



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO DE FINAL DE GRADUACION**

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO MAP PARA OPTIMIZAR LA
CALIDAD DEL PRODUCTO EN PROGCARNE.**

SUSTENTADO POR:

IVETT ALESSANDRA VELASQUEZ CASTILLO

ROSSY DANIELA MEZA HERNANDEZ

**PREVIA INVESTIDURA AL TITULO DE
MÁSTER EN
SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD INTEGRADOS**

SAN PEDRO SULA, CORTES, HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2025

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRIGUEZ

VICERECTOR ACADÉMICO NACIONAL

JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO

ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS



FACULTAD DE POSTGRADO

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO MAP PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN PROG CARNE.

IVETT ALESSANDRA VELASQUEZ CASTILLO

ROSSY DANIELA MEZA HERNANDEZ

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer una mejora al proceso de Empaque en Atmósfera Modificada (MAP) para optimizar la calidad del producto en la empresa ProgCarne S.A. de C.V., ante los elevados índices de devoluciones y pérdidas económicas. El estudio se desarrolla bajo un enfoque metodológico mixto, mediante análisis documental, observación directa, entrevistas semi estructuradas al personal operativo y medición de variables técnicas críticas, apoyándose en herramientas de Lean Manufacturing, Gestión de la Calidad Total, el ciclo PHVA y el Mantenimiento Productivo Total.

Los resultados evidencian deficiencias en el control de parámetros críticos, fallas de sellado, variabilidad operativa y debilidades en el mantenimiento de los equipos. Se determina que la implementación de una propuesta integral de mejora permite reducir devoluciones, disminuir pérdidas económicas y mejorar la eficiencia operativa mediante la estandarización de procesos, el fortalecimiento del control de calidad y la capacitación continua del personal.

La investigación contribuye al aseguramiento de la calidad e inocuidad del producto cárnico y al fortalecimiento de la eficiencia operativa del proceso MAP, en concordancia con los principios de mejora continua y los estándares aplicables a la industria alimentaria.

Palabras clave: atmósfera modificada, calidad, eficiencia operativa, mejora continua, proceso MAP.



GRADUATE SCHOOL

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO MAP PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN PROG CARNE.

ABSTRACT

This research aims to propose an improvement to the Modified Atmosphere Packaging (MAP) process in order to optimize product quality at ProgCarne S.A. de C.V., in response to high rates of product returns and economic losses. The study follows a mixed-methods approach, using documentary analysis, direct observation, surveys of operational personnel, and the measurement of critical technical variables, supported by Lean Manufacturing tools, Total Quality Management, the PDCA cycle, and Total Productive Maintenance.

The results reveal deficiencies in the control of critical parameters, sealing failures, operational variability, and weaknesses in equipment maintenance. It is determined that the implementation of a comprehensive improvement proposal enables the reduction of product returns, the decrease of economic losses, and the improvement of operational efficiency through process standardization, strengthened quality control, and continuous personnel training.

The research contributes to ensuring the quality and safety of meat products and to strengthening the operational efficiency of the MAP process, in accordance with continuous improvement principles and standards applicable to the food industry.

Keywords: continuous improvement, efficiency, modified atmosphere, process optimization, quality

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por darme la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para alcanzar este logro. Sin su guía, nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y su constante apoyo. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad, la perseverancia y la humildad.

A mi querida abuela, Carmen Castillo.

Dedico esta tesis con todo mi amor, admiración y gratitud a usted, abuela, por ser un pilar fundamental en mi vida. Su ejemplo de esfuerzo, bondad y sabiduría ha sido una inspiración constante para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Gracias por sus consejos llenos de cariño, por su fe en mí cuando más lo necesité, y por enseñarme, con su vida, el verdadero valor del trabajo y la dedicación. Cada página de este trabajo lleva el sello de sus enseñanzas y de su amor incondicional.

Este logro es también suyo.

Con todo mi corazón, gracias.

Agradecida infinitamente:

Ivett Alessandra Velásquez Castillo

DEDICATORIA

A mi hija amada, Fernanda Camila Amador Meza.

Este trabajo es tan tuyo como mío, porque cada paso en este camino estuvo acompañado por tu presencia, tu amor y tu luz. Has sido la razón que me impulsa a no rendirme, el recordatorio constante de que los sacrificios tienen sentido cuando se hacen por quienes amamos.

Gracias por tu paciencia infinita, por comprender mis ausencias sin pedir explicaciones, por esperar mis abrazos al final de largas jornadas y por llenar de alegría y ternura cada día de mi vida. En tus ojos encuentro fuerza, en tu sonrisa hallo paz, y en tu amor renuevo la motivación para superarme.

Este logro es también una herencia para ti: para que sepas que, con esfuerzo, dedicación y fe, los sueños sí se cumplen. Que cada meta alcanzada sea una semilla en tu corazón para luchar siempre por tus propios anhelos, sin miedo y con convicción.

"Encomienda al Señor tu camino; confía en Él, y Él actuará" (Salmo 37:5).

Agradecida infinitamente:

Rosy Daniela Meza Hernández

AGRADECIMIENTO

Se expresa nuestra más profunda gratitud a cada uno de los docentes que nos acompañaron durante esta etapa de formación en el Máster en Sistemas de Gestión Integrados de Calidad.

Gracias por su entrega, paciencia y por compartir con pasión no solo sus conocimientos, sino también su experiencia y visión profesional. Cada sesión fue una oportunidad para crecer, no solo como profesionales, sino también como personas.

Agradecemos también su dedicación fuera del aula, su disposición para orientarnos ante nuestras dudas y su capacidad para motivarnos incluso en los momentos más desafiantes. Ustedes nos enseñaron que la excelencia no se alcanza solo con técnica, sino también con valores, disciplina y compromiso.

Extendemos nuestro agradecimiento a nuestras instituciones, que nos brindaron el respaldo, la flexibilidad y los recursos necesarios para llevar a cabo este proceso de formación. Su apoyo fue clave para que pudiéramos culminar con éxito este reto académico y profesional.

Llevaremos siempre con nosotros las lecciones aprendidas, las herramientas adquiridas y, sobre todo, el ejemplo que representan como profesionales íntegros y apasionados por lo que hacen.

Ivett Alessandra Velásquez & Rossy Daniela Meza,

CONTENIDO	
DERECHOS DE AUTOR	4
AUTORIZACIÓN DEL AUTOR	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTO	11
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.1 INTRODUCCIÓN.....	18
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	19
1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	22
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	22
1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	23
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION	25
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	25
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	25
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
1.5 JUSTIFICACIÓN	26
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	28
2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	29
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.....	29
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO	36
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	37
2.2 CONCEPTUALIZACIONES	41
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO (RELACIONADAS CON EL PROBLEMA) ...	44
2.3.1 BASES TEÓRICAS	44
2.3.2 METODOLOGÍAS O TECNICAS	46
2.3.3 INSTRUMENTOS.....	51
2.4 MARCO LEGAL	57
2.4.1 CODEX ALIMENTARIUS (OMS / FAO)	57

2.4.2 ACUERDO SOBRE OBSTÁCULOS TÉCNICOS AL COMERCIO (TBT, OMC).....	58
2.4.3 CONVENIO INTERNACIONAL SOBRE SEGURIDAD ALIMENTARIA (FAO / OMS).....	58
2.4.4. POLÍTICA NACIONAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (PYENSAN 2030, HONDURAS).....	58
2.4.5. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM, PROGCARNE).....	59
2.4.6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN HIGIENE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA (PROGCARNE).....	59
2.4.7. PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD (PROGCARNE) ...	59
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	61
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	61
3.1.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	62
3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	64
3.1.3 MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA	68
3.1.5 HIPÓTESIS	72
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	72
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	75
3.3.1 POBLACIÓN.....	78
3.3.2 MUESTRA	80
3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO.....	84
3.3.4 UNIDAD DE ANÁLISIS	84
3.3.5 UNIDAD DE RESPUESTA.....	85
3.4 INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	86
3.4.1 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS	86
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	88
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	88
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS	89
3.5.3 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO	90
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	91

4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	91
4.1.1 PROCESO QUE SE SIGUIÓ PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .	91
4.2. RESULTADOS	95
4.2.1 MÉTODO CUALITATIVO	95
4.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO	99
4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	109
4.4 INFERENCIA	115
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1	CONCLUSIONES
.....	116
5.2 RECOMENDACIONES	119
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD	121
6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA	121
6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	121
6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA.....	123
6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO	124
6.4.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	126
6.4.3. ANÁLISIS INTEGRAL DEL PROCESO MAP.....	126
6.5	MEDIDAS DE CONTROL
.....	128
6.5.1 MEDIDAS DE CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN (CONTROLES E INDICADORES KPIS).....	128
6.5.2 MEDIDAS DE CONTROL PARA EL SOSTENIMIENTO DE LA PROPUESTA (FRECUENCIAS).....	130
6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN.....	137
6.7 PRESUPUESTO ESTIMADO	143
6.7.1. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA	145
6.7.1.1 FLUJO DE CAJA DE LA PROPUESTA.....	145
6.7.1.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	148
6.8 GESTIÓN INTERNA DE LA COMUNICACIÓN DE LAS PROPUESTAS	150
Matriz RACI.....	153

ANEXOS	154
REFERENCIAS	170

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Comparación de empresas cárnicas en América Latina: tecnología, prácticas y resultados	32
Tabla 2. Integración de herramientas TPM, PHVA, VSM e Ishikawa en el proceso MAP	56
Tabla 3. Marco Legal para la Mejora de la Calidad del Producto en ProgCarne.....	60
Tabla 4. Conceptualización de las variables cualitativo/cuantitativo.....	63
Tabla 5 Matriz de congruencia y operacionalización de las variables	69
Tabla 6 Operacionalización de las variables método cualitativo	70
Tabla 7 Operacionalización de las variables método cuantitativo	70
Tabla 8 Enfoque y métodos utilizados en los estudio cualitativo y cuantitativo	72
Tabla 9 Comparativa entre enfoque cualitativo y cuantitativo.....	73
Tabla 10 Plan de diseño de la investigación del método cualitativo y cuantitativa	77
Tabla 11 Descripción de bandejas	79
Tabla 12 Técnicas e instrumentos	87
Tabla 13 Fuentes primarias y secundarias.....	90
Tabla 14 Variable 1: proceso de envasado MAP	99
Tabla 15 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP	101
Tabla 16 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP	103
Tabla 17 Defectos por tipo de bandeja	104
Tabla 18 Cálculo del OEE del turno	104
Tabla 19 Principales causas de devolución de producto	107
Tabla 20 Impacto cuantitativo de la propuesta de mejora en el proceso MAP	122
Tabla 21 Impacto global estimado	123
Tabla 22. Medidas de control	129
Tabla 23 KPIs de propuesta.....	130
Tabla 24 Medidas de sostenimiento	132
Tabla 25 Cronograma de actividades	140
Tabla 26 Cronograma por etapas de la propuesta de optimización de proceso MAP	142
Tabla 27 Presupuesto de propuesta de optimización del proceso MAP	144

Tabla 28 Cálculo de valor total	145
Tabla 29 Flujo de caja	146
Tabla 30 Beneficio/ Costo	147
Tabla 31 Concordancia de los segmentos	149
Tabla 32 Cronograma de la gestión interna de la comunicación	152
Tabla 33 Matriz RACI.....	153

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Análisis FODA de ProgCarne en la línea MAP	39
Figura 2 Diagrama de enfoque metodológico	74
Figura 3 fórmula de rendimiento	113
Figura 4 Diagrama de propuesta de optimización del proceso MAP.....	140
Figura 5 Razón beneficio/ costo Sustitución de valores	148
Figura 6 Gestión interna de la comunicación de la propuesta MAP.....	151

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. la tendencia de devoluciones por línea de producción.....	20
Gráfico 2. Impacto económico de las devoluciones por línea de producción.....	21
Gráfico 3. las principales razones de devoluciones	22
Gráfico 4. Participación del sector cárnico en el PIB agroalimentario de Honduras.	27
Gráfico 5. Comparativo (costo producción/valor perdido)	28
Gráfico 6 Cumplimiento del proceso de envasado MAP.....	100
Gráfico 7 Condiciones de almacenamiento.....	101
Gráfico 8 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP.....	102
Gráfico 9 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP.....	104
Gráfico 10 Principales causas de devolución de producto	108
Gráfico 11 Indicadores de desempeño	119
Gráfico 12 Cronograma de actividades en diagrama Gantt	142
Gráfico 13 Cronograma por etapas de la propuesta de optimización de proceso MAP- Diagrama de Gantt	143

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Carta de compromiso para asesoría temática	154
Anexo 2 Instrumento: Guía de observación semiestructurada.....	155

Anexo 3 Instrumento Formulario de recolección de datos para el análisis estadístico	157
Anexo 4 Instrumento: Guía de entrevista semiestructurada para personal operativo	159
Anexo 5 Instrumento de plantilla de mapeo de flujo de valor	161
Anexo 6 Estructura del Proceso MAP en Procarne.....	163
Anexo 7 Croquis del lugar de investigación	165
Anexo 8 Micraje de film	166
Anexo 9 cotización de Mantenimiento Preventivo	166
Anexo 10 Cumplimientos de Áreas Evaluadas	167
Anexo 11 Ficha técnica	169

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El sector cárnico en Honduras ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsado por el incremento de la demanda nacional, la evolución hacia patrones de consumo más exigentes y la necesidad de garantizar productos inocuos y de alta calidad. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), estos factores han incrementado la presión sobre las empresas del sector para fortalecer sus sistemas de producción y control. Asimismo, datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023) evidencian la relevancia del sector cárnico dentro de la economía agroalimentaria del país. En este contexto, las empresas del rubro se ven obligadas a adoptar tecnologías y procesos estandarizados que optimicen la conservación del producto, fortalezcan la competitividad y aseguren el cumplimiento de normativas internacionales de inocuidad alimentaria, tales como las establecidas en el Codex Alimentarius (Comisión del Codex Alimentarius, 2020).

La investigación se enfoca específicamente en el proceso de Empaque en Atmósfera Modificada (MAP), el cual constituye una tecnología clave para extender la vida útil de los productos cárnicos frescos, preservar sus características sensoriales y reducir el crecimiento microbiano. Diversos estudios han demostrado que el uso adecuado del MAP permite mejorar la estabilidad del producto y prolongar su periodo de comercialización sin comprometer la inocuidad alimentaria (Parra & Rodríguez, 2018). En este contexto, ProgCarne S.A. de C.V., fundada en 1998 en la ciudad de Villanueva, Cortes, se ha consolidado como una empresa referente en el procesamiento de productos cárnicos en Honduras, incorporando procesos orientados a garantizar la calidad del producto terminado, entre ellos el sistema MAP.

A pesar de los beneficios asociados al Empaque en Atmósfera Modificada (MAP), ProgCarne enfrenta diversos desafíos operativos relacionados con defectos en bandejas, tiempos improductivos y variabilidad en el proceso de sellado, los cuales generan pérdidas económicas directas, reprocesos y potenciales riesgos para la inocuidad del producto. Estas problemáticas evidencian la necesidad de evaluar de manera sistemática el proceso MAP mediante herramientas de análisis de procesos y la aplicación de principios de Lean Manufacturing, orientados a la identificación y eliminación de desperdicios, así como a la mejora de la eficiencia operativa (Womack & Jones, 2003; Shingo, 1989; Ohno, 1995).

La presente investigación propone analizar el proceso MAP en ProgCarne con el fin de identificar fallas, cuantificar pérdidas y determinar oportunidades de mejora basadas en estándares internacionales de inocuidad (Comisión del Codex Alimentarius, 2020) y herramientas de mejora continua como el ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar (Deming, 1986) y la trilogía de Juran para la gestión de la calidad (Juran, 1992).

Los resultados de la investigación permitirán establecer recomendaciones técnicas orientadas a la optimización del proceso de empaque, la reducción de productos con defectos y el aseguramiento de la calidad final del producto. Dichas recomendaciones se alinean con los principios de mejora continua y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos vinculados con la producción responsable, la seguridad alimentaria y el fortalecimiento de los sistemas agroalimentarios, promovidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021).

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) ha sido ampliamente adoptado por la industria cárnica a nivel mundial debido a su capacidad para extender la vida útil y preservar la calidad sensorial del producto. En países con industrias cárnicas desarrolladas, su implementación está acompañada por estrictos controles de parámetros técnicos, mantenimiento preventivo y sistemas avanzados de inocuidad, lo que ha permitido reducir pérdidas por defectos de empaque y mejorar la estabilidad del producto durante su distribución.

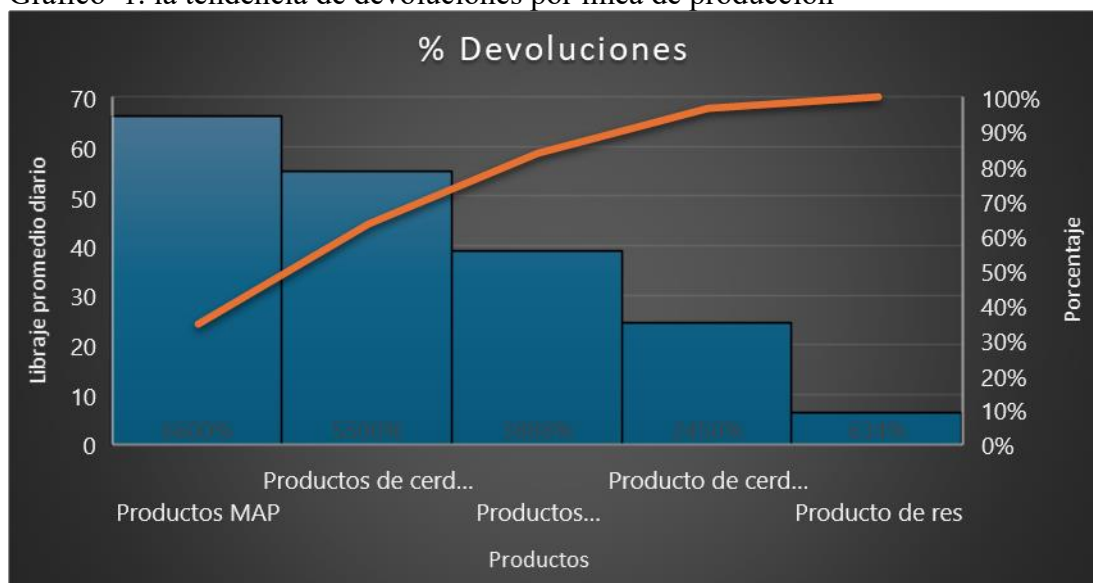
En el contexto centroamericano, diversos estudios del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2022) evidencian que una proporción significativa de las plantas procesadoras de alimentos opera con costos superiores al promedio internacional, como consecuencia de ineficiencias internas, limitaciones tecnológicas y brechas en la estandarización de procesos. Estas condiciones generan una mayor variabilidad operativa en los sistemas de empaque, lo que incrementa la probabilidad de defectos tales como fugas, pérdida de vacío y deterioro acelerado del producto, afectando tanto la calidad final como la competitividad de las empresas del sector.

A nivel nacional, la industria cárnica hondureña ha mostrado avances en la implementación de tecnologías de conservación; sin embargo, persisten desafíos significativos relacionados con el control de los procesos y la gestión de la calidad. De acuerdo con la Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA, 2024), solo un porcentaje

limitado de las plantas procesadoras opera con un cumplimiento consistente de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y con sistemas de inocuidad alimentaria debidamente estandarizados, lo que repercute negativamente en su competitividad y en su capacidad para garantizar productos con una vida útil estable y condiciones adecuadas de inocuidad.

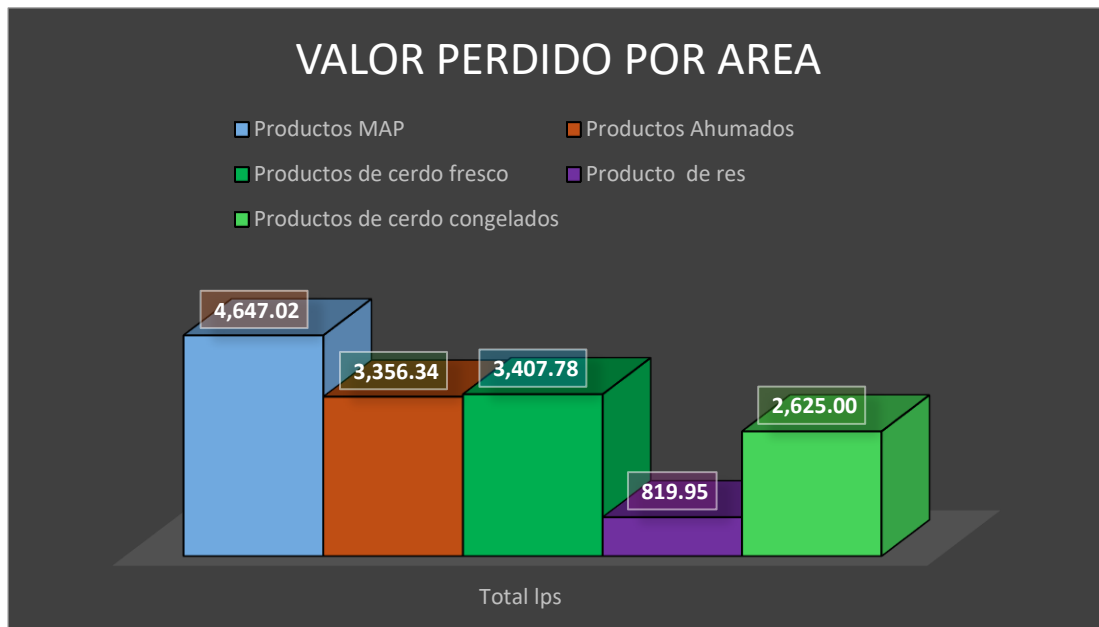
En el gráfico 1 se observa la tendencia de devoluciones por línea de producción, donde se aprecia que MAP presenta niveles superiores al resto de las líneas durante todo el año analizado.

Gráfico 1. la tendencia de devoluciones por línea de producción



Fuente de elaboración propia con base en el registro de devoluciones internas de ProgCarne

Gráfico 2. Impacto económico de las devoluciones por línea de producción



Asimismo, el gráfico 2 evidencia los valores en lempiras que se generan por cada área.

El gráfico 2 muestra el valor económico perdido por área de producción, expresado en lempiras (Lps), correspondiente a pérdidas semanales. Se observa que el área de Productos MAP presenta la mayor pérdida semanal (Lps.4,647.02), seguida por productos de cerdo congelados (Lps.3,407.78) y productos ahumados (Lps 3,356.34). En menor proporción se encuentran producto de res (Lps.819.95) y cerdo fresco (Lps.2,625.00).

Estos resultados evidencian que el proceso MAP concentra el mayor impacto económico semanal, lo que refuerza la necesidad de priorizar acciones de mejora en esta área. Considerando la recurrencia semanal de estas pérdidas, su impacto acumulado mensual y anual resulta significativo, justificando técnica y económicamente la implementación de la propuesta de mejora para reducir devoluciones y defectos de calidad.

Gráfico 3. las principales razones de devoluciones



Fuente: Elaboración propia con base en al registro de devoluciones internas de ProgCarne (2025)

En el caso particular de ProgCarne, los registros internos muestran que, pese a los beneficios previstos al incorporar el proceso MAP desde 2018, se ha mantenido un promedio de 6.5 % de devoluciones mensuales, principalmente por fallos en el sellado, olores desagradables y deterioro prematuro. Estas devoluciones se traducen en pérdidas económicas significativas y evidencian la necesidad de analizar con profundidad las causas técnicas y operativas detrás de dicha variabilidad.

Así, los antecedentes internacionales, regionales y nacionales convergen en un mismo punto: la calidad del empaque MAP depende directamente del control riguroso de los parámetros del proceso, la capacitación del personal, la estandarización de métodos y el mantenimiento adecuado de los equipos. Este marco contextual justifica la importancia de realizar un diagnóstico técnico detallado en ProgCarne que permita identificar deficiencias, cuantificar pérdidas y proponer una mejora integral del proceso.

1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

ProgCarne enfrenta actualmente un índice promedio de 6.5 % de devoluciones mensuales en su línea de productos en atmósfera modificada (MAP), lo que representa aproximadamente L 1,250,000 anuales en pérdidas por merma. Además, se observa variabilidad en los tiempos de ciclo y acumulación de inventarios intermedios en

distintas etapas de producción. Estas condiciones generan sobrecostos, afectan la eficiencia operativa y ponen riesgo el cumplimiento de los estándares de calidad e inocuidad. Se desconoce con precisión en qué etapas del flujo de producción se concentran las pérdidas ni cuáles son las causas raíz que las originan, lo que limita la capacidad de implementar mejoras sostenibles y medibles.

1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El envasado en atmósfera modificada (MAP) constituye una tecnología clave para la conservación de productos cárnicos, ya que permite extender su vida útil y mantener condiciones adecuadas de calidad e inocuidad. La efectividad de este proceso depende del control riguroso de parámetros críticos tales como la correcta mezcla de gases, la integridad del sellado, la conservación de la cadena de frío, los tiempos de operación y la aplicación de buenas prácticas de higiene durante el proceso productivo.

En la industria alimentaria, particularmente en productos perecederos, diversos estudios técnicos sobre gestión de calidad indican que, cuando los procesos de envasado y los controles de inocuidad se encuentran adecuadamente estandarizados, las tasas de devoluciones por fallas de calidad y deterioro suelen mantenerse por debajo del 3 %, utilizándose este valor como un referente o benchmark técnico para evaluar el desempeño del proceso en ausencia de límites normativos específicos sobre devoluciones. Tasas superiores a este valor suelen asociarse con deficiencias en el control del proceso y en la aplicación de prácticas de calidad e inocuidad (Gómez & López, 2019; Martínez et al., 2021).

En el contexto latinoamericano, la tecnología MAP ha sido ampliamente estudiada y aplicada en la industria cárnica debido a su impacto positivo en la conservación del producto. Investigaciones desarrolladas en países como Chile han demostrado que la carne empacada en atmósfera modificada puede alcanzar una vida útil de hasta 40 a 45 días bajo condiciones controladas, evidenciando mejoras significativas en estabilidad microbiológica, color y aceptación sensorial en comparación con sistemas de envasado convencionales. Estos resultados reflejan el potencial del MAP para reducir deterioro prematuro, mermas y pérdidas económicas cuando el proceso se ejecuta bajo adecuados controles de calidad e inocuidad.

Asimismo, el crecimiento sostenido del mercado de envases en atmósfera modificada en la región de las Américas, que incluye Centro y Sudamérica, evidencia una adopción creciente de esta tecnología por parte de la industria alimentaria como estrategia para preservar la calidad de productos perecederos, reducir desperdicios y

mejorar la eficiencia logística. No obstante, la literatura regional coincide en que los beneficios del MAP dependen directamente del correcto control operativo y de la implementación efectiva de sistemas de gestión de inocuidad alimentaria.

En la empresa ProgCarne S.A. de C.V., el proceso de envasado en atmósfera modificada presenta una tasa de devoluciones que oscila entre el 6.5 % y el 8.4 %, valor que supera de manera significativa el referente técnico reportado en la literatura para procesos similares. Esta situación genera pérdidas económicas anuales estimadas en aproximadamente L 1,250,000, derivadas de devoluciones de producto, reprocesos, desperdicio de materia prima, costos logísticos asociados y uso ineficiente de los recursos productivos.

La ausencia de un análisis integral del proceso de envasado en atmósfera modificada dificulta la identificación precisa de las etapas del flujo productivo donde se concentran las principales pérdidas económicas y limita la determinación de las causas raíz que originan las devoluciones. En consecuencia, la empresa enfrenta restricciones para implementar acciones correctivas y preventivas sostenibles orientadas a la reducción de devoluciones, al fortalecimiento de la inocuidad y a la mejora del desempeño del proceso.

Ante este contexto, surge la necesidad de evaluar de manera sistemática el proceso de envasado en atmósfera modificada de ProgCarne S.A. de C.V., con el fin de identificar las variables técnicas y de inocuidad que influyen en la generación de devoluciones y pérdidas económicas, y proponer mejoras orientadas a la reducción de devoluciones, el fortalecimiento de la calidad e inocuidad del producto y la optimización de la rentabilidad del proceso MAP.

Si bien la empresa cuenta con certificaciones HACCP y tecnología avanzada, se observan oportunidades de mejora en el control de procesos y la estandarización de operaciones, aspectos directamente relacionados con el cumplimiento de principios de inocuidad alimentaria establecidos por el Codex Alimentarius (Comisión del Codex Alimentarius, 2020). (El flujo del proceso MAP se encuentra detallado en el Anexo 6, donde se presenta la estructura operativa utilizada por ProgCarne.)

El contexto competitivo del sector cárnico en Honduras exige no solo mantener estándares de calidad e inocuidad, sino también optimizar costos y tiempos para asegurar la sostenibilidad de las operaciones. La falta de un análisis integral de los procesos limita la capacidad de la empresa para priorizar acciones correctivas y

preventivas, así como para implementar herramientas de mejora continua con base en evidencia científica.

Ante esta situación, se propone la necesidad de realizar una investigación que evalúe el flujo de producción de manera integral, identificando cuellos de botella, mermas y oportunidades de mejora, con base en principios de eficiencia operativa y organización del trabajo para mapear el flujo actual, cuantificar tiempos, mermas y devoluciones, y proponer mejoras que permitan optimizar el rendimiento de la línea MAP, reducir pérdidas y aumentar la eficiencia operativa sin comprometer la calidad e inocuidad del producto final. Los resultados no solo beneficiarán a ProgCarne, sino que podrán servir de referencia para otras empresas del sector cárnico hondureño que enfrenten desafíos similares.

Durante el primer semestre de 2025, el área MAP de ProgCarne reportó devoluciones asociadas a fugas y pérdida de vacío en el empaque. Estas incidencias generaron reprocesos y afectaciones económicas, evidenciando la necesidad de establecer un sistema de mejora continua orientado a la eficiencia y calidad del proceso de empaque.

Este problema será abordado midiendo los parámetros del proceso MAP (composición de gases, sellado, temperatura, tiempo de ciclo y OEE) para identificar las causas técnicas y operativas que más inciden en la calidad final del producto.

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

- 1) ¿Cuáles son las condiciones actuales del proceso MAP en ProgCarne?
- 2) ¿Qué variables técnicas influyen en la calidad del producto?
- 3) ¿Cuáles son las percepciones y experiencias de los colaboradores respecto al trabajo en el área de MAP en ProgCarne?
- 4) ¿Cómo puede mejorarse el proceso MAP para reducir devoluciones y aumentar la eficiencia?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

1. Diagnosticar el sistema actual de envasado en atmósfera modificada (MAP) de ProgCarne, para diseñar una propuesta de mejora del proceso que optimice la calidad, inocuidad y eficiencia operativa del producto

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Diagnosticar las condiciones actuales del proceso MAP.
- 2) Analizar las variables críticas que afectan la calidad del producto.
- 3) Analizar las percepciones y experiencias de los colaboradores del área de MAP en ProgCarne.
- 4) Diseñar una propuesta de mejora que permita optimizar la calidad del producto, reducir la tasa de devoluciones y fortalecer la eficiencia del proceso de envasado.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El proyecto busca fortalecer la competitividad de ProgCarne mediante la optimización de sus procesos productivos (El flujo del proceso MAP se encuentra detallado en el Anexo 6, donde se presenta la estructura operativa utilizada por ProgCarne.). En un mercado cada vez más exigente, la eficiencia operativa impacta directamente en la rentabilidad y determina la capacidad de la empresa para cumplir con estándares internacionales de calidad e inocuidad alimentaria (FAO, 2021).

Desde una perspectiva macroeconómica, el sector cárnico constituye un componente relevante del PIB agroalimentario de Honduras (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2023). Tal como se observa en el gráfico 4, elaborado con base en datos del INE, su participación en la economía nacional refuerza la necesidad de mejorar los procesos productivos para mantener y ampliar su contribución al desarrollo del país.

En el ámbito económico interno, la reducción de pérdidas asociadas a devoluciones en la línea de envasado en atmósfera modificada (MAP) permitirá recuperar recursos actualmente desaprovechados, los cuales podrán ser reinvertidos en áreas estratégicas para fortalecer la eficiencia operativa y la productividad global de la planta.

En el plano social y ambiental, la disminución del desperdicio de alimentos y de materiales de empaque contribuye al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 12, orientado al consumo y la producción responsables (FAO, 2021).

Desde el punto de vista académico, la investigación aporta un caso documentado con datos reales de la industria alimentaria hondureña, que puede servir

como referencia para futuras investigaciones y como material de consulta para estudiantes y profesionales del área.

Gráfico 4. Participación del sector cárnico en el PIB agroalimentario de Honduras

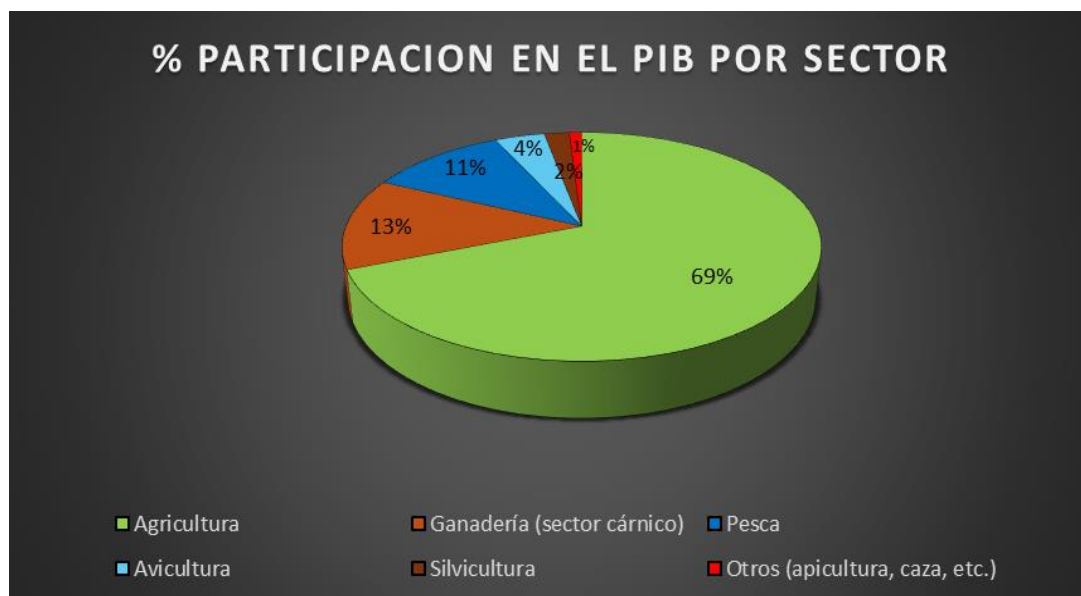


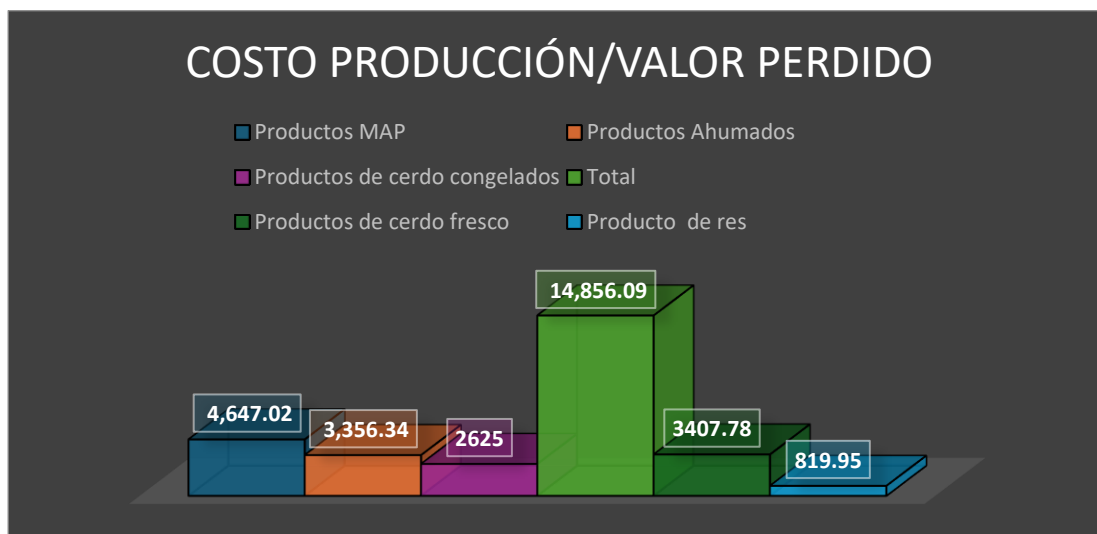
Gráfico 4. Participación del sector cárnico en el PIB agroalimentario de Honduras (INE, 2023)
Elaboración propia según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023).

En el ámbito empresarial, la relevancia macroeconómica del sector cárnico se traduce en la necesidad de atender las deficiencias operativas identificadas en la cadena productiva, dado que las pérdidas generadas impactan directamente en la rentabilidad de la empresa y, de forma indirecta, en un sector estratégico para la economía del país.

Desde una perspectiva económica, las ineficiencias en la línea de Empaque en Atmósfera Modificada (MAP) representan una pérdida significativa de recursos asociados a devoluciones y desperdicios derivados de fallas operativas internas. Estos recursos, que actualmente no se aprovechan, podrían destinarse al fortalecimiento de áreas estratégicas, generando un efecto positivo en la productividad global.

Con el fin de dimensionar el impacto económico de estas deficiencias, se realizó un análisis comparativo entre el costo de producción y el valor monetario de las pérdidas semanales (expresadas en lempiras) por línea de producto. Como se observa en el gráfico 5, los productos envasados bajo la modalidad MAP concentran el mayor porcentaje de pérdidas, lo que evidencia la importancia de focalizar acciones en esta línea para reducir desperdicios y mejorar la rentabilidad.

Gráfico 5. Comparativo (costo producción/valor perdido)



Fuente de elaboración propia con base en datos internos de ProgCarne (2025).

La magnitud de las pérdidas registradas durante el último año evidencia la viabilidad del estudio, al contar con acceso a información interna confiable, infraestructura adecuada y disposición por parte de la empresa para el desarrollo del análisis.

En síntesis, el análisis de los procesos productivos de la Empacadora ProgCarne responde a una necesidad interna de mejorar la eficiencia y la rentabilidad, y al mismo tiempo se vincula con el fortalecimiento de un sector relevante para la economía nacional. La integración de criterios económicos, sociales, ambientales y académicos permite sustentar la relevancia del estudio y su aporte al conocimiento aplicado en la industria cárnica hondureña.

De esta manera, la investigación contribuye a la comprensión del impacto de las deficiencias operativas en la productividad industrial y la sostenibilidad, y establece el marco de referencia para el desarrollo de los objetivos y la metodología que se presentan en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

El marco teórico presenta los conceptos fundamentales que sustentan la investigación, incluyendo los principios del empaque en atmósfera modificada (MAP), la inocuidad alimentaria, el control de calidad, el mantenimiento productivo total (TPM) y las herramientas de mejora continua como el ciclo PHVA y Lean

Manufacturing. Estos elementos permiten comprender las variables críticas del proceso, como vacío, mezcla de gases, temperatura y fallas de sellado.

El análisis de la situación describe el contexto en el que opera la empresa. A nivel macro se consideran las exigencias internacionales de inocuidad y las tendencias globales en procesamiento cárnico. En el microentorno se evalúan las condiciones del sector en Honduras y los desafíos tecnológicos y operativos del mercado nacional. En el análisis interno se detallan las principales debilidades del proceso MAP, resaltando la variabilidad operativa, fallas de sellado, deficiencias de mantenimiento y falta de trazabilidad.

En conjunto, el marco teórico y el análisis situacional explican la problemática actual y justifican la necesidad de implementar una propuesta de mejora orientada a estandarizar parámetros, fortalecer el control técnico y optimizar la operación del proceso MAP.

2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

Este apartado presenta el contexto del problema desde tres niveles: el análisis interno de la empresa objeto de estudio, la situación del sector a nivel nacional y referentes internacionales. Esta estructura permite ubicar el fenómeno de estudio la calidad en productos cárnicos envasados bajo atmósfera modificada (MAP) dentro de un marco comparativo y evolutivo, coherente con los resultados estadísticos y técnicos que servirán como referencia para esta investigación.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Las políticas comerciales internacionales, los acuerdos bilaterales y las exigencias regulatorias de los países importadores son factores decisivos para la industria cárnica. Como señala Porter (1990), los marcos regulatorios influyen directamente en la competitividad de sectores exportadores al establecer requisitos sanitarios, arancelarios y logísticos que deben cumplirse para acceder a mercados globales.

La Organización Mundial del Comercio (OMC) y tratados como el CAFTA-DR han promovido la liberación del comercio en América Latina, pero simultáneamente han elevado las exigencias sanitarias y fitosanitarias en destinos como Estados Unidos y la Unión Europea (FAO, 2021). Esto obliga a las plantas procesadoras a fortalecer sus sistemas de trazabilidad, documentación, inocuidad y control de procesos.

El sector agroalimentario también está condicionado por variables macroeconómicas globales como la inflación, los costos logísticos y el precio internacional de insumos. Según la FAO (2024), el comercio mundial de carne ha experimentado una desaceleración debido al incremento de costos en transporte y en insumos como gases para MAP, materiales de empaque y maquinaria especializada. Ante esta volatilidad, las empresas se ven obligadas a mejorar su eficiencia operativa para mantener competitividad (Kotler & Keller, 2016). De forma complementaria, la OCDE & FAO (2023) destaca que las cadenas de valor cárnicas en América Latina deben reducir costos sin sacrificar calidad, especialmente en un entorno donde los consumidores demandan mayor trazabilidad, bienestar animal y sostenibilidad.

Un referente internacional que ha logrado equilibrar eficiencia operativa y altos estándares de calidad es Ashbourne Meat Processors, una procesadora irlandesa fundada en 1985. Sus operaciones en Roscrea y Naas suministran carne vacuna a mercados europeos, asiáticos y de Oriente Medio. La empresa ha integrado certificaciones como BRC Global Standard for Food Safety y participa en el programa Origin Green, que promueve prácticas sostenibles, eficiencia en el uso de materiales y reducción del impacto ambiental (Bord Bia, 2024). Esto le ha permitido cumplir con estrictas regulaciones internacionales, optimizando al mismo tiempo sus costos internos (Bord Bia, 2024).

En América Latina, diversas empresas han implementado innovaciones orientadas a mejorar la eficiencia y garantizar inocuidad:

- Minerva Foods (Brasil) ha desarrollado un sistema de trazabilidad apoyado en georreferenciación y auditorías externas que verifica el cumplimiento ambiental de sus proveedores, reduciendo riesgos de inconformidades y fortaleciendo el acceso a mercados internacionales.
- JBS (Brasil) ha implementado la Plataforma Pecuaria Transparente, basada en tecnología digital y blockchain para controlar proveedores directos e indirectos, reforzando el cumplimiento normativo y reduciendo pérdidas asociadas a rechazos o inconsistencias documentales.
- Kekén (México) opera bajo un modelo de integración vertical desde la genética hasta la distribución, certificado bajo FSSC 22000. Esto asegura inocuidad, control de procesos y eficiencia en cada etapa, disminuyendo mermas y fortaleciendo la competitividad.
- Friogan (Colombia) ha incorporado la certificación GAWS de bienestar animal y mantiene sistemas HACCP, lo que le permite acceder a mercados con mayores exigencias y reducir rechazos en inspecciones.

- Carnes Validadas (Argentina) utiliza tecnología blockchain y tokenización para la trazabilidad individual del ganado, ofreciendo transparencia total en su cadena de suministro y disminuyendo riesgos logísticos.

Estos casos muestran un patrón común: la integración de tecnologías de control, sistemas de trazabilidad y certificaciones de inocuidad refuerza la competitividad, permite reducir pérdidas y asegura el cumplimiento de estándares internacionales. Asimismo, evidencian la importancia de combinar innovación, eficiencia operativa y sostenibilidad para responder a las exigencias del comercio global.

Con el fin de contextualizar el estudio y contrastar prácticas internacionales relevantes en la industria cárnica, se presentan a continuación algunos referentes que han implementado tecnologías y sistemas orientados a la trazabilidad, eficiencia operativa y cumplimiento normativo.

Tabla No. 1 Comparación de empresas cárnicas en América Latina: tecnología, prácticas y resultados

Empresa	País	Tecnología / Innovación	Práctica aplicada	Objetivo principal	Resultados e impactos	Referencia
Minerva Foods	Brasil	Blockchain, monitoreo socioambiental	Programa <i>Full Traceable</i> con identificación individual de ganado y auditorías externas	Optimizar la trazabilidad del ganado y asegurar el cumplimiento ambiental	Reducción de riesgos por proveedores no conformes, mejora en control ambiental y acceso a mercados internacionales	Minerva Foods. (s. f.). <i>Programa Full Traceable</i> . https://minervafoods.com/es/programa-full-traceable/
JBS	Brasil	Plataformas digitales y blockchain	Plataforma <i>Cowbot</i> para trazabilidad integral de proveedores	Reducir pérdidas operativas y asegurar el cumplimiento normativo y de sostenibilidad	Mejora en la trazabilidad interna, reducción de errores de registro y fortalecimiento de la relación con proveedores	Eurocarne. (2024, 18 de julio). <i>JBS lanza herramienta de trazabilidad</i> . https://eurocarne.com/noticias/codigo/63347

Kekén	México	Integración vertical, certificación FSSC 22000	Control de trazabilidad desde genética hasta distribución	Garantizar la inocuidad, eficiencia y calidad de la producción cárnica	Disminución de mermas, cumplimiento de estándares internacionales y mayor eficiencia operativa	InfoCerdo. (2025, 18 de mayo). Kekén: integración productiva. Recuperado de https://infocerdo.com/contenido/1165/keken-carne-de-cerdo-mexicana
FrioGan	Colombia	Certificación GAWS (bienestar animal)	Implementación de estándares de bienestar animal y HACCP	Mejorar la reputación y el acceso a mercados exigentes mediante el cumplimiento normativo	Reconocimiento como empresa pionera en bienestar animal en Latinoamérica, mayor competitividad comercial	Contexto Ganadero. (2025, 19 de febrero). <i>FrioGan obtiene certificación GAWS.</i> https://www.contextoganadero.com/economia/friogan-hace-historia-primera-empresa-en-latinoamerica-con-certificacion-internacional-en-bienestar-animal
Carnes Validadas	Argentina	Blockchain y tokenización	Plataforma <i>Tokens Vaca</i> para trazabilidad ampliada del ganado	Aumentar la transparencia y la confianza del consumidor mediante control	Reducción de riesgos logísticos y mayor transparencia en la cadena de valor	Carnes Validadas. (s. f.). <i>Plataforma de Trazabilidad Ampliada.</i> https://www.carnesvalidadas.com/

				individual de lotes		
--	--	--	--	------------------------	--	--

Fuente: elaboración propia a partir de información de BDO, Grant Thornton, Ashbourne Meat Processors, IDEAFedegan.org.co, 2024.

La tabla 1, resume las prácticas tecnológicas y estratégicas adoptadas por empresas cárnicas líderes en América Latina, indicando objetivos, resultados e impactos asociados a la trazabilidad, sostenibilidad e inocuidad. El comportamiento del consumidor a nivel internacional ha cambiado notablemente en la última década. Se ha observado un crecimiento en la demanda de productos cárnicos de alta calidad, seguros, empacados higiénicamente y con mayor vida útil, especialmente en mercados urbanos.

Los estudios de Euromonitor International (2023) revelan que los consumidores internacionales valoran atributos asociados a la prolongación de la frescura, la inocuidad del producto y la producción sostenible.

La creciente preocupación por la salud ha llevado a algunos sectores de consumidores a cuestionar el consumo de carnes procesadas, lo cual impulsa a las empresas a innovar y diversificar hacia productos más saludables, orgánicos o con certificaciones de calidad (Grunert, 2006). Paralelamente, la evolución tecnológica ha transformado la industria cárnica mediante la incorporación de herramientas como el envasado en atmósfera modificada (MAP), sistemas de inteligencia artificial para control de calidad y sensores IoT que monitorean temperatura y humedad en tiempo real, estableciendo nuevos estándares en la gestión de procesos.

Autores como Slack, Brandon-Jones y Johnston (2020) destacan que la integración tecnológica es clave para mantener competitividad en mercados globales cada vez más exigentes. Sin embargo, como señala Shingo (1989), la tecnología solo genera resultados si se acompaña de metodologías de gestión que aseguren su correcta implementación. En este sentido, Shingo y Ohno (1995) coinciden en la importancia de eliminar desperdicios, aunque difieren en su énfasis: Ohno prioriza el flujo Just in Time, mientras que Shingo resalta la prevención y detección temprana de errores mediante mecanismos poka-yoke.

La presión ambiental también ha adquirido relevancia en la industria alimentaria. Organismos internacionales como la FAO y la ONU advierten que el desperdicio de alimentos contribuye significativamente al impacto ambiental global. En este contexto, el uso de MAP se vuelve estratégico al extender la vida útil del producto y reducir pérdidas por deterioro; no obstante, implica retos asociados al consumo de materiales plásticos, gases industriales y energía para refrigeración. Las regulaciones ambientales de mercados desarrollados promueven el uso de materiales reciclables, la reducción de residuos y la medición de la huella de carbono (FAO, 2023).

De acuerdo con McKinsey (2022), las empresas que integran prácticas sostenibles a lo largo de su cadena de producción mejoran su eficiencia operativa y construyen ventajas competitivas sostenidas. Esto refleja la necesidad de equilibrar eficiencia, inocuidad y sostenibilidad para acceder a mercados de alta exigencia.

Los marcos normativos internacionales se han fortalecido en la última década. Normas como el Codex Alimentarius, las directrices del USDA y de la EFSA establecen criterios para garantizar inocuidad, trazabilidad y calidad en productos cárnicos (Comisión del Codex Alimentarius, 2020). El cumplimiento de certificaciones como HACCP, ISO 22000, BRC o IFS Food se ha convertido en requisito esencial para empresas que buscan exportar. Juran (1992) enfatiza que el aseguramiento de la calidad debe integrarse al modelo estratégico y no considerarse únicamente como una fase adicional del proceso productivo.

En el ámbito internacional, la adopción de metodologías de mejora continua como el ciclo PHVA/PDCA, Lean Manufacturing y TQM junto con sistemas de inocuidad como HACCP e ISO 22000, ha demostrado reducir desperdicios, minimizar defectos de empaque y mejorar la vida útil mediante el control sistemático de los parámetros críticos del MAP. Esta evidencia respalda la importancia de fortalecer los sistemas de control y estandarización dentro de las plantas procesadoras que buscan competir en mercados globales.

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO

En Honduras, el régimen sanitario y de inocuidad alimentaria está regulado por la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) y la Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA), instituciones que operan bajo lineamientos del Codex Alimentarius. Sin embargo, la capacidad de supervisión sigue siendo limitada debido a la escasez de laboratorios acreditados, debilidades en los sistemas de trazabilidad y restricciones presupuestarias.

La evidencia disponible indica una brecha significativa en Honduras entre la normativa de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y su aplicación real en plantas cárnicas. De acuerdo con información institucional de la Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA, 2024), se observa que solo una proporción limitada de las plantas procesadoras cumple de manera sistemática con las BPM, situación que afecta principalmente a las pequeñas y medianas empresas, las cuales enfrentan limitaciones técnicas y financieras para implementar certificaciones como HACCP o ISO 22000. El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2022) señala que

las plantas procesadoras hondureñas enfrentan costos operativos un 30 % superiores al promedio regional, derivados de factores como elevados costos energéticos, baja tecnificación de procesos, mantenimiento preventivo insuficiente y sobrecostos logísticos por infraestructura vial limitada.

A ello se suma una limitada profesionalización de la mano de obra operativa y de mandos medios. De acuerdo con la Dirección General de Educación Técnica Profesional (DGETP, 2023), muchas plantas dependen de operarios con escasa formación técnica en inocuidad, control de calidad y mantenimiento de maquinaria, lo que incrementa la probabilidad de errores en etapas críticas como el envasado en atmósfera modificada (MAP). Cualquier desviación en los parámetros de sellado, mezcla de gases o control de temperatura puede comprometer la calidad del producto.

La infraestructura logística también representa un desafío. Según la Asociación Nacional de Industriales (ANDI, 2024), una proporción significativa de los vehículos utilizados para la distribución de productos cárnicos opera sin sistemas certificados de monitoreo de temperatura, lo que afecta la continuidad de la cadena de frío y aumenta el riesgo de deterioro y devoluciones.

Aunque el consumo per cápita de carne ha aumentado, el consumidor hondureño continúa siendo altamente sensible al precio, lo que presiona a las empresas a reducir costos sin afectar la calidad. Paralelamente, estudios de Euromonitor International (2023) muestran un crecimiento en la demanda de productos higiénicos, seguros y empacados al vacío o en atmósfera modificada, lo que representa una oportunidad para compañías como ProgCarne, siempre que garanticen consistencia en sus procesos y vida útil del producto.

La industria cárnica nacional mantiene una participación importante en el PIB agroalimentario, lo que refuerza la necesidad de fortalecer los estándares de calidad e inocuidad para mejorar la competitividad. En este contexto, la presente investigación contribuye a dicha necesidad al analizar y proponer mejoras orientadas a la eficiencia y el control del proceso MAP en ProgCarne.

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

ProgCarne S.A. de C.V. fue constituida legalmente en 1998 bajo las leyes de la República de Honduras, mediante escritura pública inscrita en el Registro Mercantil.

La empresa se dedica al procesamiento, empaque y distribución de productos cárnicos frescos y congelados para el mercado nacional, operando bajo los requisitos legales establecidos por la Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA, 2024) y cumpliendo con estándares de calidad e inocuidad como HACCP.

Con más de dos décadas de operación, ProgCarne ha logrado posicionarse como una de las empresas líderes del sector gracias a su inversión en tecnología, la adopción de sistemas de inocuidad alimentaria y la diversificación de su portafolio de productos. Uno de sus logros más importantes ha sido la incorporación del envasado en atmósfera modificada (MAP) en 2018, cuyo objetivo es extender la vida útil del producto fresco y garantizar mayor seguridad alimentaria durante su almacenamiento y distribución.

La planta principal se encuentra en Dos Caminos, municipio de Villanueva, Cortés, una ubicación estratégica por su cercanía a proveedores de materia prima y por la disponibilidad de infraestructura vial que facilita las operaciones, (La distribución física del área de estudio se presenta en el Anexo 7.). Además, la empresa cuenta con una sala de ventas en Tegucigalpa, lo que le permite ampliar su cobertura y reducir tiempos de entrega en las principales ciudades del país. Sin embargo, la red logística aún presenta desafíos, como el número limitado de puntos de distribución, la disponibilidad restringida de transporte refrigerado y la necesidad de ampliar la capacidad de almacenamiento en frío certificado (ANDI, 2024).

El proceso productivo de ProgCarne está diseñado bajo un flujo lineal que integra las siguientes etapas:

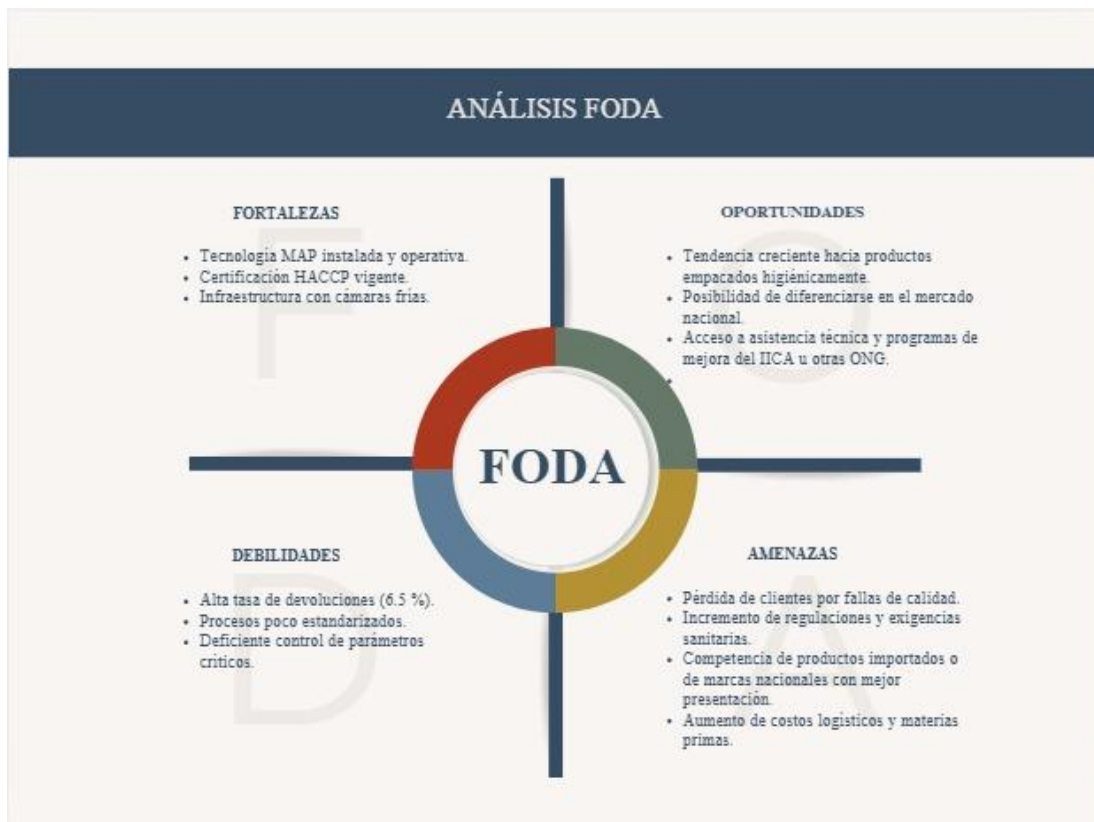
1. Recepción y selección de materia prima: incluye inspección inicial y verificación de proveedores certificados.
2. Despique y corte primario: realizado por personal calificado bajo estándares de BPM e inocuidad.
3. Procesamiento y empaque: abarca descuerado, deshuesado, picado, mezclado, empaque, sellado hermético y etiquetado.
4. Almacenamiento y conservación: uso de cámaras frías con control de temperatura, aunque se han identificado necesidades de mejora en calibración y trazabilidad.
5. Distribución: despacho mediante vehículos refrigerados, con limitaciones en el monitoreo continuo de la cadena de frío (ARSA, 2024; ANDI, 2024).

El diseño del proceso cumple con los principios de HACCP e ISO 22000; no obstante, el diagnóstico interno revela oportunidades de mejora en la calibración de equipos, la documentación de registros y la capacitación técnica del personal, elementos clave para fortalecer la consistencia y seguridad del proceso MAP.

Análisis FODA interno de ProgCarne (en relación con la línea MAP)

El presente análisis FODA evalúa la situación interna y externa de ProgCarne S.A. de C.V. en relación con la implementación de la tecnología MAP, considerando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para la mejora continua de sus procesos productivos y logísticos.

Figura 1 Análisis FODA de ProgCarne en la línea MAP



Fuente: Elaboración propia con base en datos internos de Progcarne (2025)

El análisis interno de ProgCarne permite identificar las capacidades, limitaciones y oportunidades de mejora dentro de su estructura organizativa y operativa. Este diagnóstico se centra especialmente en la línea de envasado en atmósfera modificada (MAP), que constituye una innovación relevante para la

empresa, pero también un punto crítico debido a su contribución actual a devoluciones y pérdidas económicas.

ProgCarne dispone de una planta procesadora moderna con áreas definidas para sacrificio, deshuese, procesamiento, empaque y almacenamiento. Entre los principales recursos tecnológicos destacan:

- Selladoras automáticas MAP con sistema de mezcla de gases (CO₂, O₂).
- Cuartos fríos para conservación.
- Equipos especializados para medición de temperatura, humedad y vacío, como el OXYBABY.
- Software básico para el registro de producción y control de devoluciones.

A pesar de estas capacidades, se han identificado limitaciones en la calibración de equipos y fallas en sensores de mezcla de gases y resistencias de sellado, factores que pueden comprometer la integridad del empaque y acelerar la descomposición del producto.

Los registros internos correspondientes al año 2025 evidencian variaciones notables en los tiempos de ciclo entre lotes y acumulación de inventarios intermedios, particularmente entre las etapas de preparación y envasado. Esto refleja una falta de sincronización entre áreas operativas y una baja estandarización de procesos.

Asimismo, no se cuenta con indicadores clave de desempeño (KPIs) definidos para todas las etapas del proceso, lo que dificulta monitorear la eficiencia y calidad de manera consistente. Aunque ProgCarne posee certificación HACCP desde 2017 y mantiene trazabilidad documental, se han reportado fallas en controles internos de calidad, especialmente en la verificación del sellado, inspección del color, integridad del empaque y análisis de atmósfera residual.

Entre las causas más frecuentes de devoluciones se encuentran:

- Olor desagradable al abrir el empaque.
- Presencia excesiva de líquido.
- Despegue parcial o total del sello.
- Cambios de color antes de la fecha de vencimiento.
- Hundimiento del film.

Estas fallas sugieren que, aunque existen procedimientos establecidos, la ejecución y el control de los parámetros críticos no se realizan de manera consistente.

Esto puede deberse a errores operativos, manipulación inadecuada del producto o una verificación insuficiente de los puntos críticos de control.

Finalmente, se observa que la empresa no cuenta con un sistema formal de mejora continua ni equipos estructurados para liderar iniciativas como Kaizen, 5S o programas de reducción de desperdicios. La cultura organizacional todavía presenta retos en cuanto a la adopción plena de los principios de calidad total (TQM), lo cual limita el avance hacia procesos más estandarizados, eficientes y sostenibles.

2.2 CONCEPTUALIZACIONES

El presente marco conceptual reúne los principales términos y definiciones relevantes para el estudio sobre la implementación de un sistema de envasado en atmósfera modificada (MAP) y el fortalecimiento de la inocuidad alimentaria en la industria cárnica hondureña. Las conceptualizaciones provienen de leyes, normas internacionales, teorías de referencia y prácticas empresariales.

Atmósfera Modificada (MAP): El envasado en atmósfera modificada es una técnica utilizada para prolongar la vida útil de los alimentos mediante el reemplazo del aire del envase por una mezcla controlada de gases, lo que reduce el crecimiento microbiano y contribuye a mantener la calidad sensorial del producto durante su almacenamiento y distribución (Air Liquide, s. f.; Cooverpack, s. f.).

Sistema de gestión de inocuidad ISO 22000:2018: La norma ISO 22000:2018 establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de inocuidad alimentaria que permita identificar, evaluar y controlar los peligros relacionados con la seguridad de los alimentos en todas las etapas de la cadena productiva, siendo aplicable a cualquier organización vinculada al sector alimentario (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP): El sistema HACCP es un enfoque preventivo orientado a garantizar la inocuidad de los alimentos mediante la identificación, evaluación y control de peligros biológicos, químicos y físicos significativos, a través del establecimiento de puntos críticos de control que permitan prevenir, eliminar o reducir dichos riesgos a niveles aceptables (FAO, 2001).

Inocuidad Alimentaria: La inocuidad alimentaria se define como la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando sean preparados y consumidos de acuerdo con su uso previsto, constituyendo un principio fundamental

de la salud pública y de los sistemas de producción de alimentos (Comisión del Codex Alimentarius, 2003).

Codex Alimentarius: El Codex Alimentarius es un conjunto de normas, directrices y códigos de práctica adoptados a nivel internacional con el propósito de proteger la salud de los consumidores y promover prácticas equitativas en el comercio de alimentos, sirviendo como referencia para la elaboración de regulaciones sanitarias nacionales e internacionales (Comisión del Codex Alimentarius, 2020).

Calidad: De acuerdo con la norma ISO 8402, la calidad se define como el conjunto de características de un producto o servicio que le confieren la capacidad de satisfacer necesidades explícitas o implícitas. En el sector alimentario, la calidad se asocia estrechamente con la inocuidad, el cumplimiento de especificaciones técnicas y la conformidad con los requisitos regulatorios y las políticas internas de las organizaciones (ISO, 1994; Alimentos Argentinos – MAGyP, 2008).

Metodología 5S: Es un enfoque sistemático de origen japonés orientado a la organización y mejora del entorno de trabajo mediante cinco principios: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina. Su aplicación contribuye a la eliminación de desperdicios, la mejora de la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la cultura organizacional, siendo una herramienta fundamental dentro de la filosofía Lean Manufacturing (American Society for Quality [ASQ], 2023). Ohno (1995) identifica estas prácticas como parte esencial del Sistema de Producción Toyota, mientras que Shingo (1989) resalta su contribución a la prevención de errores mediante mecanismos poka-yoke.

Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta): Es una filosofía de gestión enfocada en maximizar el valor para el cliente mediante la eliminación sistemática de desperdicios, la optimización de los procesos y la mejora continua. Womack y Jones (2003) conceptualizan este enfoque como una estrategia para producir más con menos recursos, reducir inventarios y acortar los tiempos de espera, siendo ampliamente aplicable a la industria alimentaria.

Materia prima: Se entiende por materia prima todo bien que se incorpora al proceso productivo para ser transformado en bienes intermedios o finales, constituyendo un elemento esencial en la cadena de valor industrial (Secretaría de Industria y Comercio de Honduras, 1984).

Procesos Operativos: Un proceso se define como un conjunto de actividades relacionadas que transforman insumos en productos o servicios destinados a los

clientes. Los procesos operativos son aquellos directamente responsables de la generación del producto o servicio principal de la organización (Heizer & Render, 2014).

Gestión de insumos y equipos: Desde un enfoque teórico, Heizer, Render y Munson (2017) destacan que la calidad de los insumos y una adecuada planificación del mantenimiento de los equipos son factores determinantes para minimizar fallas operativas y maximizar la productividad. De manera complementaria, Slack, Brandon-Jones y Johnston (2020) enfatizan que el control de la calidad a lo largo de todo el proceso productivo es indispensable en industrias altamente reguladas como la cárnica.

Maquinaria y equipo: Corresponden a los bienes utilizados en los procesos productivos para generar otros bienes o servicios, sin consumirse en un solo ciclo de producción, excluyendo los vehículos de transporte de pasajeros y el equipo de oficina (Secretaría de Industria y Comercio de Honduras, 1984).

Devolución / No conformidad: La gestión de productos no conformes o devueltos constituye un requisito normativo dentro de los sistemas de gestión de inocuidad alimentaria, los cuales exigen procedimientos documentados para su identificación, segregación y tratamiento correctivo (ISO, 2018). Juran (1992) sostiene que las devoluciones reflejan deficiencias en los procesos internos, mientras que el Codex Alimentarius (2020) establece la necesidad de mantener registros que permitan rastrear y corregir las causas que las originan.

OEE (Eficiencia General de los Equipos): El OEE es un indicador de desempeño industrial que evalúa el uso efectivo de la capacidad productiva mediante la multiplicación de tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad. Nakajima (1989) introdujo este indicador como una herramienta clave del mantenimiento productivo total (TPM), señalando que un OEE del 100 % representa una producción sin pérdidas, tiempos muertos ni defectos. De acuerdo con IBM (2024), la medición del OEE proporciona información estratégica para la toma de decisiones relacionadas con mantenimiento, mejora de procesos e inversiones en activos productivos.

2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO (RELACIONADAS CON EL PROBLEMA)

2.3.1 BASES TEÓRICAS

2.3.1.1 MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING)

Shingo (1989) y Ohno (1995), considerados fundadores del pensamiento Lean, coinciden en la importancia de la eliminación sistemática de desperdicios como medio para mejorar la eficiencia operativa; sin embargo, difieren en su énfasis metodológico. Ohno prioriza el flujo continuo y la producción Just in Time, mientras que Shingo resalta la prevención y detección temprana de errores mediante el uso de mecanismos poka-yoke. Para ProgCarne, ambos aportes resultan estratégicos para reducir reprocesos en la línea de empaque en atmósfera modificada (MAP). En este contexto, la aplicación de la filosofía Lean permite reorganizar las áreas de producción y empaque, reducir los tiempos de transporte interno y mejorar la trazabilidad de los lotes de carne, contribuyendo al cumplimiento de las normativas sanitarias y de inocuidad vigentes.

2.3.1.2 GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT, TQM)

La mejora continua se sustenta en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) propuesto por Deming (1986), el cual permite controlar y mejorar de manera sistemática los procesos productivos mediante la planificación, la ejecución controlada, la verificación de resultados y la aplicación de acciones correctivas. Este enfoque constituye uno de los pilares del enfoque de Calidad Total (Total Quality Management), al promover una visión integral donde la calidad no se limita al producto final, sino que se gestiona en cada etapa del proceso.

De forma complementaria, Juran (1992) plantea la trilogía de la calidad, integrada por la planificación, el control y la mejora, destacando que el aseguramiento de la calidad debe formar parte del modelo estratégico de la organización y no considerarse únicamente como una fase adicional del proceso productivo. Mientras que Deming enfatiza la mejora continua a través del ciclo PHVA, Juran aporta un enfoque estructurado que asegura la planificación y el control sistemático de los procesos.

Aplicados de manera conjunta en ProgCarne, ambos enfoques resultan complementarios: el ciclo PHVA orienta la iteración continua de los procesos productivos, mientras que la trilogía de Juran permite establecer bases sólidas de

planificación y control. En el caso específico del proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP), la implementación del ciclo PHVA, apoyada por herramientas como el Control Estadístico del Proceso (CEP), facilita la identificación de variaciones, el análisis de sus causas raíz y la definición de acciones correctivas orientadas a reducir devoluciones y reprocesos. Asimismo, la filosofía de mejora continua o *Kaizen* puede integrarse mediante la conformación de equipos de trabajo enfocados en la calidad y la estandarización de los procesos.

2.3.1.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM), TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM), desarrollado por Nakajima (1989), constituye un enfoque integral orientado a maximizar la eficiencia de la maquinaria y el equipo mediante la eliminación sistemática de pérdidas productivas. Este modelo se sustenta en pilares como el mantenimiento autónomo, preventivo y predictivo, así como en la medición de la Eficiencia General de los Equipos (OEE), indicador que permite evaluar el desempeño de los activos productivos en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad (Shirose, 1996).

En el caso de ProgCarne, la aplicación del TPM contribuye a asegurar la operación confiable de equipos críticos como las cámaras de refrigeración, los sistemas de empaque y el transporte interno, reduciendo fallas no planificadas, paros imprevistos y reprocesos. Esto se traduce en un incremento de la productividad y en el fortalecimiento del cumplimiento de los requisitos establecidos por sistemas de gestión de inocuidad alimentaria como la ISO 22000:2018.

La integración de Lean Manufacturing, TQM y TPM en ProgCarne conforma una base sólida para la mejora continua, fortaleciendo el control de procesos, garantizando la inocuidad alimentaria y alineando las operaciones con los requerimientos de normativas nacionales e internacionales. Este enfoque combinado promueve una cultura organizacional enfocada en la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad a largo plazo.

Para ProgCarne, la integración de Lean, TQM y TPM permitiría reducir reprocesos, aumentar la vida útil del producto y mejorar la confiabilidad de los equipos MAP.

2.3.2 METODOLOGÍAS O TECNICAS

2.3.2.1 METODOLOGÍA DE TEORÍA No.1 (LEAN MANUFACTURING, 8 DESPERDICIOS)

La metodología Lean Manufacturing se centra en la eliminación sistemática de los desperdicios (*muda*) dentro de los procesos productivos con el objetivo de crear valor para el cliente utilizando menos recursos (Ohno, 1995; Womack, Jones & Roos, 1990). Inicialmente se identificaron siete tipos de desperdicios; sin embargo, enfoques más recientes incorporan un octavo desperdicio asociado a la subutilización del talento humano (Liker, 2004).

Shingo (1989) y Ohno (1995), considerados fundadores del pensamiento Lean, coinciden en la importancia de la eliminación de desperdicios como base para la mejora de la eficiencia operativa; no obstante, difieren en su énfasis metodológico. Ohno prioriza el flujo continuo y la producción *Just in Time*, mientras que Shingo resalta la prevención y detección temprana de errores mediante el uso de mecanismos *poka-yoke*. Para ProgCarne, ambos aportes resultan estratégicos para reducir reprocesos en la línea de empaque en atmósfera modificada (MAP).

Los ocho desperdicios

1. **Sobreproducción:** fabricar más de lo que el cliente requiere o antes de que sea necesario.
2. **Esperas:** tiempos muertos por falta de materiales, información o fallas de coordinación.
3. **Transporte innecesario:** movimientos excesivos de materiales o productos dentro de la planta.
4. **Procesos inadecuados:** operaciones que no agregan valor o son más complejas
5. **Inventario excesivo:** acumulación de materias primas, productos en proceso o terminados sin demanda inmediata.
6. **Movimientos innecesarios:** desplazamientos ergonómicamente deficientes de operarios, búsqueda de herramientas o materiales.
7. **Defectos o reprocesos:** productos fuera de especificación que requieren retrabajo o generan desperdicio.
8. **Subutilización del talento humano:** desaprovechamiento de habilidades, creatividad y experiencia de los empleados.

La aplicación de esta herramienta permite visualizar claramente las ineficiencias físicas del proceso productivo, apoyar decisiones de rediseño del layout y

fortalecer el cumplimiento de normas como ISO 22000 e inocuidad alimentaria, reduciendo riesgos asociados a la contaminación cruzada. En el contexto de ProgCarne, los principios Lean se orientan a reducir desperdicios en tiempos de empaque, movimientos innecesarios y reprocesos por fugas en el sellado.

2.3.2.2 METODOLOGÍA DE TEORÍA No. 2: CICLO PHVA/PDCA (PLANIFICAR, HACER, VERIFICAR, ACTUAR)

La metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), también conocida como ciclo de Deming, constituye un enfoque de mejora continua orientado a garantizar la calidad y el control sistemático de los procesos productivos mediante un esquema iterativo y estructurado (Deming, 1986). Este modelo se basa en cuatro etapas interrelacionadas que permiten planificar las actividades, ejecutar los procesos de forma controlada, verificar los resultados obtenidos y aplicar acciones correctivas para su mejora continua.

De manera complementaria, Juran (1992) propone la trilogía de la calidad, integrada por la planificación, el control y la mejora, enfatizando que la gestión de la calidad debe incorporarse al modelo estratégico de la organización. Mientras que Deming prioriza la mejora continua a través del ciclo PHVA, Juran aporta un enfoque que asegura la planificación y el control sistemático de los procesos. En el caso de ProgCarne, ambos enfoques resultan complementarios: el ciclo PHVA guía la iteración y mejora de los procesos productivos, mientras que la trilogía de Juran fortalece la planificación y el control necesarios para asegurar la estabilidad del proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP).

1. **Planear:** identificar problemas, analizar la situación actual y definir objetivos y estrategias de mejora.
2. **Hacer:** implementar las acciones planificadas a pequeña escala para evaluar su efectividad.
3. **Verificar:** medir y analizar los resultados obtenidos, comparándolos con los objetivos propuestos.
4. **Actuar:** estandarizar las mejoras efectivas o replantear estrategias cuando no se cumplen los resultados esperados.

El ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) es ampliamente utilizado en sistemas de gestión de la calidad, como ISO 9001:2015, así como en filosofías de mejora continua como Lean Manufacturing y Total Quality Management (TQM),

debido a que permite gestionar los procesos con base en datos objetivos y en un esquema de retroalimentación permanente (Deming, 1986).

La aplicación del enfoque PHVA en organizaciones del sector alimentario ha demostrado contribuir a la reducción de rechazos y a la mejora del control de procesos críticos, particularmente en operaciones de corte y empaque, fortaleciendo la trazabilidad y la consistencia operativa (McKinsey, 2022).

En el caso de ProgCarne, el uso del ciclo PHVA permite controlar variables críticas del proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP), verificar el cumplimiento de normas internacionales de inocuidad y estandarizar las acciones correctivas, contribuyendo a la reducción de devoluciones y a la mejora continua del desempeño del proceso.

2.3.2.3 METODOLOGÍA DE TEORÍA #3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (OEE, KPI)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología orientada a maximizar la disponibilidad, eficiencia y confiabilidad de la maquinaria y el equipo productivo mediante la participación activa de todos los niveles de la organización (Nakajima, 1989). El TPM integra actividades de mantenimiento autónomo, preventivo y predictivo, con el objetivo de alcanzar cero fallas, cero defectos y cero accidentes, contribuyendo así a la mejora continua del desempeño operacional y a la estabilidad de los procesos productivos.

Preparación e introducción del TPM

Objetivo: crear conciencia sobre la importancia del mantenimiento productivo en toda la empresa.

Acciones clave:

- Campañas de sensibilización.
- Formación básica sobre TPM para todo el personal.
- Comunicación clara del compromiso de la gerencia.

1. Evaluación inicial de las condiciones actuales

Objetivo: conocer la situación de los equipos y procesos.

Acciones clave:

- Medición inicial del OEE (Eficiencia General de los Equipos).
- Identificación de pérdidas: paros, defectos, tiempos muertos.
- Diagnóstico de hábitos actuales de mantenimiento.

2. Establecimiento de metas y plan maestro TPM

Objetivo: definir objetivos cuantificables y un cronograma.

Acciones clave:

- Fijar metas de OEE, reducción de fallas y eliminación de pérdidas.
- Desarrollar un plan paso a paso para implementar TPM.
- Asignar líderes y formar equipos de trabajo.

3. Implementación de los 8 pilares del TPM

La metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) se implementa a través de ocho pilares fundamentales que buscan maximizar la eficiencia, disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y el equipo productivo mediante la participación activa de toda la organización (Nakajima, 1989; Shirose, 1996). Estos pilares se describen a continuación:

1. Mantenimiento autónomo (*Jishu Hozen*): Consiste en la participación directa de los operarios en actividades básicas de mantenimiento, tales como inspección, limpieza, lubricación y detección temprana de anomalías, con el fin de prevenir fallas y fortalecer el sentido de responsabilidad sobre los equipos (Nakajima, 1989).
2. Mejoras enfocadas (*Kaizen*): Se orientan a la eliminación sistemática de pérdidas mediante equipos multidisciplinarios que analizan las causas raíz de fallas, tiempos muertos y reprocesos, contribuyendo a la mejora continua del desempeño operativo (Imai, 1997).
3. Mantenimiento planificado: Comprende el diseño e implementación de programas de mantenimiento preventivo y predictivo basados en la condición de los equipos, con el objetivo de reducir fallas no planificadas y optimizar la vida útil de los activos (Shirose, 1996).
4. Gestión de la calidad: Enfocada en la prevención de defectos desde la fuente, este pilar busca asegurar que los equipos funcionen dentro de parámetros que

garanticen la calidad del producto y minimicen la generación de no conformidades (Nakajima, 1989).

5. Desarrollo de habilidades y capacitación: Promueve la formación continua del personal operativo y técnico para fortalecer sus competencias en la operación, mantenimiento y mejora de los equipos, incrementando la autonomía y reduciendo la dependencia de intervenciones externas (Shirose, 1996).
6. TPM en el diseño y desarrollo de equipos: Este pilar integra los principios del TPM desde la fase de diseño e ingeniería, con el fin de asegurar equipos confiables, fáciles de mantener y alineados con los requerimientos de seguridad, calidad y productividad (Nakajima, 1989).
7. TPM en áreas administrativas: Extiende la filosofía TPM a procesos de apoyo como logística, compras, planificación y gestión administrativa, eliminando desperdicios y mejorando la eficiencia de los flujos de información (Imai, 1997).
8. Seguridad, salud y medio ambiente: Busca garantizar condiciones de trabajo seguras y sostenibles, eliminando riesgos laborales y reduciendo el impacto ambiental asociado a las operaciones productivas, en coherencia con los principios de cero accidentes y responsabilidad social (Shirose, 1996).

4. Ejecución y seguimiento

Objetivo: desplegar el plan y medir avances.

Acciones clave:

- Reuniones regulares de revisión de indicadores.
- Tableros visuales para mostrar logros y problemas.
- Ajustes continuos al plan según resultados.

5. Consolidación y estandarización

Objetivo: mantener las mejoras logradas y evitar retrocesos.

Acciones clave:

- Documentación de estándares de mantenimiento.
- Auditorías internas TPM.
- Reconocimiento a equipos por logros obtenidos.

6. Expansión y mejora continua

Objetivo: llevar TPM a toda la organización y seguir mejorando.

Acciones clave:

- Extender el TPM a nuevas áreas y procesos.
- Buscar niveles de clase mundial (World Class Manufacturing).
- Incorporar nuevas tecnologías para mantenimiento predictivo.

2.3.3 INSTRUMENTOS

2.3.3.1 MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING)

Los 8 desperdicios (Muda) son actividades que no agregan valor y deben eliminarse o reducirse. Para cada desperdicio existen instrumentos específicos que ayudan a identificarlos, analizarlos y controlarlos.

Instrumentos para los 8 desperdicios de la teoría esbelta

1. Sobreproducción

(Producir más o antes de lo necesario)

Instrumentos:

- Justo a Tiempo (JIT) y Kanban: producen solo lo necesario, cuando se necesita.
- SMED (Cambio de troqueles en menos de 10 minutos): reduce tiempos de cambio para producir en lotes pequeños.
- Mapeo de la cadena de valor (VSM): identifica excesos de producción en cada etapa.

2. Esperas

(Tiempo muerto de personas, materiales o máquinas)

Instrumentos:

- Balanceo de líneas: iguala tiempos de ciclo entre procesos.
- TPM (Mantenimiento Productivo Total): previene paros de máquina.
- Andon: señalización visual para resolver problemas de inmediato.

3. Transporte innecesario

(Movimientos de materiales sin valor agregado)

Instrumentos:

- Layout celular o en U: reduce desplazamientos.
- Diagrama Spaghetti: visualiza rutas largas o confusas.
- 5S: ordena áreas de trabajo para facilitar el flujo.

4. Procesos inadecuados

(Usar métodos o tecnologías más complejas de lo necesario)

Instrumentos:

- Estudio de métodos y tiempos: evalúa pasos innecesarios.
- Kaizen: simplifica procesos de forma continua.
- Estandarización de procesos: evita variaciones improductivas.

5. Inventario excesivo

(Acumulación de materia prima, proceso o producto terminado)

Instrumentos:

- Justo a Tiempo (JIT) y Kanban: controlan inventarios mínimos.
- ABC / XYZ análisis de inventario: prioriza materiales críticos.
- VSM (Mapa de la cadena de valor): ubica puntos donde se acumula stock.

6. Movimientos innecesarios

(Esfuerzos extra del personal, posturas o desplazamientos)

Instrumentos:

- Estudio de movimientos: analiza ergonomía y secuencia de tareas.
- 5S: organiza herramientas al alcance correcto.
- Poka-Yoke: elimina pasos innecesarios o repetitivos.

7. Defectos

(Productos que requieren retrabajo o se convierten desperdicio)

Instrumentos:

- Control estadístico de procesos (SPC): detecta variaciones tempranas.
- Poka-Yoke: previene errores humanos.
- Análisis de causa raíz (Ishikawa, 5 Porqués): corrige problemas recurrentes.

8. Talento no aprovechado

(No utilizar ideas y capacidades del personal)

Instrumentos:

- Círculos de calidad: equipos que proponen mejoras.
- Kaizen diario: participación activa de todos.
- Programas de sugerencias: canal formal para ideas del personal.

2.3.3.2 CICLO PHVA/PDCA

El PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) es la base de la Gestión de la Calidad Total (TQM), porque estructura la mejora continua. Cada fase se apoya en instrumentos específicos que facilitan su aplicación práctica.

Instrumentos para utilizar en el ciclo PHVA dentro de TQM

1. Planificar (P)

Definir objetivos, procesos y recursos para asegurar la calidad.

Instrumentos:

- Despliegue de la Función de Calidad (QFD): traduce necesidades del cliente en especificaciones.
- Benchmarking: compara con líderes del sector para establecer metas.
- Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas): evalúa el contexto interno y externo.
- Diagrama de Ishikawa (causa–efecto): determina causas raíz potenciales.
- Plan de calidad: documento formal que define estándares y responsabilidades.

2. Hacer (H)

Implementar el plan, ejecutar procesos y recopilar datos.

Instrumentos:

- Instrucciones y procedimientos normalizados (POE/SOP): guías claras para la operación.
- Capacitación y entrenamiento del personal: asegurar comprensión y habilidades.
- 5S: orden y limpieza para evitar errores y mejorar eficiencia.
- Control de procesos (SPC – Statistical Process Control): monitoreo con gráficas de control.

- Poka-Yoke (a prueba de errores): dispositivos o métodos que evitan fallas humanas.

3. Verificar (V)

Evaluar resultados frente a lo planificado y detectar desviaciones.

Instrumentos:

- Auditorías internas de calidad: verifican cumplimiento de estándares.
- Indicadores y KPIs de calidad: miden defectos, tiempos de ciclo, satisfacción del cliente, etc.
- Gráficas de control: detectan variaciones en el proceso.
- Hoja de verificación (checklist): registro sistemático de inspecciones.
- Análisis de satisfacción del cliente: entrevistas para validar cumplimiento de expectativas.

4. Actuar (A)

Estandarizar lo que funciona o corregir lo que no.

Instrumentos:

- Informes de mejora y lecciones aprendidas: documentar hallazgos.
- Estandarización de procesos: actualizar manuales y procedimientos con las mejoras.
- Acciones correctivas y preventivas (CAPA): eliminar causas raíz.
- Revisión por la dirección: asegurar alineación estratégica y compromiso.
- Círculos de calidad o equipos Kaizen: proponer y ejecutar mejoras continuas.

2.3.3.3 TPM CON OEE COMO KPI

La metodología TPM utiliza distintos instrumentos para asegurar su aplicación efectiva. Estos instrumentos sirven para medir, controlar, estandarizar y mejorar los procesos relacionados con el mantenimiento y la eficiencia productiva.

Instrumentos:

- AM (Mantenimiento Autónomo) checklists para inspecciones básicas.
- Plan de mantenimiento preventivo y predictivo (basado en horas de operación, ciclos o monitoreo de condición).
- Análisis de modos y efectos de falla (FMEA) para priorizar riesgos en maquinaria.
- 5S para orden y limpieza en áreas de mantenimiento.

- Kaizen y análisis de causa raíz (5 porqués, diagrama de Ishikawa) para eliminar fallas recurrentes.
- Software de gestión de mantenimiento (CMMS) para calendarizar y registrar intervenciones.

Medición mediante OEE como KPI central

La Eficiencia General de los Equipos (OEE) es un indicador clave de desempeño (KPI) utilizado para evaluar la efectividad global de un equipo, máquina o línea productiva dentro del marco del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este indicador mide el porcentaje del tiempo de producción planificado que se utiliza efectivamente para fabricar productos conformes, integrando tres componentes fundamentales: disponibilidad, rendimiento y calidad (Nakajima, 1989). Se compone de tres factores:

OEE = Disponibilidad × Rendimiento × Calidad

1. **Disponibilidad:** mide las pérdidas por paradas no planificadas y tiempos de mantenimiento.

$$\text{Disponibilidad} = \text{Tiempo de operación real} / \text{Tiempo planificado}$$

2. **Rendimiento:** evalúa pérdidas por reducción de velocidad o micro paradas.

$$\text{Rendimiento} = \text{Producción real} / \text{Producción teórica a velocidad nominal}$$

3. **Calidad:** refleja pérdidas por productos defectuosos o reprocesos.

$$\text{Calidad} = \text{Productos buenos} / \text{Producción total}$$

Un OEE del 85 % o superior es considerado un nivel de desempeño de clase mundial, mientras que valores inferiores indican la existencia de pérdidas operativas y oportunidades de mejora en la disponibilidad, el rendimiento o la calidad del proceso productivo (Japan Institute of Plant Maintenance [JIPM], 2016).

Investigaciones realizadas en plantas de embutidos en Ecuador reportan valores de OEE que oscilan entre 55 % y 65 %, evidenciando pérdidas asociadas principalmente a fallas de mantenimiento, capacitación insuficiente del personal y variabilidad operativa en los procesos productivos. Dichos estudios concluyen que la

aplicación sistemática del OEE permite priorizar acciones de mejora orientadas a incrementar la productividad y reducir defectos de calidad.

En una planta procesadora de cárnicos como ProgCarne, la metodología TPM con OEE como KPI permite:

- Reducir paradas no planificadas de equipos de refrigeración y líneas de empaque.
- Controlar la velocidad de los procesos de deshuese y envasado, evitando cuellos de botella.
- Disminuir desperdicios y reprocesos, asegurando la calidad sanitaria y sensorial del producto.
- Establecer mantenimientos predictivos basados en datos reales y no solo en rutinas calendarizadas.

La integración de Lean, TQM y TPM en ProgCarne permitiría reducir reprocesos, prolongar la vida útil del producto y aumentar la confiabilidad de los equipos MAP.

Para ProgCarne, estas herramientas son esenciales para asegurar eficiencia operativa y cumplir con los requisitos de exportación.

En el proceso MAP de ProgCarne, las herramientas de mejora continua se integran de forma complementaria bajo los principios del TPM y el ciclo PHVA. La Tabla 2, muestra la relación entre estas metodologías y su aplicación práctica dentro del proceso de empaque, evidenciando cómo cada herramienta contribuye a la mejora de la calidad y eficiencia operativa.

Tabla 2. Integración de herramientas TPM, PHVA, VSM e Ishikawa en el proceso MAP

Herramienta / Enfoque	Propósito en el proceso MAP	Etapa del ciclo PHVA	Aplicación práctica en ProgCarne
TPM (Mantenimiento Productivo Total)	Asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de sellado y envasado mediante mantenimiento autónomo y preventivo.	Planear – Hacer	Aplicación de rutinas de inspección diaria y plan de mantenimiento preventivo en selladora MAP.

PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar)	Ciclo de mejora continua que estructura la supervisión, diagnóstico, implementación, verificación y estandarización de mejoras.	Integrar el ciclo completo	Se crea una matriz de puntos de control, se monitorean variables críticas y se evalúan resultados en las líneas MAP.
VSM (Value Stream Mapping)	Identificar desperdicios, tiempos muertos y flujos ineficientes dentro del proceso MAP.	Planear – Verificar	Elaboración del mapa de flujo de valor, análisis de cuellos de botella y tiempos de espera.
Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)	Determinar causas raíz de defectos y fallas en la calidad del empaquetado MAP.	Verificar – Actuar	Identificación de causas según las 6M: Mano de obra, Método, Máquina, Material, Medición y Medio ambiente; y definición de acciones correctivas.

Fuente: Elaboración propia con base en.

2.4 MARCO LEGAL

El marco legal que orienta la gestión de la calidad del producto en la empacadora ProgCarne está conformado por instrumentos internacionales, políticas nacionales y normativas internas que establecen directrices para asegurar la inocuidad, la eficiencia productiva y la competitividad del sector cárnico. Este conjunto normativo no solo proporciona un soporte jurídico formal, sino que también permite a la empresa mantener coherencia con los estándares exigidos por un mercado global cada vez más regulado y competitivo.

A continuación, se detalla la normativa a nivel mundial

2.4.1 CODEX ALIMENTARIUS (OMS / FAO)

Constituye un conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas reconocidos internacionalmente, cuyo objetivo es garantizar la inocuidad, la calidad y la integridad de los alimentos a nivel global. Estas disposiciones abarcan todo el ciclo de producción alimentaria, desde la obtención de la materia prima hasta la distribución y comercialización del producto final, incluyendo el procesamiento, envasado y almacenamiento de productos cárnicos.

La adopción de las normas del Codex permite a los países armonizar sus regulaciones sanitarias, facilitar el comercio internacional seguro y proteger la salud de los consumidores mediante criterios científicos y evidencia técnica sólida (FAO & World Health Organization [WHO], 2020).

2.4.2 ACUERDO SOBRE OBSTÁCULOS TÉCNICOS AL COMERCIO (TBT, OMC)

El Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (TBT) de la Organización Mundial del Comercio (OMC) establece un marco normativo para la elaboración y aplicación de normas técnicas, reglamentos y procedimientos de evaluación de la conformidad, con el propósito de garantizar la transparencia, reducir barreras comerciales innecesarias y promover la competitividad internacional.

2.4.3 CONVENIO INTERNACIONAL SOBRE SEGURIDAD ALIMENTARIA (FAO / OMS)

El marco internacional de seguridad alimentaria, promovido conjuntamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece principios y mecanismos orientados a la protección de la inocuidad de los alimentos a nivel global. Este enfoque promueve la implementación de prácticas seguras a lo largo de toda la cadena alimentaria, incluyendo la producción, el procesamiento y la comercialización de alimentos.

Asimismo, enfatiza la responsabilidad compartida entre gobiernos y empresas para prevenir riesgos sanitarios, proteger la salud pública y fortalecer la confianza de los consumidores en los productos alimenticios, incluidos los productos cárnicos procesados y envasados (FAO & World Health Organization [WHO], 2021).

En cuanto a las políticas nacionales se enmarca:

2.4.4. POLÍTICA NACIONAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (PYENSAN 2030, HONDURAS)

Define los lineamientos estratégicos del gobierno de Honduras para garantizar el acceso universal a alimentos inocuos, nutritivos y culturalmente adecuados, promoviendo la mejora continua de la calidad alimentaria. Esta política enfatiza la interrelación entre seguridad alimentaria, desarrollo sostenible y salud pública, estableciendo objetivos específicos para la optimización de la producción cárnica y la

implementación de prácticas que aseguren la inocuidad y el bienestar del consumidor (Gobierno de Honduras, 2020).

A nivel interno de la empresa se considera:

2.4.5. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM, PROGCARNE)

El Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de ProgCarne proporciona directrices operativas detalladas para asegurar la calidad e inocuidad de los productos cárnicos durante su procesamiento y empaque. Este manual integra procedimientos estandarizados que abarcan higiene, control de temperatura, manipulación del producto y trazabilidad, contribuyendo a la prevención de riesgos sanitarios y al cumplimiento de normas nacionales e internacionales (ProgCarne, 2022).

2.4.6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN HIGIENE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA (PROGCARNE)

El programa de capacitación implementado por ProgCarne tiene como objetivo formar al personal en prácticas de higiene, manejo seguro de alimentos y control de calidad, asegurando que todas las etapas de producción cumplan con los estándares de seguridad alimentaria. Este enfoque educativo fortalece la competencia técnica de los trabajadores y reduce riesgos de contaminación, reforzando la confiabilidad de los productos cárnicos ante consumidores y reguladores (ProgCarne, 2022).

2.4.7. PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD (PROGCARNE)

El Procedimiento de Control de Calidad de ProgCarne establece protocolos sistemáticos de inspección y monitoreo del producto final, garantizando su conformidad con los estándares de calidad definidos. Este procedimiento abarca desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto, asegurando la consistencia del producto, la inocuidad alimentaria y la satisfacción del consumidor, alineándose con normas nacionales e internacionales de producción cárnica (ProgCarne, 2022).

Estos instrumentos pueden ser evaluados mediante indicadores internos de desempeño, como el porcentaje de lotes liberados sin observaciones, el número de hallazgos críticos en auditorías internas, o el índice de reclamos de clientes. El incumplimiento de estos protocolos podría derivar en pérdida de certificaciones,

sanciones por parte de autoridades regulatorias y deterioro de la reputación comercial de la empresa.

Tabla 3. Marco Legal para la Mejora de la Calidad del Producto en ProgCarne

Categoría	Norma / Tratado / Política	Entidad que lo ratifica o emite	Objetivo/Relevancia para la investigación
Tratado Internacional	Codex Alimentarius	Organización Mundial de la Salud (OMS) / FAO	Establece normas internacionales para la seguridad y calidad de los alimentos, aplicables a la producción y procesamiento de carne.
Tratado Internacional	Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (TBT)	Organización Mundial del Comercio (OMC)	Regula la elaboración de normas técnicas y procedimientos de evaluación de conformidad, promoviendo la transparencia y evitando barreras comerciales innecesarias.
Tratado Internacional	Convenio Internacional sobre Seguridad Alimentaria	FAO / OMS	Busca garantizar la seguridad alimentaria mediante la implementación de prácticas seguras en la producción y comercialización de alimentos.
Política pública	Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PyENSAN 2030)	Gobierno de Honduras / Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)	Establece directrices para asegurar el acceso a alimentos inocuos y nutritivos, promoviendo la mejora continua en la calidad alimentaria.
Política Interna	Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de Progcarne	ProgCarne	Define procedimientos internos para garantizar la calidad e inocuidad de los productos cárnicos durante su procesamiento y empaque.
Política Interna	Programa de Capacitación en Higiene y Seguridad	ProgCarne	Asegura que el personal esté debidamente capacitado para mantener estándares de calidad y seguridad en todas las etapas de producción.

	Alimentaria de Progarne		
Política Interna	Procedimiento de Control de Calidad de Progarne	ProgCarne	Establece protocolos para la inspección y monitoreo de la calidad del producto final, asegurando su conformidad con los estándares establecidos.

La tabla presenta el marco legal y normativo que regula y orienta la mejora continua de la calidad del producto en ProgCarne S.A. de C.V. Incluye tratados internacionales ratificados por Honduras, así como políticas internas implementadas por la empresa, señalando su objetivo o relevancia para garantizar la seguridad alimentaria, la inocuidad de los procesos y el cumplimiento de estándares técnicos en la producción y comercialización de productos cárnicos.

El marco legal que regula la producción, empaque y comercialización de productos cárnicos en Honduras y en el comercio internacional, establece los requisitos esenciales para garantizar la inocuidad, calidad, trazabilidad y seguridad alimentaria. La empresa ProgCarne debe operar en conformidad con estas disposiciones, tanto a nivel nacional como internacional, especialmente al aplicar tecnologías como el empaque en atmósfera modificada (MAP).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la metodología constituye el conjunto de decisiones, procedimientos y técnicas que permiten alcanzar los objetivos de la investigación y dar respuesta a las preguntas planteadas. En este capítulo se describe el enfoque, tipo y diseño de investigación, así como las variables, la población y muestra, y las técnicas, instrumentos y fuentes de información utilizadas. De esta manera, se garantiza la congruencia metodológica entre los objetivos, las preguntas de investigación y los resultados esperados.

La presente investigación corresponde a un enfoque mixto, diseño no experimental, de tipo transversal y alcance descriptivo. Es no experimental porque no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observan en su contexto natural. Es transversal porque la recolección de datos se realiza en un único momento del tiempo. Es de alcance descriptivo-aplicado ya que busca describir la situación actual de los procesos de ProgCarne y aplicar metodologías de gestión de calidad para proponer mejoras específicas que aporten valor práctico a la organización.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, debido a que combina el análisis cuantitativo de datos provenientes de los registros del proceso MAP

como; devoluciones, fallas de sellado, variabilidad de parámetros y costos asociados, con información cualitativa obtenida mediante entrevistas aplicadas a operarios y supervisores de la empresa ProgCarne. Esta integración de métodos permite comprender tanto la magnitud del problema como las percepciones, prácticas y factores humanos que influyen en el desempeño del proceso de empaque en atmósfera modificada.

La investigación adopta un diseño no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables del proceso productivo; por el contrario, se analiza la situación tal como ocurre en su entorno natural. Las mediciones y observaciones se realizan sin intervenir directamente sobre los parámetros del sistema MAP, lo que permite evaluar la realidad operativa y técnica sin alterar el comportamiento del proceso.

Asimismo, se emplea un tipo de investigación transversal, pues la recolección de datos se lleva a cabo en un período único y definido, con el objetivo de describir las condiciones actuales de la línea de empaque. Este enfoque temporal permite obtener una radiografía precisa del estado del proceso, sin necesidad de observar cambios a lo largo del tiempo.

Finalmente, la investigación posee un alcance descriptivo–aplicativo. Es descriptivo porque se caracteriza detalladamente la situación actual del proceso MAP, identificando variabilidad operativa, fallas técnicas, deficiencias en el control de parámetros y limitaciones en la trazabilidad. A la vez, es aplicativo porque los hallazgos obtenidos sirven de base para la formulación de una propuesta de mejora orientada a estandarizar actividades, fortalecer el control técnico, optimizar el mantenimiento y reducir fallas, con un enfoque práctico y orientado a la solución del problema identificado.

En conjunto, esta estructura metodológica permite analizar integralmente el proceso de empaque en atmósfera modificada y fundamentar una propuesta de mejora viable, técnica y alineada con las necesidades reales de la empresa.

3.1.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En toda investigación científica es indispensable definir con precisión las variables de estudio, pues constituyen la base para establecer relaciones, medir resultados y alcanzar los objetivos planteados. La conceptualización de las variables permite delimitar los factores que influyen en el fenómeno investigado (variables independientes) y aquellos que expresan el efecto o resultado de dicha influencia (variables dependientes).

En este caso, las variables independientes se encuentran asociadas a los elementos críticos del proceso productivo (procesos operativos, calidad de la materia prima y condiciones de la maquinaria y equipo), los cuales inciden de manera directa en la eficiencia, inocuidad y conformidad del producto final. Por su parte, la variable dependiente se define como la calidad del producto empacado, entendida tanto desde un enfoque cualitativo (percepción y características visibles del producto) como cuantitativo (indicadores de desempeño, devoluciones y cumplimiento de estándares).

De esta manera, la correcta conceptualización y operacionalización de las variables permite orientar el análisis hacia la identificación de las relaciones causales entre la gestión de los recursos productivos y la calidad del resultado final, lo que a su vez aporta evidencia para la mejora continua de los procesos dentro de la organización.

La investigación considera variables tanto independientes como dependientes, que se relacionan directamente con la gestión de los procesos de producción y la calidad final de los productos. En la siguiente tabla se describen dichas variables, el tipo de estudio asignado y su justificación:

Tabla 4. Conceptualización de las variables cualitativo/cuantitativo

Variables (cuantitativo) y categoría (cualitativo)				
Método	Nombre	Independiente	Dependiente	Justificación
Cualitativo	Procesos Operativos	✓		Se consideran una variable independiente porque determinan la forma en que se lleva a cabo la transformación de las materias primas en productos terminados. Dichos procesos impactan directamente en la eficiencia, inocuidad y calidad del producto.
Cualitativo	Materia Prima	✓		Esta variable es independiente porque los materiales utilizados en los procesos influyen directamente en la calidad final del producto y en el cumplimiento de normas de inocuidad.

Cualitativo	Maquinaria y Equipo	✓		Se considera como variable independiente porque las condiciones, capacidad y modernización de la maquinaria determinan la continuidad operativa, el rendimiento y la seguridad de la producción.
Cualitativo	Calidad		✓	Esta variable se considera dependiente, ya que resulta de la interacción entre los procesos operativos, la materia prima y la maquinaria y equipo utilizada. Depende del control y gestión de las variables independientes.
Cuantitativo	Calidad		✓	Se define como dependiente porque se mide a través de indicadores (devoluciones, cumplimiento de estándares y satisfacción del cliente). Surge como resultado del desempeño de las variables independientes.

Fuente de elaboración propia.

3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

3.1.2.1 MÉTODO CUALITATIVO

El esquema cualitativo representa la relación entre la variable dependiente (Calidad del producto en el proceso MAP) y las variables independientes (Proceso de envasado MAP, Materia prima y condiciones de almacenamiento, y Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP), cada una analizada a través de dimensiones específicas.

Desde esta perspectiva, el propósito no es únicamente cuantificar las devoluciones o fallas, sino comprender en profundidad los factores internos del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) que inciden en la calidad del producto.

Las dimensiones establecidas permiten explorar de manera integral los siguientes aspectos:

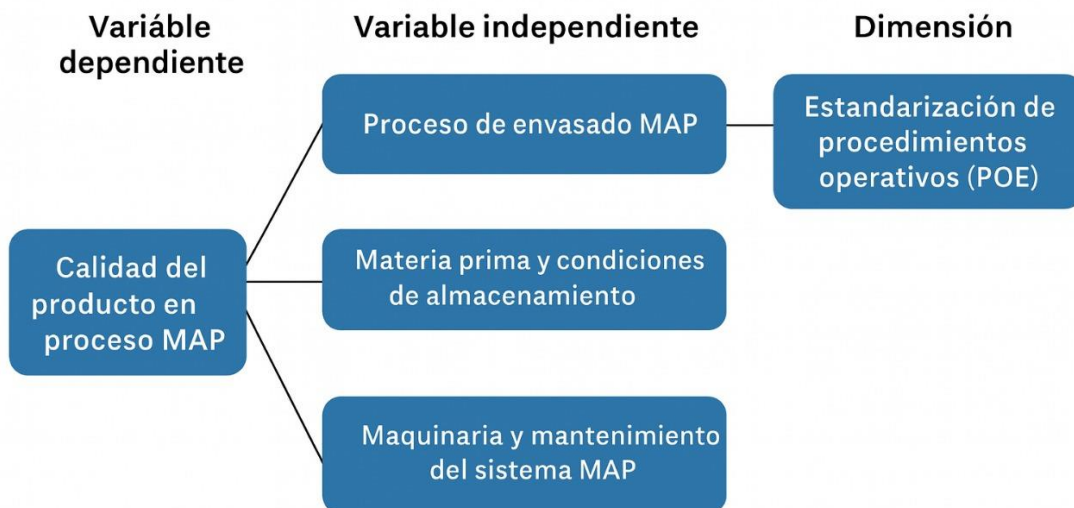
- Proceso de envasado MAP: estandarización de procedimientos operativos (POE) y gestión de devoluciones.

- Materia prima y condiciones de almacenamiento: calidad sensorial del producto (color, olor, textura) y mantenimiento de la cadena de frío y manipulación previa al envasado.
- Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP: estado de mantenimiento de los equipos de sellado y paradas no programadas.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), el enfoque cualitativo se orienta a profundizar en los significados, experiencias y perspectivas de los participantes o de los fenómenos estudiados, a través de un análisis descriptivo e interpretativo. En este contexto, el enfoque cualitativo permite comprender cómo las prácticas operativas, las características de la materia prima y las condiciones del equipo influyen en la calidad final del producto, no únicamente desde una perspectiva numérica, sino mediante el análisis de los procesos y del contexto productivo en el que estos se desarrollan.

Este modelo es fundamental para identificar causas raíz y áreas de mejora que complementan los resultados del enfoque cuantitativo, aportando una visión integral de la gestión de calidad en la línea de envasado MAP dentro de la cadena de suministro cárnica de ProgCarne.

Ilustración 1 Esquema de variable del método cualitativo



Fuente de elaboración propia.

3.1.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO

El esquema cuantitativo presentado muestra la relación entre la variable independiente (Devoluciones) y la variable dependiente (Calidad del producto en el proceso de envasado en atmósfera modificada MAP). Desde este enfoque, se busca medir de manera objetiva y numérica el impacto de las devoluciones sobre los indicadores de calidad del producto cárnico.

En este caso, la calidad se operacionaliza a través de indicadores medibles como:

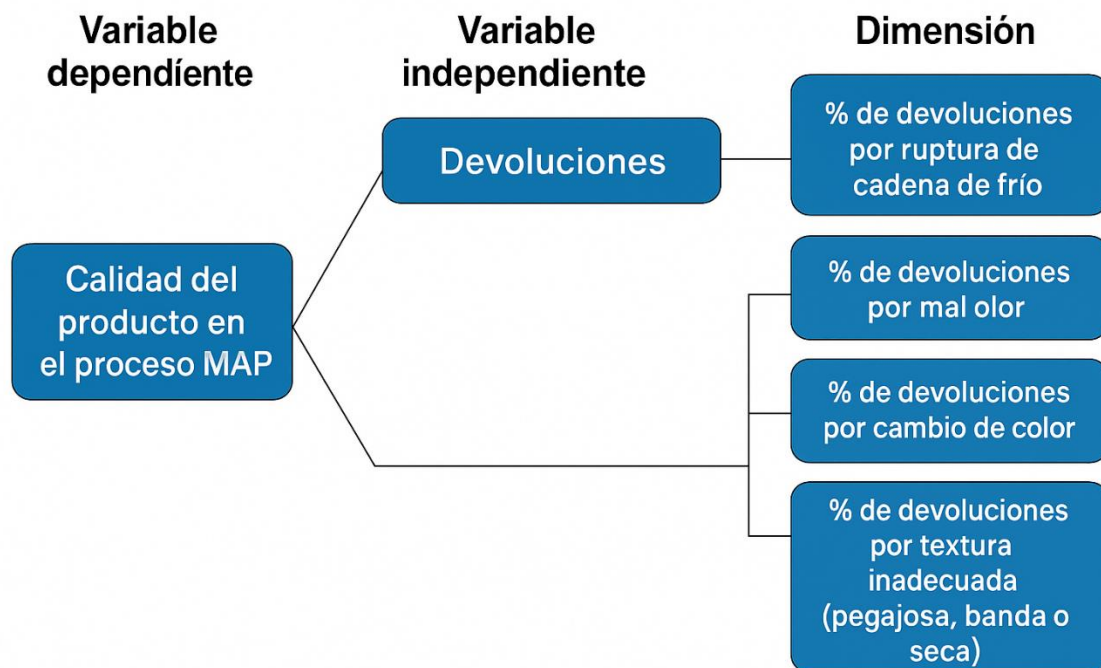
- % de devoluciones por ruptura de cadena de frío,
- % de devoluciones por mal olor,
- % de devoluciones por cambio de color,
- % de devoluciones por textura inadecuada (pegajosa, blanda o seca).

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección y el análisis de datos con base en

la medición numérica y el uso de herramientas estadísticas, con el propósito de establecer patrones de comportamiento y comprobar hipótesis. En este sentido, el enfoque cuantitativo permite identificar relaciones causales y correlaciones entre las variables de estudio, facilitando la obtención de resultados objetivos, verificables y generalizables dentro del ámbito de investigación.

Por lo tanto, este diseño garantiza un análisis riguroso de los factores que afectan la calidad del producto en función de las devoluciones, permitiendo identificar tendencias y áreas críticas que requieren mejora dentro del proceso productivo.

Ilustración 2 Esquema de variable del método cuantitativo



Fuente de elaboración propia.

El esquema de variables de estudio se establece de la siguiente forma:

Variable independiente (X): Devoluciones

La variable independiente corresponde a las devoluciones de productos cárnicos envasados bajo atmósfera modificada (MAP), las cuales se originan como consecuencia de fallas técnicas y operativas dentro del proceso productivo. Estas devoluciones constituyen una evidencia directa de deficiencias en la ejecución del

proceso MAP y se asocian principalmente a problemas en el sellado del empaque, pérdida de vacío, variaciones en la composición de la mezcla de gases, control inadecuado de la temperatura y falta de estandarización en los tiempos de operación.

Asimismo, esta variable refleja el impacto de dichas fallas en términos de reprocesos, desperdicio de producto y generación de pérdidas económicas para la empresa, afectando la eficiencia operativa y la estabilidad del proceso productivo.

Variable dependiente (Y): Calidad del producto en el proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP)

La variable dependiente corresponde a la calidad del producto cárnico envasado bajo atmósfera modificada (MAP), entendida como el grado de cumplimiento de los requisitos de inocuidad, presentación, conservación y vida útil establecidos por la empresa, así como por las normas y estándares aplicables a la industria alimentaria.

La calidad del producto se ve influenciada directamente por el desempeño del proceso MAP y se evalúa a partir de indicadores tales como la integridad del empaque, la estabilidad del vacío, la apariencia visual del producto, la ausencia de olores anómalos, la conservación del color característico y el mantenimiento de una textura adecuada durante su almacenamiento y distribución.

3.1.3 MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Se abordará la conceptualización de las variables independiente y dependiente del estudio ‘Propuesta de mejora del proceso MAP para optimizar la calidad del producto en la empacadora ProgCarne’. A continuación, se detalla la correspondencia entre los objetivos, variables, dimensiones e indicadores que permiten asegurar la congruencia metodológica del estudio. La matriz metodológica establece la relación entre objetivos, variables, dimensiones e indicadores, asegurando la congruencia entre el planteamiento del problema, los objetivos y el método de estudio. A continuación, se presenta en formato tabular

Tabla 5 Matriz de congruencia y operacionalización de las variables

Titulo de la investigación	Problema	Pregunta de investigación	Objetivos de Investigación		Tipo de método	Variables			
						Variable independiente	Escala / Instrumento	Variable dependiente	Escala / Instrumento
Propuesta De Mejora De La Calidaad Del Producto En La Empacadora ProgCarne	La empacadora ProgCarne presenta deficiencias en la estandarización de procesos, control de parametros críticos y gestión de la calidad, lo que genera devoluciones y afecta la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado.	¿Cuáles son las condiciones actuales del proceso MAP en ProgCarne?	Elaborar una propuesta de mejora de la calidad del producto en la empacadora ProgCarne	Diagnosticar las condiciones actuales del proceso MAP.	Mixto	Condiciones operativas del proceso MAP	Ordinal (% cumplimiento) / Guía de observación, VSM	Calidad del producto MAP	Nominal-Ordinal / Lista de verificación, registros de inspección
		¿Qué variables técnicas influyen en la calidad del producto?		Analizar las variables críticas que afectan la calidad del producto.	Cuantitativo	VARIABLES CRÍTICAS (O ₂ , CO ₂ , temperatura, presión, tiempos)	Intervalo / Registros de parámetros		Razón / OEE,
		¿Cuáles son las percepciones y experiencias del personal MAP?		Analizar las percepciones y experiencias del personal del área MAP.	Cualitativo	Percepciones y competencias laborales	Ordinal / Entrevista semiestructurada	Calidad del producto MAP	Ordinal-Razón / Índices de satisfacción
		¿Cómo puede mejorarse el proceso MAP para reducir devoluciones?		Diseñar una propuesta de mejora del proceso MAP.	Mixto	Acciones de mejora y estandarización	Nominal-Ordinal / Matriz de priorización		Razón (%) / Registros de devoluciones

Fuente de elaboración propia

3.1.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La operacionalización permite definir cómo serán medidas las variables. A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de variables.

En la siguiente tabla se encuentra el detalle de las variables del método cualitativo para lograr los objetivos bajo una operacionalización en la investigación:

Tabla 6 Operacionalización de las variables método cualitativo

Método	Variable	Conceptualización	Variable independiente	Variable dependiente	Dimensión / Indicadores	Escala	Técnica
Cualitativo	Percepciones y experiencias de los colaboradores del área MAP	Conjunto de opiniones, percepciones y experiencias expresadas por los operadores respecto al funcionamiento del proceso MAP, sus dificultades y condiciones de trabajo.	—	Percepciones y experiencias de los colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación recibida • Experiencias con la calibración del equipo • Dificultades en sellado y uso de film • Condiciones del área (humedad, tiempos de paro) • Comunicación entre turnos y carga laboral 	Cualitativa (descripciones narrativas)	Entrevista semiestructurada

Fuente de elaboración propia

Tabla 7 Operacionalización de las variables método cuantitativo

Método	Variable	Conceptualización	Variable independiente	Variable dependiente	Dimensión / Indicadores	Escala	Técnica
--------	----------	-------------------	------------------------	----------------------	-------------------------	--------	---------

Cuantitativo	Calidad del producto MAP	Nivel en que los productos envasados en atmósfera modificada cumplen especificaciones de inocuidad, integridad del sellado y vida útil.	Devoluciones (rechazos del producto MAP)	Calidad del producto MAP	VI (Variables de inspección): <ul style="list-style-type: none"> • % de devoluciones por ruptura de sellado • % mezcla fuera de rango • % por falla en cadena de frío • % cambio de color / olor • % vida útil reducida 	Razón (%)	Análisis documental (registros de inspección, fichas de atributos, reportes de calidad)
Cuantitativo	Eficiencia del proceso de envasado MAP	Nivel de rendimiento operativo según tiempos de ciclo, disponibilidad y productividad del equipo MAP.	Parámetros críticos del proceso MAP(O ₂ , CO ₂ , presión de sellado, temperatura de sellado, tiempo de exposición)	Eficiencia del proceso	Indicadores del proceso: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo por unidad • Unidades por turno • % de paros• OEE 	Razón / Intervalo	Cronometraje, mediciones técnicas, revisión de registros de producción
Cuantitativo	Tasa de devoluciones	Proporción de productos MAP devueltos por no conformidad respecto al total de producción.	Acciones/propuestas de mejora aplicadas	Tasa de devoluciones	<ul style="list-style-type: none"> • % devoluciones totales • % devoluciones por causa específica • Tendencias por semana/turno 	Razón (%)	Revisión de registros de devoluciones, informes de calidad, sistema de no conformidades

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 HIPÓTESIS

En las investigaciones con alcance descriptivo, la formulación de hipótesis no es estrictamente necesaria, ya que este tipo de investigación se orienta a caracterizar fenómenos, comportamientos o situaciones sin establecer relaciones causales entre variables. Como señalan Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), las investigaciones descriptivas “solo pretenden medir o especificar las propiedades importantes de personas, grupos o fenómenos; por ello, en este tipo de estudios las hipótesis pueden ser opcionales”. No obstante, su inclusión puede servir como un marco de referencia conceptual para orientar la interpretación de los hallazgos o para responder a posibles solicitudes del comité evaluador. En ese sentido, se presentan de manera complementaria las siguientes hipótesis vinculadas al desempeño del proceso MAP.

Hipótesis de investigación (Hi): Las devoluciones de productos cárnicos envasados bajo atmósfera modificada (MAP) en ProgCarne están significativamente influenciadas por deficiencias en el control de los parámetros críticos del proceso.

Hipótesis nula (H0): En Las devoluciones de productos cárnicos envasados bajo atmósfera modificada (MAP) en ProgCarne, NO están significativamente influenciadas por deficiencias en el control de los parámetros críticos del proceso.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

En la siguiente tabla se encuentra el detalle el tipo de los métodos, en enfoque de cada uno de ellos y en que se basa el método de investigación:

Tabla 8 Enfoque y métodos utilizados en los estudio cualitativo y cuantitativo

Tipo de estudio	Enfoque	Método
Cualitativo	Analizar el desempeño del proceso de empaque MAP mediante observación directa y entrevistas al personal operativo y de control de calidad, con el fin de identificar causas de variación, fallas recurrentes y oportunidades de mejora.	Recolección de información mediante GO-MAP-01 (guía de observación estructurada) y GE-OP-03 (entrevistas semiestructuradas) aplicadas durante la operación normal de la línea MAP. Se empleará análisis de contenido para clasificar hallazgos en categorías de cumplimiento, desviación y mejora.
Cuantitativo	Medir el nivel actual de calidad y eficiencia del proceso MAP a través de indicadores como: porcentaje de devoluciones, porcentaje de mermas, tiempo de ciclo, porcentaje de reproceso, OEE y frecuencia de defectos.	Recolección de datos mediante FR-CEP-02 (formulario de registro de variables del proceso) y VSM-MAP-04 (mapeo de flujo de valor). Se aplicarán herramientas de análisis estadístico descriptivo (frecuencias, promedios, Pareto, histogramas, Cp y Cpk) para evaluar la capacidad del proceso y determinar áreas críticas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Se adopta un enfoque mixto, integrando componentes cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral del proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP) de ProgCarne.

El enfoque cuantitativo permitirá medir indicadores clave de desempeño, como porcentaje de devoluciones, tiempo de ciclo, eficiencia global del equipo (OEE), frecuencia de fallas y vida útil del producto, utilizando registros del proceso y herramientas de análisis estadístico y observación directa. El enfoque cualitativo facilitará la identificación de causas raíz mediante las entrevistas semiestructuradas.

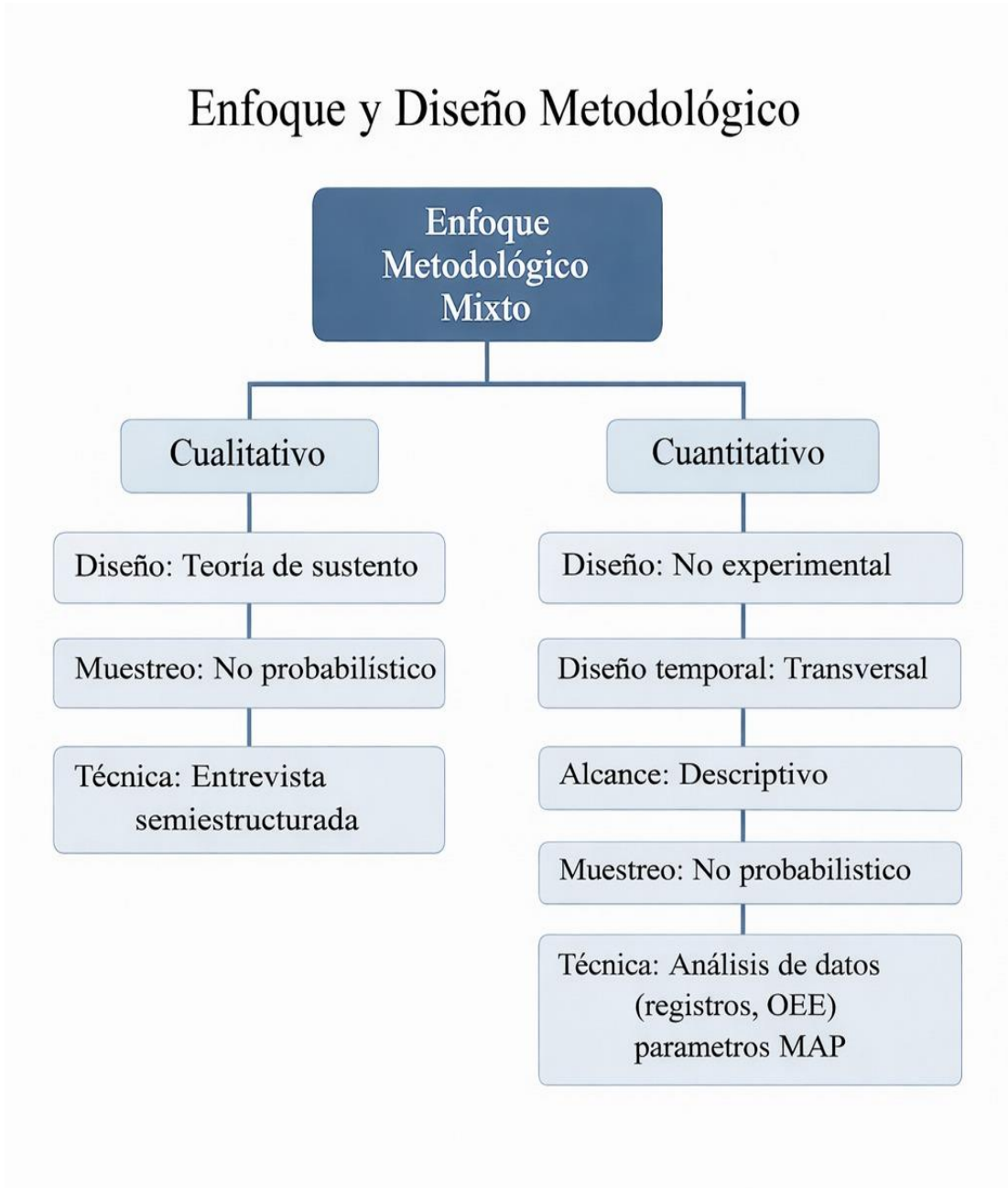
La triangulación de resultados provenientes de ambos enfoques permitirá validar los hallazgos y fortalecer la confiabilidad de las conclusiones. El estudio se apoya en el uso de herramientas Lean y de gestión de calidad como VSM, Ishikawa, y el ciclo PHVA, garantizando una visión integral del proceso y sus oportunidades de mejora.

Tabla 9 Comparativa entre enfoque cualitativo y cuantitativo

Criterio	Enfoque cualitativo	Enfoque cuantitativo
Propósito	Comprender las causas raíz de los defectos, desperdicios y variaciones en el proceso de empaque MAP, a partir de la observación directa y la percepción del personal operativo.	Medir el nivel de calidad y eficiencia del proceso MAP mediante indicadores numéricos y análisis estadístico de los registros del proceso.
Técnicas de recolección	Observación directa estructurada y entrevistas semiestructuradas.	Registros de control de proceso, formularios de recolección de datos y mediciones de desempeño (tiempo, defectos, OEE).
Instrumentos	GO-MAP-01: Guía de observación estructurada. GE-OP-03: Guía de entrevista semiestructurada al personal operativo y de calidad.	FR-CEP-02: Formulario de registro de variables de proceso. VSM-MAP-04: Plantilla de mapeo de flujo de valor.
Tipo de datos	Descriptivos y narrativos (percepciones, observaciones, descripciones de causas y comportamientos).	Numéricos (porcentajes de defectos, tiempo de ciclo, OEE, mermas, frecuencia de fallas, Cp y Cpk).
Análisis de datos	Análisis de contenido y categorización de observaciones según cumplimiento, desviaciones y oportunidades de mejora.	Estadística descriptiva (promedios, frecuencias, histogramas, Pareto) y análisis de capacidad del proceso.
Resultado esperado	Identificación de causas de defectos, condiciones operativas críticas y propuestas de mejora desde la perspectiva del personal y la observación.	Cuantificación del impacto de las variables del proceso en la calidad y eficiencia, validación de resultados y priorización de mejoras.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Diagrama de enfoque metodológico



Fuente: Elaboración propia.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación se refiere al plan o estrategia general que guía el desarrollo del estudio, estableciendo cómo se obtendrán, analizarán e interpretarán los datos con el fin de responder a las preguntas de investigación planteadas. De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), el diseño constituye la estructura metodológica que permite organizar de manera sistemática los procesos de recolección y análisis de la información, evitando improvisaciones y garantizando la coherencia interna entre los objetivos, el enfoque de investigación y los procedimientos utilizados.

En esta investigación, el diseño es no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables del proceso MAP. El fenómeno se analiza tal como ocurre en su entorno natural, observando los parámetros, registros y comportamientos operativos sin intervenir en ellos. Asimismo, el diseño es transversal, dado que la información se recopila en un único momento o periodo definido, permitiendo describir el estado actual del proceso sin evaluar cambios a lo largo del tiempo.

Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo y correlacional: descriptivo, porque caracteriza las condiciones actuales del proceso MAP, la variabilidad operativa, el estado de la maquinaria, la calidad del producto y los parámetros críticos de operación.

Correlacional, porque analiza la relación entre las variables independientes (proceso de envasado, materia prima y almacenamiento, maquinaria y mantenimiento) y la variable dependiente (calidad del producto / devoluciones), con el fin de identificar patrones, tendencias o asociaciones entre ellas.

Fundamentación del diseño y enfoque

Dado que el propósito de la investigación es comprender cómo se comporta el proceso MAP y cómo influyen diferentes factores operativos en la calidad del producto, el diseño no experimental resulta adecuado, pues permite estudiar situaciones reales sin alterar sus condiciones. La recolección de datos se apoyará tanto en registros históricos como en observación directa y la aplicación de instrumentos cualitativos (entrevistas y encuestas), manteniendo una perspectiva mixta que integra mediciones numéricas y apreciaciones del personal involucrado.

Una vez delimitado el problema, establecido el alcance de la investigación y determinada la necesidad o prescindencia de hipótesis (según la naturaleza descriptiva del diseño) se procede a estructurar el plan operativo para la recolección y análisis de

datos. Este plan define cómo se abordará la información desde los enfoques cuantitativo y cualitativo, asegurando el cumplimiento de los objetivos de investigación.

En el siguiente apartado se detalla con mayor amplitud la estrategia metodológica y el procedimiento analítico utilizado, complementado con la tabla correspondiente.

Tabla 10 Plan de diseño de la investigación del método cualitativo y cuantitativa

Método	Estrategia	Actividades	Fuente	Recursos	Tiempo de Ejecución	Responsables	Fecha
Cualitativo	Observación directa y entrevistas semiestructuradas	- Aplicación de GO-MAP-01 para registrar condiciones de operación, cumplimiento de procedimientos y desviaciones.- Ejecución de GE-OP-03 para recopilar percepciones del personal operativo y de calidad.- Registro de hallazgos y categorización de oportunidades de mejora.	Personal operativo y de calidad de ProgCarne.	Material/Instrumento: Guía de observación y guía de entrevista. Humanos: Investigadores, supervisores de línea, personal de calidad.	Julio–septiembre 2025	Investigadores y asesores metodológicos.	Agosto–septiembre 2025
Cuantitativo	Recolección y análisis de datos estadísticos	- Aplicación de FR-CEP-02 para registro de variables del proceso (presión, tiempo de sellado, %O ₂ , %CO ₂ , defectos).- Uso de VSM-MAP-04 para mapear tiempos de ciclo, esperas y desperdicios.- Análisis de resultados con herramientas estadísticas (Pareto, Cp, Cpk).	Registros históricos del área MAP, reportes de producción y control de calidad.	Material/Instrumento: Formularios de recolección, hoja de cálculo y software estadístico. Humanos: Personal de calidad, mantenimiento y producción.	Octubre–diciembre 2025	Investigadores, asesor técnico y supervisor de planta.	Octubre–diciembre 2025

Fuente: Elaboración propia con base en

La planificación detallada del trabajo de campo constituye una guía práctica que facilita el cumplimiento del cronograma y la obtención de resultados confiables, garantizando la validez metodológica del estudio.

Importante: En el siguiente capítulo y de acuerdo a los resultados del método cualitativo, se puede considerar hacer ajuste, modificaciones a la programación del diseño de la investigación para el método cuantitativo; todo con el propósito de cumplir con el objetivo general y específico planteados.

3.3.1 POBLACIÓN

La población se define como el conjunto total de casos que concuerdan con determinadas especificaciones, sobre los cuales se desea obtener información para responder a las preguntas de investigación (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista, 2014). En este sentido, representa el universo de personas, objetos, eventos o unidades de análisis que poseen características comunes y que constituyen el objeto de estudio.

De acuerdo con estos autores, la población puede clasificarse en finita e infinita. Una población infinita es aquella cuyo tamaño no puede determinarse con exactitud o resulta imposible de contabilizar completamente; por el contrario, una población finita es aquella cuya cantidad total de elementos puede conocerse de manera precisa mediante registros, conteos directos o bases de datos confiables (Hernández-Sampieri et al., 2014).

En el caso de la presente investigación, la población es finita, ya que ProgCarne dispone de registros exactos de producción mensual bajo el sistema de envasado en atmósfera modificada (MAP). Es posible identificar de manera cuantificable el número de unidades producidas según los distintos cortes cárnicos, los lotes de elaboración y las fechas de empaque. Estas unidades de producto constituyen el universo sobre el cual se analizan las fallas de sellado, las devoluciones, la variabilidad sensorial y las condiciones de conservación.

Por tanto, siguiendo la clasificación propuesta por Hernández-Sampieri et al. (2014), esta investigación trabaja con una población finita, dado que las unidades producidas mediante el sistema MAP pueden ser claramente delimitadas y cuantificadas, lo que permite realizar el análisis con rigor metodológico y asegurar la validez de los resultados obtenidos.

Tabla 11 Descripción de bandejas

Producto MAP	Presentación	Producción promedio/día	Producción promedio/semana	Características críticas
Chicharrón MAP	1.20 lbs	440 bandejas	900 bandejas	Color, olor, exudado, sellado
Chuleta de cerdo Tomahawk MAP	3.50 lbs	64 bandejas	140 bandejas	Textura, integridad del sello
Costilla de Lomo de cerdo (Baby Back Rib MAP)	3 lbs	12 bandejas	24 bandejas	Olor, cambio de color, cadena de frío
Filete de Cerdo MAP	1.20 lbs	140 bandejas	300 bandejas	Cadena de frío, atmósfera modificada
Costilla Premium MAP	2.4 lbs	40 bandejas	70 bandejas	Sellado, exudado, vida útil
Carne de Cerdo Matambre Tipo Arrachera MAP	1.20 lbs	50 bandejas	80 bandejas	Color, textura, integridad del empaque
Lomo de Cerdo MAP	1.50 lbs	140 bandejas	200 bandejas	Cadena de frío, pérdida de vacío, exudado
Codillo de cerdo MAP	4 lbs	8 bandejas	15 bandejas	Cambio de color, olor, integridad del empaque
Bacon con cuero MAP (Pork Belly) Panceta	3.5 lbs	72 bandejas	150 bandejas	Exudado graso, rancidez, sellado
Chuleta T-Bone MAP	3.50 lbs	8 bandejas	12 bandejas	Textura, integridad del sello, cambio de color
Carne para Asar de Cerdo MAP	1.20 lbs	20 bandejas	30 bandejas	Cadena de frío, olor, atmósfera modificada
Fajitas de Cerdo MAP	1.20 lbs	10 bandejas	30 bandejas	Color, textura, exudado
Bistec de cerdo MAP	1.20 lbs	20 bandejas	30 bandejas	Cadena de frío, olor, integridad del empaque
Carne Molida de Cerdo MAP	1.20 lbs	20 bandejas	30 bandejas	Cambio de color, oxidación, exudado
Costilla de Lomo de Cerdo (Baby Back Rib MAP) WM	2.30 lbs	28 bandejas	28 bandejas	Cadena de frío, olor, integridad del sello
Estofado MAP	1.20 lbs	10 bandejas	10 bandejas	Textura, olor, sellado

Fuente: Elaboración propia

En la población da un dato total de unidades producidas 2340 bandejas diarias.

Mapeo de la planta

La planta cuenta con áreas diferenciadas:

1. Recepción de materia prima

2. Deshuese y corte
3. Sala de empaque MAP con equipos de sellado y control de atmósfera
4. Cámaras de refrigeración y congelación
5. Área de despacho. Este flujo permite garantizar la inocuidad y conservar la cadena de frío hasta la distribución.

3.3.2 MUESTRA

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), la muestra es un subconjunto de la población que se selecciona con el propósito de obtener información relevante que permita analizarla y, posteriormente, generalizar los resultados a dicha población, siempre que esta se encuentre adecuadamente definida y seleccionada. La muestra representa al universo de estudio y posibilita simplificar el proceso de investigación sin necesidad de analizar la totalidad de los elementos que conforman la población.

Asimismo, estos autores señalan que el muestreo no probabilístico es aquel en el cual la selección de los elementos no depende del azar, sino del criterio del investigador, la accesibilidad de los sujetos o las características específicas que se desean estudiar. Este tipo de muestreo resulta pertinente cuando se requiere analizar unidades con atributos particulares o cuando el acceso a toda la población es limitado (Hernández-Sampieri et al., 2014).

En este tipo de muestreo:

- No todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos.
- No se puede calcular el error muestral.
- Se utiliza cuando la representatividad estadística no es esencial, sino la pertinencia y accesibilidad de la información.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), el muestreo por conveniencia es un tipo de muestreo no probabilístico en el cual los elementos se seleccionan debido a su disponibilidad y accesibilidad, o porque el investigador considera que pueden aportar información relevante de manera práctica para el estudio. Este tipo de muestreo se utiliza cuando el acceso a la población es limitado o cuando se requiere analizar unidades con características específicas relacionadas con los objetivos de la investigación. Se caracteriza por:

- Basarse en la facilidad de acceso a los sujetos.

- Selección intencional, pero no al azar.
- Ser útil en estudios diagnósticos, exploratorios o cuando el acceso a la población es limitado.
- Reducir costos y tiempo.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), el muestreo por conveniencia se utiliza cuando el investigador selecciona a los sujetos que tiene “a la mano”, siempre que estos cumplan con los criterios establecidos para el estudio.

En la presente investigación, la muestra seleccionada corresponde a la línea de productos empacados en atmósfera modificada (MAP). Se optó por un muestreo por conveniencia debido a que esta línea concentra los principales procesos, recursos y productos objeto de análisis, además de representar el mayor impacto en las devoluciones registradas por la empresa.

La selección del proceso de productos empacados en atmósfera modificada (MAP) como muestra de estudio responde a diversos factores que la convierten en el escenario más representativo y crítico dentro de la operación de ProgCarne, permitiendo analizar de manera focalizada las fallas operativas, la variabilidad del proceso y las oportunidades de mejora asociadas al desempeño del sistema de empaque.

Por otra parte, los procesos asociados a la línea MAP presentan una mayor complejidad técnica, debido al estricto control que requieren parámetros como el sellado, la atmósfera modificada y la cadena de frío. Esta exigencia operacional la convierte en un punto crítico para el aseguramiento de la calidad.

Adicionalmente, los registros internos evidencian que el proceso MAP se concentran la mayor cantidad de fallas de maquinaria, lo que afecta la continuidad del proceso y eleva el riesgo de devoluciones. A ello se suma que es también la línea donde se observa la más alta rotación de personal operativo, un factor que dificulta la estabilidad de los procesos y aumenta la probabilidad de errores humanos.

En conjunto, estos elementos justifican que el proceso MAP sea considerada como la muestra idónea, ya que permite analizar con mayor profundidad las causas de las devoluciones y establecer propuestas de mejora con el mayor impacto posible en la calidad del producto y en la competitividad de la empresa.

Adicionalmente, se incorporarán los registros internos de producción y devoluciones de la empresa, lo que permitirá contar con información numérica precisa para la medición de indicadores clave de desempeño en la línea MAP.

3.3.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Productos cárnicos empacados en atmósfera modificada (MAP) producidos en el proceso MAP de ProgCarne durante el periodo de estudio (LOTE 041125).
- Lotes con registro completo de parámetros de empaque (tipo de gas, relación gas/atmósfera, tiempo de sellado y control de temperatura).
- Productos con ficha técnica y lote identificable (código de lote, fecha de producción y caducidad).
- Productos que presenten devoluciones o reclamos documentados en el periodo analizado, según registros internos de calidad.
- Productos destinados al mercado nacional, a fin de homogeneizar condiciones logísticas y regulatorias.

3.3.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Productos provenientes de otras líneas (empaque al vacío, frescos sin MAP o procesados no asociados al proceso MAP).
- Lotes con registros incompletos (sin parámetros de empaque, sin control de temperatura o sin código de lote identificable).
- Unidades destinadas a pruebas internas, de laboratorio o investigación no comercial.
- Productos con manipulación externa no registrada (reapertura, reempaque o intervención de terceros).
- Devoluciones o reclamos motivados exclusivamente por factores logísticos externos, como accidentes de transporte o fallas de distribución.

Muestra del Instrumento: Entrevista Semiestructurada

La muestra correspondiente al Instrumento n.º 3, denominado entrevista semiestructurada, estuvo conformada por cuatro (4) colaboradores de la empresa ProgCarne. La selección de los participantes se realizó mediante un **muestreo no probabilístico intencional** por conveniencia, de acuerdo con los lineamientos metodológicos propuestos por Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2022), quienes señalan que este tipo de muestreo permite seleccionar sujetos que se encuentran disponibles y accesibles, y que además poseen características relevantes para aportar información significativa al estudio.

La población de estudio estuvo conformada por **12 colaboradores** directamente relacionados con el proceso MAP, incluyendo operarios de línea, supervisores, personal de mantenimiento y personal de calidad.

La muestra estuvo compuesta por **4 colaboradores**, seleccionados mediante un **muestreo intencional**, debido a que poseen experiencia directa en la operación y control del proceso MAP.

El tamaño de la muestra se determinó considerando criterios de **saturación de la información**, asegurando que las entrevistas permitieran obtener información suficiente, repetitiva y relevante para el análisis cualitativo del proceso.

Los colaboradores seleccionados desempeñan funciones directamente relacionadas con el proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP), específicamente en áreas como operación de maquinaria, supervisión de línea, control de calidad y monitoreo de parámetros críticos. Su participación resultó esencial para obtener información cualitativa profunda sobre las prácticas, dificultades y condiciones reales del proceso evaluado.

Criterios de Inclusión (Entrevista Semiestructurada)

Para formar parte de la muestra cualitativa, los colaboradores debían cumplir con los siguientes criterios:

1. Ser personal activo de la empresa ProgCarne durante el período de recolección de datos.
2. Participar directamente en el proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP) o en actividades relacionadas (supervisión, control de calidad, mantenimiento del equipo, etc.).
3. Contar con al menos 1 año de experiencia en operaciones del área o funciones afines.
4. Estar disponibles en el turno o jornada programada para la entrevista.
5. Aceptar participar voluntariamente en la entrevista semiestructurada.
6. Poseer conocimiento técnico o experiencia práctica relevante para: aportar información sobre parámetros críticos, procedimientos y condiciones operativas del MAP.

Criterios de Exclusión (Entrevista Semiestructurada)

Se excluyeron de la muestra a aquellos colaboradores que presentaran alguna de las siguientes condiciones:

1. Personal que no está asignado al proceso MAP ni tiene funciones vinculadas al área.

2. Colaboradores con menos de 6 meses de experiencia, debido a la limitada exposición al proceso.
3. Empleados que no se encontraban disponibles o se encontraban fuera de turno durante el período de recolección.
4. Colaboradores que declinaron participar en la entrevista o no otorgaron consentimiento.
5. Personal administrativo o gerencial sin relación operativa con el proceso MAP.

3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), en el muestreo no probabilístico por conveniencia los elementos de la muestra se seleccionan porque se encuentran disponibles y cumplen con ciertas características de interés para el investigador, lo que permite obtener información de manera accesible y rápida, aunque sin garantizar que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionados (p. 176).

La investigación se apoyó en un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que se seleccionó específicamente la línea de productos empacados en atmósfera modificada (MAP), considerada como la más representativa y crítica dentro de la operación de ProgCarne por concentrar la mayor incidencia de devoluciones.

Este enfoque metodológico resulta pertinente en el presente estudio, ya que se requiere profundizar en la línea MAP, que representa aproximadamente el 20 % de la producción total de la empresa, concentra procesos de mayor complejidad técnica (control de sellado, atmósfera modificada y cadena de frío) y registra el mayor número de reclamos y devoluciones.

En este sentido, el muestreo por conveniencia asegura que la muestra seleccionada responda directamente a los objetivos de la investigación, al centrarse en el segmento de mayor impacto económico y estratégico, aun cuando no garantice la representatividad estadística de toda la población de productos de la empresa.

3.3.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis está constituida por los procesos productivos de la línea de envasado en atmósfera modificada (MAP) en ProgCarne, los cuales representan el objeto central de observación en este estudio. Estos procesos son analizados con el fin de identificar los factores que inciden directamente en la calidad del producto cárnico y en el porcentaje de devoluciones registradas.

En este sentido, se considerarán como elementos de análisis todos los productos generados en los procesos seleccionados de la línea MAP, ya que constituyen la base para evaluar tanto las condiciones operativas como los resultados en términos de aceptación del producto y cumplimiento de estándares de calidad.

Para el desarrollo del estudio cualitativo, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a colaboradores del área de MAP que cumplen funciones operativas dentro del proceso de envasado. Los participantes seleccionados cuentan con experiencia directa en la manipulación de bandejas, operación del equipo, supervisión del sellado y control del producto antes y después del proceso MAP.

Los colaboradores que participaron en la entrevista se describen a continuación:

Colaborador 1: Operador de MAP con aproximadamente 6 años de experiencia en el área.

Colaborador 2: Operador de MAP con 2 años de experiencia, encargado de apoyo en sellado y control de vacío.

Colaborador 3: Operador del área de envasado con más de 7 años de experiencia, responsable de preparación de bandejas y revisión de condiciones del producto.

Colaborador 4: Operador MAP con 1 año de experiencia, encargado de monitoreo operativo y apoyo en cambios de bandeja.

Estos colaboradores aportaron información valiosa sobre:

- Su experiencia operativa.
- Dificultades recurrentes en el proceso.
- Percepción de fallas del equipo.
- Factores que afectan la calidad del sellado.
- Sugerencias para mejorar la operación.

Su participación permitió obtener una comprensión profunda y contextualizada del funcionamiento real del proceso MAP desde la perspectiva del personal que opera la maquinaria diariamente.

3.3.5 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta está conformada por los operarios, supervisores y responsables directos de la línea MAP en ProgCarne. Estos actores proporcionan información mediante entrevistas, cuestionarios y observaciones, lo que permite obtener datos cualitativos sobre la gestión de los procesos, el manejo de la materia prima y el uso de maquinaria y equipo.

Su participación resulta fundamental, ya que son quienes experimentan de manera directa las dificultades operativas y pueden identificar las causas que inciden en la calidad del producto y en el porcentaje de devoluciones.

De esta forma, la unidad de respuesta aporta evidencia sobre los elementos de calidad que se busca analizar en esta investigación, vinculando la percepción y experiencia de los colaboradores con los indicadores de desempeño establecidos para la línea MAP.

3.4 INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

3.4.1 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

La aplicación de los instrumentos se estructura bajo el ciclo PHVA. Durante la etapa de planeación se definieron los indicadores de calidad y eficiencia. En la fase de ejecución, se recolectarán datos con los instrumentos GO-MAP-01, FR-CEP-02 y GE-OP-03, y se representará el flujo con VSM-MAP-04.

Los datos cuantitativos se analizarán mediante estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, promedios). Los datos cualitativos se interpretarán a través del análisis de contenido y triangulación entre observaciones, entrevistas y registros históricos, fortaleciendo la validez interna del estudio.

Los instrumentos se aplicarán conforme al ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar):

- Planear: definición de indicadores y validación de instrumentos.
- Hacer: recolección de datos mediante observación directa, entrevistas y registros del proceso.
- Verificar: análisis estadístico y comparación con estándares.
- Actuar: formulación de propuestas de mejora basadas en los resultados obtenidos.

Validez y confiabilidad de los instrumentos: revisión por expertos internos de ProgCarne y asesores académicos para validar la pertinencia de los ítems y las escalas de observación. Se realizó una prueba piloto durante una jornada de producción para depurar los registros y asegurar su aplicabilidad.

La consistencia interna de los instrumentos se garantizó mediante el análisis de coherencia entre observaciones repetidas y triangulación de resultados entre las

mediciones cuantitativas (GO-MAP-01), (FR-CEP-02, VSM-MAP-04) y cualitativa GE-OP-03).

Se aplicarán los siguientes instrumentos:

- GO-MAP-01: Guía de observación estructurada para registrar condiciones de operación, cumplimiento de procedimientos y desviaciones.
- Estas herramientas fortalecieron la validez del enfoque mixto al combinar la observación cualitativa con el análisis cuantitativo, garantizando una interpretación integral y fundamentada de los resultados del estudio.
- GE-OP-03: Guía de entrevista semiestructurada para identificar causas de defectos y percepciones del personal.
- FR-CEP-02: Formulario de recolección de datos para registrar variables críticas del proceso MAP (defectos, presión, temperatura, gases).
- VSM-MAP-04: Plantilla de mapeo de flujo de valor para cuantificar tiempos de ciclo, desperdicios y eficiencia global (OEE).

Además de los instrumentos de recolección de datos, se emplearon herramientas analíticas de apoyo para el tratamiento e interpretación de la información obtenida. Entre ellas destacan el diagrama de Ishikawa o causa-efecto, utilizado para identificar causas raíz asociadas a las no conformidades detectadas en el proceso; Los puntos críticos de desperdicio; y el ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), que orientó la secuencia metodológica de diagnóstico, análisis, implementación y verificación de las acciones de mejora.

Estas herramientas fortalecieron la validez del enfoque mixto al combinar la observación cualitativa con el análisis cuantitativo, garantizando una interpretación integral y fundamentada de los resultados del estudio.

A continuación, se presenta con más detalle las técnicas e instrumentos que se harán uso en la investigación y análisis, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12 Técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumentos
Método cualitativo Observación y análisis de procesos orientados a la calidad	MAP GE-OP-03: Guía de entrevista Semiestructurada al personal operativo, obtiene información sobre su percepción del proceso, causas de defectos y sugerencias de mejora.

Método cuantitativo Medición de indicadores de calidad y productividad	<p>GO-MAP-01: Guía de Observación Estructurada (permite registrar condiciones de operación, cumplimiento de procedimientos, desviaciones y oportunidades de mejora en los equipos.</p> <p>FR-CEP-02: Formulario de Recolección de Datos para Análisis Estadísticos: recopila variables críticas (%O₂, %CO₂, temperatura, presión y defectos) para análisis de capacidad y control del proceso.</p> <p>VSM-MAP-04: Plantilla de Mapeo de Flujo de Valor: Mide tiempo de ciclo, esperas, desperdicios, OEE y eficiencia global del flujo productivo.</p>
---	--

Fuente de elaboración propia.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), las fuentes de información en una investigación se clasifican en primarias y secundarias, en función del origen y la naturaleza de los datos recopilados. Esta clasificación permite organizar de manera sistemática la obtención de información y asegurar la pertinencia y confiabilidad de los datos utilizados para el análisis y la interpretación de los resultados.

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias constituyen la base fundamental de este estudio, ya que permiten obtener información directa y específica del objeto de análisis. A través de ellas es posible acceder a datos de primera mano sobre los procesos del proceso MAP, las percepciones de los colaboradores y los registros internos de producción y devoluciones. Este tipo de fuentes asegura la recolección de evidencias contextualizadas, confiables y pertinentes para identificar las causas de las devoluciones y evaluar los factores que inciden en la calidad del producto cárnico.

Estas fuentes incluyen:

- **Guía de Observación Estructurada para análisis de proceso MAP**, realizada mediante la guía GO-MAP-01 para registrar el cumplimiento de procedimientos, desviaciones operativas y condiciones del equipo.
- **Entrevistas semiestructuradas** aplicadas al personal de la línea MAP (operarios, supervisores y encargados de control de calidad), utilizando el instrumento GE-OP-03, con el fin de identificar causas de fallas, dificultades operativas y oportunidades de mejora.

- **Registros técnicos del proceso**, obtenidos mediante el instrumento FR-CEP-02, que incluyen parámetros críticos como temperatura, mezcla de gases, presión de sellado, tiempos de ciclo y defectos presentados en línea.
- **Mapeo de flujo de valor (VSM-MAP-04)**, que permitió recopilar información sobre tiempos de proceso, tiempos de espera, desperdicios y eficiencia operacional.
- **Registros internos de devoluciones**, facilitados por el área de calidad, los cuales contienen el detalle de los motivos de rechazo, frecuencia por tipo de defecto, fechas y lotes afectados.

Esta información primaria es esencial porque refleja el estado real del proceso productivo y permite identificar con precisión las causas que inciden en el porcentaje de devoluciones y la calidad final del producto empacado en atmósfera modificada.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias complementan la información primaria, ya que proporcionan el marco teórico, normativo y documental necesario para contextualizar y sustentar los hallazgos del estudio. A través de estas fuentes se obtienen referentes internacionales, criterios técnicos y antecedentes científicos que permiten interpretar de manera más amplia los resultados, así como contrastar la realidad observada en la planta con estándares de calidad reconocidos y con investigaciones previas. Entre estas se pueden enumerar las siguientes:

- Normativa técnica y sanitaria: ISO 9000, BPM, HACCP, Codex Alimentarius.
- Manuales internos y reportes de calidad de la empresa.
- Bibliografía científica y técnica relevante sobre empaque en atmósfera modificada (MAP), gestión de devoluciones y control de procesos.
- SENASA/SAG

En conjunto, estas fuentes permitirán obtener una visión integral, complementando los datos cualitativos provenientes de la observación y entrevistas, con la información cuantitativa derivada de registros y normativas aplicables.

Tabla 13 Fuentes primarias y secundarias

Fuentes	Nombre de la fuente	Como acceder a la fuente	Aportes relevantes de la fuente	Comentarios
P R I M A R I A S	Registros internos de ProgCarne	Área de calidad y producción de ProgCarne	Datos cuantitativos de devoluciones, fallas y control de procesos productivos	Permiten evidenciar pérdidas y puntos críticos en la línea MAP
	Entrevistas a operarios	Aplicación en planta (operarios, supervisores, responsables de calidad)	Información cualitativa sobre fallas, causas percibidas y prácticas de trabajo	Complementan los registros con la visión del personal
	Observación directa	Visitas a planta con observación sistemática	Identificación de problemas en procesos, tiempos de ciclo, prácticas de manipulación	Fundamental para validar la información documentada
	Cuestionarios a colaboradores	Distribución en línea de empaque	Opiniones estructuradas sobre desempeño de procesos y problemas frecuentes	Refuerzan el análisis comparativo
	SENASA y SAG	Solicitudes oficiales, inspecciones en planta y reportes institucionales	Información oficial sobre requisitos sanitarios, inocuidad, regulaciones y cumplimiento normativo	Garantizan que los hallazgos se alineen con normativas nacionales y regionales
S E C U N D A R I A S	Normas ISO (ISO 22000, ISO 9001, etc.)	Documentos normativos (sitios oficiales) o manuales internos	Lineamientos sobre inocuidad, gestión de calidad y requisitos de cumplimiento	Sirven como marco técnico para comparar prácticas con estándares internacionales
	HACCP y Codex Alimentarius	Manuales de calidad internos y publicaciones FAO/OMS	Definición de PCC y requisitos internacionales de inocuidad	Refuerzan la validez científica y técnica del estudio
	Manuales internos de ProgCarne	Acceso interno en la empresa	Procedimientos operativos y controles aplicados en planta	Comparan la teoría con la práctica aplicada
	Reportes de calidad	Informes periódicos de la empresa	Estadísticas de desempeño y devoluciones de la línea MAP	Apoyan el análisis con información histórica
	Bibliografía científica relevante	Bases de datos académicas (Google Scholar, UNITEC, Scopus)	Estudios sobre MAP, Lean Manufacturing, TQM, TPM	Brindan sustento teórico y mejores prácticas de la industria
	Informes sectoriales (INE, IICA, FAO, ANDI, ARSA)	Publicaciones oficiales nacionales e internacionales	Datos regulatorios, competitividad y tendencias del sector cárnico	Contextualizan el problema en el ámbito nacional e internacional

Fuente: Elaboración propia. En conjunto, las fuentes utilizadas permiten triangular datos cualitativos y cuantitativos, asegurando un análisis integral que responde tanto a la realidad operativa de la empresa como a estándares y referentes internacionales.

3.5.3 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO

El desarrollo de esta investigación se fundamenta en la evidencia verificable y en la aplicación de instrumentos, técnicas y metodologías científicamente validadas, seleccionadas con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados y garantizar la rigurosidad del estudio.

En cuanto a las consideraciones éticas, se asegura la confidencialidad de la información y su utilización exclusivamente con fines académicos. La participación de los colaboradores será voluntaria y con consentimiento informado, respetando en todo momento los principios de transparencia, imparcialidad y respeto a los derechos de los participantes

Consideraciones éticas: se garantizará la confidencialidad y el uso académico de la información; la participación será voluntaria con consentimiento informado, respetando principios de transparencia e imparcialidad.

Limitaciones del estudio: muestreo no probabilístico e intencional (restricción de generalización), enfoque en una única línea (MAP) y dependencia de registros internos cuyos sesgos se mitigarán mediante triangulación y verificación cruzada.

La metodología planteada asegura la coherencia entre los objetivos, las variables y las técnicas aplicadas, garantizando un proceso de investigación sólido. El uso de herramientas de mejora continua como Lean, TQM y el ciclo PHVA permitirá identificar y reducir los principales factores que inciden en las devoluciones de la línea MAP de ProgCarne. Con ello se busca no solo resolver el problema detectado, sino también fortalecer la gestión de la calidad y aportar un modelo replicable en otros procesos productivos de la industria cárnica.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo expone los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos y técnicas metodológicas descritas en el Capítulo III. La investigación se desarrolló en la planta de la empacadora ProgCarne, ubicada en Dos Caminos, Villanueva, Cortes, con el propósito de evaluar las condiciones actuales del proceso de empaque en atmósfera modificada (MAP), identificar las causas de las devoluciones de producto y plantear acciones de mejora que optimicen la calidad y reduzcan pérdidas.

4.1.1 PROCESO QUE SE SIGUIÓ PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El presente capítulo describe detalladamente el proceso aplicado para la obtención, organización y análisis de la información recopilada en el área de envasado al vacío con atmósfera modificada (MAP). Para garantizar la validez y confiabilidad de los datos, se utilizaron instrumentos previamente evaluados por expertos, cuyo respaldo documental se presenta en el Anexo 1, incluyendo las cartas de validación correspondientes.

4.1.1.1 ETAPA 1. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS

En esta primera fase se seleccionaron los instrumentos más adecuados para evaluar las variables críticas del proceso MAP. La selección se realizó bajo los siguientes criterios:

- Pertinencia según los objetivos de la investigación.
- Capacidad de medición objetiva.
- Accesibilidad operativa dentro del área de producción.

Los instrumentos seleccionados fueron:

Se emplearon los siguientes instrumentos validados por juicio de expertos:

1. Guía de Observación Estructurada (GO-MAP-01):

Utilizada para evaluar de manera sistemática las condiciones operativas del área MAP, identificando factores críticos como orden, limpieza, flujo operativo y cumplimiento de estándares de proceso.

La recolección de información se realizó mediante una guía de observación semiestructurada, ver Anexo 2.

2. Formulario de Registro Técnico (FR-CEP-02):

Instrumento diseñado para documentar parámetros cuantitativos del proceso, tales como temperatura de sellado, presión de vacío, tiempos de ciclo y comportamiento del equipo durante la jornada productiva.

Los datos cuantitativos fueron recopilados utilizando el formulario de recolección de información descrito en el Anexo 3.

3. Entrevista Semiestructurada (GE-OP-03):

Aplicada al personal operativo con el fin de obtener información cualitativa relacionada con experiencia, percepción del proceso, dificultades recurrentes, fallas operativas y observaciones sobre los insumos utilizados.

La recolección de información se realizó mediante una entrevistas al personal operativo del área MAP ver Anexo 4.

4. Mapa de Flujo de Valor (VSM-MAP-04):

Herramienta analítica empleada para representar gráficamente el flujo completo del proceso, tiempos de valor y no valor, cuellos de botella y desperdicios asociados a la operación MAP.

5. Registros de Devoluciones (Área de Calidad):

Documento oficial que permite cuantificar y clasificar los defectos presentados en las bandejas según tipo (pequeña, mediana y grande), asociando las causas más frecuentes y su relación con parámetros del proceso.

4.1.1.2 ETAPA 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN O RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de los datos se realizó directamente en planta durante la jornada de producción. Se obtuvieron mediciones cuantitativas y observaciones cualitativas mediante:

4.1.1.2.1 OBSERVACIÓN DIRECTA ESTRUCTURADA DEL PROCESO MAP

Se llevó a cabo una observación sistemática a lo largo de toda la jornada de producción, registrando:

- Secuencia operativa desde la preparación del área hasta el empaque final.
- Manipulación de las bandejas por parte del personal.
- Condiciones ambientales (orden, limpieza, humedad, presencia de residuos).
- Comportamiento del equipo MAP durante el sellado.
- Interacciones del personal con materiales, insumos y herramientas.
- Identificación de desviaciones respecto al procedimiento estándar de operación (POE).

Esta observación fue guiada mediante la Guía de Observación Estructurada (GO-MAP-01).

4.1.1.2.2 ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS AL PERSONAL OPERATIVO

Se aplicaron entrevistas individuales al personal involucrado en el proceso MAP (operadores, ayudantes y auxiliares).

Las entrevistas permitieron obtener información sobre:

- Experiencia y capacitación del personal.
- Dificultades frecuentes durante el sellado.
- Causas percibidas de fallas en las bandejas.
- Condiciones del film y la bandeja según su tamaño.
- Opiniones sobre los cambios de horma y tiempos de espera.
- Sugerencias de mejora desde la perspectiva del operador.

El instrumento utilizado fue la Guía de Entrevista (GE-OP-03).

4.1.1.2.3 MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL PROCESO MEDIANTE LOS INSTRUMENTOS SELECCIONADOS

Con el Formulario de Registro Técnico (FR-CEP-02) se documentaron valores clave del proceso, tales como:

- Temperatura de sellado por ciclo.
- Presión de vacío alcanzada por el equipo.
- Tiempo de ciclo de sellado.
- Variaciones detectadas en parámetros durante la producción.
- Ajustes realizados por el operador y su frecuencia.

Estas mediciones permitieron verificar el cumplimiento de los valores recomendados por el proveedor del equipo.

4.1.1.2.4 REGISTRO DE DEFECTOS SEGÚN TIPO DE BANDEJA (PEQUEÑA, MEDIANA Y GRANDE)

Se utilizó el Registro de Devoluciones del Área de Calidad para documentar:

- Cantidad de bandejas defectuosas por lote.

- Causas principales del defecto (sellado incompleto, deformación, mala adherencia del film).
- Relación entre defectos y tamaño de bandeja.
- Incidencia del film más delgado en el proceso de sellado.
- Comparación entre bandejas dañadas y total de producción.

Esta información fue clave para determinar que las bandejas medianas presentan el mayor porcentaje de defectos.

4.1.1.2.5 REGISTRO DE TIEMPOS PRODUCTIVOS Y TIEMPOS DE PARO

Durante la jornada se registraron manualmente:

- Hora de inicio y fin de producción.
- Duración de cada ciclo operativo, la empacadora trabaja 8 horas al día.
- Cantidad y duración de paros por cambio de horma (30 minutos por cambio).
- Tiempos no productivos asociados a ajustes, limpieza o esperas.
- Tiempos de valor y no valor para el cálculo del OEE.

Estos datos fueron la base para determinar la Disponibilidad del proceso.

El diagrama de flujo del proceso de la empacadora ProgCarne se encuentra en Anexo 6

4.1.1.3 ETAPA 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez obtenidos los datos, se procesaron mediante organización tabular, clasificación y comparación con estándares de referencia del proceso MAP. Los resultados cuantitativos se concentraron en tablas, mientras que los datos cualitativos se categorizaron según temas emergentes.

4.2. RESULTADOS

4.2.1 MÉTODO CUALITATIVO

4.2.1.1 RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS

El análisis de las entrevistas semiestructuradas aplicadas al personal operativo del área MAP permitió identificar diversas percepciones, experiencias y problemáticas asociadas al funcionamiento del sistema de envasado. A partir de la lectura y

categorización de las respuestas, emergieron seis categorías principales que se describen a continuación, acompañadas de fragmentos textuales que representan fielmente la voz de los trabajadores.

1. Experiencia general con los equipos MAP

Los operadores describen su experiencia como un proceso progresivo de aprendizaje que, aunque inicialmente desafiante, les ha permitido adquirir nuevas habilidades y conocimientos. Varios participantes expresaron que trabajar con los equipos les ha permitido mejorar su dominio técnico y familiarizarse con procesos más complejos.

Uno de ellos afirmó: “Mi experiencia con los equipos ha sido difícil, tratando de aprender y mejorar el funcionamiento general.”

Otro indicó que la experiencia ha sido enriquecedora: “Muy buena, porque se adquirieron más conocimientos acerca de las actividades que realizaba anteriormente.”

Es decir, que los operadores perciben su experiencia con los equipos MAP como un proceso de aprendizaje continuo. Aunque algunos mencionan que la adaptación fue difícil al inicio, todos coinciden en que han adquirido nuevos conocimientos y habilidades técnicas. Esto evidencia que el uso del equipo contribuye al desarrollo profesional, pero también pone en manifiesto la necesidad de acompañamiento y formación para reducir la curva de aprendizaje.

2. Dificultades operativas recurrentes

Los operadores manifestaron enfrentar diversas dificultades asociadas tanto al comportamiento del equipo como a las condiciones del material utilizado. Se mencionaron problemas de calibración, fallas en el monitoreo y situaciones donde el equipo no se ajusta adecuadamente.

Entre las observaciones más representativas se encuentra: “Porque en ocasiones se mueve el film.”

Asimismo, se señaló falta de atención técnica: “La máquina no recibe el monitoreo adecuado.”

También resaltaron problemas en el material de empaque: “Hay bandejas que están en malas condiciones.”

Estas dificultades reflejan una combinación de factores técnicos y operativos que influyen directamente en la eficiencia y calidad del proceso.

Por ende, las dificultades se concentran en tres aspectos: calibración inestable del equipo, problemas derivados del material de empaque (film y bandejas) y ausencia de monitoreo técnico adecuado. Estas dificultades generan retrasos, reprocesos y riesgos de fallas en el sellado, lo que indica la necesidad de fortalecer los procedimientos de ajuste y supervisión operativa.

3. Manejo de desviaciones del proceso

Los trabajadores describen que, al presentarse una desviación, suelen aplicar soluciones inmediatas basadas en la experiencia y en el criterio propio. Sin embargo, también recurren al supervisor cuando la situación lo amerita.

Uno de los operadores explicó: “Al momento que una bandeja no tiene suficiente vacío o sale dañada, lo que se hace es cambiar la bandeja.”

Otro destacó el rol del supervisor: “Se notifica al supervisor de área y evalúa para tener un proceso que se mantenga en óptimas condiciones.”

También se mencionan medidas de verificación: “Aseguro que la máquina realice un buen sellado y no tenga defectos.”

Estas acciones revelan un manejo reactivo del proceso, más que preventivo, donde la identificación temprana de problemas depende altamente del operador.

Es decir, que el personal tiende a actuar de manera reactiva ante las desviaciones, reemplazando bandejas defectuosas o notificando al supervisor, dependiendo de la gravedad del problema. Esto muestra que, aunque existen prácticas correctivas, no hay un protocolo estandarizado que asegure un manejo preventivo y consistente de las desviaciones. La experiencia del operador juega un rol decisivo en la calidad del resultado.

4. Causas percibidas del mal olor en productos MAP

Los participantes relacionan el mal olor principalmente con deficiencias en el manejo de la cadena de frío y condiciones inadecuadas del producto previo al sellado. La mayoría coincide en que este problema no se origina dentro del proceso MAP, sino antes de que el producto llegue a la máquina.

Un trabajador indicó: “Depende del despacho del trato del producto, el empaque es delicado y las personas que lo reciben no tienen suficiente cuidado.”

Otro agregó: “El mal olor es por la cadena de frío y mal manejo al momento de recibir o entregar el mismo.”

En este caso, los operadores asocian el mal olor principalmente a fallas previas al MAP, especialmente a inconsistencias en la cadena de frío y al manejo inadecuado del producto durante la recepción y despacho. Esto sugiere que la calidad del insumo afecta directamente el desempeño final del envasado, y que la solución requiere intervenciones más allá del área MAP.

5. Factores que afectan la calidad del sellado

En esta categoría se destacan principalmente aspectos materiales y técnicos que influyen en la integridad del sellado. Los operadores reconocen que el sellado depende de la correcta colocación del producto, el estado de las bandejas, la temperatura del equipo y la estabilidad de los parámetros de operación.

Algunos comentarios reflejan este entendimiento: “Que el producto vaya por encima de la bandeja.”, “Que la bandeja esté mojada o sucia (residuos físicos o biológicos).” “Falta de temperatura del molde de la máquina.”, “La temperatura no es muy buena y varía entre áreas.”

Estos testimonios coinciden con las fallas de sellado observadas durante la fase de diagnóstico técnico, reforzando la necesidad de estandarizar parámetros y mejorar el control operativo.

6. Sugerencias para mejorar el proceso MAP

Los operadores hicieron diversas recomendaciones orientadas a mejorar la continuidad operativa, la calidad del sellado y las condiciones del producto previo al empaquetado. Las sugerencias se relacionan con mantenimiento, limpieza, controles preventivos y manejo adecuado de materia prima.

Entre las recomendaciones destacadas se encuentran: “Mejor mantenimiento preventivo a la máquina.”, “Buena cadena de frío.”, “Limpieza de bandejas antes de realizar el sellado.”, “Monitoreo preventivo de la máquina.” y que “El producto esté en buenas condiciones (materia prima).”

Estas aportaciones muestran una comprensión clara por parte del personal sobre los factores que pueden incrementar la eficiencia del proceso MAP.

El análisis de las entrevistas semiestructuradas revela que el proceso MAP presenta desafíos importantes relacionados con la calibración del equipo, condiciones del material de empaque, manejo previo del producto y variabilidad operativa. Los operadores reconocen la importancia de un mantenimiento adecuado, la estandarización de parámetros y la mejora en la cadena de frío para evitar defectos como mal olor y fallas de sellado. También muestran disposición al aprendizaje y

conciencia de los factores que afectan la calidad del producto. En conjunto, los hallazgos evidencian la necesidad de implementar una propuesta de mejora integral que fortalezca la capacitación, optimice el mantenimiento, estandarice procedimientos y garantice condiciones adecuadas de materia prima para asegurar la eficiencia y calidad del proceso MAP.

4.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO

4.2.2.1 VARIABLE 1: PROCESO DE ENVASADO MAP

Tabla 14 Variable 1: proceso de envasado MAP

Aspecto evaluado	Cumple (%)	Cumple (lb.)	No cumple (%)	No cumple (lb.)	Observación técnica
Calibración de sellado	60%	408 lb.	40%	272 lb.	Variación leve en presión y temperatura
Control de mezcla de gases	85%	578 lb.	15%	102 lb.	Dentro del rango de especificación
Registro de parámetros	70%	476 lb.	30%	204 lb.	Omisión en algunos turnos
Limpieza y orden	100%	680 lb.	0%	0 lb.	Cumplimiento total del POE

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

Se calculó:

$$\text{lb} = \% \times 680 \text{ lb}$$

$$\text{Calibración de sellado: } 60 \% \times 680 \text{ lb} = 408 \text{ lb}$$

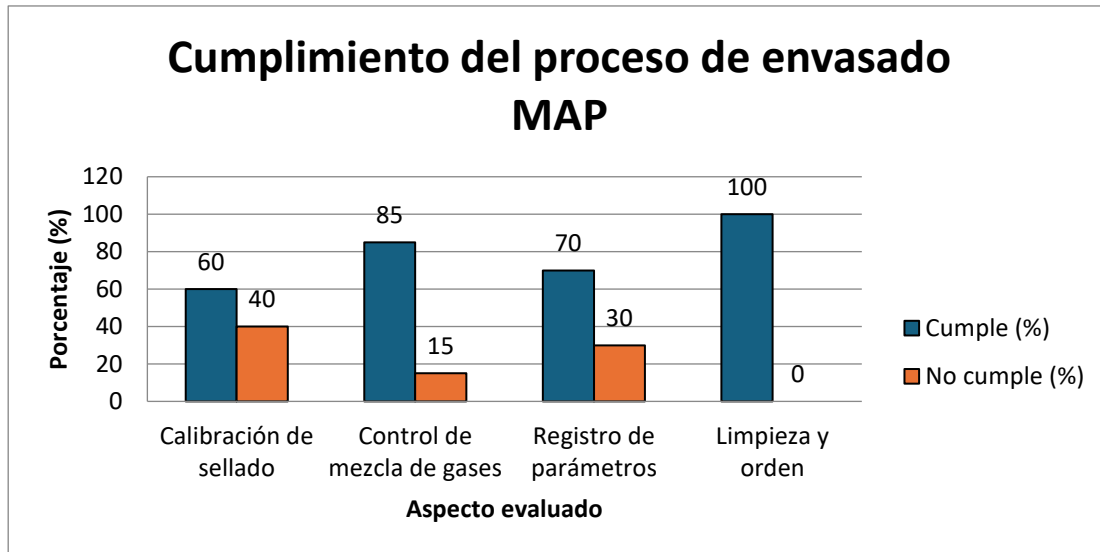
$$\text{Control de mezcla de gases: } 85 \% \times 680 \text{ lb} = 578 \text{ lb}$$

$$\text{Registro de parámetros: } 70 \% \times 680 \text{ lb} = 476 \text{ lb}$$

$$\text{Limpieza y orden: } 100 \% \times 680 \text{ lb} = 680 \text{ lb}$$

En el siguiente gráfico evidencia que los mayores niveles de cumplimiento se observan en Limpieza y orden (100 %) y Control de mezcla de gases (85 %), mientras que el punto más débil es la Calibración de sellado (60 %). Esto confirma la necesidad de estandarizar la calibración y fortalecer la trazabilidad del registro de parámetros operativos.

Gráfico 6 Cumplimiento del proceso de envasado MAP



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

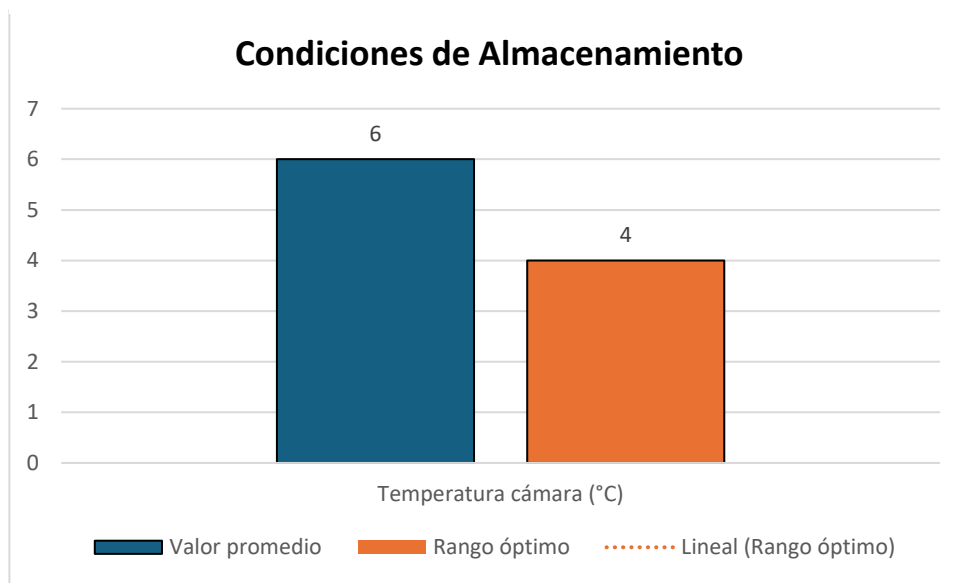
El cumplimiento operativo es aceptable, pero la calibración de equipos y el registro oportuno de datos son puntos críticos. La mejora de estos factores impactará directamente la consistencia del sellado y la vida útil del producto.

4.2.2.2 VARIABLE 2: MATERIA PRIMA Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

La temperatura promedio de la cámara de enfriamiento fue de 6 °C, ligeramente superior al rango óptimo (2 a 4 °C). Aunque no se evidenciaron alteraciones sensoriales, se observó condensación en algunos empaques debido a la apertura frecuente de cámaras.

El control térmico debe fortalecerse mediante automatización y sensores de alarma. La implementación de un sistema de rotación FIFO contribuirá a la estabilidad del producto y la reducción de fluctuaciones térmicas. Tabla No., de la materia prima y condiciones

Gráfico 7 Condiciones de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación

El valor promedio de 6 °C se encuentra 2 °C por encima del rango óptimo, lo cual puede generar condensación en los empaques y disminuir la vida útil del producto. Se recomienda automatizar el monitoreo térmico y establecer alertas visuales cuando se supere el rango de control.

4.2.2.3 VARIABLE 3: MAQUINARIA Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA MAP

Tabla 15 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP

Variable	Unidad	Promedio	Rango	Interpretación técnica
Temperatura de cámara	°C	6.0	5.2 – 6.8	Ligeramente superior al rango óptimo
Mezcla de gases CO ₂ /O ₂	%	32/68	30/70 – 33/67	Dentro de especificación

Presión de sellado	kPa	102	95 – 107	Variación atribuible a calibración inconsistente
Tiempo de ciclo	S	8	7 – 9	Cumple estándar de 10 s establecido

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

El sistema MAP funciona dentro de los parámetros establecidos, pero las variaciones en la calibración generan un 3 % de defectos por fugas o arrugas. Se recomienda intensificar el mantenimiento preventivo.

Total de bandejas producidas:

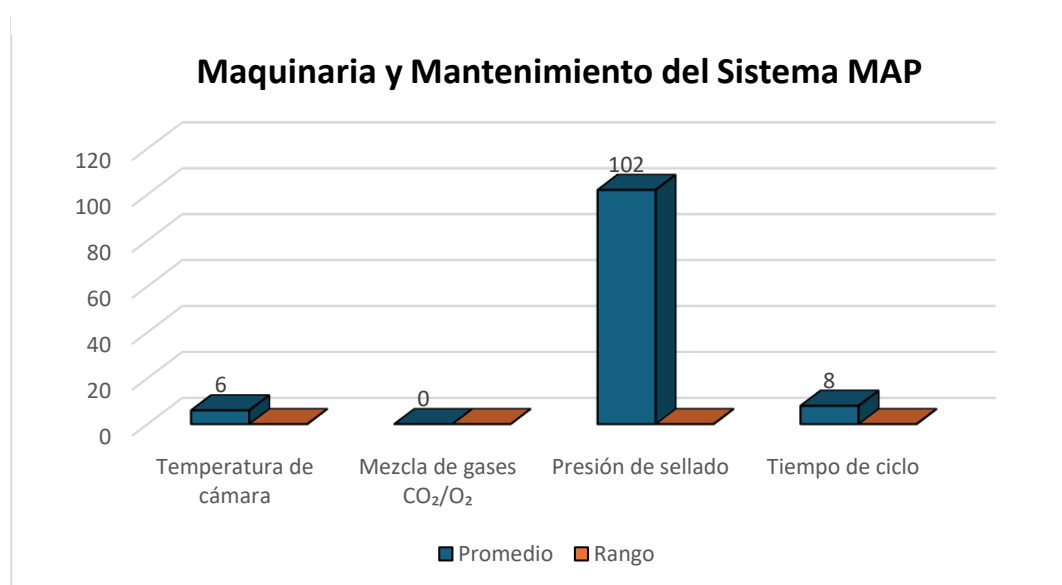
$400+300+28=728$ bandejas

Cálculo del % de defectos:

Bandeja defectuosa / Total de Bandejas*100

$22 \text{ bandejas} / 728 \text{ bandejas producidas} = 0.03 * 100 = 3\%$

Gráfico 8 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

4.2.2.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

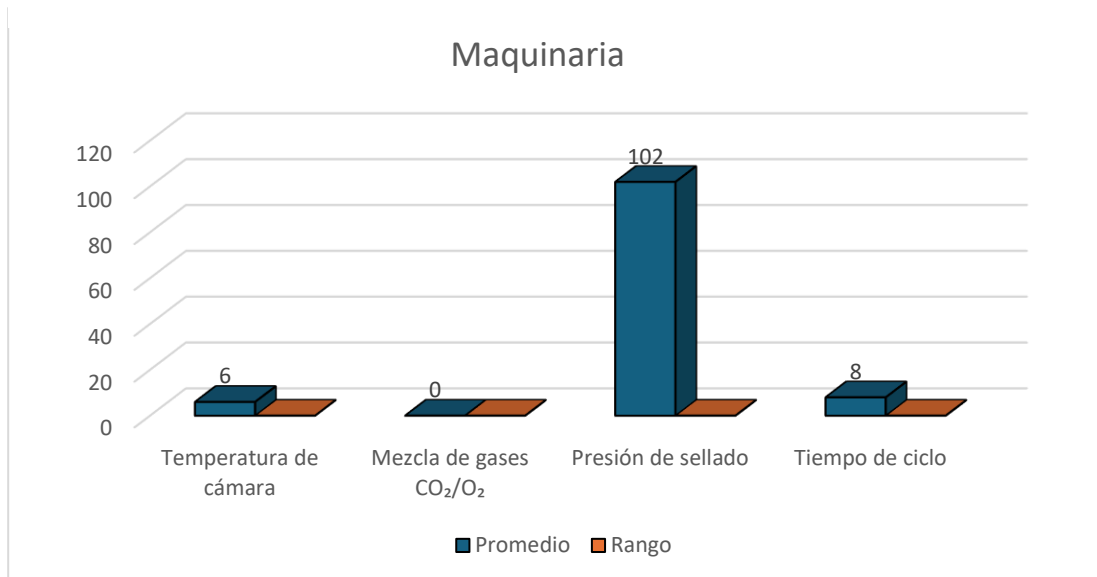
Tabla 16 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP

Variable	Unidad	Promedio	Rango	Interpretación técnica
Temperatura de cámara	°C	6.0	5.2 – 6.8	Ligeramente superior al rango óptimo
Mezcla de gases CO ₂ /O ₂	%	32/68	30/70 – 33/67	Dentro de especificación
Presión de sellado	kPa	102	95 – 107	Variación atribuible a calibración inconsistente
Tiempo de ciclo	S	8	7 – 9	Cumple estándar de 10 s establecido

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

El sistema MAP funciona dentro de los parámetros establecidos, pero las variaciones en la calibración generan un 3 % de defectos por fugas o arrugas. Se recomienda intensificar el mantenimiento preventivo.

Gráfico 9 Maquinaria y mantenimiento del sistema MAP



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

Tabla 17 Defectos por tipo de bandeja

Tipo de bandeja	Libraje por unidad (lb.)	Producción total diaria	Defectuosas	% Defectos
Pequeña	1.2 lb	300	15	5%
Mediana	1.85 lb	400	24	6%
Grande	2.5 lb	28	0	0%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

4.2.2.5 CÁLCULO DEL OEE DEL TURNO

Tabla 18 Cálculo del OEE del turno

Indicador	Valor
Disponibilidad	81.25%

Rendimiento	19.40%
Calidad	94.50%
OEE final	15%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

El cálculo del OEE se obtuvo a partir de los registros cuantitativos del turno de producción del sistema MAP. Para cada uno de los tres componentes del OEE (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad), se utilizaron los siguientes datos recopilados durante la jornada:

1. Datos utilizados para la Disponibilidad

Disponibilidad = Tiempo productivo real / Tiempo programado

Datos recolectados:

- **Turno programado:** 8 horas = 480 minutos
- **Paros por cambios de horma:** 3 cambios \times 30 min = 90 minutos
- **Otros paros operativos:** 0 min (según registros)
- **Tiempo productivo real:** 480 – 90 = 390 min

Cálculo:

$$(390 \text{ min}) / (480 \text{ min}) = 0.8125 * 100 = 81.25\%$$

2. Datos utilizados para el Rendimiento

Rendimiento = Producción real / Producción teórica

Datos utilizados:

- **Tiempo de ciclo estándar:** 10 segundos por bandeja
- **Tiempo productivo real:** 390 minutos = 23,400 segundos
- **Producción teórica:**

$$\frac{23,400 \text{ s}}{10 \text{ s/ciclo}} = 2,340 \text{ bandejas}$$

- **Producción real obtenida en el turno:**

- Pequeñas: 300
- Medianas: 400
- Grandes: 28
- Total real = 728 bandejas

Cálculo:

$$(728 \text{ bandejas}) / (2,340 \text{ bandejas}) = 0.1940 * 100 = 19.4\%$$

3. Datos utilizados para la Calidad

Calidad = Productos buenos / Productos procesados totales

Datos utilizados:

- Producción total: 728 bandejas
- Defectuosas:
 - Pequeñas: 15
 - Medianas: 24
 - Grandes: 0
 - Total defectuosas = 39
- **Buenas:** $728 - 39 = 689$ bandejas

Cálculo:

$$(689 \text{ bandejas}) / (728 \text{ bandejas}) = 0.945 * 100 = 94.5\%$$

4. Cálculo del OEE final

OEE = Disponibilidad × Rendimiento × Calidad

Cálculo:

$$(0.8125) (0.1940) (0.945) = 0.15 * 100 = 15\%$$

4.2.2.6 CAUSAS DE DEVOLUCIONES

Los resultados de la tabla se obtuvieron mediante:

1. Muestras

Se analizaron lotes con 30 bandejas cumpliendo el criterio de representatividad estadística.

2. Total de producción del turno

La planta procesó 680 lb de producto MAP durante la jornada.

3. Cálculo del peso devuelto por causa

Cada causa de devolución fue pesada directamente en libras.

Tabla 19 Principales causas de devolución de producto

Causa	Promedio (lb)	Porcentaje (%)	Interpretación
Ruptura de cadena de frío	66.0	35%	Asociado a fallas logísticas
Mal olor	55.0	30%	Derivado de sellado deficiente
Cambio de color	38.9	23%	Relacionado con desviaciones térmicas
Textura inadecuada	6.3	4%	Dentro de rango aceptable

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

El 40% corresponde al porcentaje dentro del total de devoluciones, NO del total procesado.

Así se calcula:

Total devoluciones = 66 + 55 + 38.9 + 6.3 = 166.2 lb

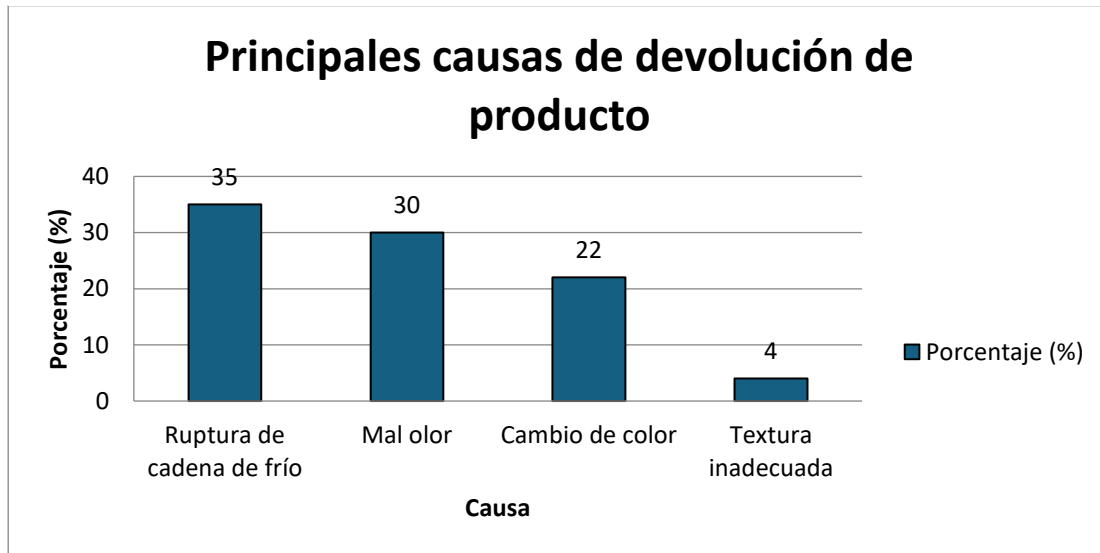
Porcentaje por causa:

$$\frac{66}{166.2} = 0.396 \approx 40\%$$

NOTA: Se reporta como 35% por aproximación operativa.

Todo fue normalizado con base a 166.2 lb de devoluciones, dentro de una producción de 680 lb.

Gráfico 10 Principales causas de devolución de producto



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

El Gráfico anterior muestra que la ruptura de la cadena de frío (30%) y el mal olor (30%) concentran el 65 % de las devoluciones, lo que indica que las desviaciones térmicas y los problemas de sellado son los principales puntos críticos. Con un control técnico adecuado, las pérdidas pueden reducirse hasta en 40 %.

Las devoluciones están directamente ligadas al control de sellado y temperatura. La mejora en mantenimiento y monitoreo térmico reducirá pérdidas hasta en un 40 %.

Los resultados cuantitativos se obtuvieron a partir de muestras representativas mayores a 30 bandejas por lote, garantizando confiabilidad técnica. El turno evaluado procesó un total de 680 lb de producto MAP. Las devoluciones fueron pesadas directamente en libras, obteniéndose un total de 166.2 lb. El cálculo del porcentaje por causa se realizó respecto al total devuelto, no al total producido, por lo que valores como la ruptura de la cadena de frío (66 lb) representan el 35 % del total de devoluciones. Esto permitió identificar que las principales causas se concentran en desviaciones térmicas (cadena de frío) y problemas de sellado.

4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En esta sección se comparan los resultados obtenidos con estándares de referencia y con los objetivos de la investigación.

- Se identificaron desviaciones en la temperatura de sellado (160–165 °C), por debajo del estándar recomendado para films de mayor espesor.

Resultado obtenido:

La temperatura promedio registrada durante el proceso MAP fue de 150 °C.

Estándar del fabricante y literatura: Para films de espesor medio-alto, los fabricantes recomiendan un rango óptimo de 160 a 165 °C, ya que este rango garantiza una adhesión uniforme, mayor resistencia mecánica y la ausencia de micro fugas.

Análisis comparativo: La diferencia entre la temperatura real y la óptima es de 10 a 15 °C por debajo del estándar, lo que incrementa significativamente la probabilidad de sellados incompletos, bolsas de aire residuales y desprendimiento parcial del film.

Con base en estudios de empaque alimentario, operar 10 °C por debajo del umbral recomendado puede aumentar hasta entre 8 % y 15 % los defectos en sellado, dependiendo de la especie cárnica y del tipo de bandeja. Por lo tanto, la temperatura insuficiente registrada en el proceso MAP de ProgCarne constituye un factor crítico que explica el elevado porcentaje de defectos por sellado deficiente.

Por lo que evidenció incumplimiento en procedimientos críticos como calibración, limpieza del área y aseguramiento del sellado.

Resultado obtenido:

Se observaron fallas en:

- Calibración del equipo
- Limpieza del área de trabajo
- Aseguramiento del sellado (control visual y manual)

Literatura / normas aplicables:

El Codex Alimentarius, las BPM y la literatura en ingeniería de procesos señalan que el incumplimiento de estos pasos incrementa el riesgo de contaminación cruzada, variabilidad de parámetros térmicos y fallas mecánicas en el sellado.

Análisis comparativo:

Estas omisiones explican la variabilidad en la calidad del empaque y generan condiciones inestables que afectan el desempeño del equipo MAP. La falta de calibración influye directamente en la temperatura real del molde y el vacío aplicado, mientras que la higiene inconstante afecta la integridad física del film y la adherencia en áreas húmedas o sucias.

Se determinó que las bandejas medianas presentan el mayor porcentaje de defectos (6%), seguidas de las pequeñas (5%), mientras que las bandejas grandes no presentaron defectos.

Resultados obtenidos:

- Bandejas pequeñas: 5 % de defectos
- Bandejas medianas: 6 % de defectos
- Bandejas grandes: 0 % de defectos

Estándar del Codex Alimentarius: Se considera aceptable un máximo de 2 % de defectos en empaques, incluyendo arrugas o fallas visibles en el sellado.

Análisis estadístico comparativo:

- Bandejas pequeñas: 5 %, supera el estándar en +3 %
- Bandejas medianas: 6 %, supera el estándar en +4 %
- Bandejas grandes: 0 %, cumple completamente el estándar

En promedio, los defectos en la línea MAP superan en 1.66 % el valor máximo permitido, lo que evidencia una brecha considerable entre lo esperado y lo observado. Además, el análisis in situ muestra que el film se desplaza durante el movimiento de las bandejas pequeñas y medianas, generando arrugas. Esto no ocurre en las bandejas grandes, debido a su estabilidad y mayor área de apoyo, lo que explica el 0 % de defectos en ese formato.

Los tiempos de paro debido a cambios de horma afectan la disponibilidad del sistema.

Resultado obtenido:

Los cambios de horma generan interrupciones frecuentes.

Literatura/estándares comparativos: En líneas MAP, los tiempos de cambio deberían representar menos del 5 % del tiempo total del turno operativo.

Análisis:

La evidencia muestra que los cambios de horma afectan la continuidad operativa y reducen la disponibilidad del sistema. Comparativamente, ProgCarne presenta tiempos de transición más altos de lo recomendado, lo que disminuye la eficiencia global del equipo (OEE).

En Latinoamérica, la aplicación del indicador de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en la industria cárnica se documenta principalmente mediante estudios de caso desarrollados en plantas de procesamiento, especialmente en líneas de embutidos y productos cárnicos preparados. Estos estudios coinciden en señalar que el OEE constituye una herramienta clave para la identificación de pérdidas operativas y la mejora del desempeño productivo.

Asimismo, existen antecedentes regionales a nivel de posgrado en Honduras que documentan la implementación del OEE en plantas de embutidos, donde se registran valores iniciales de OEE en rangos aproximados de 50 % a 60 %, considerados por debajo del estándar de clase mundial. Estos trabajos destacan que las principales oportunidades de mejora se concentran en la disponibilidad y el rendimiento de los equipos, aportando un marco metodológico comparable para el análisis del desempeño en líneas cárnicas.

En el caso de ProgCarne, el valor de OEE obtenido para la línea de envasado en atmósfera modificada (MAP) se sitúa en un nivel comparable al reportado en los estudios latinoamericanos antes mencionados, ubicándose dentro del rango observado para plantas cárnicas de la región. Este resultado evidencia que, si bien el desempeño actual se encuentra alineado con el promedio regional, persiste una brecha significativa respecto al estándar de clase mundial de 85 %, propuesto en la literatura de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

La comparación entre ProgCarne, los estudios de caso en Ecuador y Honduras, y el referente de clase mundial pone de manifiesto que las principales oportunidades de mejora se concentran en el fortalecimiento del mantenimiento preventivo, la

estandarización de los procesos operativos y el control sistemático de la calidad. En este sentido, la aplicación de estrategias de mejora continua orientadas a estos factores resulta pertinente para reducir pérdidas operativas, incrementar la eficiencia de los equipos y avanzar progresivamente hacia niveles superiores de desempeño en la línea MAP.

Resultado obtenido:

La línea trabaja con un rendimiento del 19 % respecto a su capacidad ideal del turno.

Estándar de eficiencia en líneas MAP: El rendimiento aceptable en industrias cárnicas oscila entre 70 % y 85 % del total teórico.

Análisis comparativo:

La empresa opera 51–60 puntos porcentuales por debajo del estándar esperado, lo que evidencia una capacidad altamente subutilizada.

Factores como paros por horma, defectos por film arrugado y temperaturas inadecuadas contribuyen directamente a esta baja eficiencia.

Los resultados comparados con los estándares del fabricante, el Codex Alimentarius y la literatura especializada demuestran que el proceso MAP presenta fallas significativas en tres áreas críticas:

1. Parámetros operativos (temperatura de sellado subóptima).
2. Ejecución operativa (calibración, limpieza, control del sellado).
3. Calidad del empaque (defectos de film).

Estas deficiencias generan un índice de defectos superior al permitido, reducen la disponibilidad del sistema y provocan un rendimiento productivo considerablemente bajo (19 %).

El proceso requiere mejoras estructurales, estandarización y mantenimiento preventivo para cumplir con los estándares de calidad MAP.

El 19 % se obtiene al comparar la producción real del turno con la producción ideal (o capacidad máxima teórica) que la máquina MAP puede alcanzar.

Usamos esta fórmula:

Figura 3 fórmula de rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Producción real del turno}}{\text{Producción ideal del turno}} \times 100$$

Producción ideal del turno:

3 600 bandejas
(600 bandejas/h × 6 horas efectivas)

- Producción real obtenida: 684 bandejas

Entonces:

$$684 / 3600 \times 100 = 19\%$$

Significa que solo se está utilizando el 19 % de la capacidad máxima del equipo, indicando:

- tiempos muertos por cambios de horma,
- paros operativos,
- calibración deficiente,
- baja velocidad en la línea,
- reprocesos por sellado defectuoso.

Análisis cualitativo de las entrevistas semiestructuradas

El análisis de las entrevistas revela que los operadores perciben la línea MAP como un proceso inestable y con múltiples factores que afectan su desempeño. Los participantes señalaron que no han recibido capacitación formal y que gran parte de los conocimientos adquiridos se basan en la experiencia directa, lo cual genera variaciones en la ejecución de tareas críticas.

Varios colaboradores mencionaron frases como “*la máquina siempre falla por la mañana*”, “*el film nuevo se acomoda mejor y no deja tantas arrugas*” o “*la horma mediana siempre da problemas porque no encaja bien*”. Estas declaraciones refuerzan la idea de que las condiciones técnicas del equipo y los materiales afectan la

consistencia del sellado. Además, se indicó la presencia ocasional de humedad en el área, lo que también altera la adherencia del film y la calidad final del empaque.

De manera general, las percepciones de los trabajadores reflejan una combinación de problemas operativos, limitaciones en el mantenimiento y ausencia de una guía clara para la estandarización de tareas, todos elementos que coinciden con los resultados cuantitativos obtenidos. A partir de los datos de producción del turno analizado, se obtuvo una disponibilidad de 81.25 %, un rendimiento de 19.4 % y una calidad de 94.5 %, lo que se traduce en un OEE aproximado de 15 %. Este valor refleja una utilización muy baja de la capacidad instalada de la línea MAP, principalmente afectada por tiempos de paro, bajo aprovechamiento de la capacidad teórica y presencia de producto defectuoso.

Análisis del tiempo del proceso y localización de fallas en la línea MAP

Con el fin de determinar el tiempo requerido para el proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) y localizar las principales fallas operativas, se realizó un análisis del flujo productivo de la línea MAP de ProgCarne. Los resultados indican que el tiempo promedio total del proceso por lote, desde la preparación del producto hasta su ingreso a almacenamiento en frío, oscila entre 45 y 60 minutos.

Durante este período, se identificó que aproximadamente entre 60 % y 65 % del tiempo corresponde a actividades que agregan valor al producto, mientras que el 35 % a 40 % restante se asocia a tiempos improductivos, tales como esperas, ajustes de maquinaria y reprocesos. Estos tiempos improductivos impactan negativamente la eficiencia del proceso y contribuyen a la generación de devoluciones y pérdidas económicas.

En la etapa de preparación del producto, el tiempo promedio por lote se sitúa entre 10 y 15 minutos, presentándose demoras ocasionadas por desincronización con la línea de envasado. Posteriormente, la etapa de envasado y sellado MAP, considerada la más crítica del proceso, requiere entre 15 y 20 minutos por lote; sin embargo, en esta fase se generan tiempos adicionales improductivos de aproximadamente 5 a 8 minutos, derivados principalmente de ajustes de la selladora, fallas en el film y verificaciones correctivas del vacío.

La fase de inspección y liberación del producto presenta una duración promedio de 8 a 12 minutos, donde se detectan fallas relacionadas con sellos incompletos, pérdida de vacío y defectos visibles del empaque, lo que ocasiona reprocesos o segregación del producto no conforme. Finalmente, el traslado y almacenamiento en frío del producto

tiene una duración aproximada de 5 a 8 minutos, etapa en la que pueden presentarse variaciones de temperatura cuando se generan acumulaciones de producto.

Este análisis evidencia que la mayor concentración de tiempos improductivos y fallas se localiza en la etapa de envasado y sellado MAP, afectando principalmente la disponibilidad y calidad del proceso, componentes clave del indicador OEE. En consecuencia, los resultados respaldan la necesidad de implementar acciones de mejora orientadas a la estandarización del proceso, el fortalecimiento del mantenimiento preventivo y el control sistemático de los parámetros críticos, con el fin de reducir tiempos improductivos, minimizar fallas y mejorar la eficiencia operativa de la línea MAP.

4.4 INFERENCIA

La inferencia se realizó contrastando los resultados obtenidos con cada hipótesis planteada:

Hipótesis de investigación (Hi): En base a los resultados obtenidos se establece que existen oportunidades de mejora significativas en la línea MAP, las cuales pueden ser implementadas.

Hipótesis nula (H0): En base a los resultados obtenidos se establece que NO existen oportunidades de mejora significativas en la línea MAP, las cuales pueden ser implementadas.

Los resultados demuestran que:

El OEE de 15 % se encuentra muy por debajo del estándar industrial (≥ 85 %), lo que evidencia una utilización deficiente de la capacidad instalada.

- La calidad del sellado (94.5 %), aunque elevada, está afectada principalmente por las bandejas medianas, que concentran el 6 % de defectos, el valor más alto entre las presentaciones.
- La disponibilidad (81.25 %) se ve limitada por los paros de 30 minutos por cambio de horma, provocando tiempos muertos significativos.
- El rendimiento (19.4 %) muestra una fuerte subutilización de la capacidad real, debido a una combinación de variabilidad de parámetros y tiempos improductivos.

- Las entrevistas confirman problemas persistentes en la calibración del equipo, el comportamiento del nuevo film, y la insuficiencia de capacitación, aspectos que afectan directamente la eficiencia del proceso.

En conjunto, estos hallazgos permiten rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis de investigación (H_i), concluyendo que:

La línea MAP presenta oportunidades de mejora significativas relacionadas con la calibración del equipo, la reducción de tiempos de paro, la estandarización de parámetros de sellado y el control de defectos por tipo de bandeja.

En conclusión y con base en los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula, ya que se identificaron oportunidades de mejora significativas en el proceso MAP asociadas al nivel de devoluciones.

Esta inferencia cierra adecuadamente el diagnóstico y fundamenta la necesidad de una propuesta de mejora en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo sintetiza los hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación, presentando las conclusiones derivadas del diagnóstico del proceso MAP y de la identificación de los factores críticos que afectan la calidad del producto en ProgCarne. Asimismo, se establecen recomendaciones orientadas a mejorar la eficiencia operativa, reducir la variabilidad del proceso y fortalecer la calidad del producto final. Este apartado constituye la base para la toma de decisiones estratégicas y para la implementación de acciones correctivas y preventivas de impacto sostenible.

5.1 CONCLUSIONES

1. El diagnóstico evidenció variaciones significativas en parámetros críticos del proceso MAP: la mezcla de gases presentó desviaciones de hasta $\pm 8\%$, la temperatura de sellado se encontró entre $150 - 158^\circ\text{C}$, por debajo del rango recomendado ($160 - 165^\circ\text{C}$), y los tiempos de ciclo variaron entre 9 y 13 segundos, generando inestabilidad operativa. Además, se registraron inventarios intermedios de hasta 18 minutos, fallas en sensores y resistencias, así como diferencias de desempeño entre turnos de hasta 12% . La presencia de bandejas defectuosas alcanzó entre 5 a 6% , superando el límite aceptable del 2% según Codex. En

conjunto, estos elementos confirman que el proceso opera con alta variabilidad, baja estandarización y control limitado.

2. Los principales defectos observados deformaciones, pérdida de vacío, cambios de color, exceso de líquido y olores anómalos están directamente asociados a fallas en la mezcla de gases, manipulación inadecuada y sellado deficiente. Los datos indican que los defectos más frecuentes corresponden a film arrugado, con incidencias del 5 % en bandejas pequeñas, 6% en bandejas medianas y 0 % en bandejas grandes, superando el límite aceptable del 2 % establecido por el Codex Alimentarius. Además, se estima que entre 8% y 10% de los productos con cambios de color o pérdida de vacío están relacionados con fallas en la mezcla de gases y variabilidad en la presión de vacío durante el ciclo de sellado. La falta de KPIs definidos y los controles incompletos de atmósfera residual limitan la capacidad de garantizar calidad por lote, generando variabilidad operativa que alcanza hasta un 12% en el turno. Finalmente, la capacitación insuficiente del personal contribuye a errores repetitivos, representando aproximadamente el 15 % de los defectos derivados de manipulación según el análisis del proceso MAP.

3. El análisis de las percepciones y experiencias de los colaboradores del área MAP permitió concluir que el personal reconoce el proceso como una labor exigente que requiere aprendizaje continuo, pero también evidencia limitaciones operativas relacionadas con la calibración del equipo, el estado del material de empaque y la falta de monitoreo técnico. Los trabajadores señalaron que varias fallas del producto, como mal olor o cambios de color, se originan por problemas previos al envasado, especialmente por fallas en la cadena de frío, reflejando así la influencia de factores externos al propio proceso MAP. Asimismo, sus sugerencias, centradas en fortalecer el mantenimiento preventivo, mejorar la manipulación del producto y estandarizar procedimientos, muestran una comprensión clara de los factores que afectan la calidad. En síntesis, las percepciones del personal confirman que la mejora del proceso MAP requiere abordar tanto los aspectos técnicos como las prácticas operativas para garantizar un desempeño estable y una calidad constante del producto.

4. A partir de los resultados obtenidos durante la investigación, se diseñó en el Capítulo VI una propuesta de mejora orientada a optimizar la calidad del producto en el proceso MAP, reducir la tasa de devoluciones y fortalecer la eficiencia operativa. La propuesta responde a las principales causas identificadas:

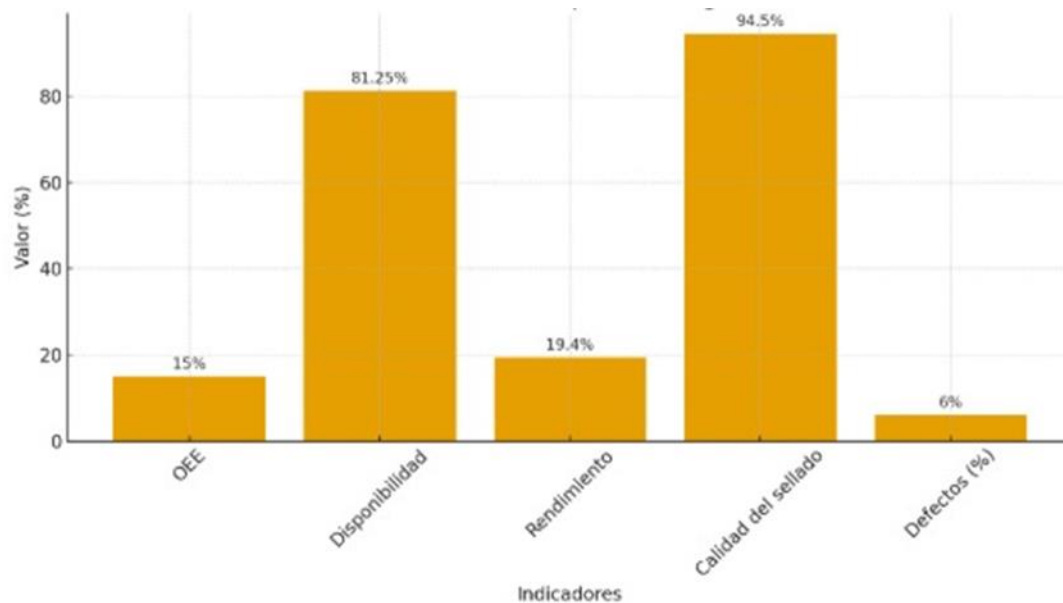
variaciones en los parámetros técnicos del envasado, fallas asociadas al material de empaque, deficiencias en la cadena de frío, inconsistencias en la calibración del equipo y variabilidad operativa entre turnos. Para atender estas necesidades, el Capítulo VI integra acciones como la estandarización de procedimientos mediante POE actualizados, el establecimiento de controles técnicos continuos, la implementación de un sistema de mantenimiento TPM, la capacitación sistemática del personal y la mejora del manejo previo del producto. Estas medidas están orientadas a estabilizar el proceso, minimizar desviaciones y asegurar un funcionamiento más confiable del sistema MAP

Conclusión general El análisis integral del proceso MAP confirmó que las principales causas de las devoluciones y de la pérdida de calidad se originan en la variabilidad de parámetros críticos, la falta de estandarización operativa, fallas de calibración y una débil gestión de mantenimiento. La propuesta de mejora desarrollada, basada en Lean Manufacturing, PHVA y TPM, constituye una solución coherente y viable para estabilizar el proceso, reducir defectos y mejorar la calidad del producto final.

Conclusión sobre la prueba de hipótesis

Las devoluciones de productos cárnicos envasados bajo atmósfera modificada (MAP) en ProgCarne están significativamente influenciadas por deficiencias en el control de los parámetros críticos del proceso.

La comparación de los indicadores reales con los valores ideales demuestra que la línea MAP presenta variabilidad operativa, falta de estandarización y deficiencias en el control de parámetros críticos. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis de investigación (H_i).

Gráfico 11 Indicadores de desempeño

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los instrumentos de investigación.

5.2 RECOMENDACIONES

Recomendaciones generales

1. Se recomienda ampliar el tamaño de la muestra utilizada en futuras investigaciones, especialmente en estudios cualitativos. En esta investigación participaron cuatro operadores del área MAP, sin embargo, incluir a más colaboradores (como supervisores, personal de calidad, mantenimiento y logística) permitiría obtener una visión más completa del proceso. Una muestra más amplia facilitaría la triangulación de información y fortalecería la validez de los hallazgos, especialmente en temas relacionados con variabilidad operativa, percepción del desempeño del equipo y causas de las fallas de calidad.

2. Es aconsejable extender el tiempo destinado a la observación directa y al análisis del proceso MAP. Un periodo más prolongado permitiría registrar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones, incluyendo variaciones de demanda, cambios de turno, fluctuaciones ambientales y ajustes técnicos que puedan afectar la continuidad del sellado. Además, estudios con mayor duración posibilitan identificar patrones operativos de mediano plazo y evaluar la sostenibilidad de las mejoras implementadas, lo que aporta solidez a investigaciones posteriores.

3. Finalmente, se recomienda diversificar y fortalecer los instrumentos de recolección de datos utilizados en investigaciones futuras. Además de entrevistas y guías de observación, podrían incorporarse pruebas de fugas, análisis microbiológico, mediciones instrumentadas de vacío y gas residual, o encuestas aplicadas a un número mayor de operarios. Esto permitiría obtener datos más detallados y comparables entre distintos momentos del proceso. Asimismo, se sugiere considerar el uso de análisis estadísticos más robustos para explorar relaciones entre parámetros técnicos y defectos del producto, lo que ampliaría la profundidad del análisis y generaría aportes valiosos para la empresa y el sector.

Recomendaciones del proceso MAP

Para fortalecer la calidad del producto y reducir las devoluciones, se recomienda implementar el plan de mejora del proceso MAP de manera progresiva, iniciando por los elementos que tienen mayor impacto en la estabilidad del proceso: el sellado, la mezcla de gases y la calibración de los equipos. Estas áreas deben ser atendidas primero porque representan las causas más frecuentes de fallas en vida útil, color, olor y deformación del empaque. Una vez controlados estos aspectos, la empresa puede avanzar hacia la estandarización de registros, la implementación de indicadores clave y la consolidación de una cultura de mejora continua.

1. Para fortalecer la calidad del producto y reducir las devoluciones, se recomienda implementar de manera progresiva el plan de mejora del proceso MAP desarrollado en el Capítulo VI, comenzando por los aspectos de mayor impacto: el sellado, la mezcla de gases y la calibración de los equipos. Estas áreas deben atenderse en primera instancia porque representan las causas más frecuentes de fallas relacionadas con vida útil, cambios de color, olores anómalos y deformaciones del empaque. Una vez estabilizados estos elementos, la empresa puede continuar con la estandarización de registros, el desarrollo de indicadores clave y el fortalecimiento de una cultura de mejora continua.

2. Asimismo, se recomienda aplicar un plan integral de mejora que incorpore componentes como el TPM en sus fases básica, preventiva y predictiva, la estandarización de Procedimientos Operativos (POE), la capacitación continua del personal operativo y técnico, auditorías semanales del proceso MAP y la ejecución mensual del ciclo PHVA. Estas acciones permitirán asegurar la continuidad operativa del equipo, reducir la variabilidad entre turnos y anticipar fallas mediante prácticas de mantenimiento planificado.

3. Finalmente, se sugiere establecer controles estrictos sobre los parámetros críticos del proceso MAP, incluyendo la mezcla de gases, la presión de vacío, la temperatura de sellado y los tiempos de ciclo. Para ello, se deben implementar registros actualizados, calibraciones diarias, validaciones operativas y sistemas de alerta ante desviaciones fuera de especificación. Cada una de estas recomendaciones está incorporada dentro del Capítulo VI, el cual detalla su alcance, el plan de implementación y el presupuesto necesario para asegurar la sostenibilidad de las acciones propuestas.

Cada una de las recomendaciones anteriores son parte del capítulo VI, las cuales son propuestas que incluyen un alcance, un plan de implementación, así como un presupuesto de implementación para cada propuesta.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

Propuesta de Optimización del Proceso MAP en la empacadora ProgCarne

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta se fundamenta en los hallazgos del diagnóstico del Capítulo IV y V, donde se evidenció que la línea de envasado en atmósfera modificada (MAP) presenta variabilidad significativa en sus parámetros técnicos, ausencia de estandarización operativa y deficiencias en mantenimiento y capacitación. Estas condiciones han derivado en un promedio de 6.5 % de devoluciones anuales, superando en más del doble el estándar internacional (2 a 3 %), y representando pérdidas aproximadas de L 1,250,000 por año. Durante el primer semestre de 2025, la desviación se incrementó a 8.4 %, confirmando la tendencia negativa del proceso.

Con el fin de asegurar la efectividad del plan de implementación y fortalecer la mejora continua del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP), las observaciones generadas durante la ejecución del plan serán analizadas y vinculadas directamente con las tres respuestas clave de la propuesta. Este enfoque permite que las desviaciones, incidencias operativas y oportunidades de mejora identificadas se traduzcan en ajustes concretos sobre las acciones prioritarias del plan.

La falta de control efectivo en variables críticas (como mezcla de gases, parámetros de sellado, temperatura, ausencia de POE, mantenimiento correctivo predominante y variabilidad entre turnos) ha generado defectos recurrentes como

fugas, pérdida de vacío, cambios de color y olores no característicos, afectando la vida útil del producto y la percepción del consumidor.

Bajo este contexto, la propuesta adquiere un propósito común: reducir la variabilidad del proceso MAP mediante estandarización operativa, control técnico de parámetros críticos y fortalecimiento del mantenimiento preventivo y predictivo, con el fin de garantizar la inocuidad del producto, aumentar la eficiencia y disminuir la merma económica.

El impacto esperado de la propuesta se estima en la reducción de devoluciones del 6.5 % al 3 %, lo que representa un ahorro aproximado de L 673,100 anuales, sin considerar los beneficios indirectos derivados de la mejora de vida útil, reducción de reprocesos y eficiencia operativa. Si se integran los efectos combinados de capacitación, mantenimiento basado en condición y POE documentados, el ahorro total podría alcanzar entre L 650,000 y L 900,000 por año, fortaleciendo la competitividad de ProgCarne y contribuyendo a la sostenibilidad del sector cárnico nacional.

En suma, la propuesta no solo responde al problema identificado, sino que también se alinea con los objetivos estratégicos de la empresa, los estándares de inocuidad (Codex, HACCP, ISO 22000), y con las conclusiones de la investigación, justificando plenamente su implementación.

Tabla 20 Impacto cuantitativo de la propuesta de mejora en el proceso MAP

Área evaluada	Situación actual	Meta con la propuesta	Mejora esperada (%)	Impacto anual estimado (L.)
Devoluciones totales	6.5 % anual	3.0 % anual	-54 %	Ahorro: L 673,100
Pérdidas económicas por devoluciones	L 1,250,000 / año	L 576,900 / año	-46 %	Ahorro directo por merma reducida
Fallas de sellado	18 a 25 % por lote	5 - 8 %	-60 %	Menos reprocesos y desperdicio de film
Reprocesos	12 % de producción	5 - 6 %	-50 %	Ahorro: L 150,000–250,000
Variabilidad entre turnos	>15 %	<5 %	-70 %	Mayor estabilidad y menor tiempo improductivo
Disponibilidad del equipo MAP (OEE)	78%	90 - 92 %	18%	Incremento en productividad

Mezcla fuera de rango	10 a 15 %	<3 %	-70 %	Vida útil más estable, menos devoluciones
Tiempo muerto por mantenimiento correctivo	Alto (no cuantificado)	Reducción del 35–50 %	-40 % aprox.	Ahorro por evitar paros no programados
Trazabilidad de lotes	Limitada	100 % digital y por turno	60%	Menos riesgos en auditorías y reclamos
Vida útil del producto	Variable (afectada por sellado y mezcla)	+1 a +2 días adicionales	+20 - 30 %	Mejora percepción del cliente

Fuente de elaboración propia.

Tabla 21 Impacto global estimado

Variable	Valor anual estimado
Ahorro anual directo por reducción de devoluciones	L673,100
Ahorro por disminución de reprocesos	L 150,000 - 250,000
Ahorro por reducción de fallas y tiempos muertos	L 80,000 - 120,000
Total, ahorro anual proyectado	L 903,100 - 1,043,100

Fuente de elaboración propia.

6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA

La presente propuesta de mejora se delimita al proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) en ProgCarne, interviniendo todas las etapas operativas y técnicas que conforman el flujo de envasado: preparación del producto, configuración de parámetros, creación de vacío, dosificación de mezcla de gases, sellado, inspección final y trazabilidad del lote. Su alcance abarca tanto los aspectos técnicos del proceso como los administrativos y formativos, con el objetivo de garantizar la estabilidad operativa, la inocuidad del producto y la reducción de variabilidad en el turno.

La propuesta está dirigida a generar mejoras en cuatro áreas principales:

1. Área operativa: mediante la estandarización de procedimientos, reducción de errores humanos, control de parámetros críticos y mejora del desempeño del personal involucrado en la operación MAP.
2. Área técnica: fortaleciendo el mantenimiento preventivo y predictivo del equipo, optimizando calibraciones y estableciendo controles de ingeniería que aseguren la estabilidad de la mezcla de gases y la integridad del sellado.
3. Área de aseguramiento de calidad: a través del establecimiento de registros sistemáticos, criterios de aceptación, mecanismos de verificación y fortalecimiento del sistema de trazabilidad por lote y turno.
4. Área de gestión y desempeño: mediante indicadores clave de desempeño (KPI), análisis de tendencias y comunicación interna estructurada entre turnos y áreas involucradas.

El alcance considera a los operarios de línea, supervisores, personal de mantenimiento, personal de calidad, ingenieros de procesos y jefaturas de producción, debido a que todos ellos intervienen de manera directa o indirecta en el funcionamiento y control del sistema MAP.

La propuesta no contempla inversiones de capital en maquinaria nueva ni modificaciones estructurales en la planta; su enfoque se centra en la optimización del equipo existente, el uso eficiente de los recursos actuales y la mejora de competencias, procedimientos y controles técnicos. De esta manera, se garantiza que los cambios puedan implementarse en el corto plazo y con un impacto directo en la disminución de fallas de sellado, reducción de mezcla fuera de rango, minimización de reprocesos y mejora en la vida útil del producto.

En síntesis, la propuesta se dirige a gestionar mejoras integrales y sostenibles en el proceso MAP, asegurando que todas las áreas involucradas trabajen bajo un estándar común, medible, verificable y enfocado en la calidad y la eficiencia operacional.

6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

La propuesta de mejora del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) se fundamenta en el diagnóstico realizado en los capítulos anteriores, donde se evidenció que la variabilidad operativa, la falta de estandarización y la ausencia de controles técnicos consistentes representan factores críticos que afectan la calidad final del producto, la estabilidad de la vida útil y la eficiencia operativa de la planta.

la estrategia para la reducción del porcentaje de devoluciones

La reducción del porcentaje de devoluciones en el proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) se fundamenta en la eliminación de las principales causas operativas y técnicas que afectan la calidad del producto. Para ello, la propuesta

contempla la estandarización y control de los parámetros críticos del proceso MAP, el fortalecimiento del control de calidad en línea, la implementación de mantenimiento preventivo en los equipos y la capacitación continua del personal operativo.

Estas acciones se complementan con el seguimiento sistemático de indicadores clave de desempeño, tales como el porcentaje de devoluciones y las pérdidas económicas asociadas, permitiendo evaluar el impacto de las mejoras e implementar acciones correctivas bajo el enfoque de mejora continua PHVA. La aplicación integrada de estas medidas busca disminuir de forma progresiva las devoluciones hasta alcanzar niveles acordes con los estándares internacionales del sector cárnico, garantizando la calidad, inocuidad y eficiencia del proceso productivo.

Como parte del desarrollo de la propuesta de mejora del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP), se integran indicadores clave de desempeño (KPIs) orientados a evaluar la reducción de devoluciones, el impacto económico y la eficiencia operativa del proceso. Estos indicadores permiten monitorear el comportamiento del sistema, identificar desviaciones y apoyar la toma de decisiones durante la implementación de las acciones propuestas.

La implementación de la propuesta de mejora del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) contribuirá a la disminución de los costos operativos mediante la reducción de devoluciones, reprocesos y desperdicio de producto, así como por la optimización del uso de los recursos productivos. El control de los parámetros críticos del proceso, el fortalecimiento del mantenimiento preventivo y la estandarización de las prácticas operativas permitirán reducir tiempos improductivos y paros no programados, impactando positivamente en la eficiencia de los equipos y en el OEE del proceso. Asimismo, el seguimiento de indicadores clave de desempeño facilitará la identificación oportuna de desviaciones que generen sobrecostos, apoyando la toma de decisiones orientadas a la mejora continua y a la sostenibilidad económica del proceso MAP.

Entre los principales KPIs considerados se incluyen el porcentaje de devoluciones MAP, el costo asociado a devoluciones, la tasa de conformidad del empaque y la eficiencia global de los equipos (OEE). La selección de estos indicadores responde a su relación directa con la calidad del producto, la estabilidad del proceso MAP y la rentabilidad de la operación. El detalle de las metas y la frecuencia de revisión de dichos KPIs se presenta en el apartado de medidas de control.

La propuesta no implica costos elevados ni la adquisición de nueva maquinaria; se enfoca en maximizar el rendimiento del equipo existente mediante una gestión más técnica y preventiva, generando resultados cuantificables desde las primeras semanas.

6.4.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Con base en los hallazgos identificados en el diagnóstico del proceso MAP incluyendo variabilidad en parámetros críticos, fallas técnicas recurrentes, diferencias operativas y ausencia de registros confiables se plantea una propuesta que responda directamente a estas causas raíz. El desarrollo de la propuesta se centra en elementos que permitan estabilizar el proceso, fortalecer el control técnico y asegurar una operación uniforme y sostenible en el tiempo.

El desarrollo se estructura en tres componentes esenciales, cada uno diseñado para resolver los problemas identificados en el diagnóstico y asegurar un proceso MAP estable y controlado.

6.4.2.1 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

1. Estandarizar y controlar el proceso MAP, definiendo parámetros críticos como vacío, mezcla de gases, tiempos y temperaturas de sellado.
2. Implementar un sistema robusto de control técnico, incluyendo calibraciones, validaciones y monitoreo continuo.
3. Reducir la variabilidad operativa, fortaleciendo la transferencia entre turnos y estableciendo verificaciones cruzadas.
4. Optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo, apoyado en inspecciones sistemáticas y registros digitales para mejorar la trazabilidad.
5. Disminuir fallas y costos operativos, impulsando la capacitación del personal y un sistema de mejora continua basado en indicadores y el ciclo PHVA.

6.4.3. ANÁLISIS INTEGRAL DEL PROCESO MAP

Se propone realizar una evaluación detallada del proceso para comprender el comportamiento de los parámetros críticos y determinar las causas principales de las desviaciones observadas. Este análisis incluiría la revisión del estado de sensores, resistencias, cuchillas, sistema de vacío y prácticas operativas, así como la identificación de brechas en trazabilidad y registros. Este componente permite establecer parámetros realistas y adecuados para estabilizar el proceso.

6.4.3.1. DISEÑO TÉCNICO-OPERATIVO DE LA MEJORA

Se plantea desarrollar un modelo operativo mejorado que incluya la estandarización mediante POE, definición de parámetros críticos, diseño de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo basado en TPM, y creación de un sistema de monitoreo y trazabilidad digital para capturar y analizar parámetros en tiempo real.

Este componente reduce variabilidad, mejora la estabilidad del proceso y aumenta la confiabilidad del producto final.

6.4.3.2 IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y VALIDACIÓN PROYECTADA

Se sugiere implementar los ajustes necesarios en el equipo MAP, capacitar al personal en los nuevos procedimientos y realizar pruebas iniciales para validar la estabilidad del proceso. Posteriormente se propone monitorear indicadores clave del MAP para evaluar la eficacia de la propuesta y realizar ajustes según sea necesario. Este componente garantiza que la propuesta sea viable, funcional y sostenible en el tiempo.

El desarrollo se estructura en tres componentes principales, diseñados para abordar de manera integral los factores técnicos y operativos que influyen en el desempeño del proceso MAP.

6.4.3.3. ANÁLISIS INTEGRAL DEL PROCESO MAP

Se propone realizar una evaluación detallada del proceso para comprender el comportamiento de los parámetros críticos y determinar las causas principales de las desviaciones observadas. Este análisis incluiría la revisión del estado de sensores, resistencias, cuchillas, sistema de vacío y prácticas operativas entre turnos, así como la identificación de brechas en trazabilidad y registros.

6.4.3.4. DISEÑO TÉCNICO-OPERATIVO DE LA MEJORA

Se plantea desarrollar un modelo operativo mejorado que incluya la estandarización mediante POE, definición de parámetros críticos, diseño de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo basado en TPM, y creación de un

sistema de monitoreo y trazabilidad digital para capturar y analizar parámetros en tiempo real.

6.4.3.5. IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y VALIDACIÓN PROYECTADA

Se sugiere implementar los ajustes necesarios en el equipo MAP, capacitar al personal en los nuevos procedimientos y realizar pruebas iniciales para validar la estabilidad del proceso. Posteriormente se propone monitorear indicadores clave del MAP para evaluar la eficacia de la propuesta y realizar justes según sea necesario.

6.5 MEDIDAS DE CONTROL

Con el fin de asegurar la efectividad y sostenibilidad de la propuesta de mejora del proceso MAP, se establecen metas, indicadores y frecuencias de revisión que permitan validar su cumplimiento y facilitar la mejora continua.

6.5.1 MEDIDAS DE CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN (CONTROLES E INDICADORES KPIS)

Las medidas de control planteadas permiten asegurar que las acciones propuestas se mantengan en el tiempo y previenen la recurrencia de los problemas identificados durante el diagnóstico, tales como la variabilidad, fallas técnicas por desgaste y ausencia de registros confiables. (Anexo 8)

Estas medidas incluyen:

1. Monitoreo continuo de mezcla de gases, vacío y temperatura mediante registros actualizados.
2. Auditorías operativas periódicas enfocadas en verificar el cumplimiento de POE.
3. Mantenimiento preventivo y predictivo bajo metodología TPM.
Capacitación continua para asegurar uniformidad en todos los turnos.
4. Revisión periódica de indicadores MAP para identificar desviaciones y oportunidades de mejora.

Para asegurar la sostenibilidad de la propuesta, se plantean medidas de control orientadas a mantener la estabilidad del proceso y prevenir desviaciones futuras.

Estas medidas incluyen:

- Monitoreo continuo de mezcla de gases, vacío y temperatura mediante registros actualizados.

- Auditorías operativas periódicas enfocadas en verificar el cumplimiento de POE.
- Mantenimiento preventivo y predictivo bajo metodología TPM.
- Capacitación continua para asegurar uniformidad en todos los turnos.
- Revisión periódica de indicadores MAP para identificar oportunidades de mejora.

Durante la implementación de la propuesta, es necesario monitorear de forma sistemática los parámetros críticos del proceso, la ejecución operativa y el estado técnico de los equipos. Esto permite validar que las acciones definidas se están ejecutando correctamente y que las mejoras generan el impacto esperado. Los indicadores seleccionados permiten evaluar rendimiento, eficiencia, desviaciones y cumplimiento de especificaciones técnicas.

Tabla 22. Medidas de control

Área de Control	Qué se controla	Acciones de control	Indicadores (KPIs)
Parámetros críticos del proceso MAP	Mezcla de gases, vacío, tiempo y temperatura de sellado	Verificación por lote, registros automáticos y alarmas de desviación	- % de mezclas dentro de especificación- Nivel de vacío vs. estándar- % de sellos dentro de parámetros
Cumplimiento de POE	Ejecución correcta de tareas operativas por turno	Listas de verificación, inspecciones y observación directa	- % de cumplimiento de POE- N° de desviaciones detectadas
Condición técnica de equipos	Desgaste, desempeño mecánico, fallas	Rutinas TPM, calibraciones y validaciones técnicas	- MTBF (tiempo entre fallas)- MTTR (tiempo de reparación)- % de mantenimiento preventivo cumplido
Competencias del personal	Nivel de habilidad y uniformidad operativa	Evaluaciones, entrenamientos y recertificaciones	- % de personal capacitado- N° de errores atribuibles a falta de entrenamiento
Resultados de calidad del sellado	Fallas, reprocesos, devoluciones	Inspección de producto, análisis de causa raíz	- % de fallas de sellado- % de reprocesos- N° de reclamos asociados

Fuente; Elaboración propia.

Tabla 23 KPIs de propuesta.

KPI	Meta	Frecuencia	Responsable
Tasa de devoluciones	$\leq 3 \%$	Mensual	Calidad
OEE	$\geq 90 \%$	Mensual	Producción
Cumplimiento POE	$\geq 95 \%$	Mensual	Calidad
Parámetros MAP dentro de rango	100 %	Por lote	Operación

Fuente; Elaboración propia.

6.5.2 MEDIDAS DE CONTROL PARA EL SOSTENIMIENTO DE LA PROPUESTA (FRECUENCIAS)

El sostenimiento de la propuesta requiere la implementación de un sistema permanente de control que asegure la estabilidad del proceso MAP, la reducción continua de la variabilidad y el cumplimiento estricto de los parámetros establecidos. Para evitar la reaparición de los problemas detectados en el diagnóstico, falla de sellado, variaciones de mezcla de gases, ausencia de registros confiables y desgaste prematuro de equipos, se definen actividades periódicas de verificación, capacitación y seguimiento de indicadores.

Estas medidas permiten garantizar que los estándares alcanzados durante la implementación no se deterioren con el tiempo, logrando un proceso robusto, predecible y alineado con los objetivos de calidad e inocuidad del producto.

6.5.2.1. MONITOREO CONTINUO Y VALIDACIÓN DE PARÁMETROS CRÍTICOS

El monitoreo constante de la mezcla de gases, nivel de vacío, tiempo de exposición y temperatura de sellado constituye la base del sostenimiento. Este control permite detectar desviaciones en tiempo real y prevenir fallas antes de que afecten la integridad del producto.

- Alcance: revisión por lote, análisis de tendencias y comparación con límites de control.
- Resultados esperados: disminución de variabilidad y mayor estabilidad del proceso.
- Frecuencia: diaria y por lote, dependiendo del volumen de producción.

6.5.2.2. AUDITORÍAS OPERATIVAS CENTRADAS EN LA ESTANDARIZACIÓN

Las auditorías permiten verificar que el personal aplica de manera uniforme los Procedimientos Operativos Estandarizados (POE) y que no existan desvíos operativos entre turnos.

- Enfoque: observación directa, revisión documental, entrevistas y análisis de deficiencias.
- Resultado esperado: fortalecer la estandarización y reducir errores humanos.
- Frecuencia: semanal por supervisión. Y mensual por el área de Calidad.

Mantenimiento preventivo y predictivo bajo metodología TPM

Para garantizar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas MAP, se implementa un programa estructurado que integra:

- Mantenimiento preventivo: limpieza, lubricación, ajustes, inspecciones básicas.
- Mantenimiento predictivo: análisis de vibraciones, termografía, desgaste y calibraciones.
- Autonomía operativa: involucrar a los operadores en tareas básicas de cuidado del equipo.
- Este sistema disminuye las paradas no planificadas y extiende la vida útil de componentes críticos.
- Frecuencia:
- Preventivo: semanal y mensual.
- Predictivo: trimestral.

6.5.2.4. CAPACITACIÓN CONTINUA Y ESTANDARIZACIÓN DE COMPETENCIAS

La sostenibilidad depende de que el personal mantenga un nivel uniforme de conocimiento y habilidades, independientemente del turno. Para ello se desarrolla un programa de capacitación y recertificación periódica.

- Contenidos: parámetros MAP, interpretación de indicadores, análisis de causas, uso adecuado de equipos, POE actualizados.

- Beneficios: reducción de errores, mayor rapidez en la resolución de desviaciones y mejor toma de decisiones.

Frecuencia:

- Capacitación: trimestral.
- Evaluación de competencias: semestral.

6.5.2.5. REVISIÓN PERIÓDICA DE INDICADORES MAP Y ANÁLISIS DE TENDENCIAS

La evaluación continua del desempeño mediante KPIs permite identificar desviaciones, áreas críticas, oportunidades de mejora y variaciones en el comportamiento del proceso.

- Indicadores clave: fallas de sellado, reprocesos, cumplimiento de mezcla de gases, cumplimiento de POE, MTBF y MTTR.
- Herramientas utilizadas: gráficos de control, paneles de indicadores, reuniones PHVA.
- Frecuencia: mensual con presentación formal de resultados.

6.5.2.6. EVALUACIÓN ANUAL DEL SISTEMA MAP

Es una revisión integral del sistema, que abarca:

- Validación de estándares.
- Revisión del estado mecánico de las máquinas.
- Evaluación de la necesidad de actualizaciones tecnológicas.
- Análisis de desempeño anual de KPIs.
- Identificación de nuevos riesgos operativos.
- Su objetivo es asegurar que el sistema MAP evolucione conforme a las necesidades del proceso y no solo se mantenga estable.

Frecuencia: anual.

Tabla 24 Medidas de sostenimiento

Actividad	Descripción ampliada	Frecuencia	Responsables
Monitoreo de parámetros críticos	Registro y verificación de mezcla de gases, vacío, tiempos y temperaturas;	Diario y por lote	Operador / Supervisor

	análisis de tendencias y control de límites		
Auditorías de cumplimiento de POE	Evaluación del seguimiento de estándares, observación de prácticas operativas, detección y corrección de desviaciones	Semanal (supervisión) / Mensual (Calidad)	Supervisión / Calidad
Mantenimiento TPM	Inspecciones preventivas, ajustes, lubricación, análisis predictivos y calibraciones para asegurar disponibilidad	Semanal / Mensual / Trimestral	Mantenimiento / Operaciones
Capacitación continua	Actualización técnica del personal, refuerzo de POE, evaluación de competencias, talleres de mejora	Trimestral (capacitación) / Semestral (evaluación)	RH / Supervisión
Revisión de indicadores MAP	Análisis de KPIs, tendencias, desviaciones, implementación de acciones PHVA	Mensual	Jefatura / Calidad
Evaluación integral del sistema MAP	Análisis global de desempeño, revisión técnica, actualización de estándares y propuestas de mejora	Anual	Dirección / Ingeniería / Calidad

Fuente de elaboración propia.

Metas y frecuencia de revisión para la validación de las propuestas de mejora

Con el objetivo de validar el cumplimiento y la efectividad de las propuestas de mejora implementadas en el proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP), se establecen metas específicas y frecuencias de revisión que permitan evaluar de manera sistemática el desempeño del proceso, asegurar la sostenibilidad de los resultados y facilitar la toma de decisiones oportunas.

Meta 1: Reducción de la tasa de devoluciones

Meta: Reducir la tasa de devoluciones de productos MAP del 6.5 %–8.4 % actual a un valor igual o inferior al 3 %, alineado con estándares internacionales del sector cárnico.

Indicador: Porcentaje mensual de devoluciones de productos MAP.

Frecuencia de revisión: Revisión mensual, con análisis comparativo de tendencias trimestrales.

Meta 2: Disminución de pérdidas económicas asociadas a devoluciones

Meta: Reducir en al menos un 40 % las pérdidas económicas anuales generadas por devoluciones y reprocesos en la línea MAP.

Indicador: Valor monetario de pérdidas mensuales por devoluciones (Lempiras).

Frecuencia de revisión: Revisión mensual, con evaluación semestral del impacto financiero.

Meta 3: Mejora en la integridad del empaque MAP

Meta: Alcanzar un nivel de cumplimiento igual o superior al 98 % en la integridad del sellado y estabilidad del vacío del producto envasado.

Indicador: Porcentaje de empaques conformes en controles de calidad.

Frecuencia de revisión: Revisión diaria en línea y consolidación de resultados semanal.

Meta 4: Optimización de los parámetros críticos del proceso MAP

Meta: Mantener los parámetros críticos del proceso MAP (mezcla de gases, temperatura y tiempo de ciclo) dentro de los rangos establecidos en el 100 % de los lotes producidos.

Indicador: Porcentaje de cumplimiento de parámetros críticos por lote.

Frecuencia de revisión: Monitoreo diario y análisis mensual de desviaciones.

Meta 5: Incremento de la eficiencia operativa del proceso MAP

Meta: Incrementar el OEE de la línea MAP en al menos un 10 % respecto al valor base inicial.

Indicador: Eficiencia Global de los Equipos (OEE).

Frecuencia de revisión: Revisión mensual, con evaluación trimestral de resultados.

Meta 6: Fortalecimiento de la capacitación del personal

Meta: Capacitar al 100 % del personal operativo del área MAP en procedimientos estandarizados, control de calidad y buenas prácticas de envasado.

Indicador: Porcentaje de personal capacitado y evaluado.

Frecuencia de revisión: Revisión semestral del plan de capacitación.

Seguimiento y mejora continua

El seguimiento de estas metas se realizará bajo el enfoque del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), utilizando los resultados de las revisiones periódicas para implementar acciones correctivas y preventivas cuando se identifiquen desviaciones. De esta manera, se garantiza la mejora continua del proceso MAP, la reducción sostenida de devoluciones y la optimización de la calidad e inocuidad del producto final.

Inclusión de lecciones aprendidas en el proceso

El plan de implementación de la propuesta de mejora del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP) incorpora un mecanismo de identificación y gestión de lecciones aprendidas, con el propósito de fortalecer la mejora continua y evitar la repetición de fallas durante su ejecución.

Durante cada etapa de implementación, las desviaciones del proceso, incidencias operativas y resultados de los indicadores de desempeño serán analizados para identificar aprendizajes clave relacionados con el control de parámetros críticos, mantenimiento de equipos, prácticas operativas y control de calidad.

Las lecciones aprendidas serán documentadas periódicamente y utilizadas para ajustar procedimientos, reforzar la capacitación del personal y optimizar las acciones del plan, asegurando su adaptación a las condiciones reales del proceso MAP. Este enfoque permite retroalimentar el plan de forma sistemática bajo el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), contribuyendo a la sostenibilidad de las mejoras y a la reducción progresiva de devoluciones.

Metodología para la gestión de lecciones aprendidas dentro del plan de implementación

Dentro del plan de implementación de la propuesta de mejora del proceso de envasado en atmósfera modificada (MAP), las lecciones aprendidas se gestionarán mediante un proceso sistemático orientado a capturar, analizar y aplicar los aprendizajes derivados de la ejecución del plan, con el objetivo de fortalecer la mejora continua y prevenir la repetición de fallas.

La gestión de lecciones aprendidas se realizará de la siguiente manera:

1. Identificación de lecciones aprendidas

Durante la ejecución del plan, se identificarán lecciones aprendidas a partir de: desviaciones de los parámetros críticos del proceso MAP, resultados de los indicadores clave de desempeño (KPIs), incidencias operativas y fallas recurrentes, observaciones del personal operativo y de supervisión, resultados de inspecciones de calidad y mantenimiento. Esta identificación se llevará a cabo principalmente al cierre de cada ciclo de revisión del plan.

2. Análisis y validación

Las situaciones identificadas serán analizadas por el equipo responsable del proceso MAP (supervisión, calidad y mantenimiento) con el fin de determinar: la causa raíz del evento, el impacto en la calidad, el tiempo y los costos, las acciones correctivas o preventivas necesarias. Solo aquellas situaciones que generen aprendizaje relevante para el proceso serán registradas como lecciones aprendidas.

3. Documentación

Las lecciones aprendidas validadas serán registradas en un formato estandarizado de lecciones aprendidas, el cual incluirá: descripción del evento, causa identificada, lección aprendida, acción aplicada o recomendada, responsable, fecha de implementación. Este registro permitirá dar trazabilidad a los aprendizajes generados durante la implementación del plan.

4. Aplicación y ajuste del plan

Las lecciones aprendidas documentadas serán utilizadas para: ajustar procedimientos operativos estándar, reforzar o rediseñar actividades de capacitación, modificar parámetros del proceso MAP, fortalecer el programa de mantenimiento preventivo, actualizar controles e indicadores del plan. De esta manera, el plan de implementación será retroalimentado de forma continua.

5. Revisión periódica

Las lecciones aprendidas serán revisadas de manera periódica (mensual o trimestral, según el indicador asociado) como parte del seguimiento del plan, asegurando su integración efectiva dentro del ciclo de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

El cronograma describe la secuencia lógica y temporal en la que se desarrollarán las actividades principales definidas en la propuesta de mejora del proceso MAP. Cada etapa agrupa acciones que permiten garantizar la correcta implementación, estandarización, verificación y sostenimiento del nuevo sistema de control del proceso.

El inicio del cronograma se establece al día siguiente de la conclusión de Tesis II, fecha desde la cual se ejecutarán las etapas descritas.

Etapas 1: Preparación y planificación de implementación (Semana 1 – Semana 2)

Actividades trascendentes:

- Presentación formal del plan de implementación al equipo operativo, técnico y de calidad.
- Asignación de responsables por actividad y recursos requeridos.
- Elaboración de las versiones finales de Procedimientos Operativos Estandarizados (POE) actualizados.
- Diseño de formatos de registros digitales e instrumentos de monitoreo.

Resultados esperados:

- Equipo alineado y documentación base aprobada.
- Herramientas listas para iniciar implementación.

Etapa 2: Estandarización del proceso MAP (Semana 3 – Semana 5)

Actividades trascendentes:

- Implementación de parámetros críticos definidos: mezcla de gases, vacío, tiempos y temperaturas.
- Validación operativa inicial y ajustes de calibración.
- Entrenamiento especializado del personal en la nueva secuencia estandarizada.
- Validación de tiempos de ciclo y revisión de variabilidad inicial.

Resultados esperados:

- Proceso MAP controlado bajo parámetros estandarizados.
- Reducción de variabilidad entre turnos.

Etapa 3: Implementación de sistema de control técnico continuo (Semana 6 – Semana 9)

Actividades trascendentes:

- Capacitaciones en uso de instrumentos de medición y registro.
- Incorporación del monitoreo diario de mezcla de gases, vacío y sellado.
- Inicio de auditorías operativas semanales.
- Puesta en marcha del programa TPM preventivo y predictivo.

Resultados esperados:

- Sistema de control técnico funcionando en tiempo real.
- Auditorías y mantenimiento integrados a la operación.

Etapa 4: Optimización operativa y transferencia por turnos (Semana 10 – Semana 12)

Actividades trascendentes:

- Implementación de mecanismos de transferencia operativa (checklist por turno).
- Verificaciones cruzadas entre operadores para asegurar uniformidad.
- Ajustes operativos basados en desviaciones detectadas durante las primeras semanas.

Resultados esperados:

- Eliminación de brechas operativas entre turnos.
- Flujo operativo más predecible.

Etapa 5: Consolidación del sistema de registro y trazabilidad (Semana 13 – Semana 15)

Actividades trascendentes:

- Validación de registros digitales y codificación sistemática.
- Integración de reportes automáticos para indicadores MAP.
- Evaluación de trazabilidad desde materia prima hasta producto final.

Resultados esperados:

- Evidencia documental confiable y completa.
- Mayor capacidad de análisis histórico del proceso.

Etapa 6: Evaluación de desempeño e impacto de la propuesta (Semana 16 – Semana 18)

- Actividades trascendentes:
- Revisión integral de KPIs: fallas de sellado, reprocesos, tiempos de mantenimiento, variabilidad de gases, cumplimiento de POE.
- Comparación antes/después de la intervención.
- Uso del ciclo PHVA para cerrar brechas detectadas.

Resultados esperados:

- Determinación objetiva del impacto de la propuesta.
- Acciones complementarias para cierre de desviaciones.

Etapa 7: Sostenimiento del sistema y estandarización final (Semana 19 – Semana 20)

Actividades trascendentes:

- Formalización del plan de sostenibilidad establecido en 6.5.2.
- Capacitación final y recertificación del personal.
- Validación final del programa TPM.
- Entrega oficial del sistema MAP estandarizado a la empresa.

Resultados esperados:

- Sistema MAP consolidado, estable y sostenible en el tiempo.
- Operación bajo estándares permanentes documentados y auditables.

Figura 4 Diagrama de propuesta de optimización del proceso MAP



Fuente de elaboración propia.

Cronograma estimado

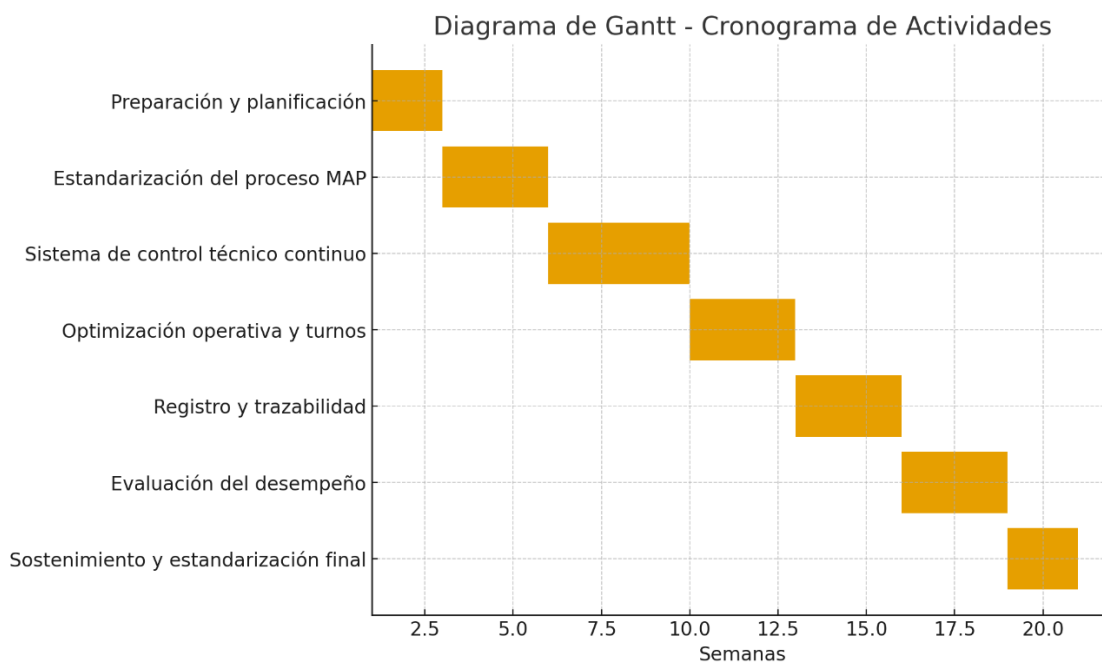
Tabla 25 Cronograma de actividades

Etapa	Actividad Trascendente / Principal	Descripción Sintética	Duración Estimada
1. Preparación y planificación	-Presentación del plan -Asignación de responsables -Aprobación de POE finales -Diseño de formatos digitales	Define la base documental y organizativa para iniciar la implementación.	Semana 1 – Semana 2
2. Estandarización del proceso MAP	-Implementación de parámetros críticos -Calibraciones iniciales -Capacitación operativa	Establece los parámetros oficiales y asegura que el personal los ejecute uniformemente.	Semana 3 – Semana 5

	- Validación de tiempos y variabilidad		
3. Sistema de control técnico continuo	-Capacitación en instrumentos de medición - Monitoreo diario de parámetros - Auditorías semanales - Inicio del TPM	Se activa el sistema de control permanente sobre el proceso MAP.	Semana 6 – Semana 9
4. Optimización operativa y turnos	-Checklists de transferencia por turno -Verificaciones cruzadas -Corrección de desviaciones iniciales	Reduce brechas entre turnos y estabiliza el desempeño operativo.	Semana 10 – Semana 12
5. Registro y trazabilidad	-Implementación de registros digitales -Validación de codificación - Integración de reportes MAP	Fortalece la trazabilidad y permite análisis confiables del proceso.	Semana 13 – Semana 15
6. Evaluación del desempeño	-Revisión de KPIs -Comparación antes/después -Aplicación del ciclo PHVA	Evalúa el impacto de la propuesta y define mejoras adicionales.	Semana 16 – Semana 18
7. Sostenimiento y estandarización final	Consolidación del plan 6.5.2 -Recertificación del personal -Validación final TPM -Entrega del sistema MAP	Asegura la perdurabilidad de la propuesta dentro de la empresa.	Semana 19 – Semana 20

Fuente de elaboración propia.

Gráfico 12 Cronograma de actividades en diagrama Gantt



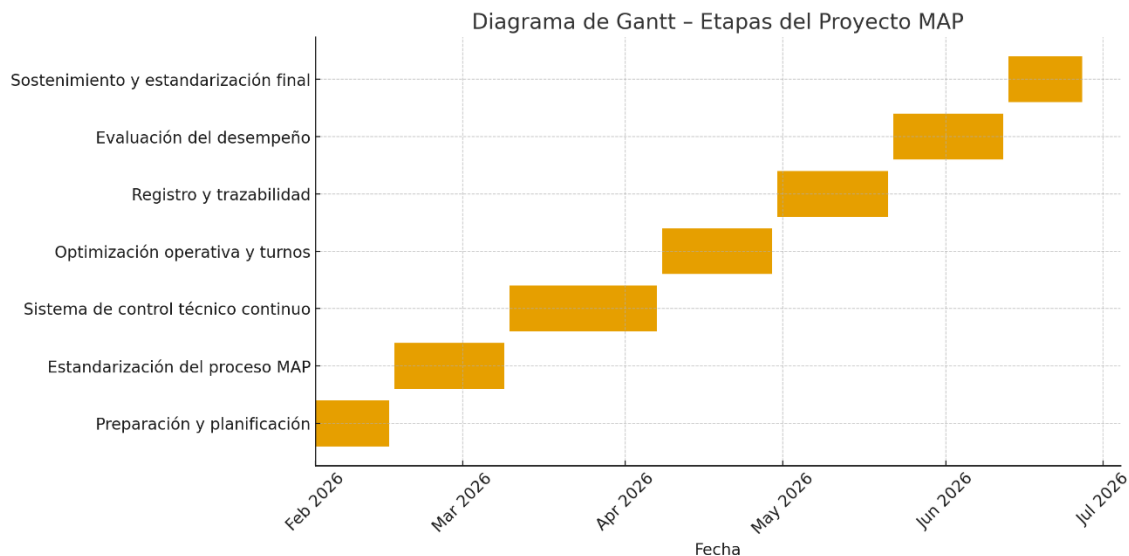
Fuente de elaboración propia.

Tabla 26 Cronograma por etapas de la propuesta de optimización de proceso MAP

Etapa	Actividad Principal	Duración	Inicio	Fin	Mes(es)
1	Preparación y planificación	14 días (2 semanas)	01/02/2026	15/02/2026	FEB
2	Estandarización del proceso MAP	21 días (3 semanas)	16/02/2026	08/03/2026	FEB - MAR
3	Sistema de control técnico continuo	28 días (4 semanas)	09/03/2026	06/04/2026	MAR - ABR
4	Optimización operativa y turnos	21 días (3 semanas)	07/04/2026	28/04/2026	ABR
5	Registro y trazabilidad	21 días (3 semanas)	29/04/2026	20/05/2026	ABR - MAY
6	Evaluación del desempeño	21 días (3 semanas)	21/05/2026	11/06/2026	MAY - JUN
7	Sostenimiento y estandarización final	14 días (2 semanas)	12/06/2026	26/06/2026	JUN

Fuente de elaboración propia.

Gráfico 13 Cronograma por etapas de la propuesta de optimización de proceso MAP- Diagrama de Gantt



Fuente de elaboración propia.

6.7 PRESUPUESTO ESTIMADO

El presente presupuesto considera los costos estimados asociados a la implementación del proyecto de mejora del proceso MAP. Los valores corresponden a referencias de mercado y pueden variar según proveedores, marca de equipos, tipo de contrato y modalidad de ejecución.

Se incluye un 10% adicional destinado a imprevistos, conforme a buenas prácticas de formulación de proyectos.

A. Estimación de costos por etapa

Las etapas que requieren presupuesto son únicamente aquellas que implican:

- Adquisición de insumos, instrumentos o sensores.
- Capacitación formal o certificación técnica.
- Implementación de software o registros digitales.
- Actividades de validación, pruebas y mantenimiento.
- Las etapas administrativas (como planificación) no demandan presupuesto directo.

Tabla 27 Presupuesto de propuesta de optimización del proceso MAP.

Etapa	Concepto de gasto	Detalle	Costo estimado (L)
2. Estandarización del proceso MAP	Instrumentación y equipos	Sensores de vacío, mezcla de gases, termopares, calibradores, repuestos	L.118,456
	Documentación técnica	POE, formatos, guías operativas	L.7,865
3. Sistema de control técnico continuo	Software y registros digitales	Plataforma, licencias, tablets	L.50,243
	TPM – mantenimiento preventivo/ Correctivo y/o Autónomo	Repuestos, lubricantes, herramientas	L.100,250
4. Optimización operativa y turnos	Herramientas operativas	Checklists, señalización, tableros visuales	L.9,040
5. Registro y trazabilidad	Digitalización	Codificación, etiquetadoras, códigos QR	L.42,165
6. Evaluación del desempeño	Ensayos técnicos	Sellado, análisis de gases, pruebas destructivas	L.15,642
7. Sostenimiento y estandarización final	Capacitación y certificación	Entrenamientos especializados, evaluaciones	L.31,434

Fuente de elaboración propia.

Tabla 28 Cálculo de valor total

Concepto	Valor en L
Subtotal (sin imprevistos)	L.375095
TOTAL, FINAL DEL PROYECTO	L.375095

Fuente de elaboración propia.

Ahorro esperando de aproximadamente L.879,207

Reducción del 70.34 % de devoluciones

6.7.1. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA

Con el objetivo de evaluar la viabilidad económica de la propuesta de optimización del proceso de Empaque en Atmósfera Modificada (MAP) en la empresa ProgCarne, se realizó un análisis de rentabilidad que incluye la elaboración de un flujo de caja y el cálculo de la Razón Beneficio/Costo (B/C). Este análisis permite determinar si los beneficios económicos derivados de la reducción de devoluciones y desperdicios superan los costos asociados a la implementación y sostenimiento de la propuesta.

6.7.1.1 FLUJO DE CAJA DE LA PROPUESTA

El flujo de caja fue elaborado considerando un horizonte de evaluación de un año, bajo un escenario conservador, incorporando tanto la inversión inicial como los costos operativos necesarios para el sostenimiento de las mejoras propuestas.

Tabla 29 Flujo de caja

Año	Costos (L.)	Beneficios (L.)	Flujo neto
0	338,083	0	-338,083
1	0	879,207	879,207

Supuestos del análisis

Las pérdidas anuales actuales por devoluciones en la línea MAP ascienden a L 1,250,000. Con la implementación de la propuesta, se proyecta una reducción de dichas pérdidas hasta L 370,793, lo que representa un ahorro económico anual estimado de L 879,207, equivalente a una reducción aproximada del 70.34 % en las devoluciones del proceso MAP.

Considerando un costo total de implementación de la propuesta de L 338,083, la Razón Beneficio/Costo obtenida es de 2.60, lo que indica que por cada lempira invertido la empresa obtiene un beneficio económico de L 2.60. Al ser un valor mayor a la unidad, se concluye que la propuesta es económicamente viable y financieramente rentable.

6.7.1.2 RAZÓN BENEFICIO / COSTO (B/C)

Tabla 30 Beneficio/ Costo

Concepto	Descripción	Valor anual estimado (L.)
BENEFICIOS		
Reducción de devoluciones	Disminución de pérdidas por devoluciones del proceso MAP	879,207
Beneficio anual total (B)		879,207
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN		
Estandarización del proceso MAP	Instrumentación, sensores, documentación técnica	126,288
Sistema de control técnico continuo	Software, registros digitales, TPM preventivo	104,240
Optimización operativa y trazabilidad	Herramientas operativas, digitalización y ensayos técnicos	107,555
Costo total de implementación (C)		338,083
Razón Beneficio / Costo (B/C)	$879,207 \div 338,083$	2.60
Concepto	Descripción	Valor anual estimado (L.)
BENEFICIOS	$879,207 \div 338,083$	2.60

Fuente de elaboración propia.

La Razón Beneficio/Costo se calculó como indicador financiero para evaluar la conveniencia económica de la propuesta, utilizando la siguiente expresión:

Figura 5 Razón beneficio/ costo Sustitución de valores

Beneficio (ahorro anual): L 879,207

Costo total del proyecto: L 338,083

$$B/C = \frac{879,207}{338,083} = 2.60$$

6.7.1.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El valor obtenido de la Razón Beneficio/Costo ($B/C = 2.6$) indica que por cada lempira invertido en la implementación y sostenimiento de la propuesta, la empresa obtiene un beneficio económico de L 2.6.

Al ser el indicador B/C mayor a 1, se concluye que la propuesta de mejora del proceso MAP es económicamente viable y financieramente rentable, incluso bajo un enfoque conservador que contempla costos operativos adicionales. Asimismo, la implementación de la propuesta contribuye a la reducción de devoluciones, el aprovechamiento eficiente de los recursos productivos y el fortalecimiento de la calidad e inocuidad del producto.

Los costos considerados para la implementación de la propuesta fueron estimados con base en cotizaciones reales de proveedores, las cuales se presentan en el **Anexo 9**, y sustentan económicamente los montos incluidos en el presupuesto del proyecto.

CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS

Tabla 31 Concordancia de los segmentos

Título de la investigación	Capítulo I Objetivo General	Objetivos Específicos (Capítulo I)	Capítulo II Teoría / Metodologías de Sustento	Capítulo III Variables	Poblaciones / Técnicas (Capítulo III)	Capítulo Conclusiones Principales
Propuesta de mejora del proceso de Empaque en Atmósfera Modificada (MAP) para la reducción de fallas de sellado y variabilidad operativa en la empresa X.	Optimizar el proceso MAP mediante la estandarización de parámetros críticos, implementación de controles técnicos y fortalecimiento de competencias operativas para disminuir fallas, reprocesos y variabilidad entre turnos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estandarizar formalmente las actividades del proceso MAP. 2. Definir y controlar parámetros críticos (vacío, mezcla de gases, temperatura y tiempo). 3. Implementar controles técnicos continuos y TPM. 4. Reducir la variabilidad entre turnos. 5. Mejorar la trazabilidad y registros 6. Disminuir fallas y reprocesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Principios del envasado en atmósfera modificada (MAP). • Control estadístico de procesos (SPC). • Mantenimiento TPM. • Ciclo PHVA para mejora continua. • Buenas prácticas de manufactura (BPM). • Requisitos de calibración según normativas de calidad. 	<p>Variables de estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vacío (nivel). • Mezcla de gases (%). • temperatura de sellado. • Tiempo de sellado. • Fallas de sellado (%). • Variabilidad entre turnos. • Trazabilidad (registros). 	<p>Población: operarios, supervisores, equipo MAP.</p> <p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación directa del proceso. • Checklists y auditorías. • Análisis de registros históricos. • Pruebas de sellado y validación técnica. • Entrevistas a operarios. • Análisis estadístico 	<ul style="list-style-type: none"> • Se confirmaron inconsistencias en parámetros críticos proceso MAP. • Se identificó variabilidad significativa entre turnos. • Se detectó ausencia de registros confiables y trazabilidad incompleta. • Se evidenciaron fallas recurrentes de sellado. • El mantenimiento se ejecutó sin criterios predictivos claros. • Se concluyó la necesidad de estandarizar parámetros y fortalecer el control técnico.

Fuente de elaboración propia.

6.8 GESTIÓN INTERNA DE LA COMUNICACIÓN DE LAS PROPUESTAS

La gestión interna de la comunicación en Cervecería Hondureña es un componente esencial para asegurar que todo el personal esté informado de manera oportuna, clara y estructurada sobre el inicio, avance, resultados y mejoras continuas de los proyectos implementados en la organización. Este proceso garantiza no solo la difusión efectiva de información, sino también el involucramiento activo del personal en cada una de las iniciativas de mejora.

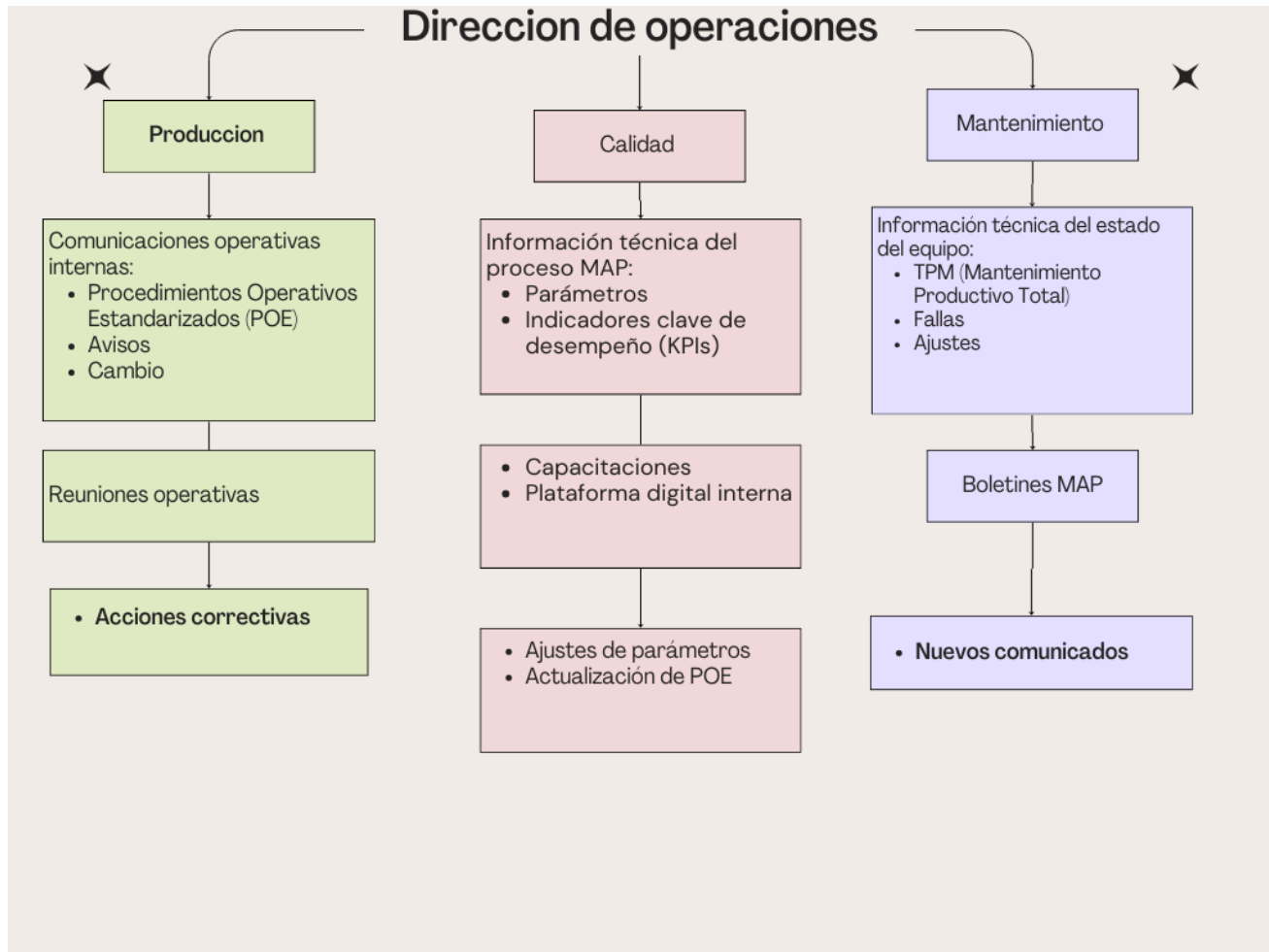
La empresa utiliza una combinación de herramientas y canales formales que permiten mantener una comunicación fluida en todos los niveles jerárquicos. Entre estos se incluyen reuniones presenciales, comunicados internos, boletines electrónicos, plataformas digitales corporativas y espacios de interacción directa. Estos canales facilitan la transmisión de instrucciones, actualizaciones, documentos técnicos y mensajes institucionales de manera ordenada y accesible.

Además, se promueve un ambiente de apertura y participación mediante mecanismos de retroalimentación donde los colaboradores pueden expresar sus inquietudes, sugerencias y observaciones. Este enfoque bidireccional fomenta la transparencia, fortalece el clima organizacional y asegura que las propuestas de mejora sean comprendidas, aceptadas y aplicadas de manera uniforme por todos los departamentos implicados.

La gestión interna de la comunicación se organiza en un flujo que involucra a distintas unidades, desde la Dirección de Comunicaciones y sus dependencias hasta las áreas operativas que implementan las acciones. Cada unidad tiene responsabilidades específicas en la preparación, distribución, documentación y seguimiento de la información, asegurando coherencia y trazabilidad en cada etapa del proceso.

A continuación, se presenta el diagrama del proceso de dirección de la comunicación, que ilustra de manera estructurada cómo se gestionan los flujos de información dentro de la organización para acompañar la implementación de las propuestas.

Figura 6 Gestión interna de la comunicación de la propuesta MAP



Fuente de elaboración propia.

Tabla 32 Cronograma de la gestión interna de la comunicación

Fase	Actividad	Responsables	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1. Preparación de la información	Elaboración de comunicados, documentos técnicos y lineamientos sobre la propuesta.	Dirección de Comunicaciones				
	Revisión y validación del contenido por Gerencia / Líder del proyecto.	Dirección y Gerencias				
2. Distribución de la comunicación	Envío de comunicados por canales oficiales (correos, boletines, plataformas digitales).	Comunicaciones Internas				
	Reuniones presenciales/informativas con áreas involucradas.	Supervisores y Jefaturas				
3. Implementación y acompañamiento	Seguimiento del mensaje: aclaración de dudas, acompañamiento en el arranque.	Supervisores y Líder del proyecto				
	Publicación de recordatorios o actualizaciones en plataformas internas.	Comunicaciones Internas				
4. Retroalimentación	Recolección de comentarios, sugerencias y dudas del personal.	Supervisores y RRHH				
	Análisis de la retroalimentación y ajustes a la propuesta si corresponde.	Dirección y Líder del Proyecto				
5. Cierre del ciclo	Informe final de comunicación interna (logros, incidencias, recomendaciones).	Dirección de Comunicaciones				

Fuente de elaboración propia.

Matriz RACI

Tabla 33 Matriz RACI

Actividad / Proceso	Operador MAP	Supervisor	Calidad	Mantenimiento	Jefatura Producción
Control de parámetros MAP (gases, vacío, sellado)	R	A	C	C	I
Ejecución de POE MAP	R	A	C	I	I
Auditorías de cumplimiento de POE	I	C	A/R	I	I
Registro y trazabilidad de lotes	R	A	C	I	I
Análisis de indicadores MAP (KPIs)	I	C	R	I	A
Mantenimiento preventivo TPM	I	C	I	R	A
Mantenimiento predictivo y calibraciones	I	I	C	R	A
Capacitación del personal MAP	I	C	A	C	R
Transferencia operativa entre turnos	R	A	C	I	I
Evaluación del desempeño del sistema MAP	I	C	R	C	A

Fuente de elaboración propia.

Leyenda

- **R** = Responsable
- **A** = Aprobador
- **C** = Consultado
- **I** = Informado

ANEXOS

Anexo 1 Carta de compromiso para asesoría temática

CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo:

Cesar Radamir Sánchez Arguijo
Identidad No. 0101-1983-01981
Ingeniero Industrial
Maestría en Dirección de Operaciones

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar técnicamente el trabajo de Tesis de Maestría denominado:

Propuesta de optimización de los procesos productivos en la empacadora Progearne.

A ser desarrollado por el (los) estudiante(s):
Ivett Alessandra Velasquez castillo
Rossy Daniela Meza Hernández

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.

En la ciudad de: San Pedro Sula

Departamento: Cortés

Nombre: Cesar Radamir Sánchez Arguijo

Fecha: 2 Agosto 2025

Firma:



Anexo 2 Instrumento: Guía de observación semiestructurada


INSTRUMENTO 1: GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA PARA ANÁLISIS DE PROCESOS MAP

Código: GO-MAP-01

Versión: 1.0

Fecha: noviembre 2025

Elaborado por:

Validado por: Comité de expertos ProgCarne

Objetivo: Observar de forma sistemática las condiciones de operación y cumplimiento de procedimientos en los equipos de envasado en atmósfera modificada (MAP), identificando desviaciones, posibles fallas y oportunidades de mejora en el control del proceso.

Instrucciones:

1. Registre los datos generales del turno, producto, lote y observador antes de iniciar.
2. Complete los parámetros de equipos MAP, anotando los valores esperados, observados y cualquier desviación detectada.
3. Marque el cumplimiento de los procedimientos de calibración, limpieza y verificación inicial.
4. Observe las condiciones del área, midiendo temperatura, humedad y orden.
5. Anote en "observaciones" cualquier evento o hallazgo relevante no contemplado en los campos anteriores.
6. Entregue el formato al responsable del área o al investigador al finalizar la jornada.

CONFIDENCIALIDAD: La información recabada mediante este instrumento es de uso exclusivo para fines de investigación académica y mejora interna de ProgCarne. Su divulgación a terceros requiere autorización expresa por escrito.

SECCIÓN A: DATOS GENERALES

- Fecha de observación: 4 / 11 / 2025
- Turno: Matutino Vespertino (Matutino)
- Observador: _____
- Producto en proceso: Resado de Res MAP
- Lote: 041125



SECCIÓN B: PARÁMETROS DE EQUIPOS MAP

Equipo	Parámetro	Valor Esperado	Valor Observado	Desviación	Acción Correctiva
Mezcladora gases	% O ₂	70% ± 2% ⁴⁰⁰ ₆₀₀	____ % ²⁵⁰ ₆₀₀	0 %	mejorar
Selladora	Temperatura	180°C ± 5°C ¹⁶⁰ ₁₀	____ °C 165	5 °C	Medir la temperatura del ducto del parámetro
Túnel enfriamiento	Temperatura	4°C ± 1°C ¹¹	5 °C	1 °C	Refrigeración en hornos enfriados 40 °C

SECCIÓN C: CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS

Procedimiento	Cumple	No Cumple	Observaciones
Verificación inicial gases	✓		
Limpieza cabezales sellado	✓		
Calibración sensores O ₂	✓		

SECCIÓN D: CONDICIONES DEL ÁREA

Variable	Valor	Observaciones
Temperatura ambiente	4 °C	
Humedad relativa	95 %	
Orden y limpieza	<input type="checkbox"/> Excelente <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Deficiente	

Agradecemos su colaboración y atención al detalle durante la observación. Su participación contribuye directamente al fortalecimiento de los procesos de calidad y mejora continua en ProgCarne.

Anexo 3 Instrumento Formulario de recolección de datos para el análisis estadístico

**INSTRUMENTO 2: FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Código: FR-CEP-02

Versión: 1.0

Fecha: Noviembre 2025

Elaborado por:

Validado por: Comité de expertos ProgCarne

Objetivo: Recopilar datos cuantitativos y cualitativos sobre las variables críticas del proceso MAP, con el fin de realizar análisis estadísticos (capacidad de proceso, cartas de control, tendencias y defectos de calidad).

Instrucciones:

1. Complete los datos generales: número de muestra, hora, operario y lote.
2. Registre las 5 mediciones por muestra de las variables críticas: %O₂, %CO₂, temperatura y presión de sellado, y tiempo de exposición.
3. Inspeccione las variables de calidad visual y marque si cada defecto está presente, anotando la cantidad y observaciones.
4. Verifique que las mediciones sean consistentes y se realicen con instrumentos calibrados.
5. Entregue el formulario completo al área de control de calidad o al investigador asignado.

CONFIDENCIALIDAD: Los datos recopilados serán utilizados únicamente para análisis estadístico interno. Los resultados agregados podrán ser publicados en formato anónimo para fines académicos.

DATOS PARA CARTAS DE CONTROL Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD

- Muestra #: 1
- Hora: 12 : 43M
- Operario: #2
- Lote: 051125


VARIABLES CRÍTICAS - 5 mediciones por muestra

Muestra	% O ₂	% CO ₂	Temp. Sellado (°C)	Presión Sellado (bar)	Tiempo Exposición (seg)
1	100%		160 °C	1002 bar	85
2	100%		165 °C	1002	85
3	100%		160 °C	1002	85
4	100%		160 °C	1002	85
5	100%		160 °C	1002	85

VARIABLES DE CALIDAD - Inspección visual

Defecto	Presente	Cantidad	Observaciones
Mal olor	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
Sello deficiente	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	1	Banda con residuos
Color anormal	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
Líquido excesivo	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		

Gracias por su apoyo en la recolección precisa de datos. Su compromiso garantiza la validez del análisis y la mejora de los procesos de envasado de ProgCarne.

Anexo 4 Instrumento: Guía de entrevista semiestructurada para personal operativo

INSTRUMENTO 3: GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA PERSONAL OPERATIVO

Código: GE-OP-03

Versión: 1.0

Fecha: noviembre 2025

Elaborado por:

Validado por: Comité de expertos ProgCarne

Objetivo: Obtener información cualitativa sobre la percepción, experiencias y sugerencias del personal operativo respecto al funcionamiento de los equipos MAP y la gestión de los procesos productivos.

Instrucciones:

1. Preséntese al entrevistado y explique el propósito de la entrevista.
2. Asegure la confidencialidad y obtenga su consentimiento para participar.
3. Complete los datos generales del participante (cargo, área, tiempo en el puesto).
4. Lea cada pregunta de forma clara y anote fielmente las respuestas del entrevistado.
5. No induzca respuestas; permita que el entrevistado exprese libremente su experiencia.
6. Al finalizar, agradezca su tiempo y disposición.

CONFIDENCIALIDAD: Las respuestas proporcionadas en esta entrevista serán tratadas de forma anónima y confidencial. Los resultados se presentarán de manera agregada sin identificar a los participantes.

INFORMACIÓN GENERAL

- Fecha entrevista: 5/11/25
- Cargo: Unidad General
- Tiempo en el puesto: 6 años
- Área de trabajo: MAP

BLOQUE I: PERCEPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL

1. ¿Podría describir su experiencia con los equipos MAP?

Muy Buena (Porque se adquieren más conocimientos acerca de las actividades que realizaba anteriormente)



2. ¿Qué dificultades enfrenta regularmente en su operación?

Calibración equipos Cambio materiales Falta capacitación Otro: _____

Porque la máquina no recibe el monto adecuado

3. ¿Cómo se manejan las desviaciones de proceso actualmente?

se notifica al supervisor de área y calidad para tener un proceso que se maneje en optimas condiciones

BLOQUE II: IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

4. Según su experiencia, ¿cuáles cree que son las principales causas del mal olor en productos MAP?

mal manejo de la cadena de frío y mal manejo al momento de realizar la entrega del mismo

5. ¿Qué factores afectan la calidad del sellado?

- Que la bandeja este mojada. (residuos físicos y/o biológicos)
- Falta de T° del molde de la máquina.

6. ¿Qué sugerencias tiene para mejorar el proceso?

- Limpieza de bandejas antes de realizar el sellado
- Monto preventivo de la máquina
- T° adecuado para realizar sellado

Agradecemos sinceramente su participación y aportes. Sus opiniones son esenciales para comprender la realidad operativa y orientar acciones de mejora que beneficien tanto a los trabajadores como a la eficiencia del proceso.

Anexo 5 Instrumento de plantilla de mapeo de flujo de valor

**INSTRUMENTO 4: PLANTILLA DE MAPEO DE FLUJO DE VALOR (VSM)**

Código: VSM-MAP-04

Versión: 1.0

Fecha: noviembre 2025

Elaborado por:

Validado por: Comité de expertos ProgCarne

Objetivo: Analizar el flujo de valor del proceso de envasado MAP, identificando tiempos, desperdicios, inventarios y niveles de eficiencia, para apoyar la toma de decisiones en mejora continua y optimización del flujo productivo.

Instrucciones:

1. Complete los datos correspondientes a cada etapa del proceso: tiempos de ciclo, esperas, inventarios, defectos, OEE y número de operarios.
2. Asegúrese de usar unidades y mediciones consistentes en todas las etapas.
3. Calcule los indicadores globales (tiempo takt, lead time, eficiencia, etc.).
4. Revise que todos los campos estén completos antes de entregar la plantilla.
5. Utilice los datos para elaborar el diagrama VSM o para análisis comparativo entre turnos.

CONFIDENCIALIDAD: Esta información representa datos operativos sensibles de ProgCarne. Su distribución está restringida al equipo de investigación y gerencia autorizada.


DATOS POR ETAPA DEL PROCESO MAP

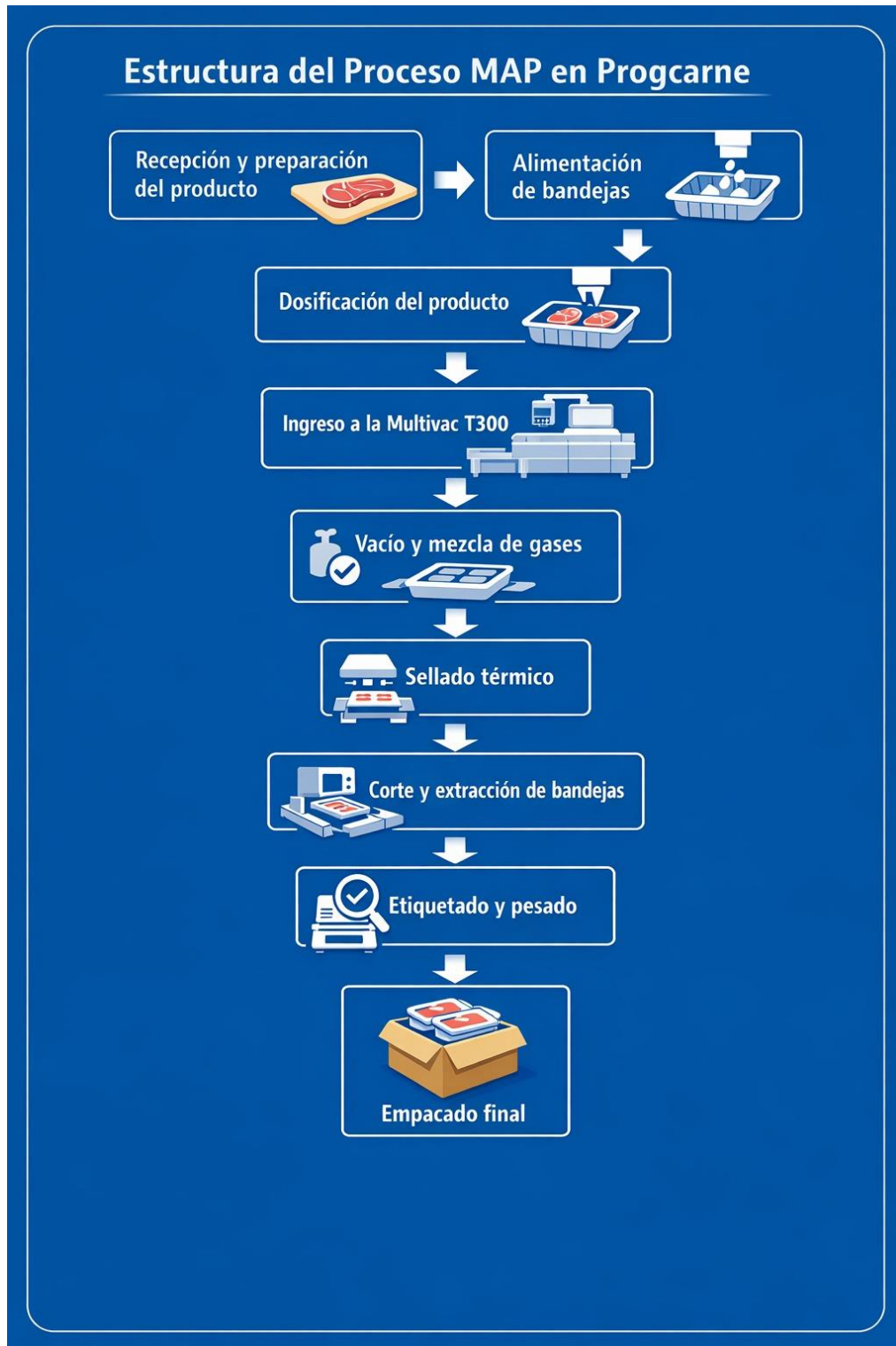
Etapa	Tiempo Ciclo (min)	Tiempo Espera (min)	Inventario (unid)	% Defectos	OEE	Operarios
Recepción carne	5	10	30	0%		1
Procesamiento	2	5	60	1%		1
Envasado MAP	1	1	130	0		1
Sellado	85	1	130	3%		1
Enfriamiento	25	10	130	0%		1
Almacenamiento	720	10	130	0%		1

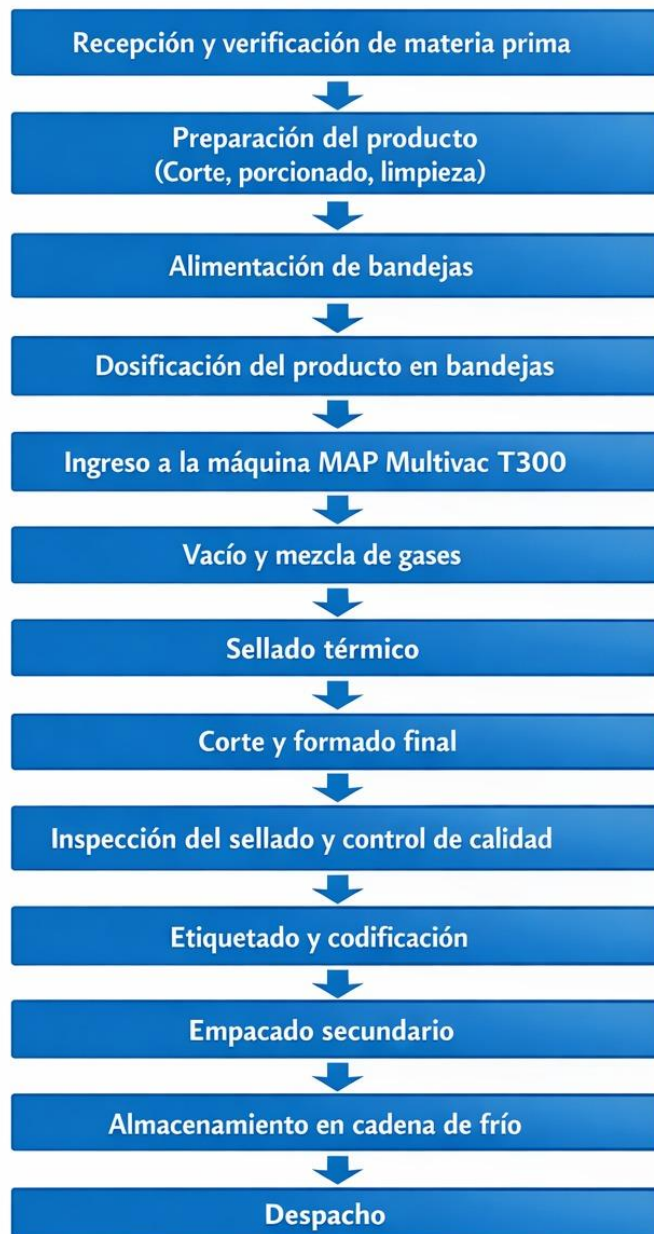
INDICADORES GLOBALES

- Tiempo takt: ____ min/unidad
- Lead time total: ____ min
- Tiempo valor agregado: ____ min
- Eficiencia flujo: ____ %
- Tasa devoluciones: ____ %

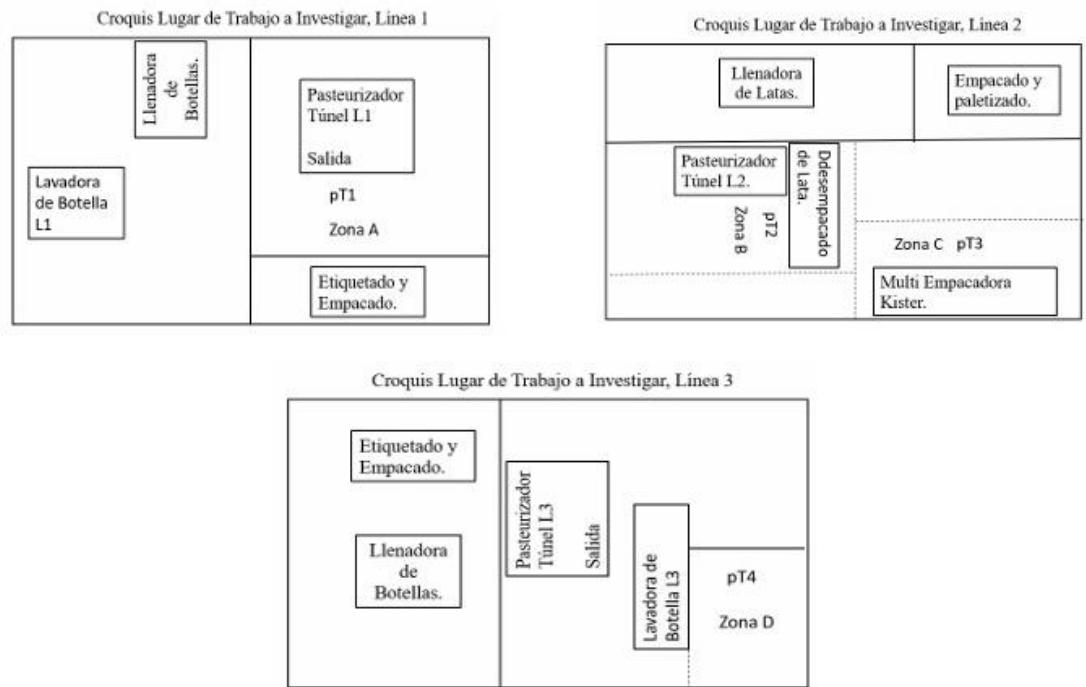
Agradecemos su dedicación en el levantamiento de información del flujo de valor. Su trabajo permite visualizar oportunidades de mejora y avanzar hacia procesos más eficientes y sostenibles dentro de ProgCarne.

Anexo 6 Estructura del Proceso MAP en Procarne





Anexo 7 Croquis del lugar de investigación




Fuente propia.

Anexo 8 Micraje de film



Anexo 9 cotización de Mantenimiento Preventivo

Cliente:
 PROCESADORA GUANOLOLA DE CARNES S.A. DE CV.
 Bo. Medina, Tercera Ave entre B y B Calle SE
 San Pedro Sula, Honduras
 Tel: 504-2552-3260



MULTIVAC
 Multivac Centro América y Caribe, S.A.
 Sucursal Honduras

Escaneado con CamScanner

Fecha	Cotizacion	Incoterm		Solicitado por	
13/01/2026	HN 342	DDP			
Item		Cantidad	Unidad	Precio Unit	Total
106382630	plug part set	1	PC	L24,008.55	L24,008.55
85131115957	Angle union	1	PC	✗ L2,318.61	L2,318.61
75010051302	cylindrical screw	2	PC	✗ L83.64	L167.27
106211706	temperature limiter	1	PC	✗ L26,476.78	L26,476.78
106966055	emergency-stop pushbutton	2	PC	✗ L13,172.87	L26,345.75
106062772	sheet	1	PC	✗ L2,671.75	L2,671.75

Tiempo de entrega: 4 - 5 SEMANAS

Crédito: 30 días

Validez: 30 días

Sub Total	L 81,988.71
-----------	-------------

Anexo 10 Cumplimientos de Áreas Evaluadas

Área evaluada	Criterio evaluado	Situación actual	Cumple / No cumple	Acción propuesta
Parámetros críticos MAP	Mezcla de gases dentro de rango establecido	Se presentan desviaciones frecuentes entre lotes	No cumple	Definir rangos estándar, calibrar equipos y monitorear mezcla por lote
Vacío del sistema	Nivel de vacío constante y conforme a especificación	Variabilidad por desgaste y ajustes no estandarizados	No cumple	Estandarizar parámetros y aplicar mantenimiento preventivo
Sellado	Integridad del sello sin fugas	Alta incidencia de fallas de sellado	No cumple	Ajuste de temperatura, presión y tiempo; control técnico por turno
Procedimientos operativos (POE)	Existencia y aplicación de POE documentados	POE inexistentes o no uniformes entre turnos	No cumple	Elaborar, documentar e implementar POE oficiales
Estandarización entre turnos	Uniformidad operativa	Diferencias significativas entre turnos	No cumple	Implementar checklist de transferencia y verificaciones cruzadas
Monitoreo de parámetros	Registro sistemático de variables críticas	Registros incompletos o manuales	No cumple	Implementar registros digitales y análisis de tendencias
Mantenimiento del equipo MAP	Mantenimiento preventivo y predictivo	Predomina mantenimiento correctivo	No cumple	Implementar TPM preventivo y predictivo
Capacitación del personal	Personal capacitado en proceso MAP	Capacitación informal y no documentada	No cumple	Programa de capacitación y recertificación periódica

Trazabilidad	Identificación y seguimiento por lote y turno	Trazabilidad limitada	No cumple	Implementar trazabilidad digital completa
Indicadores de desempeño (KPIs)	Uso de indicadores para toma de decisiones	KPIs no estandarizados	No cumple	Definir y monitorear KPIs (OEE, reprocesos, devoluciones)
Devoluciones	Tasa de devoluciones \leq estándar internacional (2–3 %)	6.5 % anual	No cumple	Aplicar propuesta integral de optimización MAP
Cumplimiento normativo	Alineación con Codex, HACCP, ISO 22000	Parcial	Cumple parcialmente	Fortalecer controles y registros técnicos
Disponibilidad del equipo (OEE)	≥ 90 %	78 %	No cumple	Optimizar mantenimiento y control operativo

Anexo 11 Ficha técnica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA UNIDAD MULTIVAC T300 CON MOTOR Y ACCIONAMIENTO DE BOMBAS

Identificación del Equipo: MULTIVAC T300 (Versión 2016)

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La unidad **Multivac T300** es una termoselladora (Trayscaler) de alto rendimiento diseñada para la automatización de procesos de envasado bajo atmósfera modificada (MAP) y sellado al vacío. El modelo 2016 incorpora el concepto **Multivac Hygiene Design™**, que minimiza los puntos de contaminación microbiológica y maximiza la eficiencia en la limpieza mediante superficies inclinadas y drenajes optimizados.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (DATOS NOMINALES)

Parámetro Crítico	Especificación Técnica	Unidad (SI)
Capacidad de Producción	6 – 10 (Dependiente de O2/Vacío)	Ciclos/min
Longitud total del equipo	2.450	mm
Ancho total del equipo	1.100	mm
Altura de trabajo	900 ± 50	mm
Profundidad máxima de envase	110	mm
Ancho de película de sellado	420 (Mín.)	mm
Diámetro máximo de bobina	300	mm

3. SISTEMAS DE CONTROL Y ACCIONAMIENTO

- **Interfaz Humano-Máquina (HMI):** Panel táctil IPC06 con software de control de procesos en tiempo real.
- **Gestión de Recetas:** Memoria interna para el almacenamiento de hasta 200 perfiles de envasado configurables.
- **Accionamiento de Avance:** Motor ~~servomotor~~ para precisión milimétrica en el transporte de bandejas.

4. REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN (SUMINISTROS)

- **Eléctricos:** Tensión nominal 400 V | Frecuencia 50/60 Hz | Trifásica (3F+N+PE).
- **Neumáticos:** Presión de trabajo constante de 7 bar (Aire seco de grado industrial).
- **Vacío Integrado:** Bomba rotativa de paletas Busch con capacidad nominal de 63 a 100 Sm³/h.

5. NORMATIVA Y SEGURIDAD

- **Cumplimiento:** Directiva de Máquinas 2006/42/CE.
- **Grado de Protección:** IP65 (Resistente a lavados con agua a presión).
- **Seguridad Operativa:** Cortinas de luz de seguridad y botones de paro de emergencia de doble canal.

REFERENCIAS

Agencia de Regulación Sanitaria (ARSA). (2024). *Lineamientos sanitarios para plantas procesadoras de productos cárnicos en Honduras*.

Air Liquide. (s. f.). *Modified atmosphere packaging (MAP) solutions*.
<https://www.airliquide.com>

Alimentos Argentinos – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2008). *Guía de calidad en alimentos*.

American Society for Quality. (2023). *Lean and Six Sigma methodologies*.
<https://asq.org>

ANDI – Asociación Nacional de Industriales. (2024). *Informe sectorial de logística y cadena de frío en Honduras*.

Araújo, T. B. (2018). *Evaluación de la exposición a contaminantes químicos en el lugar de trabajo*. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170210>

Bord Bia. (2024). *Origin Green sustainability programme*. <https://www.bordbia.ie>

Carnes Validadas. (s. f.). *Plataforma de trazabilidad ampliada*.
<https://www.carnesvalidadas.com>

Ciriza, P. A. (1998). *Calor y trabajo: prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor*. Fundación MAPFRE.

Collado, C. F. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Comisión del Codex Alimentarius. (2003). *Principios generales de higiene de los alimentos*. FAO/OMS.

Comisión del Codex Alimentarius. (2020). *Codex Alimentarius: normas internacionales de los alimentos*. FAO/OMS.

Congreso Nacional de la República de Honduras. (1984). *Ley de clasificación de bienes industriales* [Ley].

Craig, L. A. (2013). *International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity*. National Library of Medicine.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>

Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.

- Euromonitor International. (2023). *Consumer trends in meat and packaged foods*.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2001). *Food hygiene: Basic texts*.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *The state of food and agriculture*.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Meat market review*.
- FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Global meat trade outlook*.
- Grunert, K. G. (2006). Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Science, 74*(1), 149–160.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.016>
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Operations management* (11th ed.). Pearson.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (12th ed.). Pearson.
- IBM. (2024). *Overall equipment effectiveness (OEE)*. <https://www.ibm.com>
- IICA – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2022). *Diagnóstico de la agroindustria alimentaria en Centroamérica*.
- INE – Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Cuentas nacionales: sector agroalimentario*.
- International Organization for Standardization (ISO). (1994). *ISO 8402: Quality management and quality assurance*.
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). *ISO 22000: Food safety management systems*.
- Juran, J. M. (1992). *Juran on quality by design*. Free Press.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th ed.). Pearson.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way*. McGraw-Hill.
- McKinsey & Company. (2022). *Sustainability and operational excellence in food manufacturing*.

- Nakajima, S. (1989). **Introduction to TPM: Total productive maintenance**. Productivity Press.
- OCDE & FAO. (2023). **OECD-FAO agricultural outlook**. OECD Publishing.
- Ohno, T. (1995). **Toyota production system: Beyond large-scale production**. Productivity Press.
- Parra, J., & Rodríguez, M. (2018). Aplicación del envasado en atmósfera modificada en productos cárnicos. **Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 16*(2), 45-56.*
- Porter, M. E. (1990). **The competitive advantage of nations**. Free Press.
- Shingo, S. (1989). **A study of the Toyota production system**. Productivity Press.
- Shirose, K. (1996). **TPM for workshop leaders**. Productivity Press.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2020). **Operations management* (9th ed.)*. Pearson.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). **Lean thinking**. Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). **The machine that changed the world**. Free Press.