específico buscó identificar los Puntos Críticos de Control (PCC) en el procesamiento de apio, cebolla y papas en la Cooperativa Tomatoya, desde el acopio hasta el empaclado al vacío. Los resultados, obtenidos mediante el Árbol de Decisión HACCP, determinaron tres PCC clave: lavado y desinfección, sello al vacío y almacenamiento refrigerado, que controlan riesgos biológicos como contaminación por patógenos superficiales, proliferación de microorganismos anaerobios y crecimiento de bacterias psicrófilas. Los datos de campo revelaron deficiencias de lotes sin desinfección adecuada,

inspección insuficiente en el sellado y cortes de energía afectando el almacenamiento, evidenciando limitaciones en higiene y monitoreo. Este análisis cumplió plenamente el objetivo, confirmando que identificar PCC permite reducir riesgos de contaminación, apoyando el supuesto planteado. Teóricamente, refuerza la importancia de controles preventivos en hortalizas frescas; prácticamente, mejora la inocuidad y competitividad de la cooperativa; y socialmente, protege la salud de los consumidores. Sin embargo, la falta de registros y capacitación limitó la implementación efectiva. Futuras investigaciones podrían explorar tecnologías de monitoreo automatizado para entornos rurales. Este proceso fortaleció la comprensión de HACCP y los desafíos de cooperativas locales. Los resultados sientan las bases para analizar riesgos y proponer un modelo adaptado, contribuyendo al desarrollo agroindustrial de Tomatoya.

El segundo objetivo específico se centró análisis de riesgos en el procesamiento de papa en la Cooperativa Tomatoya permitió identificar que, de todos los peligros evaluados en las 12 etapas del proceso, únicamente tres resultan significativos para la inocuidad del producto final: el riesgo de contaminación o desinfección inadecuada en el lavado, el peligro de crecimiento de *Clostridium botulinum* por pérdida de vacío en el sellado, y el crecimiento de *Listeria monocytogenes* por abuso de temperatura en el almacenamiento refrigerado. Estos peligros destacan por su combinación de severidad alta y probabilidad media, agravada por las deficiencias detectadas.

Este diagnóstico confirma que los programas de prerrequisitos (BPM y POES) actuales son insuficientes para controlar estos riesgos de manera preventiva, justificando plenamente la declaración de lavado y desinfección, sello al vacío y almacenamiento refrigerado como los únicos Puntos Críticos de Control del proceso. El análisis cumplió el objetivo propuesto y proporciona la base técnica indispensable para avanzar al diseño del modelo HACCP adaptado que se desarrolla en el tercer objetivo, orientado a implementar controles efectivos y viables en las condiciones reales de la cooperativa.

El tercer objetivo específico consistió en diseñar un modelo HACCP adaptado al procesamiento de papa empacada al vacío en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L. Este objetivo se cumplió plenamente.

A partir del análisis de riesgos y la aplicación rigurosa del Árbol de Decisiones del Codex Alimentarius, se identificaron y confirmaron únicamente tres Puntos Críticos de Control:

- PCC-1 Lavado y desinfección
- PCC-2 Sello al vacío
- PCC-3 Almacenamiento refrigerado

Para cada uno se establecieron límites críticos, procedimientos claros de vigilancia, acciones correctivas, actividades de verificación y registros simplificados pero efectivos, todo ajustado a las condiciones reales de una cooperativa rural con recursos limitados.

El modelo resultante es práctico, de bajo costo de implementación y perfectamente alineado con la normativa nicaragüense NTON 03-001-98 y los estándares internacionales del Codex Alimentarius. Su aplicación permitirá a la Cooperativa Tomatoya:

- Reducir significativamente los riesgos microbiológicos más críticos (*E. coli*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum* y *Listeria monocytogenes*) en papa empacada al vacío.
- Elevar la inocuidad del producto y cumplir los requisitos de mercados certificados.
- Fortalecer la competitividad comercial y la confianza de los clientes.
- Establecer una cultura de seguridad alimentaria sostenible entre operarios y directivos.

Este manual constituye una herramienta concreta y lista para usar que guiará la operación diaria, facilitará auditorías internas y externas, y servirá como base para la certificación HACCP de la cooperativa. Su implementación representa un paso decisivo hacia la mejora continua y el desarrollo agroindustrial de Tomatoya y de las cooperativas de Nicaragua.

13. Recomendaciones

A la Cooperativa Tomatoya Chagüite Grande R.L. (socios, gerencia y operarios)

Adoptar e implementar de inmediato el modelo HACCP contenido en este manual, priorizando la instalación de los tres registros diarios (cloro, vacío y temperatura) y la capacitación de todo el personal en los límites críticos.

Destinar un presupuesto mínimo anual (aprox. 5 % de las ventas) para tiras reactivas de cloro, calibración de la selladora y un generador de respaldo eléctrico, garantizando así la continuidad de los PCC.

Integrar el Plan HACCP como requisito obligatorio en los manuales de cargos y en las asambleas mensuales de socios para reforzar la cultura de seguridad alimentaria.

A otras cooperativas y productores rurales de papa

Replicar este modelo HACCP adaptado, ajustando únicamente los formatos de registro a sus condiciones locales, para acelerar su acceso a mercados certificados y supermercados.

Crear redes inter-cooperativas para compartir costos de calibración y compras grupales de insumos críticos (bolsas de vacío, tiras reactivas).

A instituciones académicas e investigadores

Validar y publicar este modelo como caso exitoso de HACCP flexible para EPMD (empresas pequeñas y/o menos desarrolladas) en Nicaragua y Centroamérica.

Realizar estudios longitudinales que midan la reducción real de recuentos microbiológicos y el impacto económico tras la implementación del plan en Tomatoya.

14. Referencias

- Aguinaga Miranda, K. A., Aráuz Kraudy, L. J., & Picado Castro, G. A. (2019). Evaluación de BPM y HACCP en el proceso de valor agregado de cacao en la Cooperativa Jorge Salazar, municipio Tuma—La Dalia en el 2019 [Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa]. <http://repositorio.unan.edu.ni/15259/1/15259.pdf>
- Casarini, N. V. (2019). IMPLEMENTACIÓN DE HACCP EN UN FRIGORIFICO BOVINO DE BRAGADO, BS.AS. <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/especializacion/2019casarininataliaveronica.pdf>
- Comité Técnico Nacional de HACCP. (1998). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03-001-98: Directrices para la Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense). Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/ACTUALIZACION%20051217/Secci%C3%B3n%20Inocuidad%20Frutas%20y%20Vegetales/NTON%2003-001-98%20%20Directrices%20para%20la%20Aplicaci%C3%B3n%20del%20Sistema%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Riesgos%20y%20Puntos%20Cr%C3%ADticos%20de%20Control.pdf>
- Efiplast. (2025, febrero 18). Empaque al vacío: ¿Qué es y cuáles son sus beneficios para los alimentos? - Efiplast. <https://eficienciaplastica.com/ensado-al-vacio-alimentos/>
- FAO, & OMS. (2007). Directrices FAO/OMS para los gobiernos sobre la aplicación del sistema de APPCC en empresas alimentarias pequeñas y/o menos desarrolladas | FAO

- (No. Estudio FAO Alimentación y Nutrición, N° 86). FAO y OMS.
<https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/292336/>
- FAO, & WHO. (2025). Principios generales de higiene de los alimentos.
<https://doi.org/10.4060/cc6125es>
- Marroquin Pérez, G. G. (2019). [Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial].
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/13923/1/Gilberto%20Gonzalo%20Marroquin%20P%3%A9rez.pdf>
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA]. (2016). Manual de análisis de peligros y puntos críticos de control – HACCP. OIRSA.
<https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20an%C3%A1lisis%20de%20peligros%20y%20puntos%20cr%C3%ADticos%20de%20control%20-%20HACCP.pdf>
- Rushing, J. W. (2012). Mejorando la Seguridad y Calidad de Frutas y Hortalizas Frescas: Un Manual de Capacitación para los Capacitadores. University of Maryland, Joint Institute for Food Safety and Applied Nutrition (JIFSAN).
<https://jifsan.umd.edu/docs/gaps/es/Manual%20Completo.pdf>
- Moreno Altamirano, D., Castillo Centeno, R. A., & Pérez Mendoza, I. Y. (2020). Elaboracion del sistema de analisis de peligros y puntos criticos de control (HACCP) de la microempresa lactea San Antonio. Estelí: Universidad Autonoma de Nicaragua, FAREM Estelí.
- Suàrez García, K. T., Rodríguez Centeno, J. A., & Lira Tercero, E. A. (2020). Evaluación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) de la empresa

NICA BEEF PACKERS S.A, Condega Estelí, en el segundo semestre del año 2019.

Condega, Esteli: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Esteli.

Berumen. (MAYO de 2024). la observacion directa . Obtenido de <https://berumen.com.mx/que-es-la-observacion-directa-y-como-aplicarla-en-tus-investigaciones/>

EUROINNOVA. (2025). Que es el diseño metodologico . Obtenido de <https://www.euroinnova.com/blog/que-es-diseno-metodologico>

Grupo Castilla. (27 de Julio de 2023). Entrevistas semiestructuradas . Obtenido de <https://www.grupocastilla.es/entrevista-semiestructuradas/>

UNAN-Managua . (22 de Mayo de 2024). Política y Estrategias de la Calidad. Obtenido de <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/PoliticaCalidad2024.pdf>

15. Anexos

Anexo A Instrumentos de investigación

Lista de cotejo Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), en los cultivos de hortalizas de los productores				
Item Observado	Si	No	Parcial	Observaciones
¿Se utilizan semillas y plántulas de origen confiable?	✓			Siempre compran semillas confiables y certificadas.
¿Se aplica un plan de manejo integrado de plagas (MIP)?			✓	Se usan, pero sin un plan documentado.
¿Se evita el uso de químicos prohibidos o altamente tóxicos?	✓			Usan químicos autorizados.
¿Se lleva un registro de los productos agroquímicos utilizados en el cultivo?	✓			No existe un registro escrito, solo conocimiento del productor.
¿Se respeta el período de seguridad entre la última aplicación de pesticidas y la cosecha?	✓			Si se respeta el periodo de seguridad antes de la cosecha.
¿Los envases de agroquímicos se almacenan o se eliminan de manera adecuada?	✓			La Cooperativa organiza una feria donde se recogen los envases vacíos.

Lista de cotejo del uso de los Equipos de Protección Personal (EPP), en al área de empaque al vacío de la Cooperativa Tomatoya				
Item Observado	Si	No	Parcial	Observaciones
¿El personal utiliza gorro que cubre completamente el cabello?	✓		✓	Se observó uso de gorro en el área.
¿Se utiliza delantal limpio y en buen estado?	✓			No siempre están limpios, se observó el uso de gabachas.
¿Se observa uso correcto de mascarilla dentro del área de proceso?		✓		No se observó el uso de mascarillas.
¿Utilizan botas limpias y en buen estado?	✓			Se observó el uso de botas.
¿Cambio frecuentemente del EPP, cuando se daña o contamina?			✓	El cambio se hace solo cuando es muy necesario, no de forma rutinaria.

Lista de cotejo Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), área de empaque al vacío de la Cooperativa Tomatoya				
Item Observado	Si	No	Parcial	Observaciones
¿Las verduras son lavadas, desinfectadas y secadas adecuadamente?	✓		✓	Se lavan, pero no siempre se desinfectan correctamente.
¿Las superficies de trabajo (mesas, máquinas, etc.) están limpias y desinfectadas?	✓			Se observó limpieza y desinfección del área y equipos de trabajo.
¿Se evita el contacto directo de los productos con el suelo y paredes?			✓	En algunos casos los sacos se apoyan en el suelo.
¿El área de empaque se encuentra libre de residuos?	✓			Si
¿Los empaques utilizados cumplen con especificaciones de calidad e inocuidad?				Si, los empaques son nuevos y adecuados para el proceso.

Lista de cotejo Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), área de empaque al vacío de la Cooperativa Tomatoya				
Item Observado	Si	No	Parcial	Observaciones
¿Se realiza limpieza y desinfección de equipos antes de iniciar labores?	✓			Sí, siempre se hace la limpieza y desinfección
¿Se utilizan productos de limpieza autorizados y en concentraciones adecuadas?	✓			Se usa cloro diluido en agua como desinfectante y después se enjuaga.
¿El equipo de sellado al vacío se encuentra limpio y en buen funcionamiento?	✓			El equipo funciona correctamente y se encuentra limpio.
¿Se llevan registros de las actividades de limpieza y desinfección?		✓		No llevan registros.
¿El personal sigue los protocolos de limpieza establecidos?	✓			Si



CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL CUR – ESTELÍ

Carrera: Ingeniería Industrial V año

Entrevista dirigida a:

Personal de la Cooperativa Agropecuaria de Servicios ~~Tomatoya~~ Chagüite Grande R.L.

Objetivo

Recolectar información de los colaboradores sobre procedimientos, hábitos y sugerencias relacionadas con la manipulación de alimentos y la aplicación de normas de higiene y control de calidad en el área de empaque al vacío, identificando los posibles Peligros y Puntos Críticos de Control en el proceso.

1. ¿Qué protocolo de higiene deben cumplir antes de iniciar las labores en el área de empaque al vacío?

"Lo primero que hacemos nosotros es limpiar las mesas, los cuchillos y luego el producto, quitar la parte externa en caso de la cebolla para así poder picarla, lavarla y poder secarlo"

2. ¿Cómo se lleva a cabo la limpieza y desinfección de equipos y superficies de trabajo?

"La limpieza se lleva en un recipiente, yo lo hago con cloro nada más y a las maquinas con un paño con cloro, no se le pone el cloro puro si no que lleva mezclado agua"

3. ¿Qué controles aplican para asegurar que el sellado al vacío garantice la conservación la conservación y seguridad de los productos?

“No se lleva un control como tal, solo se inspecciona que no haya perdido el vacío”

4. ¿Qué procedimientos utilizan para inspeccionar y asegurar que los productos cumplen con los estándares de calidad antes y después del empaque?

“No hay un procedimiento específico que yo conozca, pero toda la materia prima que usamos es de calidad, tenemos personas encargadas de garantizarlo y el IPSA certifica a los proveedores, después del empaque solo vemos que no pierda el vacío”

5. ¿Qué tipo de capacitación han recibido en temas de inocuidad alimentaria y HACCP?

“El IPSA siempre nos ha venido a dar capacitaciones sobre BPA, BPM, pero de esa no”

6. ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan para cumplir con las normas de higiene?

“Tenemos dificultades cuando el producto no viene o cuando no tenemos luz para poder usar la máquina, pero con la higiene no”

7. ¿Cómo registran o anotan las no conformidades que detectan durante el proceso?

“No se lleva un registro, cuando se presenta alguna inconformidad solo se cambia el empaque y se vuelve a sellar”

8. ¿Qué mejoras consideran necesarias para el proceso de empaque al vacío para fortalecer la inocuidad del producto?

“Bueno, seguir llevando la limpieza del lugar y de la máquina, también usar los equipos de seguridad, nunca hemos tenido reclamos porque siempre nos aseguramos de mandar los productos bien inocuos, que los productos siempre mantengan la higiene”

9. ¿Qué medidas implementan para evitar la contaminación cruzada entre productos?

“La limpieza sobre todo”

10. ¿Llevan algún registro o anotación de los productos que empacan al vacío?

“Solo se anota el pedido en esta pizarra para así nosotros saber cuánto es lo que se va a empacar”

Anexo Entrevista



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Centro Universitario Regional de Estelí

CUR - Estelí

FORMATO PARA LA VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS
PERTENECIENTES A LA INVESTIGACIÓN TITULADA:

**Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la
Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., en Jinotega, en el
año 2025.**

AUTOR:

Erick Agustín Guzmán Chavarría

Andrea Mercedes Guzmán Chavarría

Jocksan Joaquín Úbeda Moreno

DIRIGIDO POR:

Msc. Luis Enrique Saavedra Torres

Carta de solicitud para validación de instrumento

Estelí, 06 octubre 2025

Ing. Wendy Jasmina Lanuza Orozco

Estimada ingeniera.: Lanuza

Reciba mis mayores muestras de consideración y estima.

Por medio de la presente hago de su conocimiento que somos estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, Centro Universitario Regional de Estelí, CUR - Estelí, y actualmente estamos realizando nuestro trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Industrial.

Por lo antes expuesto, nos dirigimos a usted, teniendo en cuenta su experiencia y méritos profesionales, a fin de solicitar su valiosa colaboración en la revisión y juicio como experto, para determinar la validez de contenido del instrumento de recolección de datos (anexo), que tiene como objetivo recabar información para el desarrollo de la investigación titulada: **“Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya Chagüite Grande R.L., en Jinotega, en el año 2025.”.**

Agradeciendo su valioso aporte como experto.

Atentamente,

Instrucciones

Por favor, lea detenidamente cada uno de los enunciados y de respuesta de cada ítem.

Utilice el siguiente formato para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (x) en el espacio correspondiente según la siguiente escala:

5. Excelente
4. Muy Bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Deficiente

Si desea plantear alguna sugerencia para enriquecer el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones, ubicado en la parte inferior del formato.

Constancia de juicio de experto

Yo, Wendy Jasmina Lanuza Orozco, Ingeniera Industrial; por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: Guía de Entrevista, que será aplicado en el desarrollo del estudio: "Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatova Chagüite Grande R.L., en Jinotega, en el año 2025.", por los estudiantes Erick Agustín Guzmán Chavarría, Andrea Mercedes Guzmán Chavarría y Jocksan Joaquín Úbeda Moreno.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Evaluación de instrumento:

N°	Indicadores	Valores				
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.					X
2.	El instrumento evidencia el problema a solucionar.					X
3.	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					X
4.	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado					X
5.	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.					X
6.	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión.					X
7.	Relevancia del contenido					X
8.	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.					X

El instrumento diseñado a su juicio es: válido (X) no válido ()

Observaciones: _____

Para que conste a los efectos oportunos, extiendo la presente en la ciudad de Esteli, **a los 06 días del mes de octubre** del año dos mil veinticinco.



Ing. Wendy Lanuza

Instrucciones

Por favor, lea detenidamente cada uno de los enunciados y de respuesta de cada ítem.

Utilice el siguiente formato para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (x) en el espacio correspondiente según la siguiente escala:

5. Excelente
4. Muy Bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Deficiente

Si desea plantear alguna sugerencia para enriquecer el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones, ubicado en la parte inferior del formato.

Constancia de juicio de experto

Yo, Wendy Jasmina Lanuza Orozco, Ingeniera Industrial; por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: Guía de Observación, que será aplicado en el desarrollo del estudio: "**Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatova Chagüite Grande R.L., en Jinotega, en el año 2025.**", por los estudiantes Erick Agustín Guzmán Chavarría, Andrea Mercedes Guzmán Chavarría y Jocksan Joaquín Úbeda Moreno.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Evaluación de instrumento:

N°	Indicadores	Valores				
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.					X
2.	El instrumento evidencia el problema a solucionar.					X
3.	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					X
4.	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado					X
5.	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.					X
6.	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión.					X
7.	Relevancia del contenido					X
8.	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.					X

El instrumento diseñado a su juicio es: válido (X) no válido ()

Observaciones: _____

Para que conste a los efectos oportunos, extendiendo la presente en la ciudad de Estelí, **a los 06 días del mes de octubre** del año dos mil veinticinco.



Ing. Wendy Lanuza

Instrucciones

Por favor, lea detenidamente cada uno de los enunciados y de respuesta de cada ítem.
Utilice el siguiente formato para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (x) en el espacio correspondiente según la siguiente escala:

5. Excelente
4. Muy Bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Deficiente

Si desea plantear alguna sugerencia para enriquecer el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones, ubicado en la parte inferior del formato.

Constancia de juicio de experto

Yo, Wendy Jasmina Lanuza Orozco, Ingeniera Industrial; por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: Guía de Mediciones, que será aplicado en el desarrollo del estudio: **“Diseño de un modelo HACCP para el proceso de empaque al vacío de papas para la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatova Chagüite Grande R.L., en Jinotega, en el año 2025.”**, por los estudiantes Erick Agustín Guzmán Chavarría, Andrea Mercedes Guzmán Chavarría y Jocksan Joaquín Úbeda Moreno.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Evaluación de instrumento:

Nº	Indicadores	Valores				
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.					✓
2.	El instrumento evidencia el problema a solucionar.					✓
3.	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					✓
4.	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado					✓
5.	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.					✓
6.	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión.					✓
7.	Relevancia del contenido					✓
8.	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.					✓

El instrumento diseñado a su juicio es: válido (✓) no válido ()

Observaciones: _____

Para que conste a los efectos oportunos, extendo la presente en la ciudad de Esteli, **a los 06 días del mes de octubre** del año dos mil veinticinco.


 Ing. Wendy Lanuza





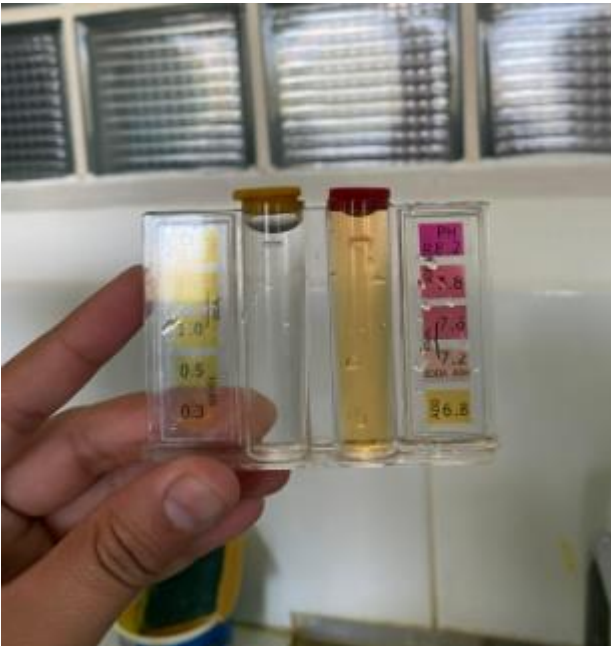
Anexo Medición de PPM



Anexo Maquina de empaque al vacio



Anexo Producto terminado



Anexo Medición de PH



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



