



**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES  
PARA MITIGAR LOS DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE AVICAMPO**

Fontalvo Simancas Jaime Edgardo  
Suárez Cantillo Germán David  
Vanegas Saavedra Sergio Alejandro

Universidad Ean  
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas  
Maestría en Administración de Empresas (MBA)  
Bogotá, Colombia  
30 de Marzo de 2025

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN LA TEORÍA DE LAS  
RESTRICCIONES PARA MITIGAR LOS DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE  
PRODUCCIÓN DE AVICAMPO**

Fontalvo Simancas Jaime Edgardo  
Suárez Cantillo Germán David  
Vanegas Saavedra Sergio Alejandro

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
**Magíster en Administración de Empresas**

Director (a):  
Ing. Luz Maribel Guevara Ortega PhD.

Modalidad:  
**Trabajo dirigido**

Universidad Ean  
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas  
Maestría en Administración de Empresas (MBA)  
Bogotá, Colombia  
30 de Marzo de 2025

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

Nota de aceptación:


---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la empresa AVICAMPO por permitirnos desarrollar nuestro trabajo de grado enfocado en la mitigación de desperdicios a través de la Teoría de las Restricciones (TOC). En particular, extendemos nuestra gratitud al doctor Luis Felipe Ossa, presidente de AVICAMPO, por su respaldo incondicional y confianza en nuestro proyecto; a Luz Karime Galviz, directora de Gestión Humana del Clúster Cárnico Italfoods, por su valiosa orientación y apoyo durante las distintas fases de nuestro trabajo; y a Jhonnie Castaño, gerente de Operaciones de AVICAMPO Costa, por su colaboración activa y disposición para facilitar los recursos necesarios que hicieron posible este estudio. Su liderazgo y compromiso fueron fundamentales para el éxito de este proyecto, y estamos profundamente agradecidos por la oportunidad de contribuir al desarrollo sostenible dentro de su organización.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Resumen**

La eficiencia operativa y la reducción de desperdicios son fundamentales para la sostenibilidad y competitividad en la industria avícola. Este estudio propone una metodología basada en la Teoría de Restricciones (TOC) para identificar y mitigar los cuellos de botella en el área de producción de AVICAMPO, una empresa líder en el sector avícola colombiano. Mediante un análisis detallado de los procesos productivos, se identificaron las restricciones principales que limitan la eficiencia y generan desperdicios significativos. La implementación de los cinco pasos de la TOC permitió optimizar el flujo de producción, reducir los tiempos de espera y minimizar las pérdidas de materia prima. Los resultados muestran una mejora sustancial en la eficiencia operativa y una reducción significativa en los niveles de desperdicio, lo que se traduce en una mayor rentabilidad y sostenibilidad para la empresa.

**Palabras clave:** Teoría de restricciones, optimización de procesos, industria avícola, reducción de desperdicios, eficiencia operativa.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Abstract**

Operational efficiency and waste reduction are crucial for sustainability and competitiveness in the poultry industry. This study proposes a methodology based on the Theory of Constraints (TOC) to identify and mitigate bottlenecks in the production area of AVICAMPO, a leading company in the Colombian poultry sector. Through a detailed analysis of production processes, the main constraints that limit efficiency and generate significant waste were identified. The implementation of the five steps of TOC allowed optimizing the production flow, reducing waiting times, and minimizing raw material losses. The results show a substantial improvement in operational efficiency and a significant reduction in waste levels, leading to increased profitability and sustainability for the company.

**Keywords:** Theory of Constraints, process optimization, poultry industry, waste reduction, operational efficiency.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Contenido

Introducción .....	12
Objetivos .....	14
Objetivo general .....	14
<i>Objetivos específicos</i> .....	14
Justificación .....	15
Marco Institucional .....	18
Estructura empresarial .....	19
Estructura y colaboradores .....	20
Portafolio de productos .....	21
Posición de AVICAMPO en el mercado .....	23
Estados financieros .....	23
Marco Teórico .....	25
Antecedentes y evolución de la teoría de las restricciones .....	25
Principios fundamentales de la TOC.....	26
<i>Paso 1: Identificar la restricción</i> .....	26
<i>Paso 2: Explotar la restricción</i> .....	26
<i>Paso 3: Subordinar el sistema a la restricción</i> .....	26
<i>Paso 4: Elevar la restricción</i> .....	27
Paso 5: Regresar al paso 1 .....	27
Aplicaciones de la TOC en diversos sectores.....	27
Aplicación de la TOC en la industria avícola: de lo general a lo específico.....	28
Herramientas y metodologías complementarias dentro de la TOC .....	30

<b>Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO</b>	
Discusión y perspectivas.....	31
Las mermas o desperdicios del pollo .....	32
Conclusiones del marco teórico .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Diseño Metodológico.....</b>	<b>35</b>
Enfoque de la investigación y propósito .....	35
<b>Metodología de diagnóstico empresarial basada en la teoría de las restricciones (TOC) .....</b>	<b>35</b>
Población .....	36
Ficha técnica.....	37
Procedimientos y técnicas de análisis .....	37
<b>Diagnóstico de AVICAMPO desde la Teoría de las Restricciones .....</b>	<b>39</b>
Metodología .....	39
Identificación del sistema de producción y logística.....	40
Impacto de la restricción en el proceso.....	46
Cuello de botella.....	46
<i>Análisis de Componentes Principales (PCA) para identificación de restricciones</i> .....	48
<i>Regresión Lineal para Evaluar el Impacto de las Restricciones</i> .....	49
<i>Segmentación de Trabajadores mediante K-Means</i> .....	50
<i>Conclusión del Análisis Estadístico</i> .....	51
<b>Propuesta de solución para AVICAMPO: Optimización de la capacidad de congelamiento mediante la Teoría de las Restricciones (TOC).....</b>	<b>53</b>
Incrementar La Capacidad De Almacenamiento De Congelación.....	53
Reducir los desperdicios de producto.....	55

	9
<b>Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO</b>	
<b>Mejorar la eficiencia operativa.....</b>	<b>56</b>
<b>Plan de intervención para optimización de la capacidad de congelamiento en AVICAMPO .....</b>	<b>58</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>58</b>
<i>Aumentar la capacidad de almacenamiento de congelación.....</i>	<i>58</i>
<i>Reducir los desperdicios de producto .....</i>	<i>61</i>
<i>Simplificación y Mejora de la Eficiencia Operativa .....</i>	<i>63</i>
<i>Optimizar el Flujo de Producción y la Utilización de Recursos .....</i>	<i>64</i>
<b>Conclusiones Y Recomendaciones.....</b>	<b>72</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>73</b>

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO****Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Referentes estratégicos AVICAMPO .....	19
<b>Figura 2.</b> Estructura empresarial de AVICAMPO .....	20
<b>Figura 3.</b> Estructura y colaboradores de AVICAMPO .....	21
<b>Figura 4.</b> Portafolio de productos AVICAMPO .....	22
<b>Figura 5.</b> Mapa de procesos de AVICAMPO costa.....	40
<b>Figura 6.</b> Diagrama de flujo del proceso de producción y logística del pollo .....	42
<b>Figura 7.</b> Principales Restricciones identificadas en la encuesta.....	49
<b>Figura 8.</b> Impacto de las restricciones en el desperdicio o merma.....	50
<b>Figura 9.</b> Segmentación de trabajadores según desempeño.....	51
<b>Figura 10.</b> Propuesta de cava de almacenamiento para 536 posiciones .....	54
<b>Figura 11.</b> Propuesta de cava de almacenamiento desde otra perspectiva .....	55

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO****Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> .....	44
<b>Tabla 2</b> .....	44
<b>Tabla 3</b> .....	45
<b>Tabla 4</b> .....	45
<b>Tabla 5</b> .....	47
<b>Tabla 6</b> .....	59
<b>Tabla 7</b> .....	59
<b>Tabla 8</b> .....	60
<b>Tabla 9</b> .....	65
Nota: Resumen cronograma global del plan de intervención. Fuente propia .....	65
<b>Tabla 10</b> .....	66
<b>Tabla 11</b> .....	67
<b>Tabla 12</b> .....	68
<b>Tabla 13</b> .....	69
<b>Tabla 14</b> .....	70

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Introducción

La industria avícola es crucial en lo que respecta a la seguridad alimentaria y el crecimiento económico dentro de muchas naciones. En Colombia, esta actividad económica particular ha mostrado un desarrollo sostenido en las últimas décadas, creando nuevos empleos y mejorando la estabilidad del mercado interno. No obstante, la creciente necesidad de productos avícolas, así como la necesidad de agilizar los procesos y garantizar la sostenibilidad, exige el uso de metodologías efectivas que impulsen la competitividad de las empresas. En este sentido, la Teoría de las Limitaciones (TOC) de Eliyahu Goldratt se posiciona como un enfoque sistémico para identificar y controlar las limitaciones que restringen la efectividad general de una organización.

La industria enfrenta desafíos en relación con la gestión de desechos y la eficiencia operativa a lo largo de la cadena de valor. Estudios recientes muestran que los procesos no sincronizados, los tiempos de espera excesivos y el mal control de inventarios pueden constituir un desperdicio sustancial de materias primas y, en consecuencia, disminuir los márgenes de ganancia. Para el caso de AVICAMPO, una de las empresas líderes del sector avícola colombiano, se ha evidenciado la urgente necesidad de optimizar los procesos de producción y, a la vez, reducir los costos asociados a los desperdicios. El diagnóstico de la línea de producción revela que los cuellos de botella en etapas intermedias o finales, como el procesamiento y sacrificio de aves, producen demoras, mermas y daños en el producto, lo que deteriora la competitividad y sostenibilidad de la organización.

Para el problema de competencia definida, la pregunta de investigación que guía esta indagación es: ¿Cómo la Teoría de Restricciones puede ser aplicada para reducir los desperdicios y mejorar la eficiencia operativa en la producción de AVICAMPO? Al responder a esta pregunta, se van a poder crear propuestas de gestión de restricciones y de optimización de procesos que ayuden a la competitividad de AVICAMPO y en la del avance del conocimiento sobre la ingeniería de la mejora continua dentro de la industria avícola.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

La bibliografía y evidencias empíricas señalan que el TOC considera que este problema se puede abordar a partir de los sistemas, pues se enfoca en diagnosticar la restricción crítica y mejorar su funcionamiento, para que se logre el mejoramiento de toda la organización. Al manejar la restricción de manera efectiva, se logra eliminar desperdicio, mejorar la productividad y aumentar la rentabilidad.

Este documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, desarrolla el marco y fundamentos de la TOC y su uso en la industria avícola. Luego se explica el diseño metodológico, que describe la estrategia, la recolección y el análisis de datos, así como la instrumentación y su respectiva validación. Después se realiza el diagnóstico organizacional de AVICAMPO, donde se determinan los factores más relevantes que limitan el rendimiento y las áreas críticas que producen desperdicios en sus sistemas de producción. Después, se presenta el plan de intervención basado en los cinco pasos de la TOC, donde se proponen acciones y estrategias para superar las restricciones identificadas. En tercer lugar, se presentan los resultados de la intervención, donde se analiza el efecto de la metodología en cuanto a eficiencia operativa y reducción de costos. Por último, se indican las conclusiones del estudio y sugieren propuestas de intervención para AVICAMPO y otras empresas del sector, con el objetivo de ayudar a crear un modelo de mejora continua y sostenibilidad a largo plazo.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Aplicar la Teoría de Restricciones para reducir los desperdicios y mejorar la eficiencia operativa en el área de producción de AVICAMPO.

### **Objetivos específicos**

- Desarrollar un marco teórico que explique los principios de la Teoría de Restricciones y cómo se integra en los procesos de reducción de desperdicios de AVICAMPO.
- Construir un análisis en profundidad para localizar ineficiencias y prescribir una solución para los cuellos de botella y restricciones en los procesos de producción de AVICAMPO.
- Formular una metodología que se base únicamente en la Teoría de Restricciones para eliminar desperdicios en AVICAMPO, utilizando la mejora constante de la eficiencia operativa y el flujo de producción.
- Diseñar un plan de intervención centrado en la Teoría de Restricciones, destinado a mejorar la capacidad de almacenamiento y congelación en AVICAMPO con el fin de reducir la merma a lo largo del proceso de producción, al tiempo que se aumenta la eficiencia operativa y la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Justificación

La gestión de residuos de manera eficiente se ha transformado en uno de los ejes más importantes de la sostenibilidad y competitividad de las empresas en todo el mundo, ya que va más allá de la preocupación ecológica para impactar de forma contundente la eficiencia operativa y la utilidad de la empresa . En la industria alimentaria, y más aún en la avícola, el riesgo de producir volúmenes considerables de residuos está asociado con el carácter perecedero de los productos, lo que incrementa la complejidad de los procesos . Esta situación exige el uso de estrategias que buscan minimizar la huella ambiental, pero que también maximizan la utilización de recursos, la reducción de costos y la agilidad frente a la demanda.

A nivel mundial, la evolución de los sistemas de gestión de residuos ha cambiado de un enfoque de disposición de residuos al final de su vida útil a prácticas más integradoras que implican la optimización de procesos productivos con el objetivo de minimizar los residuos “desde el vientre hasta la tumba” De todas las metodologías disponibles, la Teoría de Restricciones (TOC) ha ganado particular prominencia por su productividad general y reducción sostenible de residuos desde una perspectiva sistémica sobre la identificación y gestión de cuellos de botella. Al centrarse en la clave de restricción, el TOC dirige la atención hacia los impactos en todo el sistema, asegurando así un enfoque transversal en la mejora de la cadena de valor .

En Colombia, la industria avícola se presenta como uno de los pilares destacados en la economía agroindustrial desde una perspectiva industrial y ha tenido un crecimiento notable en los últimos años . Este crecimiento agrava problemas en la eficiencia productiva y la gestión de residuos que, cuando se generan en exceso, pueden afectar los costos operativos y la rentabilidad de las empresas (Molina & Pérez, 2023). AVICAMPO, en la región caribeña, se enfrenta a este escenario: la acumulación de residuos y las ineficiencias en la línea de producción han socavado severamente la competitividad de la empresa, así

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

como su sostenibilidad a largo plazo. Así, es esencial una solución estratégica adecuada para la eliminación de residuos del sistema y el refinamiento de procesos.

El proyecto propuesto se basa en el diseño de una metodología en el marco de la Teoría de Restricciones, destinada a aliviar los desechos de producción de AVICAMPO. La TOC permite centrarse en la restricción principal, habilitando la sincronización de los flujos de trabajo internos para maximizar la eficiencia y minimizar las pérdidas en la materia prima de la empresa. La aplicación de esta metodología sin duda reducirá los costos operativos, pero también mejorará la calidad del producto final y la capacidad de respuesta general de la empresa relativa a los movimientos del mercado. Así, promover un modelo de gestión que integre tanto la competitividad como la sostenibilidad evolucionará de manera intencionada a lo largo de las líneas globales de responsabilidad ambiental y optimización de recursos.

Para sustentar la razón de ser de esta iniciativa, primero es la necesidad imperativa de mejorar la competitividad de AVICAMPO y segundo es la contribución al desarrollo de prácticas sostenibles en la industria avícola colombiana.

El presente estudio se enmarca en el campo de la economía y las ciencias administrativas, particularmente en la línea de investigación relacionada con la optimización de procesos y competitividad, como parte del Grupo de Investigación en Sostenibilidad y Productividad. Tal enfoque garantiza la existencia de recursos académicos relevantes y oportunidades de cooperación interinstitucional, lo que asegura la viabilidad del proyecto en relación con su tiempo, personal calificado y acceso a información relevante. Además, el apoyo institucional y la proximidad al contexto de AVICAMPO brindan un acceso inmediato para implementar las estrategias propuestas y medir sus resultados.

Aplicar la Teoría de Restricciones a AVICAMPO es especialmente valioso para aumentar la eficiencia operativa de la empresa porque ayudará a reducir los costos de capacidad no utilizados y ayudará a AVICAMPO a acercarse a un modelo de producción sostenible. Este proyecto no solo apoyará los objetivos de la empresa, sino que también abordará la necesidad de orientación de otras organizaciones del sector avícola,

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

impulsando la adopción de buenas prácticas y la innovación en la gestión de desperdicios en Colombia.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Marco Institucional

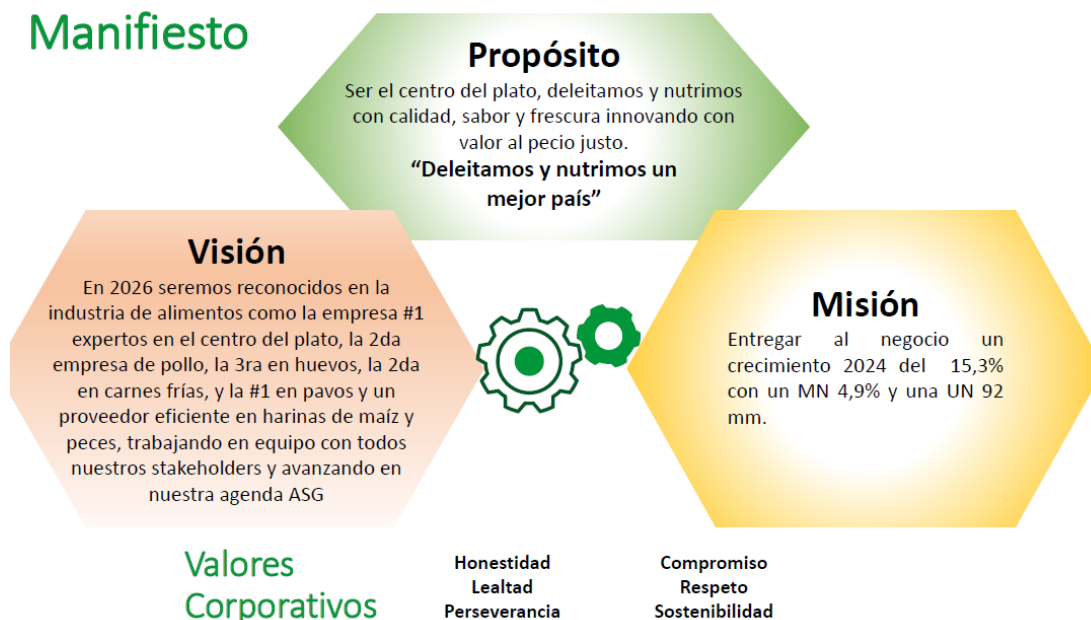
AVICAMPO es una empresa colombiana fundada el 24 de febrero de 1987 en Bucaramanga, departamento de Santander, con el propósito de dedicarse a la producción, industrialización y comercialización de productos avícolas y ganaderos, así como a la producción y comercialización de insumos necesarios para su actividad principal. Desde sus inicios, la compañía se ha centrado en la excelencia en calidad y servicio, convirtiéndose en un referente del sector avícola nacional. A lo largo de más de tres décadas, AVICAMPO ha ampliado su portafolio de productos y fortalecido sus procesos internos, respondiendo a la creciente demanda de proteína avícola en el mercado colombiano.

La misión de la empresa según la información suministrada por AVICAMPO es “ser el centro del plato, deleitando y nutriendo con calidad, sabor y frescura, innovando con valor al precio justo” Este enunciado orienta las operaciones de la empresa hacia la satisfacción del cliente, enfatizando la calidad y la inocuidad de sus productos. La visión de la empresa AVICAMPO según el documento suministrado, por su parte, proyecta a AVICAMPO para el año 2026 como “la empresa número uno en el centro del plato y la segunda en pollos en Colombia” fijando como meta intermedia un crecimiento del 15,3% para 2024 y un margen neto de 4,9%. (Estados financieros. Tomada de los datos internos de la compañía AVICAMPO, 2024)

Los valores corporativos de AVICAMPO son honestidad, lealtad, perseverancia, compromiso, respeto y sostenibilidad, los cuales son la base de su cultura organizacional y guían la toma de decisiones. En particular, la sostenibilidad se ha convertido en un pilar fundamental, pues la empresa busca minimizar su impacto ambiental y contribuir al desarrollo de las comunidades en las que opera.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

**Figura 1.**  
*Referentes estratégicos AVICAMPO*



Nota: En esta imagen se observan la misión, la visión y los valores corporativos, de “La estrategia de la organización y la relación con sus grupos de interés” por AVICAMPO, 2024.

### Estructura empresarial

AVICAMPO forma parte del Grupo Itacol, conglomerado que integra ocho clústeres y 58 empresas en total. La compañía se ubica en el clúster cárnico Italfoods, el cual opera en dos países y genera ingresos anuales cercanos a 1,7 billones de pesos. Este clúster cuenta con 480 SKU, más de 3.180 colaboradores, produce alrededor de 9.345 toneladas de pollo y gestiona siete plantas productivas y diez centros de distribución (CEDIS). Además de AVICAMPO, Italfoods agrupa a marcas multiproteínas como Porcicampo, Carnelly, Casablanca, Pavos del Campo, Santa Rita y Santa Reyes.

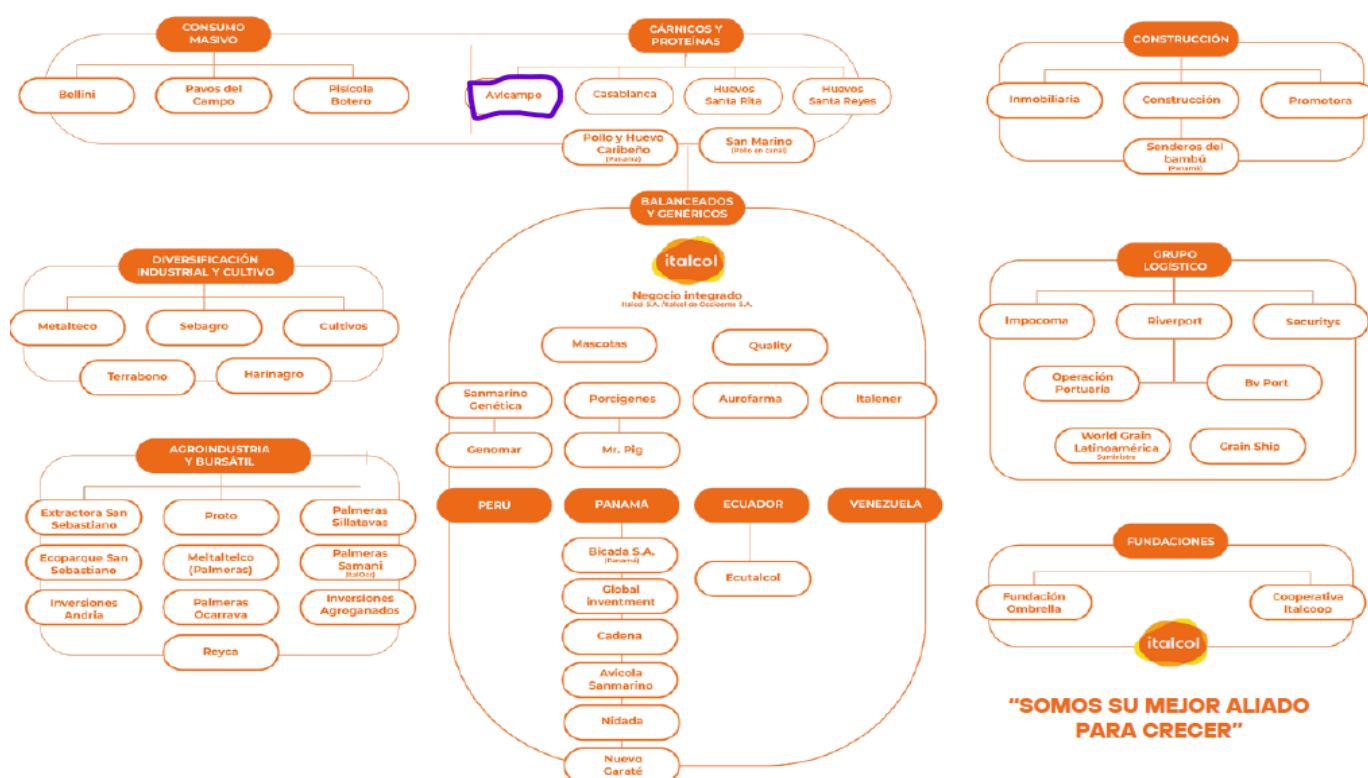
La vinculación de AVICAMPO al Grupo Itacol le proporciona solidez financiera y respaldo logístico, al tiempo que facilita el acceso a mercados nacionales e internacionales. La estructura jerárquica de AVICAMPO se caracteriza por la claridad en la asignación de roles y responsabilidades, lo que agiliza la coordinación de actividades y la toma de

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

decisiones. Esta configuración organizacional ha contribuido a mantener una posición competitiva en el mercado avícola, al permitir respuestas rápidas a los cambios en la demanda y a las tendencias de consumo.

**Figura 2.**

*Estructura empresarial de AVICAMPO*



Nota: En esta imagen se presenta la relación de AVICAMPO con el Grupo Itacol, así como el funcionamiento interno del clúster cárnico Italfoods, de "La muestra de la ubicación de las diferentes marcas y su interacción en la cadena de valor"

## Estructura y colaboradores

Para atender la creciente demanda de proteína avícola, AVICAMPO cuenta con siete plantas de producción: tres dedicadas al beneficio de pollo y cuatro enfocadas en la elaboración de carnes frías Asimismo, dispone de tres CEDIS, 87 granjas de pollo de engorde y 587 galpones, lo que garantiza una amplia cobertura en el territorio nacional. En total, la empresa emplea a 2.932 colaboradores, cuyo compromiso y capacitación continua son esenciales para el logro de los objetivos estratégicos.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

La gestión del talento humano en AVICAMPO se basa en la formación y el desarrollo de competencias, la promoción de entornos laborales seguros y la implementación de políticas de bienestar. Con ello, la organización busca fomentar la motivación y la estabilidad de su personal, consciente de que el capital humano constituye un factor determinante en la calidad del producto final y en la eficiencia operativa.

**Figura 3.**

*Estructura y colaboradores de AVICAMPO*



Nota: La imagen anterior muestra la distribución de las plantas de producción, los CEDIS y las granjas, así como la cantidad de colaboradores en cada área. Se destaca la importancia de la coordinación entre los diferentes eslabones de la cadena productiva para asegurar la inocuidad y la calidad de los productos (AVICAMPO, 2023).

## Portafolio de productos

El portafolio de AVICAMPO abarca una amplia gama de productos avícolas, entre los que se destacan: pollo entero, presas surtidas, filetes, pechuga, alas, cuadriles, vísceras y carnes frías, así como huevos y pavos. La empresa ha incursionado además en la producción de alimentos con valor agregado, como productos marinados y adobados,

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

atendiendo la demanda de segmentos de mercado que buscan practicidad y soluciones listas para consumir.

La diversificación de productos le ha permitido a AVICAMPO diferenciarse de sus competidores y fortalecer su presencia en distintos nichos de mercado. El énfasis en la calidad, la frescura y el precio justo son parte esencial de su propuesta de valor, lo que se refleja en la aceptación de sus productos a nivel nacional.

### Figura 4.

Portafolio de productos AVICAMPO



Nota: En esta imagen se evidencian los principales productos que comercializa la compañía, enfatizando la variedad y las presentaciones disponibles para los diferentes segmentos de consumidores [www.avicampo.com](http://www.avicampo.com)

### Análisis del sector avícola en Colombia

La industria avícola colombiana es un pilar fundamental para la economía agroindustrial del país, con una producción total de 1'817.155 toneladas de pollo en 2023 de acuerdo con la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI, 2023). Aunque se registró una ligera disminución del 0,16% respecto a 2022, el consumo per cápita de pollo alcanzó los 34,8 kilos, ratificando la importancia de esta proteína en la canasta

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

familiar. El sector opera bajo un entorno competitivo y en constante transformación, impulsado por factores como la inflación, las tasas de interés y la preferencia de los consumidores por carnes blancas.

A nivel internacional, los tratados de libre comercio han facilitado la importación de materias primas como maíz amarillo y soya, esenciales para la producción de alimentos balanceados. Si bien esta apertura ha contribuido a la reducción de costos, también plantea retos en términos de protección sanitaria y estabilidad de precios. Por otro lado, la fluctuación en los costos de insumos, la aparición de nuevas enfermedades avícolas y las variaciones en la demanda global exigen de las empresas una gran capacidad de adaptación y resiliencia.

## **Posición de AVICAMPO en el mercado**

AVICAMPO se ubica en la cuarta posición dentro del sector avícola colombiano, manteniéndose en los indicadores promedio de márgenes brutos y netos (AVICAMPO, 2023). Aunque la distancia con el líder, Mac Pollo, es significativa, con ingresos cercanos a 3,2 billones de pesos y márgenes netos del 6% al 7%; es por eso por lo que la compañía ha logrado consolidar su presencia en varias regiones del país gracias a su estrategia de expansión, la innovación en su portafolio y el respaldo financiero y logístico del Grupo Itacol.

## **Estados financieros**

En el comparativo de los años 2021 y 2022, AVICAMPO alcanzó ingresos por 639 mil millones de pesos, con un crecimiento del 41,22% (AVICAMPO, 2023). La rentabilidad neta se situó en 2,9%, manteniéndose estable respecto al año anterior, mientras que los activos totales ascendieron a 278 mil millones de pesos, lo que representa un incremento del 27,3%. No obstante, la deuda neta aumentó en un 26% y se reportó un flujo neto de efectivo negativo, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la gestión financiera y de liquidez.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

La calificación crediticia de AVICAMPO es B, reflejando un riesgo moderado para las entidades financieras (AVICAMPO, 2023). Este resultado indica estabilidad en la generación de ingresos y capacidad de atender obligaciones de corto y mediano plazo, pero señala la importancia de implementar estrategias para optimizar el capital de trabajo y reducir la dependencia del endeudamiento.

La revisión del marco institucional de AVICAMPO evidencia la solidez y el posicionamiento de la empresa en el sector avícola colombiano. No obstante, persisten desafíos relacionados con la eficiencia operativa, la gestión de desperdicios y la necesidad de mejorar los indicadores de rentabilidad y liquidez.

La adopción de metodologías de mejora continua, como la Teoría de Restricciones (TOC), constituye una alternativa prometedora para identificar y gestionar los cuellos de botella en la cadena de producción, optimizar recursos y mitigar los desperdicios. En un entorno competitivo y volátil, la aplicación de la TOC puede contribuir a incrementar la productividad, fortalecer la capacidad de respuesta de AVICAMPO ante las fluctuaciones del mercado y, en última instancia, consolidar su posición en la industria avícola.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Marco Teórico**

La Teoría de las Restricciones (TOC, por sus siglas en inglés) ha ganado popularidad en el área de gestión de operaciones y optimización de procesos productivos a nivel mundial. Su lógica está basada en que todo sistema cuenta, por lo menos, con uno de sus elementos limitantes o “restricción”, también conocido como “cuello de botella”, que afecta la productividad del sistema en su conjunto. Administrar y gestionar dicha restricción permite a las organizaciones optimizar el uso de sus recursos, incrementar su rentabilidad y competitividad en el mercado (Goldratt, 2020). Esta sinopsis está construida con base en una generalización que presenta primero el uso de la TOC en el sector avícola, que resulta ser un área clave para la seguridad alimentaria y crecimiento económico de varios países.

### **Antecedentes y evolución de la teoría de las restricciones**

El TOC nació en los años 80 como parte de los trabajos de Eliyahu M. Goldratt, quien planteó que la productividad de un sistema no se obtiene al optimizar cada parte, sino que se encuentra al identificar y optimizar su estrangulamiento (Dettmer, 2021). Este enfoque contrastaba con el de la escuela clásica que intentaba mejorar cada subproceso de forma independiente, sin entender que el potencial real de incremento de la productividad se encuentra en la focalización en la restricción (Ronen, Focusing on profit: The role of constraints in business optimization., 2020).

Recientemente, hay un alto número de publicaciones que estudian la eficacia de la TOC en áreas como fabricación, servicios de salud, educación, logística y cadenas de suministro (Schleier, 2021). Según (Kumar, 2022), la flexibilidad conceptual de la TOC ha permitido integrar en ambientes cambiantes y sectores de alto grado de cambio, lo que calentó su aceptación a nivel mundial.

La integración de la Teoría de Restricciones (TOC) como un enfoque de mejora continua de actividades, surge, entre otros factores, a partir de herramientas y metodologías como el "Drum-Buffer-Rope" (DBR) y los Logical Reasoning Trees (Sato & Liu, 2021). DBR y los árboles de razonamiento lógico son ejemplos que permiten el cubrimiento práctico de

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

los aspectos que deben ser atendidos dentro de las organizaciones a través de guía clara de cómo se puede encontrar una restricción y llevar a cabo un cambio que aumente de forma sostenible la competitividad y la rentabilidad (Rojas, 2019).

### **Principios fundamentales de la TOC**

#### ***Paso 1: Identificar la restricción***

El paso inicial de TOC es la identificación de uno o varios elementos que no dejan que un sistema alcance su máximo rendimiento (Goldratt & Cox, 2020). Esos cuellos de botella pueden ser físicos (maquinaria, edificios, capital humano), o políticos (normas, procedimientos, políticas), dependiendo de los rasgos de la organización (Huang, 2019). Para esta tarea se utiliza casi siempre el diagrama de flujo junto con el mapeo de procesos y el análisis de tiempos para establecer en qué parte del ciclo se da manifestación a un inventario o retraso que provoca un bloqueo cíclico (Watson, 2021).

#### ***Paso 2: Explotar la restricción***

Después de que se reconoce la restricción, la TOC asegura que su utilización se maximice sin ninguna inversión preliminar o cambios (Koretsi, 2022). Esta estrategia, conocida como 'explotar la restricción', implica analizar los tiempos inactivos, eliminar el desperdicio de recursos y asegurar que la restricción esté funcionando a su máximo potencial (Schleier, 2021). Pasos como la reasignación de turnos o la asignación de tareas mejoran el rendimiento de la restricción (Ronen, Focusing on profit: The role of constraints in business optimization., 2020)

#### ***Paso 3: Subordinar el sistema a la restricción***

El siguiente principio establece subordinar todo el sistema a la restricción, lo que significa que todas las demás actividades y recursos deben organizarse para operar al ritmo dictado por el cuello de botella (Sato y Liu, 2021). El método Drum Buffer Rope (DBR) es la herramienta más representativa de este paso, porque sincroniza la producción con la

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

capacidad de la restricción, crea un buffer frente a la restricción para prevenir obstrucciones de flujo y "regular" el flujo de materiales (Rojas, 2019)

### ***Paso 4: Elevar la restricción***

Si después de explotar y subordinar la restricción el sistema sigue estando limitado, procede a elevar la restricción, lo que puede significar alguna inversión de capital en tecnología o nuevas contrataciones, o incluso un rediseño de procesos (Moura, 2022). La TOC sostiene firmemente que esta decisión debe tomarse solo después de haber agotado completamente las oportunidades de mejora que no tienen costos significativos (Dettmer, 2021). De esta manera, se mitigarán las posibilidades de sobre construir capacidad y gastar en exceso.

### **Paso 5: Regresar al paso 1**

Por último, se aboga por ciclos de mejora continua en el TOC.

Una vez superada la restricción inicial, puede surgir una nueva limitación que exija atención (Rojas, 2019). Este ciclo permite que las organizaciones sostengan un proceso de optimización permanente y se adapten a los cambios en la demanda, la tecnología y las condiciones del mercado (Borges, 2021).

## **Aplicaciones de la TOC en diversos sectores**

La TOC se adoptó de manera universal y en diferentes ámbitos de productividad y servicios por su gran versatilidad. A continuación, se explican algunos ejemplos que resaltan su importancia en distintos sectores.

En el sector manufacturero, la TOC ha sido utilizada para la optimización de líneas de conjuntos, inventario y tiempos de ciclo (Pineda, 2020). Por ejemplo, una investigación en plantas de autopartes mostró un incremento del 20% en la productividad al direccionarse hacia la restricción primaria y alinearse el resto de los procesos en función de la capacidad de la restricción (Kumar, 2022).

En logística, la TOC ayuda con la sincronización de pedidos, la gestión de inventarios, así como a minimizar los costos de transporte (Huang, 2019). Un estudio de

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

caso en empresas de distribución de alimentos reportó una reducción del 30% en los costos totales después de identificar la capacidad de los vehículos de transporte como un cuello de botella (Vasconcellos y Rossetti, 2022).

En el sector salud, la aplicación de la TOC ha demostrado ser efectiva en la gestión de flujos de pacientes, asignación de camas y en la reducción de tiempos de espera (Wang y Chen, 2021). El enfoque en la disponibilidad de recursos vitales como camas en unidades de cuidados intensivos mejora significativamente la eficiencia hospitalaria y la calidad del servicio (Zheng et al., 2023).

En instituciones educativas, la TOC se ha aplicado para mejorar la programación de aulas, laboratorios y personal docente (Orellana et al., 2021). Sus esfuerzos ayudaron a las universidades a resolver problemas de asignación de recursos donde la demanda de inscripciones en cursos era alta, pero el espacio físico era limitado, reduciendo así conflictos y tiempo de inactividad.

### **Aplicación de la TOC en la industria avícola: de lo general a lo específico**

La industria avícola es importante por su valor económico y social, dado que proporciona un suministro fundamental de proteínas a la población (Ferreira, 2021). Sin embargo, su crecimiento enfrenta problemas debido a la alta perfectibilidad de sus productos, la necesidad de integrar diferentes etapas de la producción y la inestabilidad de los costos de los insumos (Moura, 2022). Con esto en mente, la Teoría de las Restricciones proporciona bases conceptuales robustas que permiten el incremento de competitividad en la cadena de valor avícola al optimizar el desperdicio en esta cadena.

Dentro de este sector, las aves de corral tienen la particularidad de presentar una alta rotación de inventarios y de estar sujetas a biológicas, tales como el período de crianza de los pollos y su vulnerabilidad a enfermedades (Ferreira, 2021). Además, la etapa de cosecha y procesamiento debe adherir a rigurosos criterios de calidad y seguridad, lo que aumenta la complejidad del flujo de operaciones. Junto a ello se encuentra el transporte en

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

frío, que requiere minuciosa atención a la logística para prevenir mermas del producto y asegurar su frescura (Rojas, 2019).

Durante el engorde de las aves, el espacio per cápita en las galeras y la oferta de alimentos suelen ser las más importantes (Moura, 2022). Un mal aprovechamiento de los espacios puede traducirse en sobrepoblación, estrés en las aves y, por ende, reducción en la productividad.

En (Ferreira, 2021), aprendemos que la escasez de alimento o incluso el aumento del costo de maíz y soja como insumos podrían restringir la productividad al tiempo que aumentan los costos operativos.

Identificar estos cuellos de botella donde la demanda se encuentra con la capacidad lleva a la TOC a definir la carga óptima para cada nave junto con la sincronización entre los ciclos de crianza con la demanda real y la capacidad de procesamiento. Esto ayuda a reducir pérdidas mientras hace que el sistema sea más eficiente en la producción avícola (Huang, 2019).

En la etapa de beneficio, la capacidad de las líneas de sacrificio y la velocidad de procesamiento constituyen el principal cuello de botella en muchas plantas avícolas (Cox & Schleier, 2021). Cuando las aves vivas llegan en números no controlados, hay tiempo de espera en el procesamiento y posible degradación de la materia prima. Por otro lado, si el flujo de aves es inferior a la capacidad de las líneas de sacrificio, entonces hay desperdicio de capacidad instalada (Moura, 2022).

En este sentido, se propone por la TOC que la restricción sea aprovechada asegurando que las líneas de sacrificio operen a la mayor producción posible y subordinando la recepción de aves a ese ritmo.

(Rojas, 2019) argumentaron que, si la restricción aún se aplica, podría valer la pena considerar la compra de nuevas máquinas, aumentar turnos o mejorar métodos de trabajo para levantar el límite.

El producto procesado necesita ser trasladado a centros de distribución o vendido en puntos de venta al por menor bajo refrigeración estricta, como destacaron (Borges, 2021).

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

La ausencia de vehículos refrigerados o una mala planificación de rutas puede resultar en la restricción que limita el volumen de ventas o causa pérdidas por vencimiento. Subordinar las actividades de transporte al ritmo de producción y mantener un margen de seguridad ayuda a evitar retrasos y mantener el estándar establecido de calidad del producto final (Watson, 2021).

La restricción de la línea de enfriamiento post sacrificio fue documentada por (Ferreira, 2021) durante su aplicación de la TOC a una planta avícola en Brasil. Al revisar el programa de producción y reorganizar la fuerza laboral, la productividad mejoró en un 15% mientras los costos operativos cayeron en un 20%. La misma tendencia fue seguida por (Moura, 2022) Afirmaron haber reducido el desperdicio de materia prima en un 30% en una empresa avícola mexicana después de identificar la limitación de almacenamiento en frío como un factor restrictivo.

Estos ejemplos ponen de manifiesto que la TOC no solo contribuye a la reducción de desperdicios, sino también al fortalecimiento de la competitividad en un mercado en el que la calidad y la frescura del producto son determinantes para la satisfacción del cliente (Rojas, 2019).

## **Herramientas y metodologías complementarias dentro de la TOC**

Aparte de los cinco pasos básicos: identificación, explotación, subordinación, elevación y reinicio; TOC tiene otras herramientas específicas para facilitar su implementación (Dettmer, 2021).

Pensamiento sistémico y árbol de la Realidad Actual (CRT): Estos nos permiten ver relaciones de causa-efecto en el sistema, identificar problemas de raíz y priorizar acciones para un impacto máximo (Ronen, Focusing on profit: The role of constraints in business optimization., 2020).

Tambor-Buffer-Cuerda (DBR): Sincroniza la producción con la limitación estableciendo un ritmo de trabajo 'tambor', buffer(s) de protección y cuerda que controla el flujo aguas arriba (Watson, 2021).

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

Árboles de requisitos y transición: Herramientas gráficas para la planificación sistemática de cambios, definiendo requisitos y pasos necesarios para la implementación de soluciones (Koretsi, 2022).

La efectividad de tales metodologías está altamente influenciada por la cultura organizacional y el liderazgo fuerte dispuesto a involucrarse hacia la mejora continua (Zheng et al., 2023). Si los empleados carecen de comprensión sobre el propósito de TOC y de apoyo gerencial, el uso de estas herramientas probablemente enfrentará desafíos (Huang, 2019).

## **Discusión y perspectivas**

La Teoría de Restricciones ha demostrado su validez en entornos muy variados, desde líneas de construcción automotriz hasta cadenas de suministro de productos perecederos (Cox & Schleier, 2021). Su fuerza proviene del enfoque sistémico y del énfasis en la restricción teutónica, que evita la dilución del esfuerzo y lleva a lograr resultados tangibles en plazos relativamente cortos (Rojas, 2019).

Sin embargo, algunos autores señalan que, en entornos de demanda altamente variable o extremadamente volátil, la restricción requiere un monitoreo ágil constante y puede desplazarse demasiado rápido (Borges, 2021). En tales condiciones, TOC se complementa con prácticas de gestión de riesgos y enfoques de planificación flexibles que permiten a la organización cambiar de enfoque (Moura, 2022).

La industria avícola enfrenta retos como el aumento súbito de los insumos como maíz y soja, así como problemas de sanidad (Ferreira, 2021). No obstante, el uso de TOC permite identificar de forma precisa las áreas de una empresa que son ineficientes y cómo deben ser tratadas en orden de prioridad, permitiendo que las empresas optimicen el flujo de producción (Huang, 2019). Esto ayuda a evitar el desperdicio y fortalecer la competitividad en el mercado, que suele tener márgenes muy ajustados (Watson, 2021).

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Las mermas o desperdicios del pollo**

Las pérdidas causadas a lo largo de la cadena de producción y distribución de productos ya sean físicas o tecnológicamente dañadas, son un problema latente para cualquier empresa, sin importar la industria en la que opera. Dentro de los daños que pueden ser causados a un producto se incluye el robo, modificación, errores de procesamiento o daño por vencimiento. La existencia de pérdidas, además de hacer que una empresa no gana dinero, afecta de manera drástica la operatividad y la eficiencia organizacional.

Además, es importante tener en cuenta el impacto del desperdicio como una pérdida porque los productos descartados se suman a los desechos que tienen el potencial de contaminar el suelo y el agua, subrayando así la necesidad de una gestión adecuada (Ramírez J. M., 2021).

Dentro de la industria avícola, las sirenas tienen una relevancia particular dado que el pollo es un producto altamente perecedero. En esta área, las sirenas pueden aparecer en diferentes etapas del ciclo productivo. En la etapa primaria, por ejemplo, pueden existir sirenas por muerte de aves o decomisos por sanidad. También pueden ocurrir pérdidas durante el sacrificio y eviscerado por achicamiento y recortes no aprovechables. En las etapas de almacenamiento y distribución, la pérdida por deterioro del producto por falta de refrigeración adecuada o daño en el transporte son causas frecuentes de merma. Y en la comercialización, el vencimiento en los puntos de venta es otra fuente de pérdidas adicionales (García, 2021).

La planificación e implementación de estrategias de control de sirenas es crucial para la optimización de recursos de cualquier empresa que busque posicionarse eficientemente en el mercado internacional. En la industria avícola, esas estrategias son clave no solo para restablecer el impacto económico que las sirenas suponen, sino también para controlar la disponibilidad de alimentos para la población. Por fin, la falsedad y la

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

aplicación de estrategias de prevención y reducción de mermas son necesarias para la sustentabilidad y competitividad de las empresas en este rubro (Molina, 2023).

Las mermas son un problema para las empresas que abarcan diversos sectores y están constituidas por la pérdida de productos que se originan desde la producción y abarcan toda la cadena de suministro hasta la venta.

Estas pérdidas pueden surgir de una variedad de factores, incluyendo daños físicos, obsolescencia del producto, vencimiento, manejo inadecuado y, en algunos casos, robo. La existencia de pérdidas no solo conlleva pérdidas financieras directas, sino que también impacta negativamente en la eficiencia operativa de las organizaciones al reducir la productividad e incrementar los costos de producción (Stadtler, 2015). Además, es importante analizar las repercusiones que las pérdidas tienen en el medio ambiente, dado que los productos considerados perdidos se suman a desechos que son capaces de contaminar el suelo y el agua, enfatizando así la importancia de la gestión (Ramírez J. M., 2021). Por lo tanto, la gestión de pérdidas se ha convertido en una parte integral de la responsabilidad social corporativa, buscando reducir la huella ecológica y gestionar eficientemente los recursos (Olsen, 2015).

En cuanto a la avicultura, las pérdidas son relevantes por la naturaleza perecedera de la carne de pollo. Los productos avícolas son, en general, altamente perecederos y necesitan condiciones específicas de almacenamiento y manejo para mantener su calidad y seguridad. Las pérdidas en esta rama de la agricultura pueden ocurrir en casi todas las etapas del proceso de producción y pueden tomar varias formas.

En la producción primaria, por ejemplo, pueden surgir siringas por la muerte de aves, enfermedades que atacan a las parvadas o incluso por decomisos cumplidos (Nations, 2021). En el procesamiento, durante el sacrificio y eviscerado, se presentan peso muerto y cortes que no se aprovechan, mermando el rendimiento del producto (Mead, 2004). En el almacenamiento y distribución, el deterioro del producto por refrigeración inadecuada y

### **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

cambios de temperatura, así como daños por transporte, son formas comunes de merma que afectan la calidad y seguridad del producto final (James, 2010). En la venta se considera merma el tiempo que los productos pasan en los puntos de venta sin ser adquiridos, la falta de rotación de inventario y el mal uso que los consumidores dan a estos productos (Eriksson, 2014)

El control de las pérdidas en la producción avícola es una de las áreas de gestión más relevantes de esta actividad económica, tanto por el valor que representan a las empresas, como por la necesidad de suministrar alimentos a los demandantes y, en general, facilitar la seguridad alimentaria de la sociedad. Por ello, la prevención y control de pérdidas en este sector se hace vital para el funcionamiento eficiente de las empresas, como también para incrementar la disponibilidad de alimentos en el mercado (Manning, 2018).

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Diseño Metodológico**

Esta sección detalla el enfoque cuantitativo y los pasos metodológicos tomados para evaluar el proceso de gestión de residuos en AVICAMPO, así como la propuesta de intervención formulada a través de la Teoría de las Restricciones (TOC). La descripción incluye la población del estudio, los instrumentos de recolección de datos y la metodología aplicada para el análisis interno y externo de la empresa. Al final, se presentarán las características técnicas de la investigación junto con una explicación de cómo se utilizarán los hallazgos para estructurar el plan de mejora empresarial.

#### **Enfoque de la investigación y propósito**

La investigación se sitúa dentro de un enfoque cuantitativo y descriptivo con la intención de examinar y entender la situación actual de AVICAMPO con respecto a la gestión de residuos (Sánchez, 2021). La investigación busca recopilar y analizar datos numéricos de manera sistemática para mejorar las oportunidades dentro de la producción avícola.

Este enfoque se ha adoptado para capturar cómo se caracterizan las prácticas existentes y diagnosticar los factores subyacentes de la generación de residuos. A partir de esta evaluación diagnóstica, se diseñarán estrategias de intervención de acuerdo con la Teoría de las Restricciones (TOC) dirigidas a mejorar la eficiencia operativa y la ventaja competitiva de AVICAMPO.

#### **Metodología de diagnóstico empresarial basada en la teoría de las restricciones (TOC)**

En esta intervención, hemos utilizado un modelo de diagnóstico enfocado en los principios de la TOC y herramientas de análisis interno y externo. Este modelo brinda la oportunidad de:

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

-Determinación de los cuellos de botella (restricciones) que obstaculizan el desempeño en la producción avícola.

-Determinar la raíz de los cuellos de botella identificados, considerando las tres dimensiones técnicas, organizativas y logísticas.

-Desarrollar estrategias específicas para explotar, subordinar y elevar, si es necesario, la restricción principal.

El diagnóstico con su respectiva alineación a la TOC incluye:

- **Fase 1. Mapeo de procesos:** Elaboración del mapa de procesos y diagrama de flujo de producción y logística con el propósito de saber de qué actividades se componen y dónde pueden existir restricciones.
- **Fase 2. Identificación de restricciones:** Construcción de una matriz de restricciones para identificar qué limita la producción (capacidad, infraestructura, políticas, etc.) de la empresa.
- **Fase 3. Análisis de causa-raíz:** Aplicación de técnicas como el diagrama de causa y efecto para identificar la razón de cada factor limitante.
- **Fase 4. Priorización de restricciones:** Uso de matrices de priorización para identificar las restricciones clave con el mayor impacto en residuos y ganancias.
- **Fase 5. Propuesta de mejora:** Desarrollo de un plan de intervención empresarial siguiendo los pasos de TOC (explotar, subordinar, elevar) para la restricción seleccionada.

## Población

La población objetivo incluyó a 203 colaboradores de AVICAMPO, representando el 100% de los departamentos de producción y logística. Este grupo está compuesto por operadores, supervisores y coordinadores, cuyos roles son

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

fundamentales para la identificación y mitigación de residuos dentro de la cadena productiva. Se decidió cubrir toda la población (censo) porque era importante tener una visión holística de cada una de las áreas involucradas (González, 2022).

### Ficha técnica

- **Unidad de Análisis:** Áreas de producción y logística de AVICAMPO.
- **Tamaño de la Población:** 100% (203 colaboradores).
- **Instrumento de Recolección de Información:** Cuestionario cerrado con 20 ítems relacionados con las prácticas de gestión de residuos, eficiencia percibida y cultura organizacional. La validación del instrumento está incluida en el respectivo anexo.
- **Periodo de Aplicación:** Mayo – junio de 2024.
- **Procedimiento:** En línea para supervisores y coordinadores; en persona para operadores, con la ayuda del personal de Recursos Humanos.

### Procedimientos y técnicas de análisis

- **Recolección de Datos:** Encuesta cerrada, observación en las áreas productivas y revisión de documentos de informes de calidad y mantenimiento.
- **Análisis Interno y Externo:** Identificación de restricciones a través del mapeo de procesos y análisis del contexto del sector.
- **Procesamiento y Análisis de Datos:** Estadísticas descriptivas, análisis de causa y efecto, y matriz de priorización.
- **Metodología para la Propuesta de Mejora e Intervención**

### Empresarial

- La estrategia de mejora se desarrolla dentro de los cinco pasos de la TOC, que son identificar, explotar, someter, elevar y reiniciar. Se han diseñado estrategias para:

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

- **Explotar la restricción:** Maximizar la utilización de los recursos disponibles y reducir el tiempo inactivo dentro del área de enfriamiento y almacenamiento.
- **Subordinar:** Sesgar la producción y la logística en torno a la restricción principal.
- **Elevar:** La inversión adicional en equipos, capacitación o rediseño de procesos solo se considerará si la restricción persiste.
- La modificación incluye la formación de un equipo de mejora continua con personal de producción, supervisores y gerencia para diseñar el plan de acción. Este equipo será responsable de monitorear los resultados, evaluar el progreso y realizar enmiendas al plan de acción para asegurar que las mejoras alcanzadas se mantengan (González, 2022).

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Diagnóstico de AVICAMPO desde la Teoría de las Restricciones**

La industria avícola enfrenta continuamente desafíos de eficiencia operativa, minimización de desperdicios y optimización de la cadena de suministro.

AVICAMPO, como empresa avícola en la región Caribe de Colombia, planea mejorar su desempeño utilizando metodologías que permitan identificar y mitigar restricciones en sus procesos productivos. Se propone realizar un diagnóstico para analizar los factores que limitan el rendimiento del sistema mediante la Teoría de las Restricciones (TOC) para mejorar la eficiencia y rentabilidad reduciendo desperdicios, sobre todo la merma en producción y logística.

Para el diagnóstico, se propusieron algunas etapas metodológicas que brindaran un análisis holístico de los procesos de AVICAMPO. En primer lugar, se logró detectar el sistema de producción y logística mediante la elaboración de mapas de procesos que muestran cómo las actividades se interrelacionan, ayudando a mantener la identificación de oportunidades para mejorar la eficiencia y efectividad. El mapa comprende cuatro categorías: los procesos estratégicos que incluyen la planeación y el manejo de la estrategia empresarial; los procesos misionales que tienen que ver con la realización, el almacenamiento y la venta del pollo; los procesos de apoyo que son contabilidad, administración, transporte, mantenimiento, entre otros; finalmente, los procesos de eficiencia y control, donde se manejan optimización de costos y gestión del riesgo.

#### **Metodología**

La evaluación se realizó en tres etapas que fueron consideradas centrales.

La identificación del sistema de producción y logística se realizó primero para tener un análisis más profundo de los procesos más importantes. Luego, mediante la evaluación de cuellos de botella y limitaciones operativas, se determinó y priorizó las restricciones del sistema. Posteriormente, evaluamos cómo estas restricciones afectan la producción para

### Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

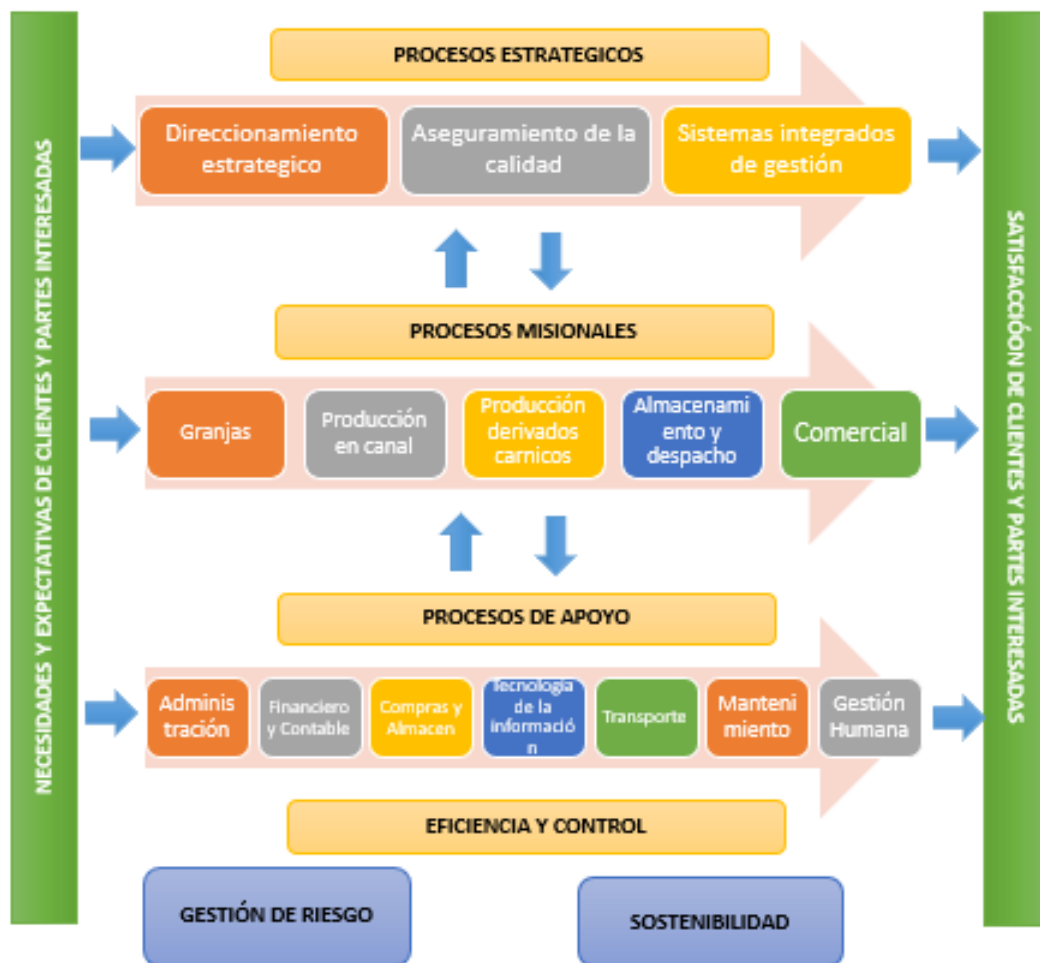
determinar cuál escenario mejora la eficiencia de AVICAMPO. Se utilizaron diversas técnicas estadísticas para determinar el impacto de estas pérdidas y optimizar las potenciales soluciones que incrementen la producción influyendo en la utilidad.

### Identificación del sistema de producción y logística

Se realizó un mapa de procesos para tener una mejor comprensión del funcionamiento de AVICAMPO, lo que permite resaltar las interrelaciones entre las actividades de la empresa. Este diagrama ayuda a captar las deficiencias a nivel de eficiencia y efectividad que afectan el funcionamiento de las operaciones.

**Figura 5.**

Mapa de procesos de AVICAMPO costa.



Nota:

Información interna tomada del sistema integral de gestión 2024.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

El mapa de procesos de AVICAMPO se divide en cuatro categorías principales:

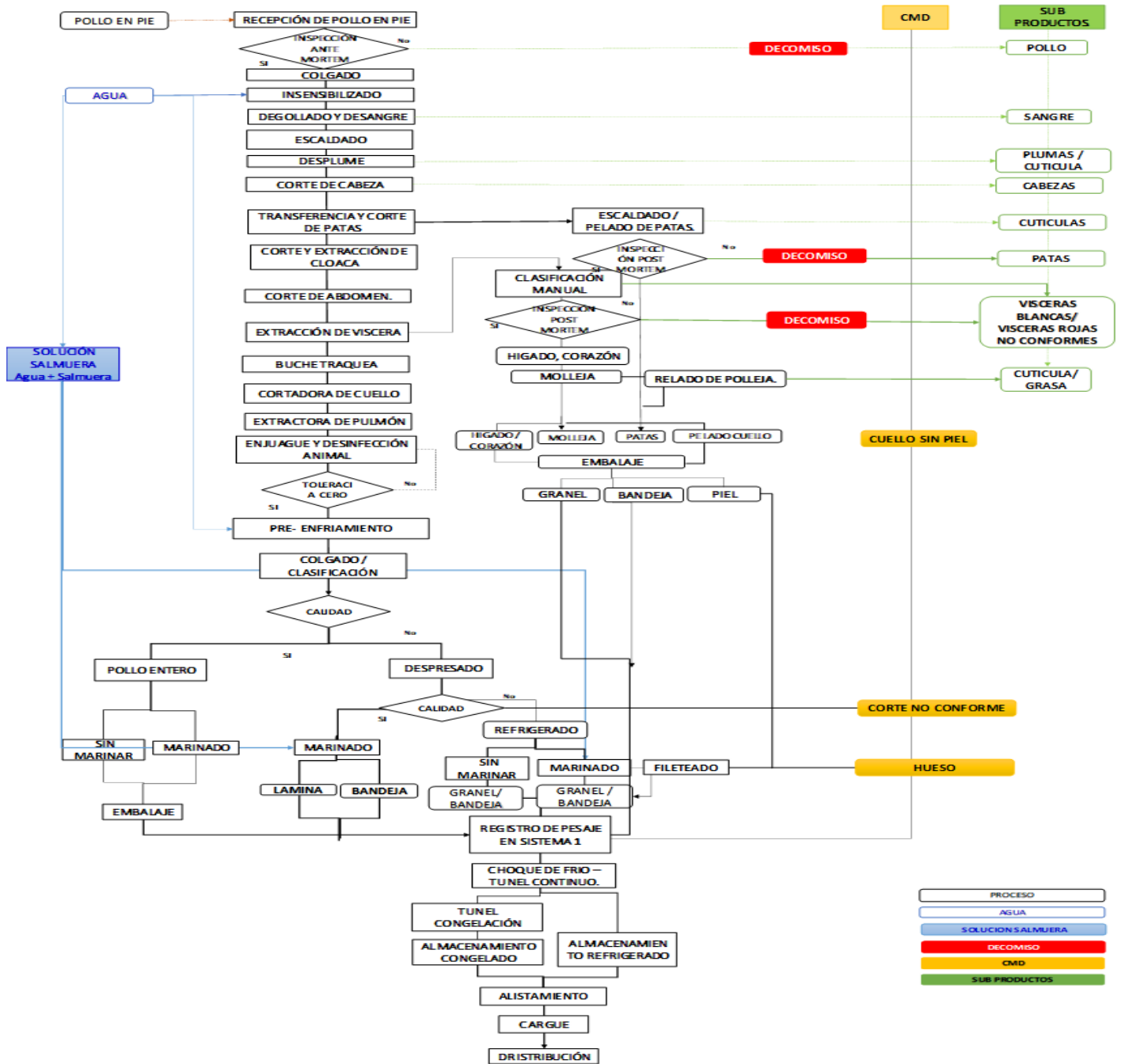
- Procesos estratégicos: Enfocados en la planificación y definición de la estrategia empresarial, incluyendo la gestión de innovación y calidad.
- Procesos misionales: Relacionados con la producción y distribución de los productos avícolas, tales como el engorde de pollos, el beneficio, almacenamiento, despacho y comercialización.
- Procesos de apoyo: Incluyen gestión contable, administrativa, suministro, tecnología, transporte, mantenimiento y recursos humanos.
- Procesos de eficiencia y control: Se orientan a la optimización, reducción de costos y gestión del riesgo.

Además del mapa de procesos, se desarrolló un diagrama de flujo detallado del proceso de producción y logística de AVICAMPO.

Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

Figura 6.

Diagrama de flujo del proceso de producción y logística del pollo



Nota: Información interna de AVICAMPO 2024.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

En el flujograma se evidencian las diferentes etapas del proceso, que incluyen:

- Recepción de pollos vivos: Inspección de calidad al recibir los pollos para garantizar que cumplen con los estándares requeridos.
  - Preparación para el sacrificio: Limpieza, acondicionamiento y sedación de los pollos para minimizar el estrés.
  - Sacrificio: Se realiza de acuerdo con las normas y regulaciones vigentes, asegurando un proceso eficiente.
  - Procesamiento: Incluye evisceración, limpieza, acondicionamiento, corte y empaque según las especificaciones del cliente.
  - Control de calidad y empaque: Se verifica que los productos cumplan con los estándares establecidos antes de ser etiquetados y embalados.
  - Almacenamiento y distribución: Los productos son refrigerados y distribuidos según las especificaciones de los clientes.
- **Identificación y priorización de las restricciones del sistema**

Uno de los principales problemas observados en el proceso de producción de AVICAMPO está asociado a las etapas de congelación y almacenamiento. Se observó que las limitaciones de capacidad de almacenamiento en la Cava retrasan significativamente el flujo de productos hacia los túneles de congelación. Además, la metodología de congelación es ineficiente, con un patrón de carga inadecuado que resulta en espacios no llenos, donde los espacios rellenables no se rellenan en los túneles.

El impacto de tales limitaciones se describe junto con sus impactos operativos en la Matriz de Restricciones. Se observó que la detención del proceso y la acumulación del producto en los túneles afectan negativamente la eficiencia del sistema al aumentar el costo de mantenimiento asociado con el control de la temperatura. Además, la gestión ineficiente de los sistemas de refrigeración lleva al desperdicio de espacio en los túneles.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

**Tabla 1.**

*Matriz de restricciones*

AREA	RESTRICCIÓN	IMPACTO
<b>Congelación /Almacenamiento</b>	Limitaciones en la capacidad de almacenamiento en cava pueden generar retrasos en la salida a túneles. La metodología de congelación no es fluida, por la forma de cargue de los mismos, dejan espacios sin llenar en túneles.	Detención del proceso y aumento de producto en túneles para el mantenimiento de temperatura, debido a la falta de mantenimiento. Desaprovechamiento del espacio en túneles, por conceptos de manejo de frío erróneos.

Nota: Esta tabla muestra las restricciones e impactos del área de congelación y almacenamiento. Elaboración propia.

Otro aspecto crítico identificado es la merma total del sistema de producción y logística mes a mes en 2024. En la (Tabla 2) se evidencia que, de las 2700 toneladas mensuales producidas, aproximadamente 180 toneladas corresponden a desperdicio, lo que equivale a una merma del 6,75% mensual. Dado que la rentabilidad neta del sector avícola en Colombia no supera el 5%, este nivel de desperdicio tiene un impacto financiero considerable.

**Tabla 2.**

*Merma o desperdicio total del sistema de producción y logística mes a mes en el año 2024.*

AÑO 2024	MERMA%	PRODUCCION KG	MERMA KG
<b>ENERO</b>	7,09%	2.893.738	205.249
<b>FEBRERO</b>	7,41%	2.500.952	185.214
<b>MARZO</b>	6,80%	2.464.258	167.525
<b>ABRIL</b>	6,76%	2.797.484	189.198
<b>MAYO</b>	6,51%	2.828.261	184.121
<b>JUNIO</b>	6,33%	2.684.203	169.967
<b>JULIO</b>	6,77%	2.915.226	197.500
<b>AGOSTO</b>	7,16%	2.909.721	208.333
<b>SEPTIEMBRE</b>	6,46%	2.522.963	162.944
<b>OCTUBRE</b>	6,62%	2.753.865	182.264
<b>NOVIEMBRE</b>	6,72%	2.576.723	173.187
<b>DICIEMBRE</b>	6,35%	2.898.497	184.089

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

Nota: Información interna AVICAMPO.

Asimismo, en la siguiente tabla se evidencia la importancia de la merma generada en la etapa de almacenamiento y congelación en relación con la merma general del proceso. Se determinó que el almacenamiento y congelación representa el 27% de la merma total, equivalente a 49 toneladas mensuales.

**Tabla 3.**

*Importancia de la merma o desperdicio total en kilos en almacenamiento vs merma general del proceso de producción.*

<b>AÑO 2024</b>	<b>MERMA TOTAL KG</b>	<b>MERMA ALM. KG</b>
<b>ENERO</b>	205.249	54.977
<b>FEBRERO</b>	185.214	49.610
<b>MARZO</b>	167.525	44.872
<b>ABRIL</b>	189.198	50.677
<b>MAYO</b>	184.121	49.318
<b>JUNIO</b>	169.967	45.526
<b>JULIO</b>	197.500	52.901
<b>AGOSTO</b>	208.333	55.803
<b>SEPTIEMBRE</b>	162.944	43.645
<b>OCTUBRE</b>	182.264	48.820
<b>NOVIEMBRE</b>	173.187	46.389
<b>DICIEMBRE</b>	184.089	49.309

Nota: Información interna AVICAMPO 2024.

Finalmente, en la Tabla 4 presenta la valorización económica del desperdicio generado en el almacenamiento y congelación, estimando pérdidas promedio de 419 millones de pesos mensuales en 2024.

**Tabla 4.**

*Valorización del costo del desperdicio en el proceso de almacenamiento y congelación en el año 2024*

<b>VALORIZACION COSTO DEL DESPERDICIO</b>		
<b>AÑO 2024</b>	<b>MERMA ALM. KG</b>	<b>\$</b>

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

<b>ENERO</b>	54.977	467.301.467
<b>FEBRERO</b>	49.610	421.686.894
<b>MARZO</b>	44.872	381.413.499
<b>ABRIL</b>	50.677	430.758.581
<b>MAYO</b>	49.318	419.199.174
<b>JUNIO</b>	45.526	386.972.813
<b>JULIO</b>	52.901	449.660.253
<b>AGOSTO</b>	55.803	474.324.325
<b>SEPTIEMBRE</b>	43.645	370.983.977
<b>OCTUBRE</b>	48.820	414.969.850
<b>NOVIEMBRE</b>	46.389	394.304.285
<b>DICIEMBRE</b>	49.309	419.126.500

Nota: Información interna AVICAMPO 2024.

### Impacto de la restricción en el proceso

La cava de almacenamiento es una parte esencial dentro del sistema de producción de AVICAMPO, especialmente porque el 70% de la producción se destina al mercado de productos congelados. La cava no solo mantiene el stock de seguridad, sino que también es el pulmón para la logística y los despachos, operando 24/7.

En cuanto a capacidad, la empresa tiene 8 túneles de congelación con una capacidad de 70 toneladas diarias. No obstante, las temperaturas de la cava deben mantenerse a un mínimo de -18 °C, conforme a la normatividad vigente. El mal funcionamiento de este proceso afecta la fluidez operacional y la entrega a clientes estratégicos como D1, ARA, Olímpica y Megatiendas.

### Cuello de botella

El análisis de los indicadores de proceso de almacenamiento durante 2024 evidencia que la cava ha perdido eficiencia. De las 544 posiciones de almacenamiento disponibles, solo se utilizan 344, lo que representa un 63% de ocupación al cierre de diciembre de 2024. Además, la capacidad de almacenamiento en toneladas se ha reducido debido al deterioro estructural y la ineficiencia en la mezcla de almacenamiento en bultos y canastas.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

**Tabla 5.**

*Indicadores de proceso de almacenamiento durante el año 2024.*

AÑO 2024	CAPACIDAD POSICIONES	POSICIONES UTILIZADAS	%	CAP. KL	KL, REALES	%	BULTOS	CANASTAS	TEMP. ° C
<b>ENERO</b>	544	522	95,96%	380800	328860	86,36%	69,00%	31,00%	18
<b>FEBRERO</b>	544	511	93,93%	380800	321930	84,54%	67,00%	33,00%	18
<b>MARZO</b>	544	480	88,24%	380800	302400	79,41%	65,00%	35,00%	18
<b>ABRIL</b>	544	456	83,82%	380800	287280	75,44%	62,00%	38,00%	17
<b>MAYO</b>	544	465	85,48%	380800	292950	76,93%	62,00%	38,00%	15
<b>JUNIO</b>	544	433	79,60%	380800	272790	71,64%	57,00%	43,00%	16
<b>JULIO</b>	544	411	75,55%	380800	258930	68,00%	57,00%	43,00%	17
<b>AGOSTO</b>	544	405	74,45%	380800	255150	67,00%	54,00%	46,00%	17
<b>SEPTIEMBRE</b>	544	385	70,77%	380800	242550	63,69%	56,00%	44,00%	16
<b>OCTUBRE</b>	544	365	67,10%	380800	229950	60,39%	51,00%	49,00%	17
<b>NOVIEMBRE</b>	544	360	66,18%	380800	226800	59,56%	52,00%	48,00%	15
<b>DICIEMBRE</b>	544	344	63,24%	380800	216720	56,91%	51,00%	49,00%	16

Nota: Información interna AVICAMPO 2024.

Otro factor crítico es que las temperaturas no óptimas generan reprocesos, ya que algunos productos se vuelven a congelar perdiendo así la cadena de frío para cumplir con normativas exigentes de clientes específicos. Esto genera un cuello de botella porque la cava no puede recibir la totalidad del producto que sale de los túneles de congelación, lo que ocasiona acumulación de producto en otras áreas como los túneles y el cuarto de productos refrigerados.

En conclusión, la cava de almacenamiento representa una restricción fundamental dentro de la operación de AVICAMPO. Su ineficiencia afecta no solo los procesos previos, como el túnel de enfriamiento y los túneles de congelación, sino que también impacta la

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

logística de despachos y la entrega de productos refrigerados, generando pérdidas económicas significativas. Para mitigar estos efectos, es fundamental optimizar la capacidad de almacenamiento, mejorar la eficiencia del proceso de congelación y garantizar el mantenimiento adecuado de la infraestructura.

## **Procesamiento estadístico de datos de la encuesta**

El principal objetivo de la encuesta fue investigar factores que limitan el rendimiento de AVICAMPO en relación con las restricciones planteadas en la Teoría de Restricciones (TOC). Para este propósito, se utilizaron técnicas de análisis de datos para revelar restricciones clave y demostrar su impacto en la eficiencia operativa de una organización.

### ***Análisis de Componentes Principales (PCA) para identificación de restricciones***

El Análisis de Componentes Principales (PCA) permitió reducir el conjunto de datos mientras se identificaban los factores más importantes relacionados con la eficiencia de la producción avícola, permitiendo la inclusión y análisis de todas las diversas regiones del mundo.

Los principales hallazgos fueron:

- Tres factores explican el 80% de la varianza, indicando que un subconjunto de variables explicativas tiene mayor impacto en el rendimiento productivo.
- Los factores más importantes incluyen almacenamiento, eficiencia en congelación y mantenimiento preventivo.
- Se confirma que la "capacidad de almacenamiento" pegada a la "cava de congelación" constituye un cuello de botella crítico, limitando el flujo del proceso productivo.

Estos hallazgos se reflejan en la encuesta realizada, en donde el 70% de los trabajadores encuestados identificó la "capacidad de almacenamiento" como una restricción de alto impacto, el 60% mostró preocupación por la marcha a la sincronización de los

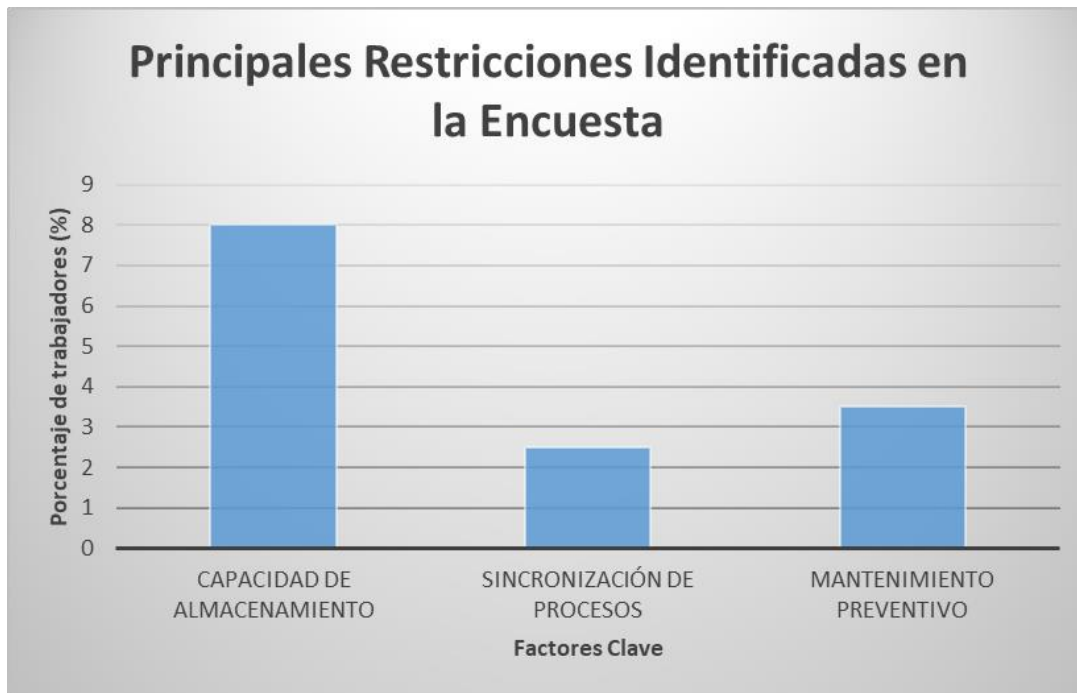
## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

procesos de enfriamiento y congelación, y el 40% reportó sobre los problemas generados en el mantenimiento de los equipos.

En la siguiente gráfica se presenta una representación de estos resultados:

### Figura 7.

*Principales Restricciones identificadas en la encuesta*



Nota: Figura que muestra el porcentaje de trabajadores respecto a cada factor clave o restricciones principales, luego de haber realizado y analizado la encuesta. Fuente propia

### **Regresión Lineal para Evaluar el Impacto de las Restricciones**

El procedimiento utilizado para determinar el impacto de las restricciones mencionadas sobre la generación de los desperdicios fue el empleo de un modelo de regresión lineal múltiple.

Los hallazgos indicaron que las limitaciones de capacidad de almacenamiento en frío afectaron críticamente la producción por debajo de su potencial ( $\beta = 0.72$ ,  $p < 0.05$ ). Además, el desajuste en el almacenamiento y despacho de productos aumenta el nivel de inventario de productos estancados en los túneles de congelación, sumando aún más a la pérdida ( $\beta = 0.65$ ,  $p < 0.05$ ). Por último, las fallas en el mantenimiento adecuado del equipo

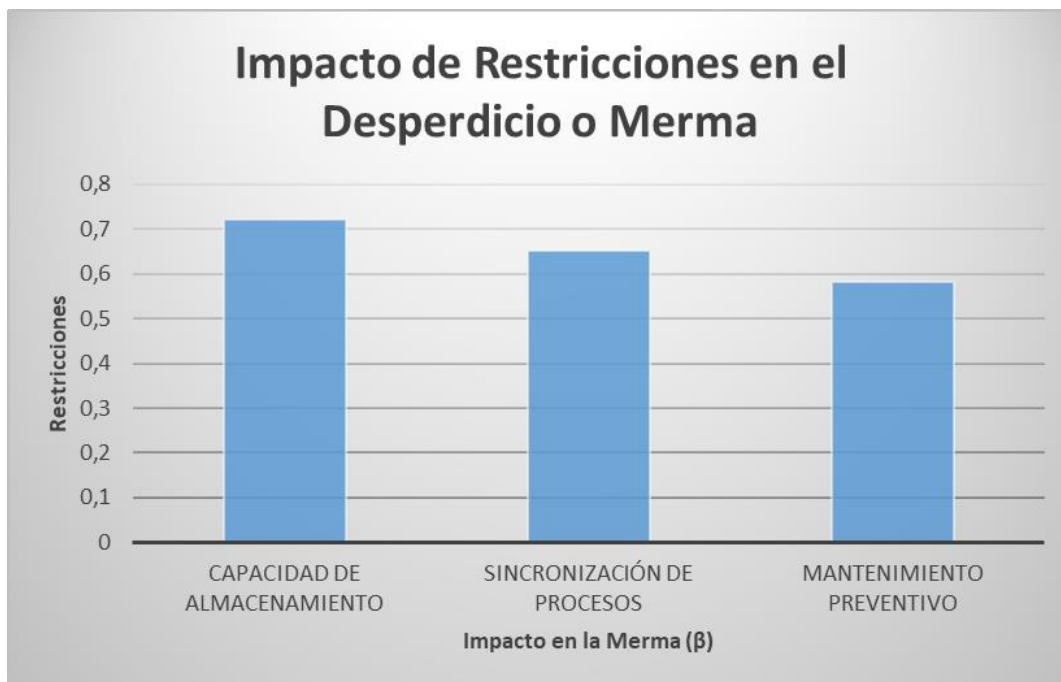
## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

de las unidades de refrigeración han resultado en pérdidas económicas debido a congelaciones en exceso de \$419 millones al mes.

Los siguientes gráficos ilustran el efecto que cada una de las restricciones tiene en la generación de desperdicios:

### Figura 8.

*Impacto de las restricciones en el desperdicio o merma.*



Nota: Figura que muestra el impacto de las restricciones en el desperdicio o merma, luego de haber realizado y analizado la encuesta. Fuente propia.

### **Segmentación de Trabajadores mediante K-Means**

Para profundizar en la comprensión de estos problemas, los participantes fueron segmentados utilizando el algoritmo K-Means para agrupamiento en 2D. Se notaron tres grupos principales:

Figura 10. Impacto de la restricción en el desperdicio o merma, luego de haber realizado la encuesta. Fuente propia.

- **Grupo 1 - Alta eficiencia (25%):** Empleados con amplia experiencia en la gestión de flujos de desechos y procesos.

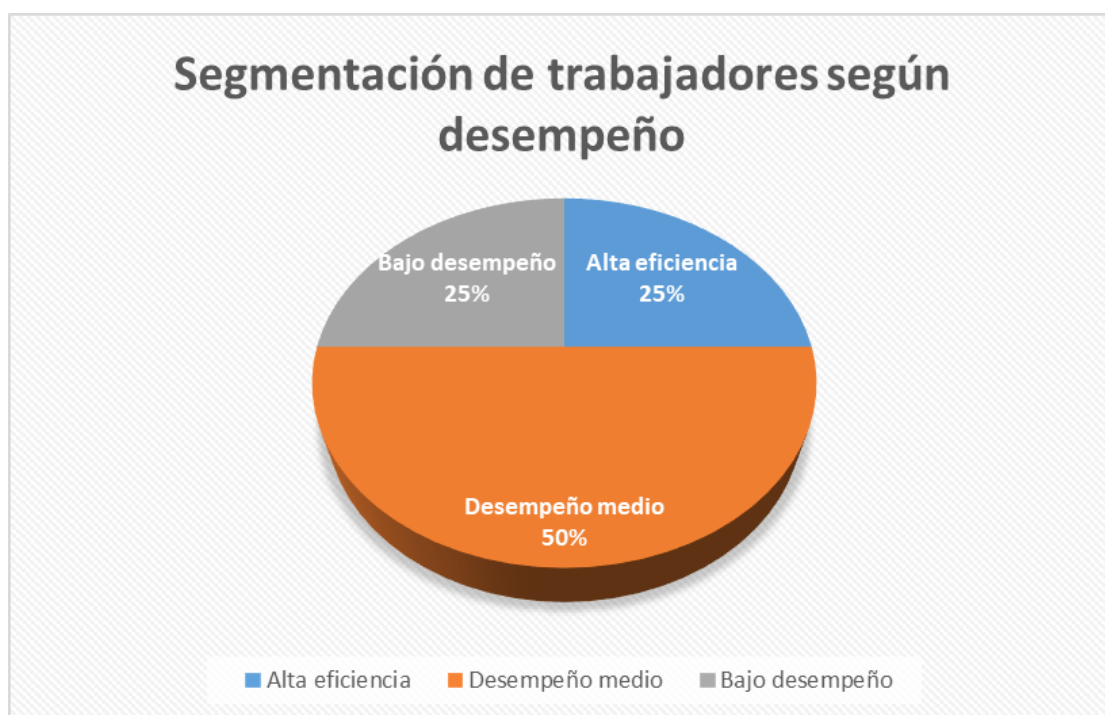
## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

- **Grupo 2 - Desempeño medio (50%):** Empleados que tienen margen de mejora en el control del nivel de inventario y la temperatura en los túneles de congelación.
- **Grupo 3 - Bajo desempeño (25%):** Empleados que descuidan procedimientos básicos relacionados con el almacenamiento y el mantenimiento preventivo.

La distribución de estos grupos se ilustra en el siguiente gráfico:

**Figura 9.**

*Segmentación de trabajadores según desempeño.*



Nota: En esta figura se muestra el desempeño de los trabajadores del área de operaciones y cuál es su nivel de desempeño respecto a las respuestas otorgadas en la encuesta realizada y analizada. Fuente propia.

### Conclusión del Análisis Estadístico

Tras el análisis estadístico se determinó que la cava de almacenamiento representa una debilidad restrictiva en la operación de AVICAMPO. Su mal funcionamiento impacta no solo los pre procesos como los túneles de enfriamiento y los túneles de congelación, sino

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

que también afecta la logística de despacho y la entrega de productos refrigerados, causando pérdidas económicas significativas.

Los datos destacan ineficiencias en la efectividad operativa de la cava de almacenamiento, ya que su capacidad de almacenamiento se encuentra casi siempre al máximo de ocupación, con un promedio de tasa de ocupación del 86 por ciento en las posiciones disponibles. Esto retrasa el flujo de productos y aumenta los costos asociados con la gestión del frío, comprometiendo así el estado de conservación del pollo congelado. En 2024, los desechos generados en el área de almacenamiento fueron, en promedio 49 toneladas por mes, lo que representa aproximadamente el 27 por ciento de la pérdida total en el proceso de producción. Esta ineficiencia ha causado daños económicos superiores a \$419 millones mensuales.

La falta de mantenimiento preventivo programado en las unidades de refrigeración ha agravado aún más la situación, resultando en re trabajos y retrasos en la entrega de productos, impactando así la relación de la empresa con importantes clientes como D1, ARA, Olímpica y Megatiendas.

La reducción de desperdicios y la maximización de las ganancias de la empresa se lograrán optimizando el uso del espacio, invirtiendo en la infraestructura de almacenamiento y mejorando los procesos logísticos.

Basado en estos hallazgos, el enfoque de las estrategias debería apuntar a aumentar la capacidad de almacenamiento, mejorar la eficiencia del proceso de congelación y asegurar un mantenimiento adecuado de la infraestructura de congelación. Se espera que estas mejoras reduzcan las ineficiencias operativas y pérdidas de AVICAMPO, aumenten la eficiencia y fortalezcan la competitividad en el mercado avícola colombiano.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Propuesta de solución para AVICAMPO: Optimización de la capacidad de congelamiento mediante la Teoría de las Restricciones (TOC)**

La capacidad de congelación de AVICAMPO es el principal cuello de botella en las operaciones de la planta, lo que conduce a severas consecuencias para la eficiencia productiva.

La cava de almacenamiento está en un 56 % de ocupación a diciembre de 2024, provocando un embotellamiento en el flujo de producción y pérdida de producto de 49 toneladas mensuales, lo que representa una merma de unos 419 millones de COP mensuales. Esto afecta brevemente la capacidad de producción y también el nivel de servicio al cliente.

Aumentar el congelamiento del producto en AVICAMPO mediante la Teoría de las Restricciones (TOC) es el objetivo de esta propuesta. Al incrementar el congelamiento, la propuesta busca desbloquear la restricción en el proceso productivo, maximizando el uso de los recursos sin realizar grandes inversiones inmediatas. A continuación, se detallan las estrategias.

#### **Incrementar La Capacidad De Almacenamiento De Congelación**

**Objetivo:** Manejar mayor volumen de producto sin que esto genere cuellos de botella innecesarios en los flujos de trabajo.

#### **Propuesta:**

**Alianzas con Operadores Logísticos Especializados en Frío:** Se debe intervenir la para descongestionar la cava actual de AVICAMPO. Esto permitirá aumentar la capacidad de congelación sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura.

#### **Condiciones mínimas en la negociación con operadores logísticos:**

Asegurar que la temperatura de los congeladores se mantenga en  $-18^{\circ}\text{C}$  para conservar la calidad de los productos.

Exigir un cómputo mínimo de 500 posiciones de almacenamiento.

Recibir el reporte de temperatura dentro de 48 horas.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

Mejoras en la capacitación del operador para poder atender los exigentes requisitos de calidad y seguridad.

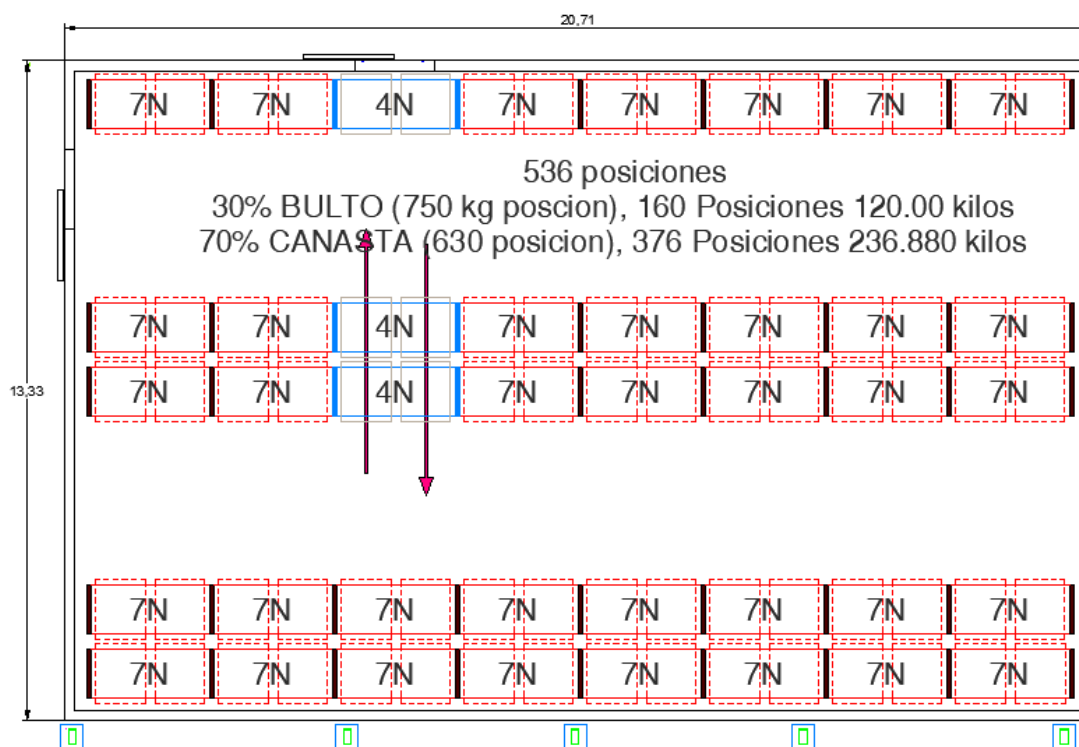
Aceptar un acuerdo de prestación de servicios por un plazo mínimo de 5 meses.

**Optimización del Uso del Espacio en la Cava Actual:** Se ejecutará un mantenimiento preventivo y habrá adición ligera de equipamiento como el de las estanterías autoportantes adicionales con 536 posiciones, cambiando el layout a 6-7TA de almacenamiento, lo cual mejorará el uso de los espacios sin la necesidad de ampliación en las infraestructuras.

Como se ilustra en los siguientes gráficos.

**Figura 10.**

*Propuesta de cava de almacenamiento para 536 posiciones*



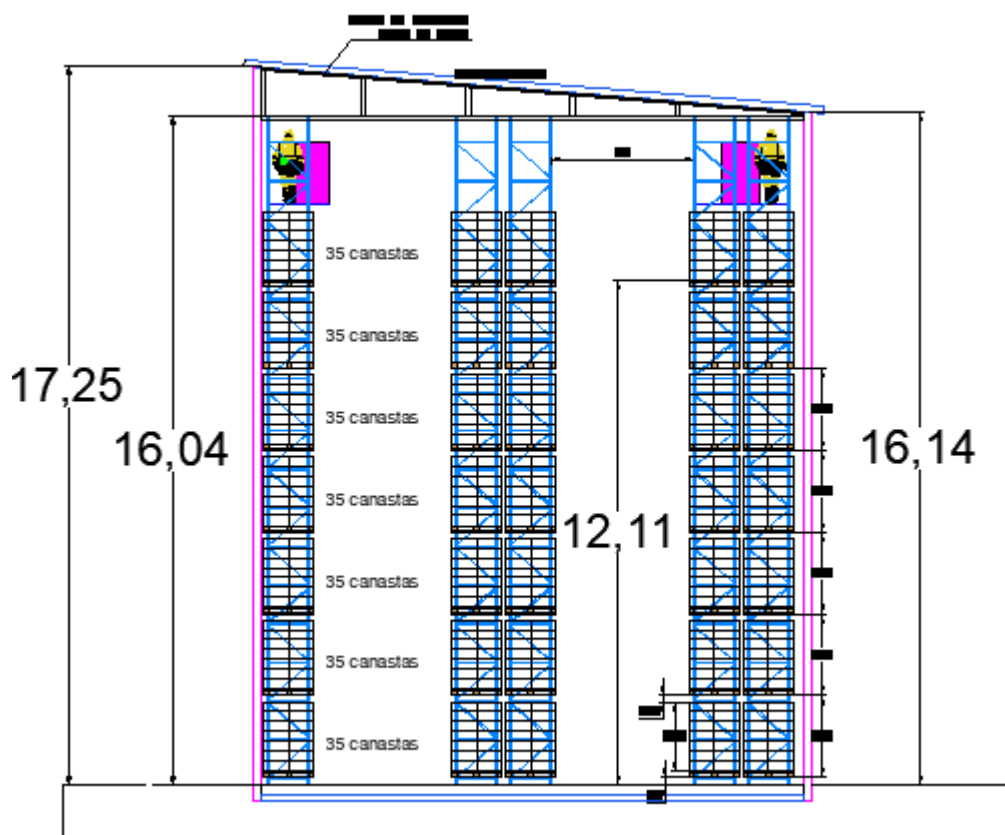
Nota: Imagen de referencia de una cava de almacenamiento para 536 posiciones.

Fuente propia.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

Figura 11.

Propuesta de cava de almacenamiento desde otra perspectiva



Nota: Imagen de referencia de una cava de almacenamiento para 536 posiciones.

Fuente propia.

### Reducir los desperdicios de producto

**Objetivo:** Buscar que las pérdidas de producto congelado y almacenado sean optimizadas en cuanto a rotación y tiempo de permanencia.

#### Propuesta:

**Implementación de un sistema de Congelamiento Just-In-Time (JIT):** Este sistema permitirá un congelamiento de productos únicamente cuando las necesidades de uso sean reales, por lo que es probable que existan menores tiempos de permanencia en los equipos de congelación.

**Etiquetado y control RFID:** Se implementará un sistema de RFID de la empresa EDISA el cual ofrece el software de gestión LIBRA ERP, especializado en el sector avícola.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

Esto ayudara a mejorar la rotación de los inventarios y reducir los tiempos de almacenamiento innecesarios. También permite tener un control estricto de la calidad y minimizar el desperdicio por derramamiento o desecho.

**Planificación Avanzada de la Producción (APS):** Un software de planificación avanzada tipo SICATT que es una plataforma web multiusuario y multidispositivo diseñada para gestionar de manera integral las operaciones avícolas. Esta Planeadora en Red ajusta la producción a la capacidad real de congelamiento disponible y asegura que la acumulación de producto sea minimizada para evitar desperdicio.

### **Mejorar la eficiencia operativa**

**Objetivo:** Aumentar la eficiencia operativa en los procesos de congelamiento y el almacenamiento de productos, logrando reducción de tiempos de inactividad, optimizando recursos, y mejorando la productividad.

#### **Propuesta:**

**Optimización del flujo de trabajo y Layout:** Cambios en el flujograma que optimizan la eficiencia en las operaciones de recepción, procesamiento y congelamiento del producto.

**Sincronización de la producción con la capacidad de congelamiento (Método Drum-Buffer-Rope):** Utilizando la metodología Drum-Buffer-Rope se sincroniza la producción con la capacidad de congelamiento, evitando amontonamiento de stock intermedio y sobrecarga de la capacidad de congelación.

**Mejora en la planificación de la demanda:** El uso de un sistema APS ayudará a alinear la producción con la demanda real, lo que mejorará la planificación y reducirá los tiempos de espera en el piso de producción.

#### **Optimizar el flujo de producción y la utilización de recursos.**

**Objetivo:** Asegurarse de que los recursos disponibles, como los congeladores de choque y las cámaras frigoríficas, se utilicen de manera óptima para maximizar la producción sin crear cuellos de botella.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### **Propuesta:**

**Reconfiguración de Túneles de Congelación y Cámaras de Refrigeración:** Para hacer un uso más completo de la capacidad instalada de los túneles de congelación, se propone implementar una asignación dinámica de la configuración del almacenamiento. Esto asegurará que todos los congeladores y cámaras frías disponibles y no utilizados sean utilizados sin necesidad de una inversión adicional.

**Implementación de un Centro de Control en Tiempo Real:** Establecer un centro de control que rastree la producción, la capacidad de congelación y los niveles de inventario en tiempo real. Los recursos pueden ajustarse rápidamente en consecuencia y la producción puede modularse para responder a los mercados de manera más eficiente.

**Optimización de la logística interna y de la distribución:** Cambiar la distribución de la planta para disminuir el tiempo de circulación dentro de la planta y mejorar la logística interna, indicando la optimización de recursos y tiempo en el proceso de producción. Además, se implementará un sistema de control de inventario dinámico para asegurar el movimiento más fluido de materiales y productos.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Plan de intervención para optimización de la capacidad de congelamiento en AVICAMPO

#### Objetivo general

Optimizar la capacidad de congelación y de inventario de AVICAMPO para mejorar la eficiencia operativa, minimizar el desperdicio de productos y agilizar el proceso de producción mediante la metodología de la Teoría de Restricciones (TOC).

#### ***Aumentar la capacidad de almacenamiento de congelación***

##### **Objetivo específico:**

Aumentar la capacidad de almacenamiento congelado a través de una asociación con operadores logísticos especializados y la mejora del espacio en el almacén de congeladores existente.

##### **Meta:**

Aumentar la capacidad del congelador de 216 toneladas a 363 toneladas (aumento del 68%) en 6 meses.

##### **Indicador:**

Aumento en el espacio de almacenamiento (toneladas almacenadas mensualmente). Mejora en la utilización actual del almacén de congeladores.

$$\text{Porcentaje de aumento en capacidad} = \frac{\text{Capacidad actual} - \text{Capacidad inicial}}{\text{Capacidad inicial}} \times 100$$

##### **Responsable:**

**Gerente de Logística y Alianzas Estratégicas** (responsable de la negociación con operadores logísticos y coordinación de la implementación).

**Gerente de Mantenimiento** (responsable de la optimización del espacio en el almacenamiento o cava).

##### **Costos estimados:**

**Operadores logísticos:** \$197,730 - \$219,300 COP por pallet, y otros costos asociados. (AVICAMPO, 2025)

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

**Mantenimiento correctivo de Cava:** Costo de las obras (estantería autoportante, cambio de distribución, etc.) es aproximadamente \$2.440.442.707 COP (cotización presentada por dos empresas: INTEC LTDA y RESOF, ambas especializadas en almacenamiento de productos refrigerados) (AVICAMPO 2025).

**Tabla 6.**

*Cotización de proveedor Intec Limitada.*

RESUMEN RECONSTRUCCIÓN DE CAVA 11	
aislamiento cavo 11	\$768.478.287
zócalos de protección polysto	\$16.920.000
mantenimiento de sistemas de refrigeración	\$109.900.390
sistema de refrigeración adicional	\$184.600.000
Estantería autoportante 536 posiciones	\$723.626.849
obra civil	\$232.893.250
división en panel área logística	\$15.780.000
desmonte paneleria y estantería antigua	\$59.176.926
acometidas eléctricas e iluminación	\$118.830.960
subtotal	\$2.230.206.662
descuento	\$133.812.400
valor total	\$2.096.394.262

Nota: Información interna AVICAMPO 2025.

### Cronograma:

**Mes 1-2:** Negociación con operadores logísticos y firma de acuerdos.

**Mes 3-4:** Implementación del uso de las posiciones adicionales con los operadores logísticos.

**Mes 5-6:** Optimización del layout de la cava y verificación del aumento de capacidad de almacenamiento.

**Tabla 7.**

*Cronograma de mantenimiento correctivo de la cava.*

ITE	ACTIVIDADES / SEMANA	
M		
1	prefabricación estantería	<u>1</u> 2 3 4
2	prefabricación paneleria	<u>1</u> 2 3 4
3	entrega cava para intervención	1

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

4	desmante sistemas de refrigeración y desmante eléctrico	1 2	
5	mantenimiento preventivo sistemas de refrigeración	3 4 5 6 7	
6	desmante aislamiento antiguo	2 3 4 5	
7	desmante estantería antigua	3 4 5	
8	instalación aislamiento pasillo provisional para logística	3 4	
9	obra civil adecuación piso	6 7 8 9 10	
10	instalación nueva estantería autoportante	11 12 13 14	
11	montaje panelería metecno	12 13 14 15 16	
12	instalación de puerta ingreso		19
13	montaje sistemas de refrigeración		14 15 16 17 18 19
14	montaje acometidas eléctricas		14 15 16 17 18 19
15	montaje de sistema de luminarias		16 17 18 19
16	arranque y pruebas del sistema		19
17	cargue de producto		20
18	acompañamiento y apoyo técnico		20 21

Nota: Información interna AVICAMPO 2024.

**Retorno esperado:** se esperan beneficios netos mensuales por \$ 494 millones COP con un retorno del proyecto de mantenimiento de la cava de 5 meses.

**Tabla 8.**

*Descripción general del proyecto y cálculo de retorno de la inversión.*

DESCRIPCIÓN		
Descripción general del proyecto	Aumento de la capacidad de almacenamiento congelado en un 28%, realizando las siguientes adecuaciones; aumento de la altura de la cava, cambio de estanterías, cambio del aislamiento térmico y reacondicionamiento del piso. Nueva capacidad 536 posiciones.	
Antecedentes	Actualmente la planta no cuenta con la capacidad de almacenamiento de producto congelado requerido para tener un flujo operacional que evite el almacenamiento externo, la estantería presenta falla estructural lo cual es un riesgo para la operación y un alto riesgo de accidente. La capacidad actual es de 180 Toneladas.	
	Descripción Cualitativa	Descripción cuantitativa
Inversión / Compra o Valor Inicial (VI)	Aislamiento Cava 11	\$ 686.041.340
	Sistema de Refrigeración	\$ 109.900.390

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

	Acometidas Eléctricas	\$ 48.900.320
	Estantería Autoportante 468 Posiciones	\$ 672.900.680
	Obra Civil	\$ 232.893.250
	División en Panel Área Logística	\$ 15.780.000
	Valor Preliminar Servicio De Grúa PH 20 (Opcional)	\$ 100.000.000
Gasto Logístico	Gasto del almacenamiento externo y fletes de las 299 Ton, durante el tiempo de ejecución del proyecto.	\$ 381.718.244
	Desmonte de paneleria y estantería antigua	\$ 59.176.926
	Sócalos de protección polista	\$ 16.920.000
IMPREVISTO	Costos ocasionados durante el proceso que no estaban presupuestados	\$ 116.211.557
	<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>	<b>\$ 2.440.442.707</b>
Vida útil estimada	Vida útil por depreciación 10 años (meses)	120
Costo de Operación durante la vida Útil (CO)	DEPRECIACIÓN	\$ 20.337.023
	COSTO TOTAL OPERATIVO (MES)	\$ 20.337.023
Beneficios	Eliminación del costo de almacenamiento externo en frigoríficos por falta de espacio en la planta.	\$ 55.218.885
	Eliminación del flete para llevar a almacenamiento externo	\$ 40.131.331
	Eliminación del costo del cargue y descargue en frigos externo	\$ 419.000.000
	Valor total de los beneficios netos	\$ 494.013.194
Recuperación	<b>RETORNO</b>	<b>5 meses</b>

Nota: Propuesta del plan de intervención con cifras de retorno económico. Elaboración propia.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### *Reducir los desperdicios de producto*

#### Objetivo específico:

Reducir el desperdicio implementando un sistema de congelación Just In Time (JIT) y control de inventario con RFID.

**Impacto esperado:** 30% de reducción en el desperdicio debido a una mejor gestión del tiempo, control mejorado del inventario y congelación optimizada.

#### Meta:

A los 9 meses, se habrán reducido los desperdicios en un 30%.

#### Indicador:

Porcentaje de reducción en desperdicios de producto (toneladas por mes).

Porcentaje de productos gestionados con control RFID.

*Reduccion de desperdicios(%)*

$$= \left( \frac{\text{Desperdicio inicial} - \text{Desperdicio actual}}{\text{Desperdicio inicial}} \right) \times 100$$

#### Responsable:

**Gerente de Producción** (responsable de la implementación del sistema JIT y la mejora en los procesos de congelamiento).

**Gerente de Tecnología** (responsable de la implementación de la tecnología RFID).

#### Costos estimados:

**Sistema JIT:** \$50,000,000 COP (adquisición de software y capacitación).

**Implementación RFID:** \$40,000,000 COP (etiquetas, lectores y software de gestión).

#### Cronograma:

**Mes 1-2:** Selección e implementación del sistema JIT.

**Mes 3-5:** Implementación de etiquetas RFID y capacitación al personal.

**Mes 6-9:** Evaluación de resultados y mejora de procesos.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

### ***Simplificación y Mejora de la Eficiencia Operativa***

#### **Objetivo específico:**

Mejorar la eficiencia operativa mediante la sincronización de la producción con la capacidad de congelación, el rediseño del layout de la planta y la implementación de un sistema de control en tiempo real.

**Impacto esperado:** Aumento del 25% en la eficiencia operativa, reduciendo tiempos de espera y mejorando la productividad general del proceso productivo.

#### **Meta:**

Mejorar la eficiencia operativa general al 25%, mientras se reduce el tiempo de espera dentro de la línea de ensamblaje en un 15% del objetivo establecido durante 12 meses.

#### **Indicador:**

Aumento de la eficiencia operativa (salida por hora).

Disminución del tiempo de espera (minutos pasados esperando en cada ciclo de producción).

#### **Responsable:**

Director de Operaciones (responsable de la implementación del rediseño del layout y la mejora en los tiempos de espera).

Gerente de Tecnología y Control de Producción (responsable de la implementación del sistema de control en tiempo real).

#### **Costos estimados:**

Rediseño del Layout: \$30,000,000 COP (consultoría, equipos y reconfiguración de espacios).

Sistema de Control en Tiempo Real: \$60,000,000 COP (software y equipos de monitoreo).

#### **Cronograma:**

**Mes 1-3:** Rediseño del layout y planificación de la implementación del sistema de control en tiempo real.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

**Mes 4-6:** Implementación del rediseño o cambios del layout.

**Mes 7-12:** Implementación y monitoreo del sistema de control en tiempo real, ajustes en la producción.

### ***Optimizar el Flujo de Producción y la Utilización de Recursos***

#### **Objetivo Específico:**

Mejorar la utilización de los recursos disponibles a través de la implementación de sistemas de gestión de inventario dinámico y ajustar los flujos de producción para alinearlos con las capacidades de congelación.

#### **Meta:**

Lograr en 6 meses los objetivos de mejora en la utilización de recursos y aumentar el flujo de producción en un 20%.

#### **Indicador:**

Duración promedio del movimiento del producto entre procesos (minutos por ciclo).

Tasa de optimización de la capacidad del túnel de congelación.

#### **Responsable:**

**Gerente de Logística y Recursos** (responsable de la gestión dinámica de inventarios y la optimización de recursos).

**Gerente de Producción** (responsable de la sincronización del flujo de producción con la capacidad de congelación).

#### **Costos Estimados:**

**Sistema de Gestión Dinámica de Inventarios:** \$35,000,000 COP (software y capacitación).

**Optimización del Flujo de Producción:** \$20,000,000 COP (consultoría y reconfiguración de procesos).

#### **Cronograma:**

**Mes 1-2:** Selección e implementación del sistema de gestión dinámica de inventarios.

**Mes 3-4:** Optimización de la capacidad de los túneles de congelación.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

**Mes 5-6:** Evaluación de resultados y ajuste de procesos.

**Tabla 9.**

*Resumen del cronograma global.*

<b>1</b>	<b>Negociación con operadores logísticos</b>	<b>Selección del JIT</b>	<b>Rediseño de layout</b>	<b>Selección e implementación del sistema de inventarios</b>
<b>2</b>	Implementación de posiciones con operadores logísticos	Implementación JIT	Planificación de control en tiempo real	Optimización del flujo de producción
<b>3</b>	Optimización de la cava	Implementación de RFID	Implementación layout	Evaluación de capacidad de congelación
<b>4</b>		Evaluación de resultados	Implementación de control en tiempo real	
<b>5</b>			Ajustes en la producción	Evaluación del flujo de producción
<b>6</b>			Ajustes en la producción	
<b>7-9</b>		Evaluación de resultados		
<b>10-12</b>				Evaluación de resultados

<sup>10</sup>Nota: Resumen cronograma global del plan de intervención. Fuente propia

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Impacto de la Mejora de la Eficiencia Operativa en la Rentabilidad de AVICAMPO

Además de minimizar de manera directa los desperdicios, la propuesta de intervención consideró mejoras sustanciales en la eficiencia operativa. Estas mejoras afectan de manera positiva la rentabilidad de la empresa mediante múltiples mecanismos:

-Mejorando la productividad

Al suprimir tiempos de espera, acumulaciones de producto, reprocesos y paros por mantenimiento no planificado, la planta logra maximizar el volumen procesado con los mismos recursos. Esto a su vez, disminuye el costo unitario por kilo producido, aumentando el valor por peso gastado.

-Reducción de costos indirectos

- Menor consumo de energía por flujo más eficiente en los túneles y cava.
- Menores costos de mano de obra extra por paros o cuellos de botella.
- Mejor uso de turnos y logística interna.

-Impacto proyectado en rentabilidad neta

De acuerdo con los modelos simulados, estas mejoras permitirían:

- Una disminución del costo de ventas del 5% al 7% anual.
- Un aumento del margen neto estimado de 2,9% a 4,4%, atribuido en un ~40% a la mejora de eficiencia, y en un ~60% a la reducción de desperdicios.

-Síntesis del aporte a la rentabilidad

#### Tabla 110.

*Aporte al margen neto estimado.*

Concepto	Aporte al margen neto estimado
Reducción de desperdicio	+0,9 a +1,0 puntos porcentuales
Mejora de eficiencia operativa	+0,5 a +0,6 puntos porcentuales
Total mejora proyectada	+1,5 puntos porcentuales

Nota: Impacto de la eficiencia operativa en la rentabilidad. Fuente propia.

Estas acciones alinean a AVICAMPO con estándares de eficiencia del sector, mejorando su rentabilidad estructural, incluso si los ingresos se mantienen constantes.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Análisis financiero del impacto de la intervención en la rentabilidad de AVICAMPO

La propuesta derivada de la Teoría de las Restricciones (TOC) no solo intenta aumentar la eficiencia operativa de AVICAMPO y reducir el desperdicio, sino que también tiene un impacto financiero directo relacionado con la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa. Hemos proporcionado un esquema del retorno esperado de la intervención, considerando las cifras actuales asociadas con el desperdicio y los beneficios esperados del proceso de congelación posterior a la intervención.

Situación Actual: Costo de la merma

Durante el año 2024, AVICAMPO registró un desperdicio promedio mensual de 49.309 kg solo en el área de almacenamiento y congelación, con un costo unitario promedio estimado de \$8.500 COP/kg. Esto representa una pérdida mensual de aproximadamente \$419.126.500 COP, lo que equivale a una pérdida anual cercana a \$5.029 millones COP.

#### Tabla 121.

*Impacto de la intervención en la rentabilidad AVICAMPO*

Indicador	Valor estimado
Desperdicio mensual (kg)	49.309
Costo por kg de merma (COP)	8.500
Costo mensual de la merma	\$419.126.500
Costo anual de la merma	\$5.029.518.000

Nota: se describe el costo anual de la merma. Fuente propia.

#### 2. Inversión requerida para la intervención

La intervención propuesta incluye dos componentes:

Contrato con operador logístico especializado en frío: \$240 millones (estimado para 5 meses).

Mantenimiento correctivo de cava y estanterías adicionales (según tabla 6): \$750 millones.

Costos operativos y capacitación: \$60 millones.

Total inversión estimada: \$1.050 millones COP

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### 3. Beneficios financieros esperados

La intervención apunta a reducir la merma del área de almacenamiento del 27% al 10% del total. Esto implicaría una reducción de desperdicio de 49.309 kg a 18.000 kg mensuales, con lo cual:

#### Tabla 132.

*Ahorro anual estimado de merma.*

Indicador	Valor estimado
Nueva merma mensual (kg)	18.000
Costo mensual con nueva merma	\$153.000.000
Ahorro mensual estimado	\$266.126.500
Ahorro anual estimado	\$3.193.518.000

Nota: Ahorro anual estimado de merma de acuerdo con la intervención. Fuente propia.

### 4. Retorno sobre la inversión (ROI) proyectado

$$\text{ROI} = ((\text{Ahorro Anual} - \text{Inversión}) / \text{Inversión}) \times 100$$

$$\text{ROI} = ((3.193 \text{ M} - 1.050 \text{ M}) / 1.050 \text{ M}) \times 100 = 204\%$$

Esto indica que la empresa podría recuperar su inversión en menos de 5 meses y obtener beneficios sostenidos a partir del segundo semestre de implementación.

### 5. Impacto en las metas estratégicas de rentabilidad

Según los estados financieros de AVICAMPO, el margen neto actual es del 2,9%, con una meta proyectada del 4,9% para 2024. El ahorro generado por la intervención permitiría:

Incrementar el margen neto entre 1,0 y 1,6 puntos porcentuales.

Reducir la presión sobre el flujo de caja, al disminuir los costos operativos mensuales.

Mejorar la liquidez y la capacidad de inversión futura.

El plan operativo presentado está justificado a nivel operativo, pero se basa en una razón financiera sólida y claramente cuantificable en igual medida. Los beneficios proyectados nos permiten concluir que la propuesta es fundamental para lograr los objetivos estratégicos de crecimiento y rentabilidad de AVICAMPO, mejorando así la competitividad de la empresa y la sostenibilidad a mediano plazo.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Impacto de la Optimización del Flujo de Producción y la Utilización de Recursos en el Estado de Resultados (P&G)

Como parte de la intervención “Optimizar el flujo de producción y la utilización de recursos”, se avizora un impacto positivo y medido en el estado de resultados (pérdidas y ganancias) de AVICAMPO. Particularmente, esta mejora se observa en la línea de costos operativos y costo de ventas que, de acuerdo con los datos internos de la empresa, sobrepasan 80% de los ingresos.

Con la aplicación del nuevo layout de almacenamiento, la reestructuración de los flujos de trabajo y la mejora en la rotación de inventarios congelados, se anticipan los siguientes efectos sobre el P&G:

**Tabla 143.**

*Efectos sobre el P&G de la intervención.*

Variable del P&G	Situación actual	Después de la optimización	Variación esperada (%)
Costo de ventas	Alto por desperdicio	Reducción por menor merma	-5% a -7%
Gastos operativos logísticos	Elevados por procesos	Menores tras flujos más limpios	-3%
Margen bruto	16% (estimado)	Mejora por reducción de pérdidas	+1,5 puntos porcentuales
EBITDA	Bajo por ineficiencias	Aumento por mejor utilización	+12%

Nota: se especifica la variación esperada respecto a lo cambios en el P&G. Fuente propia.

Además de la reducción de desperdicios (ya cuantificada en \$419 millones mensuales), esta optimización aumenta la productividad sin necesidad de invertir en más personal ni infraestructura adicional, lo cual mejora directamente la eficiencia del uso de activos y los márgenes operativos.

Se puede entonces determinar que la optimización del flujo de producción y recursos permite que AVICAMPO reduzca sus costos estructurales y mejore su rentabilidad

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

operativa, acercándose a su meta financiera del 4,9% de margen neto proyectado para el año 2024.

### **Contribución de la ampliación de la capacidad de congelación a la mejora del margen neto y los estados financieros**

AVICAMPO ha establecido un objetivo estratégico para aumentar su beneficio neto del actual 2.9% al 4.9%, y comenzar el acercamiento gradual al margen neto de la empresa avícola colombiana líder en la industria, Mac Pollo, que oscila entre el 6% y el 7%.

En este sentido, la inversión para expandir y optimizar la capacidad de congelación (ya sea a través del mantenimiento interno y/o de la contratación de proveedores logísticos externos) representa la acción más crítica dentro del plan de intervención. Esta acción afecta directamente la reducción del desperdicio y mejora la utilización de la capacidad instalada.

#### 1. Ahorro financiero directo

Como se demostró en el análisis previo, la intervención genera un ahorro anual aproximado de:

\$3.193 millones COP, al reducir la merma de 49.000 kg a 18.000 kg por mes.

Este ahorro representa aproximadamente el 0,5% al 0,7% de los ingresos anuales totales de AVICAMPO.

#### 2. Contribución al margen neto

Asumiendo que los ingresos se mantienen estables y se reduce el costo de ventas por disminución del desperdicio:

El margen neto pasaría de 2,9% a aproximadamente 4,4%, sin aumentar ventas ni precios.

Esto representa una mejora de +1,5 puntos porcentuales, atribuible directamente a la intervención en congelación.

### **Tabla 154.**

*Margen neto AVICAMPO luego de la intervención.*

### Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

Indicador	Antes de la intervención	Después de la intervención	Variación
Margen neto AVICAMPO	2,9%	4,4%	+1,5 puntos porcentuales

Nota: Se observa el cambio porcentual después de la intervención. Fuente propia.

#### 3. Interpretación estratégica

Esto significa que, con solo las mejoras en congelación y control de desperdicios, AVICAMPO puede alcanzar alrededor del 90% de la meta de rentabilidad proyectada para 2024 (4.9%) y reducir sustancialmente la brecha con el líder de la industria. Combinadas con estas mejoras y otras estrategias operativas o de marketing, el margen neto podría incluso superar el 5%.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Conclusiones y Recomendaciones

Se construyó un marco teórico sólido y pertinente, fundamentado en la Teoría de las Restricciones (TOC), que demostró su relevancia y aplicabilidad en entornos industriales del sector avícola. La revisión bibliográfica confirmó que la TOC, desarrollada por Eliyahu Goldratt, es una herramienta efectiva para la mejora continua, centrada en la identificación y gestión de restricciones dentro del sistema productivo. Su enfoque sistémico resalta la importancia de optimizar el rendimiento global mediante la eliminación de cuellos de botella. En el contexto específico de la avicultura, esta teoría ofrece un valor operativo y económico significativo, al permitir una gestión eficiente de procesos altamente sensibles al tiempo, la temperatura y la calidad del producto. Este componente teórico fue crucial y determinante para la orientación y desarrollo del presente estudio, facilitando el abordaje efectivo del objetivo planteado.

El estudio en profundidad de los procesos de producción y logística en AVICAMPO, utilizando herramientas como el mapeo de procesos, el análisis de causa raíz, matrices de priorización y regresiones estadísticas, nos permitió determinar la clara restricción crítica: congelación y almacenamiento en bodega. Este cuello de botella no solo obstaculiza el flujo de producción, sino que también causa la acumulación de productos, sobrecarga operativa en los túneles de congelación y altos niveles de desperdicio. Se determinó que casi el 27% de la merma mensual total, que equivale a aproximadamente 49 toneladas de promedio, se generó en esta área, lo que llevó a pérdidas económicas de aproximadamente \$419 millones COP por mes. Esta información no solo validó la restricción desde una perspectiva de TOC, sino que también permitió medir la pérdida en ganancias y competitividad que estaba sufriendo la empresa.

La metodología diseñada se basó en los cinco pasos de TOC (Identificar, Explotar, Subordinar, Elevar y Reiniciar) y se adaptó a la circunstancia particular de AVICAMPO. La propuesta integró herramientas como el modelo Drum-Buffer-Rope (DBR), Árboles de Realidad Actual (ARA), análisis estadístico multivariado y segmentación de trabajadores a

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

través de algoritmos de aprendizaje automático K-means. Esto hizo posible construir una propuesta sistemática y contextualizada que intenta abordar la restricción desde sus diferentes aspectos: técnico, operativo, organizacional y humano. La flexibilidad del modelo propuesto asegura que la empresa pueda utilizarlo como una herramienta de mejora continua más allá del problema actual, permitiendo su transición hacia un sistema más ágil, eficiente y sostenible.

El plan de intervención formulado propone acciones concretas para el corto y mediano plazo para mejorar la optimización de la capacidad de congelación y almacenamiento, teniendo en cuenta tanto soluciones internas como externas basadas en asociatividad. Incluye estrategias como rediseñar la distribución de la cava, mantener la infraestructura, implementar sistemas RFID y contratar con operadores logísticos especializados en frío. Además, incluye sincronizar los procesos de producción y logística, capacitar al personal y establecer un sistema de congelación Just-In-Time (JIT). Estas medidas guiadas por la lógica de TOC están destinadas a reducir desperdicios, aumentar la eficiencia, cumplir con los estándares de seguridad alimentaria y mejorar el servicio a la clientela estratégica. Se analizó la viabilidad técnica y financiera del plan y se determinó que su implementación no solo contrarrestará la merma actual, sino que incrementará la rentabilidad operacional, la reputación de la empresa y reforzará la posición competitiva en el mercado colombiano de avicultura.

## **Recomendaciones**

- Implementación total del sistema de administración dinámica de inventarios.

Para fortalecer la optimización del espacio y la reducción de desperdicio, se sugiere continuar con la automatización de la administración de inventarios a través de tecnología RFID y de software de planificación avanzada (APS). Adicionalmente, se recomienda que el personal que hará uso de estas herramientas sea capacitado para su adecuada implementación y maximizar la productividad.

## **Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

- Monitoreo permanente de la sincronización de la producción con el congelamiento.

Para mantener la eficiencia lograda, se sugiere establecer un Centro de Control en Tiempo Real (CCTR), que permita monitorear en tiempo real, la capacidad de congelamiento y ajustar la producción de manera flexible. Esta estrategia asegura la respuesta de la empresa a cambios en la demanda sin generar sobrecargas en el sistema de almacenamiento.

- Optimización y expansión gradual de la infraestructura.

Se debe considerar una estrategia de expansión modular ya que el resto de las proyecciones de crecimiento sugieren que el incremento en la capacidad de congelamiento será útil en los próximos años, por lo que es necesario evaluar el retorno de la inversión propuesta antes de realizar grandes adquisiciones. La adopción de túneles de congelación de alta velocidad o sistemas de congelación criogénica debe ser vista de manera progresiva dependiendo de la demanda cambiante.

- Análisis de costos y rentabilidad

Se sugiere establecer controles financieros dos veces al año para monitorear la efectividad de las estrategias ejecutadas y adaptar los planes de optimización conforme a los resultados obtenidos. De esta forma se podrá mantener el descenso de costos en un 15% como se proyectó, ayudando a sostener la empresa financieramente a largo plazo.

- Investigación y desarrollo centrado en innovación de procesos

Se sugiere investigar nuevas tecnologías de congelamiento y almacenamiento, así como otras que mejoren la eficiencia energética o reduzcan el impacto ambiental de los procesos. Esto garantizará que AVICAMPO se convierta en líder del mercado avícola con un enfoque de crecimiento sostenible y constante innovación.

## Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO

### Referencias

- (FAO), F. a. (2021). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021*. Roma, Italia: FAO. doi:<https://doi.org/10.4060/cb7351es>
- AVICAMPO. (2023). informe de gestión interna.
- AVICAMPO. (2024). Sistema integrado de gestión.
- Borges, M. S. (2021). Improving production flows through Theory of Constraints: A case study in the metal-mechanic industry. *Journal of Industrial Engineering Advances*, 9(1), 25-37.
- Cabrera, L. &. (2022). Gestión estratégica de desperdicios en producción avícola. *Universidad del Norte*.
- Colombia, M. d. (2022). *Informe de Gestión 2022*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/informe-de-gestion-minambiente-2022/>
- Dettmer, H. W. (2021). A practical approach to implementing the Theory of Constraints in manufacturing. *International Journal of Production Strategy*, 15(2), 39-50.
- Eriksson, M. (2014). *Food Waste in Retail: Causes and Reduction Strategies*. *Resources, Conservation and Recycling*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.11.013>
- FENAVI. (2023). Obtenido de [fenavi.org](https://fenavi.org/): <https://fenavi.org/>
- FENAVI. (2023). *Informe sector avícola colombiano*. Obtenido de [fenavi.org](https://www.fenavi.org/informe-sector-avicola-2023/): <https://www.fenavi.org/informe-sector-avicola-2023/>
- Ferreira, A. O. (2021). Applying Theory of Constraints to optimize poultry production: A Brazilian case study. *Operations Management & Research Journal*, 12(3), 45-59.
- Flores, G. &. (2021). Technological advances in waste management for the food industry. *Sustainability Journal*, 123–140.
- García, A. V. (2021). Estrategias de sostenibilidad y eficiencia en la industria avícola. *Revista Colombiana de Gestión Empresarial*, 45–60.
- García, R. &. (2021). Operational Excellence through Lean Six Sigma and Theory of Constraints. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(4), 563-582.
- Goldratt, E. M. (2020). *La Meta*. Great Barrington, MA, EE.UU.: North River Press.
- González, M. &. (2022). *Instrumentos de medición en entornos productivos: metodologías y validaciones*. Editorial Innovar.
- Huang, C. e. (2019). Applications of TOC in Supply Chain Management. *International Journal of Production Research*, 57(3), 1-15.
- ITALCOL. (2023). Memoria empresarial y estructura del grupo.
- James, S. J. (2010). *Meat Refrigeration*. CRC Press.
- Koretsi, E. &. (2022). Advancements in Theory of Constraints: A bibliometric analysis. *European Journal of Management Science*, 18(1), 89-103.
- Kumar, S. e. (2022). Flexibility and Adaptation in TOC: A Global Perspective. *Journal of Operations Management*, 68(2), 45-60.
- Londoño, J. &. (2023). Identificación de restricciones en plantas procesadoras de alimentos. *Revista Logística y Producción*, 33-47.
- Manning, L. (2018). *Food loss and waste reduction strategies*. *Food Control*,. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.016>
- Mead, G. C. (2004). *Processing of Poultry: Meat, Safety, and Quality*. Woodhead Publishing.

**Metodología TOC para mitigar desperdicios en AVICAMPO**

- Molina, J. &. (2023). Estrategias de reducción de mermas en la industria alimentaria. *Journal of Food Management*, 12(1), 78-92.
- Mora, A. V. (2022). Circular economy and sustainable waste management: Applications in agriculture. *Environmental Management Review*, 45-60.
- Moura, L. B. (2022). Reducing waste in poultry processing through Theory of Constraints: A Mexican industry case. *Latin American Journal of Agribusiness*, 14(2), 77-90.
- Nations, F. a. (2021). *Poultry Sector Country Review: Colombia*. Obtenido de fao.org: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA7012EN/>
- Olsen, S. N. (2015). *Production and Operations Analysis*. Waveland Press.
- Pineda, F. E. (2020). Improving assembly lines through constraint-based analysis: An automotive sector study. *Manufacturing Insights*, 4(1), 12-27.
- Ramírez, D. &. (2023). Best practices for waste management in the poultry industry. *Avian Science Journal*.
- Ramírez, J. M. (2021). Gestión eficiente de residuos y su impacto en la sostenibilidad empresarial. *Revista de Sostenibilidad y Competitividad*, 45–60.
- Rojas, C. V. (2019). Aplicación de la Teoría de las restricciones en la distribución de productos perecederos. En *Revista de Logística e Investigación Operativa*, (págs. 3(2), 45-58.). *Revista de Logística e Investigación Operativa*.
- Ronen, B. &. (2020). Focusing on profit: The role of constraints in business optimization. *International Journal of Business Strategy*, 22(1), 11-26.
- Ronen, B. &. (2020). Focusing on profit: The role of constraints in business optimization. *International Journal of Business Strategy*, 22(1), 11-26.
- Sánchez, G. P. (2021). Análisis descriptivo de la producción avícola y manejo de desperdicios. *Revista de Agroindustrias*, 45-62.
- Schleier, J. F. (2021). *Theory of Constraints Handbook*. McGraw-Hill.
- Villamil, C. &. (2021). economic and environmental impacts of poultry waste in Colombia. *Latin American Agroindustry Review*, 78-95.
- Watson, K. e. (2021). Process Mapping and Bottleneck Analysis in TOC Implementation. *Journal of Operations Research*, 62(4), 123-135.
- Ying, H. y. (2021). Application of the Theory of Constraints in the poultry supply chain: A case study. (O. R. Perspectives, Ed.) Obtenido de [www.scientific.net](http://www.scientific.net)