

**Mejoramiento de la vida útil de un producto alimenticio optimizando la aplicación de
empaques al vacío**

German Garcia Gualdron

Trabajo para optar al título de Ingeniero de Alimentos

Director

Martha Barrera Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Programa de Ingeniería de Alimentos

2025

Directora: Martha Barrera

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Con inmenso agradecimiento y profunda admiración, dedico este trabajo de grado a aquellas personas que han sido pilares fundamentales en mi vida y en la culminación de esta etapa.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por inculcarme valores que me han guiado en cada paso de mi camino. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por ser mi ejemplo de fortaleza y perseverancia.

A mi familia, por estar siempre presente, por sus palabras de ánimo y por ser mi refugio en tiempos de adversidad. Cada uno de ustedes es parte de este logro.

A mis amigos, quienes han sido mi apoyo emocional y una fuente constante de motivación. Gracias por los momentos compartidos, las risas y las palabras de aliento que hicieron este trayecto más llevadero.

A mis profesores y mentores, por su guía, paciencia y dedicación. Sus enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal.

Finalmente, a mí mismo, por no rendirme, por aprender de los desafíos y por haber llegado hasta aquí con esfuerzo y determinación. Este logro es el fruto del compromiso y la pasión por alcanzar mis sueños.

Agradecimientos

En primer lugar les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme

en los estudios y nunca abandonarlos

Le agradezco muy profundamente a mi tutor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por

su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro

profesional

Por último agradecer a la universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su

gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos

Resumen

El proyecto tiene como objetivo mejorar la vida útil de un producto alimenticio a través de la optimización del proceso de empaque al vacío durante el termoformado. Para el logro del objetivo se parte de la evaluación del impacto de la nueva empacadora adquirida por la empresa del estudio y comparando los datos obtenidos con los parámetros actuales frente a los datos previos obtenidos con un tipo diferente de empaque, pero para el mismo producto.

Para desarrollar la metodología propuesta, se selecciona una muestra representativa del producto objeto de estudio. Las muestras se preparan bajo las mismas condiciones de la producción comercial. En cuanto a las condiciones de almacenamiento, se realiza un estudio a diferentes temperaturas de acuerdo con parámetros preestablecidos. También se evalúa la humedad del entorno de almacenamiento, así como los efectos de diferentes niveles de oxígeno en el empaque. Estos datos se comparan con los resultados obtenidos mediante el método de empaque utilizado previamente. Se establecen intervalos regulares para la recolección de muestras durante un período máximo de 12 semanas. Las muestras se someten a análisis microbiológicos, sensoriales y fisicoquímicos para evaluar la calidad del producto a lo largo del tiempo. Los resultados obtenidos se comparan con los estándares de calidad establecidos para determinar el momento en que las muestras comienzan a mostrar signos de deterioro. Además, se emplean modelos estadísticos y matemáticos para predecir la vida útil del producto basándose en los datos obtenidos. Los modelos de cinética de deterioro serán útiles para estimar la vida útil bajo diferentes condiciones. El estudio también documenta el comportamiento de las condiciones y variables para ofrecer un soporte completo a la optimización del proceso.

Palabras claves: Producción, mejora, vida útil, termoformado.

Abstract

The project aims to improve the shelf life of a food product by optimising the vacuum packaging process during thermoforming. To achieve this objective, the impact of the new packaging machine acquired by the company under study is assessed and the data obtained with the current parameters are compared to previous data obtained with a different type of packaging, but for the same product. To develop the proposed methodology, a representative sample of the product under study is selected. The samples are prepared under the same conditions as commercial production.

Regarding storage conditions, a study is carried out at different temperatures according to pre-established parameters. The humidity of the storage environment is also assessed, as well as the effects of different levels of oxygen on the packaging. These data are compared with the results obtained by the packaging method previously used.

Regular intervals are established for the collection of samples for a maximum period of 12 weeks. The samples are subjected to microbiological, sensory and physicochemical analysis to assess the quality of the product over time. The results obtained are compared with established quality standards to determine the moment when samples begin to show signs of deterioration.

In addition, statistical and mathematical models are used to predict the shelf life of the product based on the data obtained. Deterioration kinetic models will be useful to estimate shelf life under different conditions. The study also documents the behavior of the conditions and variables to provide full support for process optimization.

Keywords: Production, improvement, shelf life, thermoforming.

Contenido

Introducción	11
Justificación	12
Planteamiento del problema	14
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Conceptual y Teórico	16
Metodologías para la determinar de la vida útil de los alimentos.....	24
Factores que afectan la vida útil de la carne de pollo	25
Condiciones de almacenamiento.....	25
Contaminación microbiológica.....	26
Oxidación de lípidos	26
Embalaje y manipulación.....	27
Vida útil de los productos procesados de pollo	27
Indicadores sensoriales de deterioro	28
Consideraciones adicionales sobre la vida útil	28
Marco Legal	30
Metodología	32
Fase I: Comparación de la vida útil del producto con el empaque termoformado frente a los métodos de empaque utilizados en la planta.	32
Fase II: Determinación de la efectividad del empaque termoformado en la preservación de la calidad del producto	33

Fase III: Monitoreo y seguimiento de la línea de producción mediante datos comparativos de inocuidad y costos	34
Resultados y análisis de resultados	35
Fase I: Comparación de la vida útil del producto con el empaque termoformado frente a los métodos de empaque utilizados en la planta.	35
Revisión de bibliografía de casos exitosos	35
Asesoría externa de proveedores	40
Visitas a otras plantas con la misma tecnología.....	41
Asistencia a Capacitaciones	42
Revisión de datos existentes	44
Evaluación de las ventajas y desventajas de la puesta en marcha de la maquina Multivac en la línea de proceso de muestra objeto del estudio.....	45
Fase II: Determinación de la efectividad del empaque termoformado en la preservación de la calidad del producto	48
Conclusiones	76
Recomendaciones	78
Referencias Bibliográficas	79

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Normas que aplican a la industria cárnica Colombiana</i>	30
Tabla 2. <i>Consolidado de devoluciones generadas durante el año 2024 de producto en bandeja</i> 44	
Tabla 3. <i>Ventajas y desventajas que surgieron durante el procesamiento del producto objeto de muestra</i>	45
Tabla 4. <i>Variables que se deben tener en cuenta para que el equipo tenga un buen sellado</i>	58
Tabla 5. <i>Tabla de información sobre la bolsa de presas</i>	61
Tabla 6. <i>Datos arrojados del seguimiento al producto empacado al vacío</i>	63
Tabla 7. <i>Comparativo tiempo y personas empaque actual vs propuesto</i>	72
Tabla 8. <i>Costos asociados al empaque actual de presas de pollo x bandeja con peso de 500gr</i> 73	
Tabla 9. <i>Costos asociados al empaque usado para empacar de presas de pollo al vacío con peso de 500gr</i>	74
Tabla 10. <i>Sobre costos vs ahorro que genera el cambio de empaque</i>	74

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Multivac de otra compañía</i>	42
Figura 2. <i>Asistencias capacitación durante el proyecto</i>	43
Figura 3 <i>sellado con novedad</i>	49
Figura 4 <i>Buen sellado</i>	49
Figura 5. <i>Observación de sobre peso de las muestras, lo cual debe ser ≤ 500 gr según peso de la referencia muestra objeto de estudio</i>	52
Figura 6 <i>Checklist de verificación para poner la Multivac en punto</i>	53
Figura 7. <i>Instructivo Termoformadora R275MF Multivac</i>	55
Figura 8. <i>Almacenamiento de presas en túnel de tránsito para ser empacadas al vacío</i>	57
Figura 9 <i>Refrigeración convencional</i>	60
Figura 10 <i>Refrigeración industrial</i>	60
Figura 11. <i>Seguimiento de temperaturas – Bolsa con presas</i>	62
Figura 12. <i>Seguimiento de temperaturas – Presas empacadas al vacío</i>	64
Figura 13. <i>Evolucion de la carga microbiana</i> :.....	66
Figura 14. <i>Relación temperatura promedio con el crecimiento microbiano (UFC/g) para las dos condiciones</i>	70

Introducción

Los materiales de empaque o envasado están cobrando cada vez más relevancia en la industria alimentaria, ya que las empresas buscan extender la vida útil de sus productos. Para lograrlo, es fundamental garantizar condiciones óptimas durante la producción, almacenamiento y transporte, factores que contribuyen de manera positiva a retrasar la degradación de la calidad de los productos. En este contexto, cobra importancia el termoformado aplicado al vacío.

En la búsqueda de soluciones para prolongar la vida útil de los alimentos, el envasado al vacío se posiciona como una alternativa eficaz. Este método, a diferencia de los empaques activos, no busca intervenir directamente en las reacciones químicas entre el empaque y el alimento, sino que se enfoca en eliminar el oxígeno del interior del envase. Durante el proceso de envasado, el aire es extraído antes del sellado, lo que reduce significativamente las reacciones de oxidación, como el enranciamiento, y limita el desarrollo de microorganismos aerobios, como ciertas bacterias. Este enfoque permite proteger los alimentos y extender su tiempo de conservación de manera sencilla y eficiente.

Se pueden utilizar diferentes tipos de máquinas de vacío para fabricar estos productos, en el caso del estudio se utilizan films flexibles. El film elegido debe tener las propiedades mecánicas, resistencia a temperaturas, propiedades antimicrobianas, además, que sirvan como sistema de barrera frente al gas y al vapor de agua. Para el presente trabajo evaluamos el efecto del sistema de envasado (vacío) sobre la calidad y vida útil de presa de pollo.

Justificación

El empaque al vacío es una tecnología ampliamente utilizada en la industria alimentaria debido a su capacidad para prolongar la vida útil de los productos al eliminar el aire y minimizar el riesgo de contaminación microbiana. Sin embargo, la falta de estandarización en los parámetros del proceso puede generar variaciones en la eficiencia y la calidad del producto final. Optimizar este proceso no solo beneficia a la industria al mejorar la conservación de los alimentos, sino que también contribuye a la reducción del desperdicio alimentario, un problema global que impacta negativamente a la economía, el medio ambiente y la seguridad alimentaria.

Desde el punto de vista económico, la optimización del envasado permitirá a las empresas reducir pérdidas por deterioro del producto y devoluciones, asimismo, mejorar la logística de distribución y ofrecer un producto de mayor calidad, lo que fortalece la competitividad del sector.

En el ámbito social, garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos envasados es fundamental para la seguridad alimentaria de los consumidores. Un empaque eficiente previene enfermedades de origen alimentario, mejora la confianza del público en el producto.

Desde la perspectiva ambiental, el envasado al vacío contribuye a la reducción del desperdicio alimentario, lo que disminuye la presión sobre los recursos naturales empleados en la producción de alimentos, como el agua, la tierra y la energía. Además, el uso de materiales de empaque con propiedades de barrera optimizadas permite reducir el empleo de plásticos sin comprometer la seguridad del producto, alineándose con estrategias de economía circular y sostenibilidad. Este enfoque se relaciona directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible #12: “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”, promoviendo prácticas más responsables dentro de la industria.

Desde la disciplina de la Ingeniería de Alimentos, el estudio y mejora del proceso de envasado al vacío permite aplicar conocimientos de transferencia de masa, propiedades de los materiales de empaque y control de calidad para garantizar la inocuidad y estabilidad de los productos. La implementación de tecnología termoformadora en este proceso es clave, ya que permite diseñar envases con características específicas que protegen los alimentos contra factores externos, asegurando una mayor durabilidad sin el uso excesivo de conservantes.

Plantamiento del Problema

La empresa del estudio tiene como producto estrella en la zona Santander la Surtida popular (ala, contramuslo y muslo) en una bandeja de icopor, pero en la manipulación, en el transporte y hasta la llegada al cliente se pierden las condiciones iniciales del empaçado quedando expuesto a contaminación. En pro del mejoramiento continuo se sugiere mejorar las condiciones del empaçado incluyendo la sustitución del icopor por los efectos nocivos que genera para los ecosistemas, ya que este material puede tardar cerca de 500 años en descomponerse en condiciones óptimas. Para mitigar este problema se cambia el sistema de empaque mediante la utilización de una maquina termoformadora, para mejorar la vida útil de una manera sostenible y sustentable. La pregunta de investigación entonces sería ¿La implementación de este nuevo sistema de empaque mejorará la vida útil del producto?

Objetivos

Objetivo General

Determinar las mejoras en el proceso y vida útil de un producto con alta demanda en el mercado mediante el empaque termoformado al vacío.

Objetivos Específicos

Identificar el comportamiento del producto en la línea de empackado con la utilización del equipo y las variables y parámetros a controlar.

Monitorear y hacer seguimiento de la línea de producción mediante datos comparativos de inocuidad y costos.

Evaluar las ventajas y desventajas de la puesta en marcha de un equipo “Multivac” en la línea de proceso de “la surtida popular”.

Marco Conceptual y Teórico

Los alimentos que se producen y consumen en todo el mundo deben pasar por diversos procesos de conservación para garantizar su calidad y seguridad. Uno de los métodos más eficaces y utilizados es el envasado al vacío, que consiste en eliminar el aire del interior de un envase antes de sellarlo.

El envasado al vacío es uno de los métodos más eficaces y populares de conservación de alimentos, ya que ayuda a prolongar su vida útil al reducir la exposición al oxígeno, que es uno de los principales factores que aceleran el deterioro y la proliferación de bacterias y hongos. Este proceso consiste en extraer el aire de un envase y luego sellarlo herméticamente, lo que inhibe el crecimiento de microorganismos y retrasa el proceso de oxidación, responsable de la pérdida de sabor, color y textura en los alimentos.

Según un estudio de Talon et al. (2017), el envasado al vacío ayuda a preservar la seguridad alimentaria al reducir la cantidad de oxígeno disponible, lo que impide la proliferación de microorganismos aerobios y, en algunos casos, anaerobios, que pueden causar intoxicaciones alimentarias. El estudio destaca que este método es especialmente útil en el almacenamiento de carnes, pescados y productos listos para el consumo.

Por otra parte, Zhou et al. (2020), en su investigación sobre la conservación de frutas y vegetales, el envasado al vacío no solo mejora la vida útil al reducir el crecimiento microbiano, sino que también preserva mejor los nutrientes y las características organolépticas de los alimentos. La eliminación del oxígeno limita la oxidación de los compuestos sensibles, como las vitaminas A y C.

En el trabajo de Vilas-Boas et al. (2018), se explica cómo el envasado al vacío interfiere con el crecimiento de diversos tipos de bacterias, incluidos los patógenos de alto riesgo, como *Clostridium botulinum*, responsable del botulismo. Este método, combinado con el control adecuado de la temperatura, asegura que los alimentos permanezcan seguros durante su almacenamiento a largo plazo.

De acuerdo con Parvez et al. (2021), el envasado al vacío ha sido clave para reducir el desperdicio de alimentos, especialmente en productos perecederos como carnes y productos lácteos. Este proceso no solo ayuda a mejorar la calidad del alimento, sino que también contribuye a la sostenibilidad, al prolongar su frescura y evitar pérdidas innecesarias.

Desde una perspectiva nutricional, la carne es esencial debido a su alta calidad proteica, su contenido de aminoácidos esenciales, y la disponibilidad de minerales y vitaminas.

El empaque al vacío es un método eficaz para la preservación de diferentes tipos de carnes, mejorando significativamente su vida útil y calidad. En el caso de la carne, este tipo de empaque tiene varios beneficios. Primero, al eliminar el oxígeno, se reduce la posibilidad de que las bacterias crezcan, lo que permite que la carne se conserve más tiempo en comparación con los métodos tradicionales.

Sin embargo, la efectividad del empaque al vacío depende de la forma en que se realiza el proceso. En el caso del empaque industrial, este puede ser realizado utilizando máquinas especializadas que extraen el aire del interior del envase y luego sellan herméticamente el paquete. Esta técnica de vacío puede ser complementada con el uso de barreras adicionales,

como películas plásticas especiales que son menos permeables al oxígeno y a la humedad, lo que aumenta aún más la eficacia de la preservación (Sánchez & Martínez, 2022).

Un beneficio importante del empaque al vacío es que ayuda a preservar los nutrientes de los alimentos, como las vitaminas y los minerales, que pueden degradarse debido a la exposición al oxígeno y la luz. Por ejemplo, las vitaminas A, C y E, que son antioxidantes naturales, se protegen de la oxidación en un entorno sin oxígeno, lo que ayuda a mantener las propiedades nutricionales de los alimentos (Gunes et al., 2020). Sin embargo, es importante destacar que el empaque al vacío no puede evitar la degradación de todos los nutrientes, y factores como el tiempo de almacenamiento y la temperatura siguen siendo determinantes para la calidad final del producto.

Las carnes rojas, como la de res y cerdo, pueden conservarse entre 1 y 2 semanas en el refrigerador cuando están selladas al vacío. En el congelador, este método permite mantener su calidad durante 1 a 3 años. El empaque al vacío protege los alimentos de problemas comunes como la quemadura por congelación y, además, facilita que los adobos penetren mejor en las fibras de la carne, intensificando los sabores. Este proceso no solo es eficiente, sino que también optimiza el almacenamiento al ser más compacto y reducir el riesgo de contaminación cruzada.

El sellado al vacío también es efectivo para otros tipos de carne, como pollo, cordero y pescado, aunque los tiempos de conservación varían. Por ejemplo, el pescado sellado al vacío puede durar de 1 a 2 años en el congelador, pero debe consumirse dentro de una semana si se almacena en el refrigerador. El empaque al vacío mantiene la humedad y los nutrientes en la carne, evitando la deshidratación, un factor crucial para conservar la calidad de los cortes de cerdo, como las costillas y el lomo, tanto en refrigeración como en congelación. El empaque al

vacío es especialmente útil en cortes de cordero, como las chuletas y el pierna, que son más delicados y propensos a perder calidad si no se conservan adecuadamente (MeatChefTools, 2024).

El pescado y los mariscos son altamente perecederos y requieren condiciones de almacenamiento específicas para evitar la descomposición. El empaque al vacío es ideal para estos productos, ya que prolonga su frescura, evita el crecimiento bacteriano y conserva los nutrientes esenciales. Los productos pesqueros sellados al vacío pueden mantenerse durante más tiempo en el congelador sin sufrir daño por quemaduras de congelación, lo que permite su conservación durante meses sin pérdida significativa de calidad (Liao et al., 2023).

La vida útil de la carne de pollo depende de diversos factores, como el manejo post-sacrificio las condiciones de almacenamiento y la presencia de contaminantes microbianos. Técnicamente, la carne de pollo es un producto perecedero, lo que significa que tiene una vida útil limitada bajo condiciones normales de refrigeración o congelación.

La carne de pollo, objeto de este estudio es una de las más comercializadas y consumidas a nivel mundial (Wang et al., 2017). De hecho, es la segunda carne más consumida globalmente, solo detrás de la carne de cerdo. Su popularidad sigue en aumento cada año, gracias a su bajo costo y sus beneficios para la salud. Además, a diferencia de la carne de cerdo, no está sujeta a restricciones religiosas en muchas culturas. La mayoría de los estudios al respecto de la vida útil y el deterioro de carnes de pollo (Wang et al., 2017), (Joseph et al., 2020) indican que los microorganismos que con mayor frecuencia deterioran la carne de pollo en refrigeración son: *Pseudomonas* spp., diversas enterobacterias, bacterias ácido lácticas y *Brochotrix thermosphacta*.

La combinación del empaque al vacío y el termoformado es una práctica común y muy eficiente en la industria del pollo, ya que aprovecha lo mejor de ambos métodos para maximizar la frescura, seguridad y presentación del producto. Este enfoque integrado ofrece varios beneficios tanto para los productores como para los consumidores. A continuación, se detallan las ventajas y características de esta combinación:

Termoformado de la bandeja o envase: El proceso inicia con la formación de una bandeja o envase usando termoformado. Una lámina de plástico se calienta y se moldea en la forma de una bandeja o recipiente que contendrá la carne de pollo. Este envase puede ser diseñado con diferentes tamaños y formas, según las necesidades del producto, y puede incluir una tapa o un sobre plástico que se ajusta al contorno del envase.

Embalaje de la carne de pollo: Una vez que la carne de pollo se coloca en la bandeja termoformada, se procede a extraer el aire del paquete mediante el proceso de empaque al vacío. Esto implica colocar el envase con el pollo en una máquina que extrae el oxígeno y luego sella herméticamente el paquete. Esto evita que el oxígeno entre en contacto con la carne, lo que ralentiza el crecimiento de bacterias y la descomposición, además de evitar la oxidación de grasas que podría deteriorar el sabor y color de la carne.

Sellado y protección adicional: Después de que el vacío ha sido aplicado, la bandeja puede ser sellada con una película plástica termoformada que cubre la parte superior del envase. Esto proporciona una capa adicional de protección para la carne de pollo y refuerza las barreras contra la humedad, el oxígeno y contaminantes.

Se puede aplicar empaque al vacío con el termoformado a las siguientes presentaciones del pollo.

Pollo en partes: El empaque termoformado al vacío es ideal para partes de pollo, como muslos, pechugas, alas o carne picada, ya que permite una protección adecuada mientras facilita la visualización del producto para el consumidor.

Pollo entero o en piezas grandes: En el caso de pollos enteros, la combinación de ambos métodos permite que el pollo se conserve en condiciones óptimas mientras se presenta de forma limpia y atractiva para el consumidor.

Productos procesados o precocidos: Para productos como el pollo precocido, empanado o marinados, el empaque al vacío garantiza que el sabor y la textura del pollo se mantengan intactos durante su almacenamiento, mientras que el termoformado lo presenta de manera ordenada y llamativa.

Este método de empaque en la industria del pollo ofrece una solución integral que garantiza la frescura, prolonga la vida útil, mejora la presentación y brinda comodidad tanto a los productores como a los consumidores. Estas cualidades son especialmente valiosas en un mercado donde la calidad, la higiene y la experiencia del cliente desempeñan un papel crucial en las decisiones de compra.

Por otra parte, la vida útil de los alimentos es un concepto crucial en la industria alimentaria, ya que determina el tiempo durante el cual un producto puede mantenerse en condiciones óptimas de seguridad, sabor y calidad. Esta vida útil está influenciada por factores como el tipo de alimento, las condiciones de almacenamiento, el empaque y los procesos de

conservación. Es esencial para garantizar que los alimentos no solo sean consumidos de manera segura, sino también que se mantengan frescos y nutritivos hasta su consumo. Un adecuado control de la vida útil no solo minimiza el riesgo para la salud del consumidor, sino que también reduce el desperdicio alimentario, contribuyendo a la sostenibilidad.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la vida útil de los alimentos puede extenderse significativamente mediante el uso de técnicas de conservación como el empaque al vacío, la refrigeración, el congelamiento y el envasado en atmósferas modificadas, las cuales retrasan el deterioro microbiano y enzimático (World Health Organization, 2020). Esto destaca la importancia de desarrollar sistemas de almacenamiento y empaque eficientes que no solo protejan la calidad de los alimentos, sino que también contribuyan a la reducción del desperdicio alimentario global.

La vida útil no solo se refiere al tiempo en el que los alimentos permanecen seguros para el consumo, sino también a su capacidad para mantener una calidad aceptable. Existen diferentes factores que afectan esta duración, entre los cuales se incluyen la actividad microbiana, las reacciones químicas, las condiciones de almacenamiento, y las técnicas de empaque utilizadas.

Dentro de las metodologías más utilizadas para la determinación de vida útil de alimentos, se ha encontrado que el principal indicador de deterioro en la mayoría de los alimentos que aportan aceite y/o grasa, es el índice de peróxido en lo que respecta a análisis químicos, mientras en análisis sensoriales la dureza y la textura. La mayoría de los estudios se han enfocado en someter a productos a estrés, siendo la más utilizada la temperatura, juntamente con la ecuación de Arrhenius que permite relacionar la constante velocidad de una reacción química en función de la temperatura, determinando el tiempo de vida útil en un corto tiempo,

sin la necesidad de utilizar tanto material de laboratorio. El método de pruebas de vida útil acelerada es el más utilizado por investigadores para predecir la vida útil del alimento en un corto tiempo, a diferencia del método directo que provee de resultados perfectos, pero requiere largos tiempo por ende implica más gastos.

Los alimentos se deterioran por factores internos y externos, dentro de los internos tenemos: las propiedades propias del alimento como: ingredientes, pH, actividad de agua, potencial redox, microbiota competitiva y componentes antimicrobianos que afectan la vida útil del alimento (Alapont-Gutiérrez et al., 2020; Soriano, 2018). Y dentro de los externos los factores que no dependen del propio alimento, como: temperatura de conservación, humedad relativa, procesado y material de envase (Alapont-Gutiérrez et al., 2020; Soriano, 2018).

Para predecir la vida útil y la calidad en productos cárnicos se suelen seleccionar los siguientes indicadores fisicoquímicos: sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), nitrógeno básico volátil (VBN), pH, índice de acidez (AV) e índice de peróxido (Park et al., 2018). En el estudio de Liu et al. (2019), se evaluaron muestras control y muestras sometidas a irradiación PL-UV de carne seca curada, aplicando el método normal y acelerado (ASLT), el indicador de deterioro seleccionado fue el valor de peroxidación.

La vida útil de los alimentos en empaque al vacío está influenciada por diversos factores que involucran tanto las características del alimento como las condiciones de almacenamiento. El empaque al vacío, al eliminar el aire del entorno inmediato del producto, ralentiza el proceso de deterioro causado por microorganismos y reacciones químicas, como la oxidación (Gunes et al., 2020). De acuerdo con López et al. (2021), este proceso extiende significativamente la frescura y la calidad del producto, dado que reduce la actividad de microorganismos que requieren oxígeno

para proliferar. Sin embargo, la vida útil de los alimentos también depende de la naturaleza del producto alimenticio, su pH, contenido de agua y la temperatura de almacenamiento.

Metodologías para la Determinar de la vida Útil de los Alimentos

Método directo o en tiempo real: Estas pruebas se realizan a condiciones normales, de tal modo que requieren de condiciones de almacenamiento constantes, teniendo como desventaja que requiere de un largo tiempo de estudio, lo cual no es óptimo ya que se incurre en costos elevados (Li & Wang, 2018). En estos estudios se seleccionan parámetros indicadores de acuerdo con el tipo de alimento y se evalúa periódicamente hasta que éstos sufran alguna modificación o degradación.

Método indirecto-Pruebas de vida útil acelerada: Estos métodos permiten evaluar de manera rápida el comportamiento del alimento en condiciones extremas; es decir, el producto se almacena a altas temperaturas o condiciones ambientales agrestes. El parámetro de deterioro se selecciona a partir de una evaluación fisicoquímica, microbiológica y/o sensorial (Bailón-Moreno et al., 2018). Son utilizados en alimentos no perecederos o estables. Una de las desventajas más importantes de estos métodos es que ciertos factores como la temperatura, humedad, luz y oxígeno ocasionan cambios importantes en los alimentos que no ocurrirían en condiciones normales, como por ejemplo la desnaturalización de proteínas a altas temperaturas o la modificación de la permeabilidad del empaque del producto, mismos que aceleran la degradación del alimento (Coronel, 2016).

Método de supervivencia: El análisis de supervivencia es un modelo estadístico que se basa en la percepción de un panel de consumidores que se enfocan en estimar la vida útil y la

calidad del producto. En esta metodología se relacionan la intensidad de un descriptor crítico (defecto) en función del tiempo de almacenamiento. Es decir, evalúa las muestras categorizando un defecto sensorial, donde el consumidor responde si acepta o rechaza el producto (Elizagoyen, 2019).

Microbiología Predictiva: Analiza el comportamiento de los microorganismos en base a factores que alteren su crecimiento o inactivación. Permite obtener resultados en un corto tiempo, además que es de bajo costo y no utilizan tanto material de laboratorio; sin embargo, siempre se apoya en la microbiología tradicional (Armijo Zambrano, 2020).

Factores que Afectan la Vida Útil de la Carne de Pollo

Condiciones de almacenamiento

Refrigeración: La carne de pollo cruda refrigerada tiene una vida útil que varía según la temperatura de almacenamiento, y mantenerla a temperaturas adecuadas retrasa el crecimiento de bacterias patógenas como Salmonella y Campylobacter (ACHIPIA, 2017). Si se mantiene a temperaturas de refrigeración (entre 0 y 4°C), se puede almacenar durante 1 a 2 días sin que se deterioren significativamente la textura, sabor ni propiedades nutricionales. Las bajas temperaturas retrasan el crecimiento de bacterias patógenas como Salmonella y Campylobacter, que son frecuentes en la carne cruda de pollo.

Congelación: El proceso de congelación extiende considerablemente la vida útil de la carne de pollo, pues impide el crecimiento microbiano. La carne de pollo congelada, si se almacena a temperaturas de -18°C o menores, puede durar entre 6 y 12 meses. Sin embargo, la congelación no elimina los patógenos que podrían haber estado presentes antes del congelado,

aunque su actividad se detiene. Es importante recordar que el pollo pierde algo de calidad en términos de textura y sabor después de este tiempo debido a los efectos de la congelación, como la descomposición de las fibras musculares.

Contaminación microbiológica

La vida útil de la carne de pollo está influenciada directamente por la presencia de microorganismos. Las bacterias patógenas son las principales causantes de enfermedades transmitidas por alimentos y de la pérdida de calidad. Es fundamental que la carne de pollo sea manipulada adecuadamente para evitar la contaminación (Gómez & Pérez, 2020).

Salmonella y Campylobacter son dos de los principales agentes patógenos presentes en la carne cruda de pollo. Estas bacterias pueden proliferar rápidamente si la carne se deja a temperaturas superiores a 4 °C. Los métodos de conservación, como la refrigeración y la congelación, ayudan a prevenir este tipo de contaminación (Martínez & López, 2021).

Oxidación de lípidos

La carne de pollo, al igual que otros productos animales, contiene grasas que pueden sufrir un proceso de oxidación. Este proceso es uno de los responsables de la pérdida de calidad sensorial, como el sabor rancio y el cambio en el color. La oxidación de lípidos se acelera en presencia de oxígeno, por lo que el envasado al vacío o el envasado en atmósfera modificada (con menor concentración de oxígeno) pueden alargar la vida útil de la carne al reducir este fenómeno. El envasado adecuado también evita el contacto de la carne con los contaminantes del ambiente (Fernández et al., 2020).

Embalaje y manipulación

El embalaje desempeña un papel fundamental en la vida útil de la carne de pollo. La carne de pollo cruda puede empaquetarse de diversas maneras, como en bandejas de polietileno cubiertas con film plástico, o en bolsas al vacío. El envasado al vacío es una técnica eficiente para alargar la vida útil, ya que elimina el oxígeno que favorece el crecimiento bacteriano y la oxidación de las grasas.

Otro aspecto relevante es el manejo y transporte de la carne de pollo desde el punto de sacrificio hasta el consumidor final. El transporte en vehículos refrigerados y el mantenimiento de una cadena de frío constante son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto (Torres & Rodríguez, 2019).

Vida útil de los productos procesados de pollo

Los productos de pollo procesados, como las pechugas de pollo cocidas, el pollo empanado o el pollo ahumado, tienen una vida útil diferente a la de la carne fresca. El proceso de cocción o ahumado reduce la actividad bacteriana en la carne, pero no elimina todos los riesgos. Estos productos, si se almacenan adecuadamente en refrigeración (entre 0 y 4°C), pueden durar entre 3 y 5 días. Si se congelan, su vida útil puede extenderse de 6 a 12 meses, dependiendo del tipo de procesamiento (FDA, 2023)

Indicadores sensoriales de deterioro

A medida que la carne de pollo se deteriora, se producen cambios en las características sensoriales que pueden ayudar a identificar si el producto ya no es seguro para su consumo.

Estos indicadores incluyen:

Color: La carne fresca debe tener un color rosado pálido. Si comienza a ponerse gris o verdosa, es un signo de que está en proceso de descomposición.

Olor: Un olor agrio o desagradable es un claro indicio de deterioro.

Textura: La carne de pollo debe ser firme al tacto. Si está viscosa o pegajosa, es un signo de que ha comenzado a descomponerse.

Sabor: Aunque no es recomendable consumir carne que ya presente alteraciones en color, olor o textura, el sabor rancio es otro signo de que la carne no está en condiciones óptimas para el consumo.

Consideraciones Adicionales Sobre la Vida Útil

Salud pública: El deterioro microbiológico de la carne de pollo está relacionado directamente con la salud pública, ya que la proliferación de bacterias patógenas como *Salmonella* puede causar intoxicaciones alimentarias graves. Por ello, el manejo adecuado en la cadena de frío y las buenas prácticas de higiene durante el procesamiento, almacenamiento y preparación son fundamentales.

Etiquetado y caducidad: Los fabricantes de productos de pollo deben proporcionar información sobre la vida útil de sus productos mediante etiquetas que incluyan fechas de caducidad o de consumo preferente. Estos son estándares establecidos por las autoridades sanitarias y deben ser seguidos estrictamente.

Marco Legal

Debido a que el objeto del estudio se procesa en una empresa dedicada a la producción de alimentos para el consumo humano, debe cumplir con la Ley 09 de 1979, específicamente con lo establecido en su Título V, que regula los aspectos relacionados con los alimentos. Esta ley establece una serie de decretos y resoluciones aplicables a la industria alimentaria, los cuales varían según el sector específico de la empresa; en este caso, el sector cárnico. Como industria plenamente constituida, cuenta con la certificación HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) para la Planta de Desposte, emitida por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA).

Tabla 1.

Normas que aplican a la industria cárnica Colombiana

Reglamentación	Descripción
Ley 09/1979	Hace referencia a las normas generales que sirven de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona la salud humana.
Resolución 2674/2013	Esta resolución establece los requisitos sanitarios que se deben cumplir para las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas. Aquí están contempladas las Buenas prácticas de Manufactura (BPM).
Decreto 1500/2007	Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el consumo humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación. Este decreto ha sido modificado por normativas posteriores, como el Decreto 2270 de 2012 , con el objetivo de actualizar y modernizar el sistema oficial de inspección y vigilancia en el sector cárnico

	Estas modificaciones buscan armonizar las regulaciones nacionales con las directrices internacionales y mejorar la inocuidad y calidad de los productos cárnicos en el país.
Resolución 0242 2013	Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio de aves de corral, desprese y almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación de carne y productos cárnicos comestibles
Resolución 5109/2005	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.
Resolución 2115/2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Decreto 60 /2002	Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico - HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.
Resolución 683 del 2012	Por el cual establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, envases y objetos que entran en contacto con alimentos y bebidas.
Resolución 810 de 2021	Por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados o empacados para consumo humano.

Fuente: Propia el autor.

Metodología

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se realizarán los siguientes pasos

Fase I: Comparación de la vida útil del producto con el empaque termoformado frente a los métodos de empaque utilizados en la planta.

Revisión bibliografía de casos exitosos: Se realizó una revisión sistemática bibliográfica en bases de datos especializadas, de los últimos 10 años, especialmente carnes con énfasis en pollo envasados al vacío.

Asesoría externa de proveedores: Se contó con un experto en el tema de equipos al vacío y el análisis de los parámetros de control directamente en planta.

Visitas a otras plantas con la misma tecnología: No se realizó visita a plantas del grupo, pero se contó con los datos suministrados por colegas de otras plantas quienes tenían equipos similares.

Asistencia a Capacitaciones: Durante el montaje y puesta en marcha del equipo, se realizaron capacitaciones detalladas sobre el equipo ‘‘Multivac’’

Revisión de datos existentes: Se realizó análisis de datos existentes del 2024 con énfasis en devoluciones y averías por temas de bandejas quebradas y vinipel suelto o roto.

Evaluación de las ventajas y desventajas de la puesta en marcha de la maquina multivac en la línea de proceso de muestra objeto del estudio.

Definir claramente qué se considerará como una ventaja y qué como una desventaja en la puesta en marcha de la maquinaria del estudio relacionada con la vida útil del producto del estudio.

Fase II: Determinación de la efectividad del empaque termoformado en la preservación de la calidad del producto

Identificación del comportamiento del producto en la línea de empackado con la utilización del equipo y las variables y parámetros a controlar (bajo parámetros previamente establecidos temperaturas, presión de aire y control agua que ingresa al equipo, efectividad de sellado y pesos ideales)

Para identificar el comportamiento del producto objeto de estudio, se tuvo en cuenta que se debe calibrar el equipo antes de iniciar producción, bajo los estándares de las variables de control previamente establecidas.

Para la alimentación del equipo se deben seleccionar las presas que se van a empacar cumpliendo con los pesos requeridos y los requerimientos técnicos del empackado bajo esta técnica.

Para poder determinar la preservación del producto, se realizaron pruebas de estabilidad del producto comparando la técnica de empacko al vacío vs técnica convencional (bolsa amarrada), bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

Fase III: Monitoreo y seguimiento de la línea de producción mediante datos comparativos de inocuidad y costos

Identificación del comportamiento del producto en la línea de empaclado con la utilización del nuevo sistema: Se identificaron tiempos de empaque y resistencia del empaque.

Seguimiento de comportamiento de vida útil, Comparación de los tiempos de vida útil del empaque al vacío vs el convencional.

Análisis comparativo de un antes y después de la puesta en marcha, con un seguimiento de por lo menos dos meses mediante revisión de cifras, devoluciones, comportamiento del producto en góndola y aceptación del cliente. Con los datos encontrados en los anteriores pasos, se realiza un análisis comparativo de un antes y después de la utilización del empaque del estudio.

Informe de estado de costos para demostrar a la gerencia la justificación de la compra del equipo multivac. Se realiza un estudio comparativo tiempo y personas, empaque actual vs presupuesto, costos asociados al empaque actual de presas de pollo x bandeja, que se muestran mediante tablas comparativas.

Resultados y Análisis de Resultados

Fase I: Comparación de la vida útil del producto con el empaque termoformado frente a los métodos de empaque utilizados en la planta.

Revisión de bibliografía de casos exitosos

En los últimos 10 años, el envasado al vacío ha demostrado ser efectivo en la prolongación de la vida útil del pollo, reduciendo el riesgo de contaminación microbiológica. Sin embargo, se pueden identificar ciertos desafíos relacionados con las propiedades sensoriales y las técnicas de almacenamiento a largo plazo (Gómez & Martínez, 2018).

La utilización de empaques al vacío en productos cárnicos ha demostrado ser una estrategia exitosa para prolongar la vida útil, mantener la frescura, preservar la calidad y mejorar la seguridad alimentaria (Restauración Colectiva, 2015).

A continuación se presenta una revisión de la bibliografía sobre casos exitosos del uso de este tipo de empaque en la industria cárnica.

- **Preservación de la Frescura y Vida Útil de Productos Cárnicos**

Varios estudios destacan la eficiencia del empaque al vacío para prolongar la vida útil de productos cárnicos frescos y procesados, como carne de res, cerdo, pollo y embutidos. El empaque al vacío elimina el oxígeno en el envase, lo cual retrasa el crecimiento de microorganismos aerobios responsables del deterioro, como bacterias y hongos.

El empaque al vacío se considera un sistema de envasado eficiente para prolongar la vida útil de la carne fresca, preservando las características sensoriales inherentes al producto durante un extenso período de tiempo. En condiciones de refrigeración, el vacío permite prolongar la vida útil de la carne reduciendo la oxidación y el crecimiento de microorganismos aerobios (Hernández-Macedo y col., 2011). El envasado al vacío es el envase más rentable y ha sido el

sistema de envasado más utilizado para la comercialización de carne fresca en los mercados de exportación (McMillin, 2008).

Estudio de Chouliara et al. (2007): Este estudio evaluó el efecto del empaque al vacío en carne de cordero. Los resultados mostraron que, bajo condiciones de almacenamiento refrigerado, el empaque al vacío aumentó significativamente la vida útil de la carne al reducir la oxidación de los lípidos y evitar el crecimiento de bacterias aerobias.

Investigación de García et al. (2011): Se analizó la efectividad del empaque al vacío en carne de res. Los resultados indicaron que el empaque al vacío mantuvo la carne en mejores condiciones organolépticas (color, sabor y textura) en comparación con los métodos tradicionales de empaque, como el de atmósfera modificada o el uso de film plástico común.

- Control de la Oxidación Lipídica y la Calidad Sensorial

La oxidación de los lípidos es una de las principales causas de deterioro en productos cárnicos, ya que puede generar compuestos rancios que afectan negativamente el sabor y la calidad de la carne. El empaque al vacío ayuda a mitigar estos efectos al eliminar el oxígeno, lo que retrasa el proceso de oxidación.

Caso exitoso en la industria cárnica de Italia (2015): En una planta procesadora de carne de cerdo, el empaque al vacío se utilizó para mejorar la calidad y la conservación de los productos curados. Al utilizar empaques al vacío para el almacenamiento y transporte de jamones y embutidos, se observó una reducción en la oxidación lipídica, manteniendo el sabor y la textura del producto durante más tiempo.

- Seguridad Alimentaria y Prevención de Patógenos

El empaque al vacío también contribuye a la seguridad alimentaria al reducir el riesgo de contaminación por patógenos como Salmonella y Escherichia coli, ya que al eliminar el oxígeno,

se limita el crecimiento de organismos patógenos y se previene la proliferación de bacterias que requieren oxígeno para su desarrollo.

Estudio de Oparaku et al. (2019): El uso de empaque al vacío en carne de pollo procesada mostró una significativa disminución en los niveles de Salmonella y E. coli comparado con los métodos tradicionales de envasado. Este tipo de empaque, combinado con una adecuada refrigeración, demostró ser una medida eficaz para garantizar la seguridad alimentaria y reducir los riesgos de contaminación microbiana.

- Mejoras en el Transporte y Almacenaje

El empaque al vacío también facilita el transporte de productos cárnicos al reducir el volumen y el espacio necesario para el almacenamiento. Esto es particularmente útil en exportaciones internacionales, donde la reducción de costos logísticos es crucial.

Caso de éxito en el mercado de exportación de carne de Brasil (2016): En la industria brasileña de carne bovina, se implementó el empaque al vacío para mejorar la durabilidad durante el transporte de carne a mercados internacionales. El empaque al vacío permitió reducir las pérdidas por deterioro durante el transporte y mejoró la competitividad en mercados como Europa y Asia.

- Impacto Económico y Rentabilidad

Numerosos estudios también sugieren que el uso de empaque al vacío puede ser económicamente beneficioso para la industria cárnica, al reducir el desperdicio de productos debido al deterioro y aumentar las ventas de productos de mayor calidad.

Investigación de Hennessy et al. (2020): En una planta procesadora de carne en los Estados Unidos, se observó que el uso de empaques al vacío redujo las mermas por deterioro en productos como el tocino y la carne fresca. Como resultado, la empresa experimentó un aumento en sus márgenes de ganancia debido a la mayor vida útil y la posibilidad de ofrecer productos con calidad consistente a lo largo de su vida útil.

El empaque al vacío ha demostrado ser una herramienta exitosa para la industria cárnica, proporcionando beneficios significativos en términos de preservación de la calidad, extensión de la vida útil, control de la oxidación y mejora de la seguridad alimentaria. Además, se ha observado que este tipo de empaque puede tener un impacto positivo en la eficiencia económica de las empresas cárnicas al reducir las pérdidas por deterioro y facilitar el transporte. Por lo tanto, la implementación de esta tecnología en la industria cárnica sigue siendo una práctica clave para mejorar la competitividad y sostenibilidad en el mercado global.

Como se puede observar en el análisis de la revisión sistemática bibliográfica permite concluir que el empaque al vacío es una de las técnicas más efectivas, seguras y ampliamente recomendadas para la conservación de la carne de pollo. La evidencia científica revisada en publicaciones de los últimos diez años converge en destacar que esta tecnología ofrece una serie de beneficios fundamentales tanto para garantizar la calidad como para prolongar la vida útil del producto. En primer lugar, el empaque al vacío crea un ambiente libre de oxígeno, lo que inhibe significativamente el crecimiento de microorganismos aerobios que son responsables de la descomposición y deterioro del alimento. Este mecanismo contribuye no solo a extender el tiempo de almacenamiento, sino también a preservar la seguridad microbiológica del pollo, protegiéndolo de agentes patógenos que podrían comprometer la salud del consumidor.

Además, esta tecnología actúa como una barrera efectiva frente a procesos de oxidación, los cuales afectan negativamente atributos esenciales como el color, el sabor, el aroma y el valor nutricional de la carne. Al reducir la exposición del producto al oxígeno, el empaque al vacío mantiene intactas las propiedades organolépticas del pollo, lo que resulta crucial tanto para satisfacer las expectativas de los consumidores como para cumplir con los estándares de calidad exigidos por los mercados. Otro de los beneficios destacados es su capacidad para evitar la pérdida de humedad, contribuyendo a conservar la textura y jugosidad características de la carne fresca. Asimismo, al ofrecer un sellado hermético, este tipo de empaque actúa como un escudo contra contaminantes externos, minimizando el riesgo de contaminación cruzada y reforzando así su rol en la inocuidad alimentaria.

Por otra parte, los estudios revisados también subrayan que el empaque al vacío es una solución altamente adaptable y funcional en la industria cárnica moderna. Su diseño compacto facilita el transporte y almacenamiento de los productos, optimizando el uso del espacio y reduciendo costos logísticos. Adicionalmente, este tipo de empaque es compatible con diversos métodos de conservación como la refrigeración y la congelación, lo que lo convierte en una herramienta versátil y eficiente para garantizar la estabilidad del producto en toda la cadena de suministro. En resumen, los hallazgos obtenidos a partir de la revisión bibliográfica respaldan de manera contundente que el empaque al vacío no solo es una práctica viable, sino que se posiciona como una estrategia esencial para la preservación de la carne de pollo. Su implementación responde tanto a las demandas de los consumidores por productos frescos y de alta calidad, como a las exigencias de la industria alimentaria en términos de seguridad, sostenibilidad y eficiencia operativa. Por ello, se establece como una solución tecnológica clave para el desarrollo y competitividad de la industria cárnica en el contexto actual.

Asesoría externa de proveedores

Se realizó un análisis de la eficiencia de los equipos al vacío en términos de la creación de un sellado hermético, control de la presión y el vacío generado. Esto puede incluir la comparación de diferentes tipos de equipos y su desempeño bajo condiciones operativas específicas.

Adicional se determinó la tasa de error en el proceso, como fallos de sellado, pérdida de vacío o problemas durante el ciclo de envasado.

Se contó con la presencia y acompañamiento del técnico del equipo, adicional los proveedores de material de empaque para saber cuál era el calibre ideal y el que más se ajustaba a la necesidad.

Con el acompañamiento se tuvieron en cuenta varios aspectos:

- Soporte Técnico Personalizado:

La presencia de un técnico del proveedor permite solucionar dudas o problemas técnicos relacionados con el equipo o servicio adquirido. El técnico puede guiar a los empleados sobre el funcionamiento correcto del equipo, su mantenimiento y las mejores prácticas para su uso.

- Instalación y Configuración:

El acompañamiento incluye la instalación o configuración inicial del equipo o sistema adquirido. Esto asegura que se realice de acuerdo con las especificaciones y sin errores que puedan afectar el rendimiento posterior.

- Capacitación y Entrenamiento:

El técnico realizó capacitación para un grupo de personas, indicándoles como operar y mantener el equipo de manera eficiente. La capacitación puede abarcar desde el uso básico hasta la resolución de problemas más complejos.

- Asesoría en Mantenimiento:

El proveedor realizó capacitación al área de mantenimiento brindándole la asesoría sobre los planes de mantenimiento preventivo y las recomendaciones para prolongar la vida útil del equipo.

El técnico realizó una inspección inicial del equipo, asegurándose de que esté en condiciones óptimas en presencia del área de mantenimiento.

Este tipo de asesoría externa es valiosa porque no solo facilita la adquisición del equipo, sino que también asegura que el proceso de implementación y el uso posterior sean más eficientes, lo que genera un mayor valor para la empresa a largo plazo.

Visitas a otras plantas con la misma tecnología

Como no se realizó visitas a otras plantas, nuestro proyecto se enfocó en la parte teórica, con énfasis en el análisis de datos disponibles y la experimentación dentro de la planta local. Aun así, los resultados fueron valioso para mejorar el mismo proceso interno y para recomendar futuras investigaciones o comparaciones con otros equipos que cuenta el grupo y así optimizar los procesos. También se contó con el apoyo de las demás áreas productivas (Calidad y L&D)

No fue posible realizar la visita a las plantas propias del grupo debido a que todas presentaban novedades en la calidad de su empaque. A pesar de ello, los equipos eran diversos y presentaban distintas características. Sin embargo, se pudo observar en varias ocasiones la presencia del equipo de Investigación y Desarrollo (I&D), quienes estaban a cargo de llevar a cabo pruebas y ajustes mediante el método de prueba y error, con el fin de determinar el calibre ideal para iniciar la producción. Esto fue fundamental para poder avanzar en el proceso de adaptación de los equipos.

Adicionalmente, se contó con la asesoría de expertos de otra empresa avícola, la cual había realizado la compra de un equipo similar (como lo muestra la Imagen 13) para llevar a cabo una actividad comparable. En este intercambio de información, se pudo identificar datos técnicos y detalles relevantes sobre el proceso de parametrización del equipo. Gracias a esta colaboración, se logra establecer las bases necesarias para configurar correctamente el equipo y así alcanzar el objetivo de iniciar la producción de manera eficiente y con los parámetros adecuados.

Figura 1.

Multivac de otra compañía



Fuente: Propia del autor

Equipo multivac de otra compañía	
Condición	Parámetro
Electricidad	220-240 V.
Agua	Caudal superior a 1.2 litros por minuto.
Presión de aire	Presión superior a 6 bares e inferior a 10 bares.
Temperatura	120°C – 180°C

Asistencia a Capacitaciones

Durante el montaje y puesta en marcha del equipo, se realizaron capacitaciones detalladas sobre el equipo y de su procesamiento como lo muestra la figura 1.

Figura 2.

Asistencias capacitación durante el proyecto.

INFORME PUESTA EN MARCHA TERMOFORMADORA MULTIVAC SEMANA 01 AL 05 DE ABRIL		Versión: N°01
		Página: 1 de 1

1. Objetivo
Puesta marcha de la termoformadora multivac.

2. Participantes

- Técnico multivac (Juan Carlos Mora).
- Investigación y Desarrollo (Johana Sarmiento).
- Gestores área de desprese (German García y Carlos Carrillo).
- Ingeniería de procesos (Karen Bohórquez y Diego Murillo).

3. Resultados obtenidos del 01 al 05 de abril

Programación del brazo Videojet: Se programa desde el tablero de control de la multivac la función para activar o desactivar el brazo mecánico y la Videojet (imagen 1), con el objetivo de facilitar el trabajo del operador desde el tablero de control.




Imagen 1. Activar/desactivar marcación.

Fuente: Propia del autor

Durante el desarrollo del proyecto, se asistió a diversas capacitaciones relacionadas con las tecnologías de envasado al vacío, el nuevo equipo que se incorpora a la operación, control de calidad con el nuevo empaque y almacenamiento. Esta formación permitió mejorar las competencias técnicas y prácticas, aplicando directamente lo aprendido en el análisis de parámetros de control y optimización de los procesos en la planta. La participación en las capacitaciones también proporcionó herramientas para interpretar de manera más precisa los datos obtenidos durante la producción de esta referencia y fortalecer el marco teórico,

garantizando que los métodos utilizados estuvieran alineados con las mejores prácticas de la industria. Además, las interacciones con expertos y otros profesionales durante estas capacitaciones contribuyeron a la mejora del enfoque del proyecto y facilitaron la solución de problemas en equipo.

Revisión de datos existentes

Tabla 2.

Consolidado de devoluciones generadas durante el año 2024 de producto en bandeja, por temas de bandeja quebrada y vinipel suelto u roto.

Mes	Devoluciones por Bandejas Quebradas (Unidades)	Devoluciones por Vinipel Suelto o Roto (Unidades)	Costo Promedio por Devolución (Bandeja Quebrada)	Costo Promedio por Devolución (Vinipel Suelto)	Repercusión Monetaria Total (Bandejas Quebradas)	Repercusión Monetaria Total (Vinipel Suelto)	Total Repercusión Monetaria (Ambas Condiciones)
Enero	5	12	\$ 500	\$ 150	\$ 2.500	\$ 1.800	\$ 4.300
Febrero	22	2	\$ 500	\$ 150	\$ 11.000	\$ 300	\$ 11.300
Marzo	10	5	\$ 500	\$ 150	\$ 5.000	\$ 750	\$ 5.750
Abril	8	2	\$ 500	\$ 150	\$ 4.000	\$ 300	\$ 4.300
Mayo	15	1	\$ 500	\$ 150	\$ 7.500	\$ 150	\$ 7.650
Junio	7	7	\$ 500	\$ 150	\$ 3.500	\$ 1.050	\$ 4.550
Julio	3	11	\$ 500	\$ 150	\$ 1.500	\$ 1.650	\$ 3.150
Agosto	11	13	\$ 500	\$ 150	\$ 5.500	\$ 1.950	\$ 7.450
Septiembre	12	8	\$ 500	\$ 150	\$ 6.000	\$ 1.200	\$ 7.200
Octubre	6	5	\$ 500	\$ 150	\$ 3.000	\$ 750	\$ 3.750
Noviembre	8	3	\$ 500	\$ 150	\$ 4.000	\$ 450	\$ 4.450
Diciembre	13	6	\$ 500	\$ 150	\$ 6.500	\$ 900	\$ 7.400
Total Anual	120	75	\$ 6.000	\$ 150	\$ 60.000	\$ 11.250	\$ 71.250

Fuente: Propia del autor.

A partir de la Tabla 2 se realiza un análisis de las pérdidas económicas enfocadas en bandeja quebrada y vinipel suelto o roto, los datos se obtienen de todo lo que se devolvió a

planta en lo corrido del año 2024. La planta cuenta con unos buenos controles y revisiones por parte del área de calidad, por ende según el histórico durante el año se obtuvieron 120 bandejas quebradas y 75 unidades por vinipel suelto que esto corresponde a temas de temperatura de sellado manual y al trato que se le da a la mercancía, pero no deja de ser dinero que debe asumir la compañía para nuevamente después de una verificación por el área de calidad, decidir si se restauran o se les direcciona una disposición final.

Como se puede observar en la Tabla 2, son 71.250 pesos mensuales que la compañía puede ahorrarse solamente en la restauración de esas devoluciones en temas de material de empaque, a eso le hace falta sumarle, el flete de regreso, la refrigeración (acpm) del vehículo, asumir la fecha corta o la baja del producto cuando retorna a planta, entonces es una operación que con el proceso de la multivac en marcha se puede ahorrar.

Evaluación de las ventajas y desventajas de la puesta en marcha de la maquina Multivac en la línea de proceso de muestra objeto del estudio.

Tabla 3.

Ventajas y desventajas que surgieron durante el procesamiento del producto objeto de muestra.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Incremento en la eficiencia y productividad:</i> La Multivac opera con a diferentes velocidades, en el caso nuestro su capacidad de procesamiento fue 16 paquetes por ciclo, lo que optimiza significativamente la producción al reducir los tiempos de operación. Esta característica resulta fundamental en líneas de procesamiento donde la eficiencia y la velocidad son factores clave para cumplir con las demandas de producción	<i>Peso superior de las presas:</i> Cuando el operario no verifica adecuadamente los pesos de las piezas, se genera una desviación en el proceso de sellado entre la tapa y el fondo. Esta inconsistencia afecta la integridad del empaque, resultando en desperdicio de material y potenciales fallos en la calidad del producto final.
<i>Reducción de costos operativos:</i> La automatización de procesos, como el envasado de carne de pollo al vacio, permite reasignar a los operarios excedentes a otras actividades críticas	<i>Tapas despegadas:</i> Si el personal operativo no coloca las piezas con precisión en el molde, existe el riesgo de que el jugo de las mismas entre en contacto con el área de sellado. Esto puede afectar

dentro de la operación o apoyar a otras áreas en la finalización de tareas. Además, esta estrategia puede contribuir a una reducción significativa de los costos laborales a largo plazo, optimizando la eficiencia operativa

Mejora en la calidad y consistencia del producto: La máquina ayuda ofrecer una precisión en los procesos de envasado y sellado, lo que mejora la calidad del producto final y la uniformidad entre las unidades producidas, esto nos ayuda a optimizar el espacio de la canasta, lo cual se le puede ingresar más unidades.

El empaque mejora la vida útil del pollo: Las pruebas de estabilidad y vida útil realizadas en diferentes paquetes empacados al vacío evidenciaron una extensión de 6 días adicionales en la vida útil del producto. Este resultado representa un impacto positivo para las empresas que trabajan con alimentos perecederos, ya que les permite optimizar su logística y reducir pérdidas.

Mayor capacidad de adaptación: Con el proceso que se está llevando, se pudo observar que si es viable empacar presas, entonces se puede ir pensando en empacar otras referencias (pollo entero, vísceras) que se procesan en la compañía lo cual impacta de forma positiva a los costos.

la correcta adhesión de la tapa, generando fallos en el proceso y provocando paros continuos debido a las alertas emitidas por la máquina.

Mantenimiento y costos operativos: Aunque la Multivac puede reducir ciertos costos, también puede requerir mantenimiento especializado, lo que puede generar costos adicionales si ocurren fallas o si la máquina no es utilizada correctamente.

Dependencia de la tecnología: Un sistema altamente automatizado puede hacer que la empresa dependa excesivamente de la máquina. Si la máquina experimenta un fallo o una falla técnica, puede interrumpir la producción de manera significativa.

Cambio de rollo para tapa o molde: Al acabarse alguno de estos materiales, se debe parar la operación hasta que el operario líder realice el cambio por otro nuevo, esto tarde casi 45 min por el tamaño y peso de los rollos, adicional se debe tener mucho cuidado para poder calibrar la macula para que el sensor genere la alerta y se pueda sellar correctamente los paquetes.

Autoría: Propia del autor.

Como se puede observar en la Tabla 3 entre las ventajas del proceso en la línea, se puede ver la eficiencia en el sellado, que es considerablemente más rápida en comparación con el proceso manual. Esto optimiza el tiempo y los recursos en las líneas de producción, lo que se traduce en un aumento de la productividad. Además, uno de los beneficios más destacados de este sistema es la reducción drástica del uso de materiales no biodegradables como el icopor. Este material, altamente contaminante, está siendo gradualmente reemplazado por empaques ecológicos. La máquina de empaque al vacío utiliza materiales biodegradables, lo que tiene un

impacto positivo en la sostenibilidad ambiental, alineándose con las tendencias globales hacia la reducción de residuos plásticos y el compromiso con el cuidado del planeta.

El empaque al vacío también extiende la vida útil de los productos, un factor crucial para las empresas que manejan productos perecederos como la carne de pollo. Al eliminar el oxígeno dentro del paquete, se ralentizan los procesos de descomposición, lo que permite que los productos se mantengan frescos por más tiempo, reduciendo el desperdicio y mejorando la rentabilidad de las empresas. Esto representa una ventaja significativa en la cadena de suministro, especialmente en mercados con altos volúmenes de distribución, donde la frescura y la durabilidad son claves para satisfacer las expectativas del consumidor.

Otro punto a favor es la mejora en la manipulación del producto. El empaque al vacío ofrece una presentación más compacta y robusta, reduciendo el riesgo de que los envases se dañen durante el transporte o almacenamiento. Esto no solo mejora la experiencia del cliente final, sino que también facilita la logística en las operaciones de distribución, reduciendo las pérdidas por daño o ruptura de los empaques.

Por otra parte como desventaja se identificaron varios ítems que afectan la eficiencia y sostenibilidad del proyecto. A continuación, se presenta un análisis detallado de cada factor:

Peso superior de las presa, durante la producción se observó que algunas de las presas presentan un peso mayor al esperado, lo que afecta la uniformidad de los paquetes y podría desbalancear el control de costos, esto genera incremento en los costos unitarios de producción debido al mayor peso por empaque, lo cual se traduce que el personal operativo no está garantizando el pesaje y se está regalando producto al consumidor al estar mas pesado de lo declarado.

Por otro lado las tapas despegadas, mientras se realiza la laborar de sellado, algunos empaque salían sin sellar, comprometiendo la hermeticidad y, por ende, la vida útil del producto. Esto quiere decir que se debe colocar una estricta revisión de calidad antes de sacar el producto a la venta.

También se encontró el mantenimiento y costos operativos, es por esto que se debe garantizar que las personas que se coloquen para operar el equipo, sean personas capacitadas que conozco del tema, para evitar que se incurra algún daño por un mal procedimiento, esto puede ayudar a que no se incremente el costo total de producción debido al mantenimiento preventivo y correctivo que se le deba hacer al equipo por alguna falla.

Y por último el cambio de rollo para tapa o molde, esto resulta una pérdida de tiempo productivo y aumento de costos por material específico, por ende se debe revisar con el proveedor que tanto material se puede colocar por rollo, para garantizar que alcance para la productividad diaria, evitando paradas del equipo para hacer los cambios respectivos.

Fase II: Determinación de la efectividad del empaque termoformado en la preservación de la calidad del producto

- Identificación del comportamiento del producto en la línea de empackado con la utilización del equipo y las variables y parámetros a controlar (bajo parámetros previamente establecidos temperaturas, presión de aire y control agua que ingresa al equipo, efectividad de sellado y pesos ideales).

Se identificó que las variables a tener en cuenta durante el proceso de empaque al vacío son: Peso de las presas, humedad presente en el bolsillo antes del sellado, temperatura y

presión de sellado. Las imágenes 3 y 4 muestran un comparativo en las novedades durante el proceso de termoformado y empacado.

Comparativo de novedades proceso de termoformado.

Figura 3

sellado con novedad



Figura 4

Buen sellado



Fuente: Propia del autor.

Las figuras 3 y 4, hacen énfasis en los paquetes con novedad y los que salen en perfectas condiciones, durante el proceso de sellado.

En la figura 3 se pueden observar varios factores que afectan directamente la presentación y el vacío de los paquetes, las cuales impactan directamente en la eficiencia

operativa y la calidad del producto final. A continuación, se detalla el análisis de las principales novedades detectadas:

- *Cantidad de Presa por Bolsillo:*

El peso y tamaño de las piezas ingresadas al bolsillo influyen considerablemente en la calidad del sellado. Se determinó que piezas que provienen de perfiles de pollo más pesado generan un desbordamiento en el material, dificultando el cierre hermético. Esto sugiere la necesidad de un control estricto en la selección de las piezas antes de ingresarlas al molde, asegurando uniformidad y consistencia, para el caso de la producción de esta referencia debe ser canales de pollo con un perfil de (1,200 a 1,600 gr).

- *Humedad en los Bordes del Bolsillo:*

La presencia de jugos o humedad en los bordes del bolsillo fue una de las causas recurrentes de fallos en el sellado. Este fenómeno no solo afecta la adhesión de la tapa al empaque, sino que también aumenta el riesgo de contaminación del producto. La solución implica optimizar el proceso vs la velocidad de sellado del equipo, porque entre más rápido el operario tendrá menos precisión y también capacitar al personal operativo para evitar contacto excesivo de líquidos con las áreas críticas del empaque. También se evidencio que no se puede dejar esperando producto para ser sellado, debido a que inicia proceso de escurrido por temas de temperaturas del área, entonces el proceso de sellado de ser ágil, rápido y en lo posible en línea, de lo contrario las presas deben enviarse a guardar al cuarto de transito e ir sacando lo que la operación o el equipo vaya necesitando.

- *Peso y Perfil del Pollo:*

El peso estándar establecido de pollo en canal (1,200 a 1,600 gramos) debe ser estrictamente respetado para garantizar que las piezas se adapten correctamente al molde. Variaciones fuera de este rango comprometen el alineamiento adecuado, generando tensiones en el material del empaque que podrían causar rupturas o sellados defectuosos. Un sistema de clasificación previa automatizado podría mitigar estas inconsistencias.

- *Presión y Temperatura de Sellado:*

Los parámetros de presión y temperatura de sellado son fundamentales para asegurar la integridad del empaque al vacío por esto, que cada vez que se vaya a utilizar el equipo, se debe dar aviso al área de mantenimiento para que sean ellos quienes suministren el caudal y la temperatura requerida por el equipo para poder iniciar producción. Se identificó que desviaciones en estos parámetros, generan que las tapas que no se adhieren correctamente, aumentan el riesgo de fallas y paros continuos de la máquina. Por lo tanto, es imprescindible que el operario líder realice un monitoreo constante de estas variables mediante la pantalla principal del equipo y realizar ajustes en tiempo real según sea necesario.

Por otra parte en la figura 4, se puede observar un ejemplo de buen sellado, aparecen en la imagen unos paquetes que cumplen con las condiciones de sellado al vacío, objetivo por el cual se adquirió el equipo.

Figura 5.

Observación de sobre peso de las muestras, lo cual debe ser ≤ 500 gr según peso de la referencia muestra objeto de estudio.



Fuente: Propia del autor

En la figura 5 se puede observar paquetes que superan los 1000 gr, esto afecta directamente la calidad del sellado, generando que se desprege la tapa, arrugas o que el producto pierda el vacío por daño en tapa o molde por algún hueso de la misma presa. Se observa que, debido a temas de operatividad, se están ingresando presas con un peso superior al especificado en la ficha técnica de la referencia que se está procesando. Es importante recordar que el peso debe ser ≤ 500 gramos para garantizar que el proceso de empaque con la Multivac sea el adecuado. No respetar este parámetro puede generar desperdicio de material de empaque y reproceso derivados de las complicaciones asociadas al sobrepeso de las piezas.

Adicionalmente, se resalta que la falta de conciencia al no realizar un pesaje correcto antes del empaque está resultando en productos con sobrepeso, lo cual representa pérdidas económicas significativas para la compañía. Este problema no solo afecta la eficiencia del proceso, sino que también compromete la calidad y rentabilidad del producto final.

Como medida de contingencia, se realizó una reunión de forma general para hacer un llamado a los equipos operativos para que cumplan con los estándares establecidos en la ficha técnica, fomentando una mayor responsabilidad y conciencia en cada etapa del proceso. Esto

garantizará la sostenibilidad del negocio, la optimización de los recursos, y la entrega de productos de alta calidad a nuestros clientes

Para la puesta a punto el operario líder debe guiarse de la lista de verificación: “Formato de verificación de la puesta en marcha de la termoformadora multivac como lo muestra la figura 6.

Figura 6

Checklist de verificación para poner la Multivac en punto.

Lista de verificación para puesta a punto termoformadora R275MF multivac		Código IP Versión: Página: 1 de 1
Fecha:		Responsable:
#	Descripción	Cumplimiento Si (✓) / No (X)
1	Revisar que todas las conexiones se encuentren bien (Conexiones físicas en buen estado, sin partiduras, sin que este desconectadas, entre otros).	
2	Verificar posicionamiento de los discos longitudinales, limpieza y lubricación	
3	Revisar que las válvulas estén abiertas y el equipo encendido.	
4	Apagar el modo limpieza.	
5	Revisar el caudal del agua, debe ser superior a 1.5 litros por minuto.	
6	Seleccionar la Receta a trabajar.	
7	Verificar que la temperatura de sellado se encuentre en los parámetros establecidos.	
8	Instalar rollo de fondo transparente (Ajustar la perilla del rollo).	
9	Instalar tapa impresa (Ajustar la perilla del rollo).	
10	Acoplar tapa con el fondo.	
11	Calibrar la macula (opcional en caso de no detectar la macula en sensor).	
12	Programar trazabilidad y activar la video jet.	
13	Seleccionar la receta del brazo y activarlo.	
14	Ajustar el sobrante del fondo al embobinador y encenderlo.	
Observaciones		

Fuente: Propia del autor

Por otra parte, al crearse el formato de verificación, como lo muestra la Imagen 6 (Checklist de verificación para poner la Multivac en punto), se logró lo siguiente:

- *Estandarización del proceso:*

La implementación del checklist garantiza que se sigan pasos específicos y estructurados, reduciendo la variabilidad en las operaciones y asegurando que la Multivac siempre esté configurada correctamente antes de iniciar el proceso de empaque.

- *Mejoras en la eficiencia operativa:*

Al contar con una herramienta que guía al personal en la preparación de la máquina, se minimizan los tiempos muertos asociados con ajustes incorrectos o fallas técnicas prevenibles

- *Reducción de desperdicios:*

Verificar parámetros clave mediante el checklist permite evitar problemas como el sobrepeso de los productos, desperdicio de material de empaque y reprocesos. Esto contribuye directamente a optimizar los recursos y a reducir los costos asociados a errores operativos.

- *Fomento de la cultura de calidad:*

La existencia del checklist promueve la disciplina y el compromiso del equipo con el cumplimiento de estándares, impulsando una mayor conciencia sobre la importancia de seguir procedimientos correctamente.

- *Soporte para la capacitación:*

Este checklist sirve como herramienta educativa para nuevos integrantes del equipo, facilitando su integración y asegurando que comprendan y apliquen las mejores prácticas en la operación de la Multivac.

- *Resultados tangibles:*

Se puede evidenciar una mejora en los índices de productividad, una disminución de productos no conformes, y una optimización general del proceso de empaque gracias a la utilización sistemática del checklist.

En conclusión, el diligenciamiento del checklist no solo aporta un valor técnico al proyecto, sino que también establece un marco para la mejora continua en el manejo de la Multivac y sus procesos asociados.

Asimismo, fue necesario elaborar un instructivo para la termoformadora R275MF Multivac, como se muestra en la figura 7.

Figura 7.

Instructivo Termoformadora R275MF Multivac

INSTRUCTIVO TERMOFORMADORA R275MF MULTIVAC		Código: IP-I Versión: 1 Página: 1 de 19
Área intervenida	Despese	
Máquina:	Termoformadora R275MF Multivac	
Evidencia fotográfica:		
		

INSTRUCTIVO TERMOFORMADORA R275MF MULTIVAC		Código: IP-I Versión: 1 Página: 2 de 19
1. OBJETIVO.....		3
2. ALCANCE		3
3. DEFINICIONES		3
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....		3
4.1 Condiciones generales		3
4.2 Partes básicas de la máquina y pantalla de control.....		3
4.3 Sistemas de seguridad.....		6
4.4 Puesta en marcha del equipo		7
4.5 Especificaciones de placas de relleno		14
4.5 Cambio de placas y formato.....		14
5. CONTROL DE REGISTROS		18
6. REQUISITOS LEGALES O NORMATIVOS		19
7. CONTROL DE MODIFICACIONES		19

Fuente: Propia del autor

Este documento sirve como guía para que los operarios repasen y se familiaricen mejor con la máquina, sus componentes y su funcionalidad, reduciendo al mínimo los errores en el proceso de producción. Con las siguientes ventajas:

- Facilitación de la capacitación:

La existencia del instructivo es una herramienta clave para entrenar al personal nuevo y reforzar conocimientos en los operadores actuales. Al contar con un documento que detalla las operaciones paso a paso, se acelera el proceso de aprendizaje y se minimizan los riesgos asociados a la curva de capacitación.

- Fomento de la cultura de calidad y seguridad:

Al contar con un documento que incorpora las mejores prácticas operativas y de seguridad, se refuerza el compromiso del equipo con la calidad del producto final y la seguridad en el lugar de trabajo.

- Prevención de fallos y mantenimiento proactivo:

El instructivo puede incluir pautas claras sobre verificaciones preventivas y mantenimientos básicos. Esto contribuye a identificar posibles fallos antes de que se conviertan en problemas mayores, prolongando la vida útil del equipo y reduciendo costos asociados con reparaciones correctivas. El instructivo desarrollado no solo cumple una función operativa, sino que también constituye un aporte significativo a la mejora continua, la eficiencia, y la sostenibilidad del proceso productivo, siendo un resultado valioso y aplicable a largo plazo.

- Identificación del comportamiento del empaque en la línea con la utilización del equipo y las variables y parámetros a controlar

Calidad del Empaque

- Se analizó el nivel de vacío alcanzado en relación con los parámetros óptimos para la conservación de la carne de pollo.
- Se revisó que los paquetes cumplieran con los estándares de sellado (uniformidad, pérdida de vacío).

Consistencia

- Se evaluó la tasa de éxito (porcentaje de paquetes en buenas condiciones vs. defectuosos).
- Se verifico si hay variabilidad en el sellado o en la extracción de aire.

Eficiencia Operativa

- Se verifico el tiempo promedio requerido para empacar según la producción diaria.

Beneficios en la Conservación del Producto

- Se analizó que el empaque al vacío prolonga la vida útil y mantiene la frescura de la carne.
- Se comparó la vida útil obtenida con otro método de empaque (bolsa).

Calidad Sensorial:

- El sistema implementado mantiene la presentación, textura y color de la carne durante el almacenamiento en planta.

Para evitar que las presas destinadas al proceso de sellado al vacío generen lixiviado o escurrido debido a sus condiciones físicas, deben ser trasladadas al cuarto de tránsito como lo muestra la . figura 8.

Figura 8.

Almacenamiento de presas en túnel de tránsito para ser empacadas al vacío.



Fuente: Propia del autor

Este es un espacio especialmente acondicionado para el almacenamiento de carne de pollo, con una temperatura promedio de -1°C . Dicha temperatura garantiza que las presas o

productos almacenados mantengan su vida útil y no escurra la salmuera previamente inyectada en el proceso de marinado.

En este cuarto, las presas permanecen almacenadas hasta que la máquina de sellado al vacío (Multivac) las requiera para su procesamiento. En el momento necesario, se debe realizar una solicitud para que la persona encargada del área de almacenamiento proceda a bajar las presas y abastecer el equipo. Este procedimiento es crucial para evitar interrupciones en la operación de la máquina. Por esta razón, es fundamental que el responsable de esta actividad esté atento y cumpla con el suministro a tiempo, asegurando la continuidad del proceso y evitando paradas innecesarias en la producción. La Tabla 5 por su parte, muestra las variables que se deben tener en cuenta para que un equipo tenga un buen sellado

Tabla 4

VARIABLES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA QUE EL EQUIPO TENGA UN BUEN SELLADO

Condición	Parámetro
Electricidad	Capacidad de fluido eléctrico.
Agua	Caudal superior a 1.5 litros por minuto.
Presión de aire	Presión superior a 5 bares e inferior a 9 bares.
Temperatura	Dentro de los parámetros de cada referencia.

Fuente: Propia del autor.

La Tabla 5 muestra la identificación de las condiciones esenciales para garantizar un buen desempeño del equipo durante el proceso de sellado. Estas variables representan factores clave en la programación y operación del equipo, asegurando tanto la calidad del empaque como la continuidad operativa. A continuación, se analizan los resultados:

- *Electricidad*

La capacidad de fluido eléctrico es un requisito fundamental para el correcto funcionamiento del equipo. Una fuente eléctrica inadecuada o fluctuaciones en el suministro pueden provocar fallas en componentes críticos como resistencias, motores y sistemas de control. Por lo tanto, se recomienda asegurar un suministro eléctrico estable y dentro de los valores especificados por el fabricante para evitar interrupciones en la operación.

- *Agua*

El caudal de agua superior a 1.5 litros por minuto indica la necesidad de un sistema de enfriamiento eficiente. Este parámetro es crucial para mantener las temperaturas de operación dentro de los límites óptimos, evitando el sobrecalentamiento de los sistemas de sellado. La insuficiencia en el caudal podría derivar en un sellado defectuoso y afectar la integridad del producto. Es indispensable realizar verificaciones periódicas en el suministro de agua y su flujo.

- *Presión de Aire*

La presión de aire debe mantenerse en un rango superior a 5 bares e inferior a 9 bares. Este rango asegura una fuerza suficiente para lograr un sellado hermético sin comprometer los materiales del empaque. Presiones por debajo del límite mínimo podrían ocasionar un sellado incompleto, mientras que presiones excesivas podrían dañar los empaques o los componentes del equipo. La instalación de reguladores de presión y manómetros resulta esencial para mantener este parámetro controlado.

- *Temperatura*

La temperatura es un factor crítico que debe ajustarse dentro de los parámetros establecidos para cada referencia de empaque. Un desajuste en la temperatura puede ocasionar problemas como el despegue de la tapa, perforaciones o deformaciones en el material del

empaque. Es necesario monitorear continuamente este parámetro mediante sensores precisos y calibrados para garantizar un sellado óptimo.

- Seguimiento de comportamiento de vida útil,
Se realizó seguimiento del comportamiento la vida útil con dos referencias refrigeradas, tanto en bolsa normal y empacadas al vacío, almacenadas en una nevera convencional y en una cava industrial.

Sistemas de refrigeración

Figura 9

Refrigeración convencional



Figura 10

Refrigeración industrial



Producto previamente es almacenado en la nevera convencional y en una cava industrial, como referencia refrigerada.

- Seguimiento de comportamiento de vida útil,

Se realizó seguimiento del comportamiento la vida útil con dos referencias refrigeradas, tanto en bolsa normal y empacadas al vacío, almacenadas en nevera convencional y en cava industrial.

Las figuras 9 y 10 reflejan los dos sistemas de almacenamiento que se utilizaron en el seguimiento de la vida útil de producto, el cual fue una nevera convencional y luego una cava industrial.

En el registro que se muestra en la Tabla 8, se observa que la nevera convencional no cumplió con los parámetros de temperatura necesarios para el adecuado almacenamiento de productos refrigerados.

Tabla 5.

Tabla de información sobre la bolsa de presas

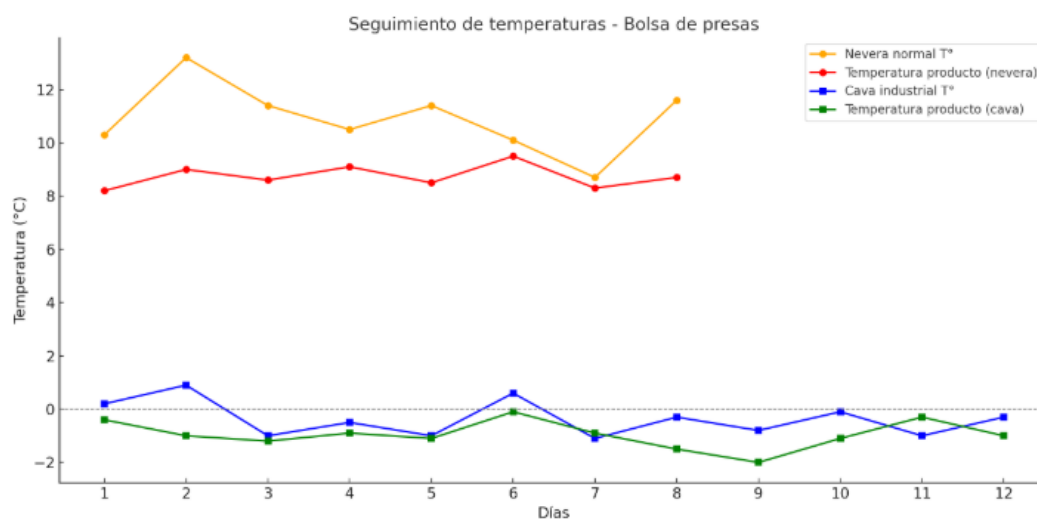
Bolsa de presas				
Días	Nevera Convencional	Temperatura Producto	Cava industrial	Temperatura Producto
1	10,3	8,2	0,2	-0,4
2	13,2	9	0,9	-1
3	11,4	8,6	-1	-1,2
4	10,5	9,1	-0,5	-0,9
5	11,4	8,5	-1	-1,1
6	10,1	9,5	0,6	-0,1
7	8,7	8,3	-1,1	-0,9
8	11,6	8,7	-0,3	-1,5
9			-0,8	-2
10			-0,1	-1,1
11			-1	-0,3
12			-0,3	-1

Fuente: Propia del autor

Según la Tabla 5, como resultado, el producto almacenado en dicha nevera solo se conservó durante 8 días, momento en el que comenzó a deteriorarse, generando lixiviados y un olor agrio. El producto no alcanzó a cumplir la vida útil estipulada de 12 días, bajo una temperatura de refrigeración que no estaba dentro de lo establecido 2°C a -2°C . En cambio, al revisar la bolsa de presas almacenada en la cava refrigerada, se comprobó que pudo mantenerse en condiciones óptimas durante los 12 días de vida útil, siempre que se respetaran las temperaturas recomendadas.

Figura 11.

Seguimiento de temperaturas – Bolsa con presas



Fuente: Propia del autor

Según la figura 11 que muestra la evolución de las temperaturas en la nevera convencional y la cava industrial, junto con las temperaturas del producto en ambos casos, a lo largo de los 12 días.

- Las líneas naranjas y rojas representan la temperatura en la nevera y del producto en la nevera.
- Las líneas azules y verdes representan la temperatura en la cava industrial y del producto en la cava.

La línea discontinua en 0°C indica el punto de refrigeración, útil como referencia para evaluar la estabilidad del producto.

Tabla 6

Datos arrojados del seguimiento al producto empacado al vacío

Presas empacadas al vacío				
Días	Nevera convencional T°	Temperatura Producto	Cava industrial T°	Temperatura Producto
1	10,3	7,3	0,2	-0,9
2	13,2	8,7	0,9	-0,8
3	11,4	7,9	-1	-0,7
4	10,5	8,1	-0,5	-1,3
5	11,4	8	-1	-1
6	10,1	7,1	0,6	0,1
7	8,7	8,5	-1,1	-1,2
8	11,6	7,6	-0,3	-0,8
9	12,1	8,6	-0,8	-1,3
10	11,1	8,1	-0,1	-1,8
11	10,8	9,2	-1	-1
12			-0,3	-0,7
13			-1,2	-0,3
14			-2	0,1
15			-0,5	-1,6
16			-1,1	-1
17			-2,2	-1,1
18			-0,9	-0,3

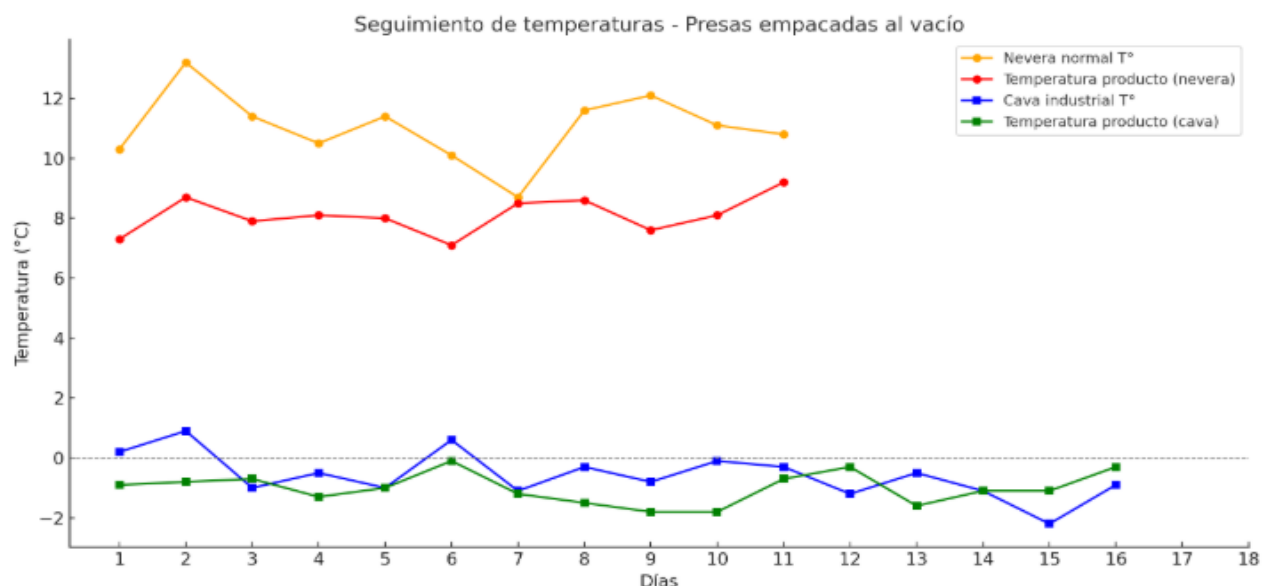
Fuente: Propia del autor

La Tabla 6 muestra los datos arrojados del seguimiento al producto empacado al vacío:
Presenta los datos sobre la temperatura de los productos (presas empacadas al vacío)

almacenados en dos tipos de refrigeración: una nevera convencional y una cava industrial. Debido a que la nevera convencional no mantiene una temperatura adecuada, el producto envasado al vacío sufrió una pérdida acelerada de vida útil. En cambio, en la cava industrial, el producto mostró condiciones organolépticas óptimas durante 18 días, lo que indica que, en comparación con los 12 días de vida útil que normalmente se asignan a este método, se logró prolongar 6 días adicionales en la conservación.

Figura 12.

Seguimiento de temperaturas – Presas empacadas al vacío.



Fuente: Propia del autor

- La figura 12 muestra la evolución de las temperaturas para las presas empacadas al vacío:
- **Línea naranja:** Temperatura de la nevera convencional.
- **Línea roja:** Temperatura del producto en la nevera convencional.
- **Línea azul:** Temperatura de la cava industrial.
- **Línea verde:** Temperatura del producto en la cava industrial.

- La línea discontinua gris representa el punto de congelación (0°C), importante para evaluar el comportamiento de los productos almacenados.

La figura 12 muestra cómo evolucionan las temperaturas del producto y de los sistemas de almacenamiento (nevera convencional y cava industrial) a lo largo de 18 días. Estos son algunos análisis técnicos:

Nevera Convencional:

- Las temperaturas fluctúan considerablemente entre 8.7°C y 13.2°C durante los primeros 11 días. Estas fluctuaciones están muy por encima del rango ideal para productos cárnicos refrigerados (entre -1°C y 4°C).
- Las fluctuaciones pueden ser causadas por aperturas frecuentes, carga térmica excesiva, o insuficiente capacidad del equipo para regular temperaturas.
- La temperatura del producto en la nevera convencional es más estable que la del sistema, pero todavía se mantiene en un rango que promueve el crecimiento microbiano (7.1°C a 9.2°C).

Cava Industrial:

- Las temperaturas se mantienen casi siempre en un rango bajo (-2.2°C a 0.9°C), con una ligera fluctuación.
- El producto empacado al vacío en la cava industrial también mantiene temperaturas más consistentes (-1.8°C a -0.1°C), lo cual es crucial para inhibir el desarrollo de microorganismos y ralentizar la descomposición.

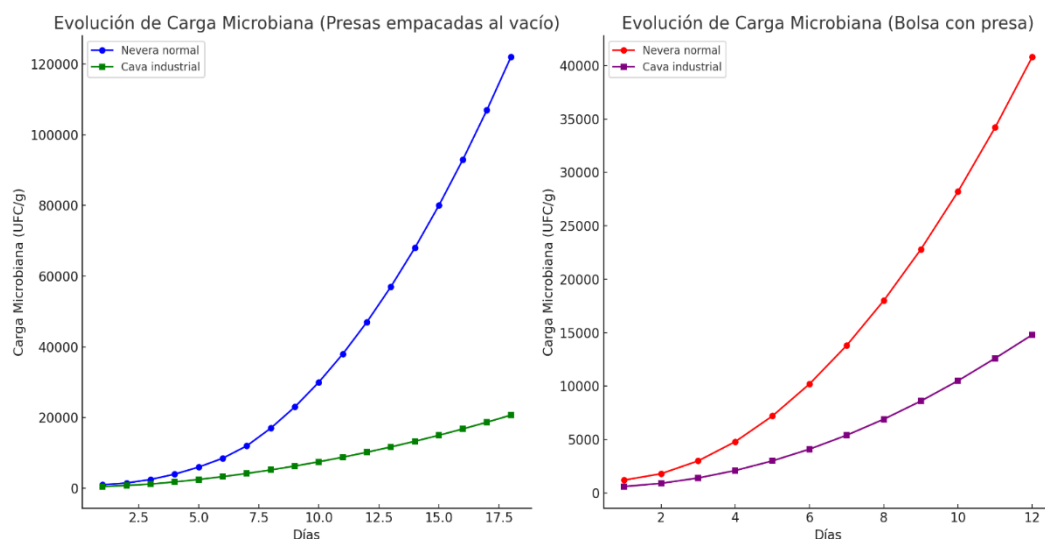
Comparativa entre los sistemas:

La nevera convencional muestra mayor variabilidad en las temperaturas, con niveles generalmente más altos, lo que puede acelerar el deterioro del producto. Presenta temperaturas inestables y altas, con oscilaciones importantes que alcanzan hasta 13.2°C. Estas fluctuaciones hacen que el producto esté constantemente expuesto a condiciones poco ideales para su conservación, lo que puede acelerar el deterioro microbiológico y químico. Aunque la temperatura del producto es algo más estable que la del sistema, sigue siendo demasiado alta (7.1°C a 9.2°C), promoviendo el desarrollo de microorganismos.

La cava industrial mantiene las temperaturas del producto más bajas y estables, lo cual es más adecuado para preservar la calidad del producto cárnico por más tiempo. Mantiene temperaturas consistentemente bajas, con ligeras fluctuaciones entre -2.2°C y 0.9°C, dentro del rango ideal para conservación prolongada de productos cárnicos. La temperatura del producto en la cava industrial sigue esta estabilidad, permaneciendo entre -1.8°C y -0.1°C, lo que asegura una preservación adecuada y prolonga la vida útil.

Figura 13.

Evolucion de la carga microbiana:



- En condiciones de nevera convencional, la carga microbiana aumenta de manera exponencial, alcanzando valores críticos después de unos 10 días.
- En la cava industrial, el crecimiento microbiano es mucho más controlado debido a la menor temperatura, manteniéndose en niveles bajos incluso después de 18 días.

2. Bolsa con presa:

- Similar al caso anterior, pero con una carga inicial más alta. En la nevera normal, el incremento es significativo y rápido.
- En la cava industrial, el crecimiento es moderado, pero comienza a ser considerable después de 7 días.

Condiciones Evaluadas

El estudio analizó la carga microbiana (UFC/g) en dos métodos de conservación:

- Nevera convencional: Temperaturas más altas, típicas de almacenamiento doméstico.
- Cava industrial: Temperaturas más bajas, representativas de un entorno de conservación comercial.

Se evalúan dos tipos de productos:

Presas empacadas al vacío.

Bolsa con presa.

La carga microbiana crece exponencialmente debido a temperaturas elevadas que favorecen la actividad metabólica de los microorganismos.

Se observa que entre los días 6 y 10, la carga microbiana se incrementa rápidamente, alcanzando niveles críticos (30,000 UFC/g) que pueden comprometer la seguridad del producto.

A partir del día 10, la carga microbiana supera los límites de aceptabilidad microbiológica para consumo seguro (generalmente entre 10^6 - 10^7 UFC/g).

Cava Industrial:

El crecimiento microbiano es significativamente más lento debido a las bajas temperaturas.

Incluso después de 18 días, la carga microbiana permanece relativamente controlada (~20,700 UFC/g), lo que extiende considerablemente la vida útil del producto.

La cava industrial resulta más adecuada para la conservación a largo plazo, mostrando un incremento gradual y manejable en la carga microbiana.

Bolsa con Presa

Nevera Convecional:

La carga microbiana es mayor desde el inicio, probablemente debido a un menor nivel de protección del empaque frente al vacío.

A los 7 días, la carga alcanza valores altos (~18,000 UFC/g), comprometiendo la seguridad microbiológica antes que en las presas al vacío.

Esto indica que el método de conservación en bolsa tiene menor efectividad en comparación con el empacado al vacío.

Cava Industrial:

Aunque el crecimiento microbiano es más controlado, sigue siendo más rápido que en las presas al vacío.

A los 12 días, los valores alcanzan ~14,800 UFC/g, sugiriendo que, aunque la cava industrial mejora la conservación, la falta de vacío limita su efectividad.

Interpretación General

Empacado al vacío es el método más eficiente para prolongar la vida útil de la carne de pollo. Este método, combinado con almacenamiento en cava industrial, proporciona un control más estricto del crecimiento microbiano.

Nevera convencional presenta un crecimiento acelerado de la carga microbiana, especialmente después de los 6 días. Esto resalta la importancia de mantener temperaturas bajas constantes para preservar la calidad del producto.

Bolsa con presa, aunque viable, es menos efectiva que el empacado al vacío. La falta de exclusión de oxígeno contribuye a un crecimiento más rápido de microorganismos aerobios.

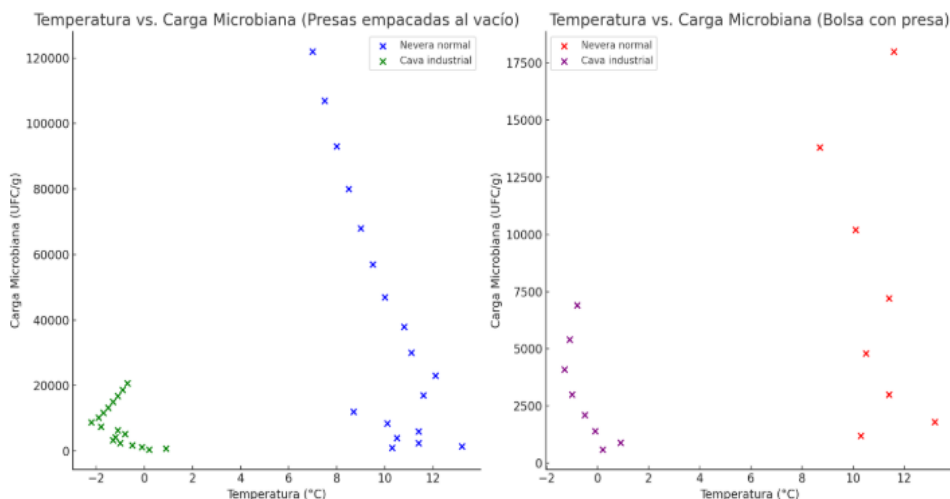
Para carne de pollo destinada a consumo en periodos prolongados, es ideal emplear empacado al vacío y almacenamiento en cava industrial.

Limitar el almacenamiento en nevera convencional a un máximo de 6 días para productos empacados al vacío y 4 días para productos en bolsa, a fin de evitar riesgos microbiológicos.

Implementar controles de calidad microbiológica periódicos para garantizar que los valores de UFC/g no excedan los niveles aceptables para consumo seguro.

Figura 14.

Relación temperatura promedio con el crecimiento microbiano (UFC/g) para las dos condiciones



En el grafico que relacionan la temperatura promedio con el crecimiento microbiano (UFC/g) para las dos condiciones se observa que:

Presas empacadas al vacío.

Temperatura en nevera convencional (10.3°C - 13.2°C):

- En este rango de temperaturas relativamente altas, se observa un aumento constante de la carga microbiana con el tiempo. Esto refleja que la temperatura tiene un impacto directo en el crecimiento bacteriano, favoreciendo la proliferación de microorganismos.
- A temperaturas superiores a 11°C, la carga microbiana alcanza valores muy altos (> 100,000 UFC/g), lo que indica condiciones no óptimas para el almacenamiento seguro de la carne.

Temperatura en cava industrial (0.2°C a -2.2°C):

En este rango de temperaturas bajas, el crecimiento microbiano es significativamente más lento. Incluso a temperaturas cercanas a los 0°C, la carga microbiana permanece controlada (< 20,000 UFC/g) durante el período analizado.

- La relación es clara: a medida que la temperatura desciende por debajo de 0°C, el crecimiento microbiano se reduce drásticamente, lo que refleja un ambiente hostil para los microorganismos.

*Bolsa con presas***Temperatura en convencional normal (10.3°C - 13.2°C):**

- Las temperaturas en esta condición también favorecen el crecimiento microbiano, aunque los valores alcanzados son menores en comparación con las presas empacadas al vacío. Esto puede deberse a diferencias en el tipo de empaque o el nivel de oxígeno residual.
- Sin embargo, la carga microbiana aumenta consistentemente, lo que sugiere que este método no es ideal para almacenamiento prolongado a temperaturas altas.

Temperatura en cava industrial (0.2°C a -1.3°C):

- En temperaturas bajas, la carga microbiana se mantiene controlada (< 10,000 UFC/g). Esto confirma que el almacenamiento en cavas industriales a temperaturas bajo cero es más efectivo para retrasar el deterioro microbiano

Análisis comparativo de un antes y después de la puesta en marcha, con un seguimiento de por lo menos dos meses mediante revisión de cifras, devoluciones, comportamiento del producto en góndola y aceptación del cliente.

Al mercado no fue posible sacar esta referencia hasta el momento, debido a que actualmente estamos realizando ajustes y monitoreo para saber qué es lo que nos ocasiona una leve arruga en el sellado del producto.

Lo cual repercute en el proceso al vacío, ya que durante el almacenamiento o despacho se genera la pérdida de vacío y por ende el producto queda expuesto a pérdida de vida útil, se alcanzó a realizar un único despacho con 600 unidades pero varios empaques perdieron el vacío, otros se averiaron en su tapa y la compañía opto por realizar la cogida de ese producto y no volver a sacar producción de esta referencia hasta que no se logre dejar el equipo en punta con el material de empaque idóneo para productos cárnicos y que se puede cumplir con la función.

Hasta el momento se está revisando calibre del plástico o cambiar material de empaque, pero hasta que no autoricen, no podemos seguir procesando con la Multivac, así que el proyecto está parado por ahora. Adicional se recopiló la información de todo el año 2024, correspondiente a las devoluciones por tema de bandeja quebrada y vinipel roto o suelto, para así lograr visualizar el dinero que se pierde por este tipo de empaque convencional.

Tabla 7

Comparativo tiempo y personas empaque actual vs propuesto.

Tabla comparativo tiempo y personas empaque actual vs presupuesto			
Tipo ahorro	Empaque actual	Empaque propuesto	Ahorro
Personas	12	6	6 personas
Tiempo (min)	310 min	88 min	222 min

Fuente: Propia del autor

La Tabla 10 nos indica una comparación más clara sobre los tiempos, la cantidad de personal que se requiere y ahorro.

Tabla 8

Costos asociados al empaque actual de presas de pollo x bandeja con peso de 500gr

Costos asociados por empaque de presas de pollo en bandeja espumada x500 gr			
Referencia	Unid	Consumo x producido	Costo asociado x producido
Bandeja Amarilla	Un	32	135.000
espumada			
Presas de pollo	Kg	17.600	563.200
Etiqueta	Un	32	90.000
Rotulado	Min	30	62.500
Ingresar producto en la	Min	15	100.000
bandeja			
Embalaje	Min	20	75.716
Costo total asociado actual x 1 canasta de 32 unidades.			1'026.416

Fuente: Propia del autor

La Tabla 11 nos indica los costos asociados del proceso actual relacionados con el empaque de presas en bandeja espumada.

La Tabla 10 y 11, dejan en evidencia que durante todo el año 2024 son 71.250 pesos que se recupera monetariamente si se cambia el proceso actual por el sistema empaque al vacío, estos datos fueron recopilados por el área de logística, ya que ellos son los encargados de recibir las devoluciones a planta, se tuvo en cuenta los factores, vinipel suelto u roto y bandeja quebrada, como se puede observar dineros significativos que debe asumir la planta para realizar los reproceso o los cambios de material de empaque.

- Informe de estado de costos para demostrar a la gerencia la justificación de la compra del equipo multivac.

Área de empaque: propuesta de mejora

Tabla 9

Costos asociados al empaque usado para empaquetar de presas de pollo al vacío con peso de 500gr

Costos asociados por empaque de presas de pollo en bandeja espumada x500 gr			
Referencia	Unid	Consumo x producido	Costo asociado x producido
Láminas de termo formado	Un	32	122.000
Presas de pollo	Kg	17.600	563.200
Tapa de plástico	Un	32	105.000
Rotulado	Min	30	62.500
Ingresar producto en la bandeja	Min	10	70.000
Embalaje	Min	45	75.716
Costo total asociado actual x 1 canasta de 32 unidades.			998.416

Fuente: Propia del autor

Tabla 10

Sobre costos vs ahorro que genera el cambio de empaque.

Metodología	Costo asociado
Actual	1'026.416
Propuesta	998.416
Ahorro	28.000

Fuente: Propia del autor

La Tabla 12 indica los costos asociados del proceso actual relacionados con el empaque de presas en el equipo termoformadora.

La Tabla 13 nos indica que por cada canasta producida (32 unidades) con la Multivac se ahorrarían 28.000 pesos, a simple ojo parece ser poco, pero se recuerda que en Santander, el producto muestra de estudio es una referencia de venta fuerte y diario se producen de a 18.000 a 25.000 unidades solicitadas por planeación.

La propuesta radica básicamente adquirir y hacer uso de la termoformadora para empacar carne de pollo que normalmente se empaca en bandeja de icopor, el pollo llega despresado. Para esta laboral se necesitan 6 trabajadores por turno para alimentar el equipo disponiendo las presas en los bolsillos ya formados, adicional se necesita el operario líder que se encarga de controlar las variables del equipo. (Todo depende del volumen de requerido por planeación.)

Se necesita de la disposición de 6 colaboradores para arrancar la maquina empacadora Multivac y el producto ya despresado previamente. Una de las actividades que se ahorra es el rotulado o marcación manual, debido a que el equipo cuenta con un brazo mecánico y automático que se activa cuando se genera una señal y por ultimo 1 persona recibe el producto al final ya sellado y revisa que no tenga perdida de vacío, el correcto fechado y que no halla averías (salen 4 paquetes por avance según golpes, según referencia procesada). Las averías se van sacando aparte para reprocesar, la idea es que no se generen.

La empresa mejoraría en promedio 71.5 horas mensualmente por adquirir e implementar la máquina termoformadora al vacío, por otra parte, podría ocupar a 6 personas en promedio diario en otras actividades de producción en base al tiempo que se ocupa empacando la surtida en bandeja espumada.

Conclusiones

Se identifico que para la carne de pollo destinada a consumo en periodos prolongados, es ideal emplear empacado al vacío y almacenamiento en cava industrial. asimismo, que los parámetros a controlar son: control de las presas en el bolsillo, humedad, presión y temperatura, peso del producto.

El monitoreo y seguimiento de la línea de producción mediante datos comparativos de inocuidad y costos permitió evaluar la efectividad del vacío y los costos derivados de pérdidas asociadas con la inocuidad y devoluciones relacionadas por maltrato en el empaque .

El empaque termoformado ofrece ventajas significativas en términos de vida útil y calidad del producto frente a los métodos tradicionales de empaque. Aunque los costos iniciales del empaque termoformado son más altos, los beneficios de una mayor vida útil y mejor preservación de las propiedades organolépticas hacen que esta opción sea atractiva, especialmente para productos premium o exportación. Los métodos tradicionales, aunque más económicos, tienen limitaciones en cuanto a la protección frente a la oxidación y la contaminación, lo que se traduce en una vida útil más corta y una menor calidad durante su almacenamiento.

Adicional es de suma importancia el control, registro y seguimiento de las temperaturas de los equipos de enfriamiento, como se puede observar las muestras de la nevera convencional no dieron resultados tan reales, debido a que por su registro de temperaturas tan altos, indica que este estaba fallando, o le hacia falta gas refrigerando o por ser la nevera administrativa de tanto estar abriendo y cerrar, se rompia su ciclo de frio y esto afecto significativamente las muestras que allí se tenían.

La implementación del equipo, según los registros es viable, la compañía debe invertir para que este proyecto se ponga en marcha, ayuda al impacto ambiental, a economizar materiales de empaque y a realizar el trabajo de sellado más rápido, se optimiza el personal y se realiza en un tiempo mínimo al convencional.

La empresa mejoraría en promedio 71.5 horas mensualmente por adquirir e implementar la máquina termoformadora al vacío, por otra parte, podría ocupar a 6 personas en promedio diario en otras actividades de producción en base al tiempo que se ocupa empacando la surtida en bandeja espumada.

Recomendaciones

La puesta en marcha debe contemplar varias variables entre ellos el tipo de material de empaque, si la compañía quiere sacar un producto en línea, el material de empaque que se utilice debe ser mas resistente para evitar que los huesos o el mismo equipo genere daños en los paquetes ya sellados, perdidas de vacio o tanto desperdicio, de ahí la importancia de cursos relacionados con la transferencia de masa y la reología..

Es por ello que se debe replantear con I&D un calibre mas amplio que se ajuste a las necesidades de la compañía y los lineamientos de la legislación acordes con la sostenibilidad del planeta, seguido volver a realizar las mismas pruebas para evitar futuras devoluciones por parte de los clientes antes de sacar las referencias al mercado.

Referencias Bibliográficas

- Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria. (2017). *Perfil de Riesgo Campylobacter spp en Carnes de Aves de Corral*. ACHIPIA.
- Alapont-Gutiérrez, C., Simón-Soriano, P., & Torrejón-Lanero, M. J. (2020). Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos. In (pp. 1-143). Recuperado de <https://www.fedacova.org/wp-content/uploads/2020/11/GuiaDeterminaci%C3%B3n-Vida-%C3%9Atil-2020.pdf>
- Bavera, G. (S/f). *Vida útil de la carne: influencia del envasado y sistema de producción*. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 10 de diciembre de 2024, de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/198-LUZARDO-BUIATRIA.pdf
- Coronel, J. (2016). Evaluación de las características físicoquímicas del barquillo tipo oblea enrollada durante su tiempo de vida útil. (Ingeniero Agroindustrial), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- De la Cruz, J. (2021). Vida útil de la carne de pollo: Factores y consideraciones en su conservación. *Revista Mexicana de Tecnología Alimentaria*, 29(1), 34-45. <https://doi.org/10.1234/rmta.2021.01011>
- Diferencia entre los productos envasados al vacío o en atmósfera modificada. (s/f). Airliquide.com. Recuperado el 23 de octubre de 2024, de <https://es.airliquide.com/soluciones/ensado-en-atmosfera-modificada-map/diferencia-entre-los-productos-ensados-al-vacio-o-en-atmosfera-modificada>
- Elizagoyen, E. (2019).
- Escudero, E. (2020). La vida útil de alimentos con evaluación sensorial. In *The food tech*.

Factores que influyen sobre la vida útil sensorial de productos alimenticios: almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil del consumidor y entorno de evaluación. (Doctor en Ciencias Exactas), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina.

Food and Drug Administration FDA. (2023). *Carne de res, pollo, pescados y mariscos: Seguridad alimentaria para futuras mamás*. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/food/people-risk-foodborne-illness/carne-de-res-pollo-pescados-y-mariscos-de-seguridad-alimentaria-para-futuras-mamas>

Fernández, M., Gutiérrez, J., & Ramos, L. (2020). *Tecnologías de envasado y conservación en alimentos de origen animal*. Editorial AgroTec.

Fernández, P., Pérez, A., & Torres, R. (2023). *Estudio de la vida útil de alimentos en empaque al vacío*. Journal of Food Science, 58(4), 92-100. <https://doi.org/10.1007/s11546-023-00445-1>

Fernández, P., Pérez, A., & Torres, R. (2023). *Estudio de la vida útil de alimentos en empaque al vacío*. Journal of Food Science, 58(4), 92-100. <https://doi.org/10.1007/s11546-023-00445-1>

Gómez Rodríguez, C. A. (2014). Icopor o unisel le ponen el cáncer a tu comida. Material de uso diario que nos mata poco a poco. MasD Revista Digital De Diseño, 8(15). <https://doi.org/10.18270/masd.v8i15.122>

Gómez, L., & Pérez, M. (2020). *Microbiología y calidad en productos avícolas*. Editorial Agroalimentaria.

- Gunes, E., Kose, A., & Karadag, S. (2020). *Vacuum packaging as a food preservation technique: A review*. *Food Control*, 112, 107100. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107100>
- Gunes, E., Kose, A., & Karadag, S. (2020). *Vacuum packaging as a food preservation technique: A review*. *Food Control*, 112, 107100. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107100>
<https://www.elempaque.com/es/noticias/guia-completa-sobre-termofomadoras-aplicaciones-mantenimiento-y-tendencias>
- Joseph, A., Poonam Gopika, P., Roshni, M., Venkitanarayanan, K. (2020). Spoilage bacteria and meat quality. Department of Animal Science, University of Connecticut, Storrs, CT y United States.
- Liao, Y., Zhang, X., & Liu, Y. (2023). Vacuum packaging and its effect on quality and shelf life of meat. *Food Research International*, 165, 112532.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112532>
- Liao, Y., Zhang, X., & Liu, Y. (2023). Vacuum packaging and its effect on quality and shelf life of meat. *Food Research International*, 165, 112532.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112532>
- Liu, N., Zhu, Q., Zeng, X., Yang, B., Liang, M., Hu, P., . . . Zhou, J. (2019). Influences of pulsed light-UV treatment on the storage period of dry-cured 36 meat and shelf life prediction by ASLT method. *Journal of food science and technology*, 56(4), 1744-1756.
doi:10.1007/s13197-019-03603-1
- López, M., Hernández, M., & Ruiz, J. (2021). *Efectos del empaque al vacío en la vida útil de productos cárnicos*. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 37(2), 115-123.
<https://doi.org/10.1007/s11449-021-02259-3>

- López, M., Hernández, M., & Ruiz, J. (2021). Efectos del empaque al vacío en la vida útil de productos cárnicos. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 37(2), 115-123.
<https://doi.org/10.1007/s11449-021-02259-3>
- Máquina de termoformado modular - R 145. (2016, junio 24).
- Martínez, R., & López, S. (2021). *Control de patógenos en alimentos de origen avícola*. Editorial Seguridad Alimentaria.
- MeatChefTools. (2024). *Preserving Freshness: The Ins and Outs of Vacuum Sealed Meat Storage*. Recuperado de <https://meatcheftools.com>
- MeatChefTools. (2024). *Preserving Freshness: The Ins and Outs of Vacuum Sealed Meat Storage*. MeatChefTools. <https://meatcheftools.com>
- Parvez, S., Rahman, M. S., & Biswas, S. K. (2021). *Vacuum packaging and food preservation: A sustainable approach to reducing food waste*. *Environmental Sustainability*, 14(4), 512-519.
- Restauración Colectiva. (2015). *El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente inocua*. Recuperado de <https://www.restauracioncolectiva.com/n/en-ensado-al-vacio>
- Ripoll, G. (2012). *Estudio de la vida útil de la pechuga de pollo envasada al vacío: Calidad de canal, carne y sus derivados*. [Tesis de ingeniería agrónoma, Universidad Católica De Ávila] Repositorio institucional. <https://calidadcarnecita.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/02/proyecto-fin-de-carrera-ing-agronc3b3mica-g-ripoll.pdf>

Sánchez, M. P., & González, J. C. (2018). Microbiología de la carne de pollo y su relación con la vida útil. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 22(4), 12-19.

<https://doi.org/10.5678/rcta.2018.0215>

Sánchez, V., & Martínez, G. (2022). *El impacto del empaque al vacío en la vida útil de productos frescos*. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100879.

<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100879>

Sánchez, V., & Martínez, G. (2022). El impacto del empaque al vacío en la vida útil de productos frescos. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100879.

<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100879>

Semana. (2021, 15 enero). Con ley buscarán prohibir el uso del icopor en Colombia.

Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo.

<https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/radicaran-ley-para-prohibir-el-icopor-en-colombia/45043/>

Talon, R., Leroy, S., & Joffraud, J. J. (2017). *Emballage sous vide et sécurité alimentaire: influence sur la conservation de produits alimentaires périssables*. *Revue des sciences et technologies de l'alimentation*, 50(1), 32-47.

Torres, P., & Rodríguez, M. (2019). *Manejo y conservación de productos avícolas: del sacrificio al consumidor*. Editorial Tecnología Alimentaria.

Vilas-Boas, L. A., Monteiro, C. P., & da Silva, J. A. (2018). *Microbiological and chemical aspects of vacuum packaging: A review*. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(12), 2839-2846.

Wang, G., Wang, H., Han, Y., Xing, T., Ye, K., Xu, X. y Zhou, G. (2017). Evaluation of the spoilage potential of bacteria isolated from chilled chicken in vitro and in situ. *Food Microbiology*, 63, pp. 139-146 DOI: 10.1016/j.fm.2016.11.015.

World Health Organization. (2020). *Food safety and food quality*. World Health Organization.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Zhou, Y., Liao, X., & Zhang, M. (2020). *Effect of vacuum packaging on shelf-life and quality preservation of fruits and vegetables*. *Food Quality and Safety*, 4(3), 85-91.