

**Optimización de la cadena de suministro en la agroindustria de servicio alimentario
Supply Chain Optimization in the Food Service Agribusiness**

Chica Mendoza Jahaira Ximena, Muñoz Ríos Claribel Mariana, Mera Bravo María José, Tuárez Zambrano Gema Micaela,
Macias Barberán José Ricardo

**CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.
Julio - Diciembre, V°5-
N°2; 2024**

- ✓ **Recibido:** 02/08/2024
- ✓ **Aceptado:** 13/08/2024
- ✓ **Publicado:** 31/12/2024

PAIS

- Ecuador.
- Ecuador.
- Ecuador.
- Ecuador.
- Ecuador.

INSTITUCIÓN:

- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí

CORREO:

- ✉ jchica5476@utm.edu.ec
- ✉ cmuñoz6200@utm.edu.ec
- ✉ mmera4232@utm.edu.ec
- ✉ gtuañez6495@utm.edu.ec
- ✉ jose.macias@utm.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0003-7093-5354>.
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0003-5187-1121>.
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0008-9851-4021>.
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0006-9794-9678>.
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-2857-6867>.

FORMATO DE CITA APA.

Chica, J. Muñoz, C. Mera, M. Tuárez, G. Macias, J. (2024). Optimización de la cadena de suministro en la agroindustria de servicio alimentario. *G-ner@ndo*, V°5 (N°2), 458 – 485.

Resumen

Este estudio analiza la optimización de la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios, destacando su importancia para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad nutricional. Se examinan los desafíos clave, incluyendo la variabilidad en la producción agrícola, las pérdidas de productos y los costos logísticos elevados. El artículo describe los actores principales de la cadena y enfatiza la aplicación de técnicas de investigación operativa para su optimización. Se analizan métodos como la programación lineal y no lineal, la teoría de colas, la simulación y algoritmos de optimización, detallando su aplicación en la planificación de la producción agrícola, gestión de inventarios, logística de transporte y estrategias de distribución minorista. Se presentan casos de estudio que demuestran la eficacia de estas técnicas en la reducción de costos operativos. El estudio concluye que la implementación de estas estrategias de optimización es crucial para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la cadena de suministro alimentaria, señalando una tendencia hacia modelos más complejos que integran consideraciones ambientales en la optimización de procesos.

Palabras clave: Cadena de suministro alimentaria, optimización logística, investigación operativa, gestión de inventarios, agroindustria.

Abstract

This study analyzes the optimization of the supply chain in the agro-industrial food service sector, emphasizing its importance in ensuring food security and nutritional quality. Key challenges are examined, including variability in agricultural production, product losses, and high logistic costs. The article describes the main actors in the chain and emphasizes the application of operations research techniques for optimization. Methods such as linear and non-linear programming, queuing theory, simulation, and optimization algorithms are analyzed, detailing their application in agricultural production planning, inventory management, transport logistics, and retail distribution strategies. Case studies are presented demonstrating the effectiveness of these techniques in reducing operational costs. The study concludes that implementing these optimization strategies is crucial for improving the efficiency and sustainability of the food supply chain, noting a trend towards more complex models that integrate environmental considerations in process optimization.

Keywords: Food supply chain, Logistics optimization, Operations research, Inventory management, Agribusiness.

Introducción

La agroindustria de servicio alimentario representa un sector económico significativo al contribuir con la generación de empleos y contribuir al desarrollo de las regiones donde opera. En esta industria, donde la naturaleza de los productos es perecedera, con una demanda que puede ser variable y es necesario que se cumpla con estrictas regulaciones y normas de inocuidad alimentaria, la aplicación de técnicas de investigación operativa cobra un papel trascendental, ya que conlleva la gestión eficaz de recursos y procesos, desde la etapa de producción agrícola hasta la entrega final al consumidor (Ordoñez et al., 2021).

Por ello, Bonilla et al (2020) manifiestan que, se requiere una cadena de suministro eficiente y bien gestionada para garantizar la calidad de sus productos, de modo que se satisfagan las necesidades de los consumidores y se asegure un suministro confiable y seguro. La importancia de que ésta sea optimizada radica en el impacto directo que recae sobre la rentabilidad y competitividad de las empresas del sector, así como en su contribución a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Al optimizar la cadena de suministro, se pueden lograr beneficios muy provechosos.

Esta cadena en la agroindustria de servicios alimentarios abarca diferentes etapas, aquellas que están interconectadas, desde la producción, el procesamiento, el transporte, el almacenamiento, hasta la distribución minorista y la comercialización. Cada una de estas etapas presenta desafíos que requieren soluciones específicas para optimizar los recursos y minimizar los costos asociados, de modo que se garantice el abastecimiento continuo de alimentos frescos de calidad, se reduzcan costos operativos y el desperdicio, se asegure la trazabilidad y se promueva la sostenibilidad ambiental de las operaciones, contribuyendo con la rentabilidad y competitividad de las empresas en esta industria crítica (Hernández, 2022).

El propósito de esta investigación consiste en analizar la aplicación de técnicas de investigación operativa para optimizar la eficiencia y la administración de la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios, abarcando desde la producción agrícola

hasta la distribución minorista. Para ello, se examinarán investigaciones pertinentes sobre la planificación de la producción, la gestión de inventarios, la logística de transporte y las estrategias de distribución, con el fin de identificar soluciones novedosas que permitan reducir costos, disminuir tiempos de entrega y garantizar un suministro adecuado de alimentos frescos y de alta calidad para los consumidores finales.

Cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios

La cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios es un sistema complejo que involucra una serie de procesos y actores interconectados, que se vuelve un aspecto fundamental para garantizar un suministro adecuado, seguro y nutritivo de alimentos para la población. En este sector, ésta abarca todas las actividades relacionadas con el flujo de productos alimenticios, desde la obtención de materias primas hasta la entrega al consumidor (Ramírez et al., 2023).

El tránsito de las materias primas representa un cambio significativo en la forma en que se producen y utilizan los alimentos. Este enfoque busca minimizar el desperdicio y maximizar el uso eficiente de los recursos gracias a la optimización de la cadena (Del Frago y Martín, 2023).

Es de vital importancia satisfacer las necesidades alimentarias de la población, asegurando la disponibilidad, calidad e inocuidad de los productos, dado que, según Arispe y Tapia (2007), una alimentación adecuada y nutritiva es fundamental para la salud y el bienestar de las personas. Una cadena de suministro eficiente en la industria de servicios alimentarios es clave para garantizar acceso a alimentos de calidad, de modo que, desde la fuente hasta el consumidor final, se mantenga su frescura y valor nutricional.

De este modo, se pueden implementar protocolos estrictos de higiene, almacenamiento y manipulación a lo largo de toda la cadena para prevenir la contaminación y el deterioro de los alimentos, evitando riesgos para la salud de los consumidores (Pérez, 2020). Por ello, Cartón et al (2011) destacan que, es necesario también contar con sistemas de trazabilidad que

permitan rastrear el origen, procesamiento y distribución de los productos, facilitando el control de calidad y la rápida identificación y retirada de lotes en caso de problemas.

Cabe recalcar que, una gestión óptima de la cadena de suministro contribuye a minimizar las pérdidas y el desperdicio de alimentos, lo que, según la Asociación PNUMA-DTU y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021), tiene impactos positivos en términos económicos, ambientales y sociales, además de que se asegura el suministro suficiente de alimentos a precios asequibles para toda la población, especialmente en áreas remotas o de bajos recursos, es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional.

Sin embargo, a pesar de la importancia crítica de una cadena de suministro eficiente, existen diversos desafíos y obstáculos que complican su correcto funcionamiento. De entre los principales desafíos se encuentra los precios y suministros cambiantes en la producción agrícola, ya sea por factores climáticos, plagas, sequías, etc., dado que puede sufrir alteraciones en la oferta y precios, afectando la cadena de suministro. Otro desafío que se puede presentar es la pérdida o desperdicio de productos, donde, Giménez et al (2021) en su estudio que refiere a desperdicios en las últimas etapas de la cadena agroalimentaria, mencionan que se estima que un tercio de los alimentos producidos se pierde o desperdicia en la cadena, representando enormes costos económicos y ambientales.

Algo que podría dificultar también la cadena de suministro es una infraestructura deficiente, dado que, la falta de infraestructura adecuada de transporte, almacenamiento y procesamiento en algunas regiones entorpece la cadena, obstaculizando el control de calidad y respuesta ante incidentes (Balza y Cardona, 2020).

Los costos logísticos elevados son otros de los desafíos a presentarse, esto sucede especialmente cuando el transporte requiere refrigeración, empaque especializado y manejo de perecederos que encarecen significativamente los costos logísticos. La falta de coordinación

entre los múltiples actores involucrados generando ineficiencias, puede entorpecer también una optimización de la cadena (Sánchez et al., 2021).

En el contexto de los desafíos previamente mencionados que enfrenta la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios, también es crucial abordar los riesgos sanitarios y el impacto ambiental. Por un lado, los brotes de enfermedades zoonóticas o la contaminación pueden paralizar rápidamente las cadenas de ciertos productos, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y generando pérdidas económicas significativas. Por otro lado, las cadenas alimentarias tienen una considerable huella ambiental que debe ser mitigada en pro de la sustentabilidad, lo que implica la necesidad de adoptar prácticas más ecológicas en todas las etapas, desde la producción hasta la distribución y el manejo de residuos (FOODTECH, 2023).

Estos desafíos adicionales resaltan la importancia de contar con una cadena de suministro resiliente, trazable y sostenible, capaz de responder de manera efectiva mediante la optimización de los procesos y la implementación de estrategias innovadoras. Hacer frente a estos retos requiere la participación coordinada de diversos actores involucrados en las diferentes etapas de la cadena (Díaz, 2024).

La cadena de suministro alimentaria implica una intrincada red de actores interdependientes, desde los productores hasta los minoristas, pasando por procesadores, transportistas y distribuidores, cuya coordinación y desempeño eficiente es fundamental para garantizar un abastecimiento seguro, fresco y sostenible de alimentos a la población (Alzate y Giraldo, 2023).

Callejas y Álvarez (2020) comentan que, el proceso que se sigue con cada uno de los actores involucrados en la cadena de suministro para la agroindustria alimentaria es el siguiente:

1. Los productores agrícolas son los principales actores, son los encargados de cultivar y criar los productos alimenticios. Ellos son quienes deben asegurar prácticas sostenibles y cumplir con los estándares de calidad e inocuidad establecidos.

2. Los proveedores de insumos y servicios son los siguientes en intervenir, éstos se encargan de proveer fertilizantes, semillas, maquinaria y asistencia técnica, que apoyan las actividades de producción.

3. Una vez cosechados o recolectados los alimentos, entran en acción los centros de acopio y procesamiento, donde se realiza la limpieza, clasificación, empaque y, en algunos casos, la transformación de los productos frescos. Estos centros deben contar con instalaciones adecuadas para mantener la calidad y frescura de los alimentos.

4. Las empresas de logística y transporte, encargadas de la distribución y entrega de los productos a los distintos puntos de venta o centros de consumo, son el siguiente actor involucrado en dicha cadena. En este punto es fundamental contar con medios de transporte refrigerados y condiciones óptimas de almacenamiento para preservar la cadena de frío.

5. Los mayoristas y distribuidores desempeñan un papel clave al actuar como intermediarios entre los productores y los minoristas o consumidores finales, consolidando y redistribuyendo los productos de acuerdo a la demanda.

6. Finalmente, los minoristas, como supermercados, mercados locales y tiendas especializadas, son los responsables de la venta directa al consumidor final. Éstos deben garantizar la exhibición adecuada, rotación de inventarios y manejo correcto de los alimentos perecederos.

Además, a lo largo de toda la cadena, intervienen organismos reguladores y de control de calidad, encargados de supervisar el cumplimiento de las normas y estándares establecidos para proteger la salud de los consumidores. En definitiva, la coordinación eficiente entre estos actores es fundamental para garantizar un flujo continuo de productos frescos y de calidad, que pueda hacer frente a los diversos desafíos que puedan llegar a presentarse. La complejidad de

la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios, con sus múltiples actores involucrados y desafíos inherentes, hace que la optimización de ésta sea crucial para lograr eficiencia, sostenibilidad y competitividad en el sector (Prieto et al, 2008).

Salazar et al (2024) manifiestan que, en este sentido, la aplicación de técnicas de investigación operativa, ofrece soluciones innovadoras para optimizar la cadena de suministro de manera integral. Conceptos y enfoques de optimización, basados en modelos matemáticos y algoritmos, permiten abordar objetivos clave como la reducción de costos, la mejora de la eficiencia, el mantenimiento de la calidad y frescura de los productos, la reducción del desperdicio y el cumplimiento de estándares.

En este sentido, la investigación operativa también se puede ver como un arte debido a que el éxito en todas las etapas del proceso, tanto antes como después de aplicar el modelo matemático, depende en gran medida de las habilidades y experiencia de los analistas encargados de tomar las decisiones (Ávalos y Cepeda, 2024).

Estas técnicas de investigación operativa, pueden aplicarse en diferentes etapas de la cadena, involucrando a todos los actores relevantes. Desde la planificación de la producción agrícola hasta las estrategias de distribución minorista, pasando por la gestión de inventarios y la logística de transporte, estas herramientas brindan soluciones cuantitativas para tomar decisiones óptimas, asignar recursos de manera eficiente y coordinar los flujos de productos a lo largo de la cadena.

A continuación, se presentan algunas de dichas técnicas:

Programación lineal y no lineal

Fernández (2011) señala que estas herramientas matemáticas permiten modelar y optimizar diversos aspectos de la cadena, como la planificación de la producción, la asignación de recursos, el transporte y la distribución, con el objetivo de minimizar costos o maximizar ganancias bajo ciertas restricciones.

La programación lineal se utiliza cuando el modelo matemático que describe el problema de optimización involucra únicamente relaciones lineales entre las variables de decisión y las funciones objetivo y restricciones son lineales (Espín et al., 2022). Algunos ejemplos de aplicación en cadenas de suministro alimentarias:

- Optimización de mezclas de alimentos y fórmulas de nutrición para minimizar costos o maximizar valor nutricional.
- Planificación de la producción y asignación de recursos (mano de obra, maquinaria, etc.) para maximizar el rendimiento.
- Determinación de planes óptimos de transporte y distribución para minimizar costos logísticos.
- Maximización de los retornos en la venta de productos, sujeto a restricciones de inventario y capacidad.

En cuanto a la programación no lineal, el modelo matemático involucra relaciones no lineales entre las variables de decisión y las funciones objetivo o restricciones. Es más complejo, pero permite representar situaciones más realistas. Entre algunos de los ejemplos de aplicación se encuentran:

- Optimización de formulaciones de alimentos considerando interacciones no lineales entre ingredientes y nutrientes.
- Planificación de rutas de transporte y logística, donde los costos o distancias no son lineales.
- Determinación de políticas de precios no lineales para maximizar ganancias.
- Modelado de procesos de producción con rendimientos no constantes a escala.
- Optimización de diseños de envases y empaques considerando restricciones geométricas no lineales.

En ambos casos, la programación lineal y no lineal buscan encontrar la combinación óptima de variables de decisión que maximicen o minimicen una función objetivo (por ejemplo,

maximizar ganancias o minimizar costos), sujeta a un conjunto de restricciones que representan limitaciones reales del sistema.

Teoría de colas

Satama et al (2021) manifiestan que, la teoría de colas es una rama de la investigación operativa que se enfoca en el estudio y análisis de líneas de espera o colas. Ésta proporciona modelos matemáticos y herramientas para comprender, evaluar y mejorar el rendimiento de sistemas donde se producen colas o líneas de espera. En el contexto de las cadenas de suministro alimentarias, la teoría de colas puede aplicarse en varios puntos clave tales como: carga y descarga de camiones, centros de procesamiento, puntos de venta, almacenamiento y distribución.

Los modelos de teoría de colas, según Alcívar et al (2022), estudian aspectos como los patrones de llegada (tasa de llegadas), los tiempos de servicio, el número de servidores y las disciplinas de línea. Mediante estos análisis, se pueden obtener métricas como: longitud promedio de la cola, tiempo promedio de espera en la cola, probabilidad de que lleguen clientes y encuentren todos los servidores ocupados, número óptimo de servidores para un nivel de servicio deseado, entre otros.

Simulación

Esta técnica implica la creación de un modelo o entorno virtual que imita el comportamiento de un sistema real bajo diferentes condiciones y escenarios, lo que permite analizar y experimentar con el sistema sin interrumpir las operaciones actuales. Las simulaciones pueden ser estáticas o dinámicas, además de que pueden incorporar elementos de aleatoriedad, interacciones complejas, restricciones y diferentes reglas de decisión. Al combinar poderosas herramientas de simulación con datos reales del sistema, se obtienen réplicas virtuales muy precisas que permiten experimentar, aprender y optimizar de manera segura antes de realizar cambios en las operaciones reales de la cadena de suministro alimentaria (Flores y Flores, 2021).

En el contexto de las cadenas de suministro alimentarias, la simulación se utiliza para evaluar cambios antes de implementarlos, realizar análisis de escenarios, planificación de capacidad, mejorar la trazabilidad, optimizar inventarios, y entrenamiento de personal.

Algoritmos de optimización

Los algoritmos están revolucionando la optimización de procesos en diversas industrias. Cada uno de éstos tiene aplicaciones específicas en diferentes sectores industriales, desde la planificación de producción y el control de calidad hasta la gestión de inventarios y el mantenimiento predictivo, ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia y la productividad en los procesos industriales (Caicedo y Borja, 2022).

Flores (2023) menciona que, en la optimización de las cadenas de suministro en la industria alimentaria, se utilizan diversas técnicas de algoritmos de optimización para encontrar soluciones óptimas o casi óptimas a problemas complejos. Estos algoritmos, de acuerdo a Guzmán et al (2020), pueden dividirse en dos categorías principales: algoritmos exactos y algoritmos aproximados o heurísticos.

Algoritmos exactos:

- Programación lineal entera: Se utilizan cuando el problema puede formularse como un programa lineal entero con variables binarias o enteras. Garantizan encontrar la solución óptima global.

- Programación dinámica: Descompone el problema en subproblemas más pequeños y resuelve de manera recursiva, evitando cálculos redundantes. Útil en ciertos problemas de rutas y programación.

- Métodos de planos cortantes: Iterativamente restringen el espacio de soluciones factibles mediante planos cortantes hasta converger a la solución óptima.

2. Algoritmos aproximados o heurísticos:

- Algoritmos voraces: Construyen una solución factible paso a paso, tomando decisiones óptimas locales en cada iteración. Útiles para problemas de asignación y empaquetamiento.
- Búsqueda local: Parten de una solución factible inicial y realizan movimientos locales para mejorarla iterativamente hasta alcanzar un óptimo local. Aplicables a problemas de ruteo y programación.
- Recocido simulado: Permite escapar de óptimos locales mediante movimientos aleatorios controlados, simulando el proceso de enfriamiento en metalurgia. Útil en problemas altamente complejos.
- Algoritmos genéticos: Imitan los principios de selección natural y reproducción, manteniendo una población de soluciones candidatas que evolucionan hacia mejores soluciones. Efectivos en optimización multiobjetivo.
- Colonias de hormigas: Basados en el comportamiento de búsqueda de alimento de las hormigas, son adecuados para problemas de ruteo y asignación de recursos.
- Otros algoritmos bio-inspirados: Aprovechan principios de sistemas biológicos como enjambres de abejas, sistemas inmunes, redes neuronales, etc.

La elección del algoritmo depende de la naturaleza del problema, el tamaño de la instancia, las restricciones y los objetivos buscados.

La optimización de la cadena de suministro, comprende la aplicación de dichas técnicas para lograr objetivos clave como la reducción de costos, la mejora de la eficiencia y la calidad de los productos. Las etapas cruciales en las cuales estas técnicas pueden ser aplicadas se muestran a continuación:

Planificación de la producción agrícola

La planificación de la producción en general es el proceso de organizar, dirigir y controlar los recursos de una empresa para producir bienes o servicios de manera eficiente y efectiva, cumpliendo con la demanda y los objetivos de la organización. Puede darse dentro de muchos

ámbitos, incluyendo los de construcción, industria manufacturera, sector energético, sector agrícola y ganadero, entre otros (Escobar, 2020).

La planificación de la producción agrícola es un componente fundamental de la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios. Esta etapa representa el punto de partida de la cadena, ya que, implica tomar decisiones estratégicas sobre qué cultivos producir, en qué cantidades y cómo asignar los recursos disponibles de manera óptima (Díaz et al, 2021). La aplicación de técnicas de investigación operativa en esta etapa permite la optimización de diversos aspectos relacionados con el manejo de recursos en la planificación de la producción (De La Cruz y Cerdeño, 2021). A continuación, se muestran algunas de las múltiples técnicas que existen dentro de esta etapa tan importante:

Modelos de planificación de cultivos:

Ramírez y Prado (2020) manifiestan que, éstos comprenden modelos de programación lineal y programación entera para determinar la combinación óptima de cultivos que maximice los beneficios o minimice los costos, sujeto a restricciones de tierra, agua, mano de obra y otros recursos, además, existen también los modelos de simulación que consideran factores como el clima, el rendimiento esperado, los precios de mercado y los riesgos asociados. Estos modelos se estructuran en dos fases interconectadas. En la primera, el agricultor toma decisiones basadas en la información disponible sobre variables aleatorias. Estas elecciones iniciales establecen los parámetros que guían la resolución de la segunda fase del problema.

Asignación óptima de recursos:

La utilización de técnicas de optimización para asignar eficientemente los recursos limitados, como tierra cultivable, agua de riego, fertilizantes y mano de obra permite una asignación óptima de recursos para determinar la cantidad ideal de recursos a asignar a cada cultivo, maximizando el rendimiento y minimizando los costos. Esto puede realizarse gracias a modelos de programación lineal y programación entera.

Minimización de desechos y pérdidas:

En la producción agrícola es indispensable una buena planificación de la producción para satisfacer la demanda proyectada y evitar excedentes que puedan resultar en desperdicio. Para esto se necesita el uso de modelos de gestión de inventarios y planificación de la producción, de modo que se puedan minimizar las pérdidas por deterioro o caducidad de los productos agrícolas (Cruz, 2024).

Gestión de inventarios

Otra de las etapas que comprende la optimización de la cadena de suministro es una gestión eficiente de inventarios, la misma que, es crucial en esta cadena debido a la naturaleza perecedera de los productos y la necesidad de satisfacer la demanda de manera oportuna. Una gestión óptima de inventarios en la agroindustria alimentaria permitirá mantener niveles adecuados de productos frescos y procesados, evitando el desperdicio por excedentes o la escasez que pueda afectar la satisfacción del cliente. (Becerra et al, 2017).

Las técnicas de investigación operativa, según Gutiérrez y Vidal (2008), pueden aplicarse para optimizar los niveles de inventario y minimizar los costos asociados, como se verá a continuación:

Modelos de gestión de inventarios:

- El modelo de cantidad económica de pedido es uno de los que determina la cantidad óptima de pedido que minimiza los costos de mantener inventario y los costos de realizar pedidos.
 - Otro modelo existente es el de inventario con demanda variable, el mismo que, considera la fluctuación de la demanda y la incertidumbre en los tiempos de entrega.
 - La política de revisión periódica es una técnica que establece un intervalo de tiempo fijo para revisar los niveles de inventario y realizar pedidos cuando sea necesario.
2. Determinación de niveles óptimos de inventario
-

- Ésta se realiza gracias a los modelos de programación lineal y programación entera para la determinación de los niveles óptimos de inventario en diferentes puntos de la cadena de suministro.

- La consideración de factores como la demanda proyectada, los tiempos de entrega, los costos de mantener inventario y los costos de agotamiento.

3. La reducción de excedentes y escasez

- La reducción de excedentes y escasez se puede lograr con la aplicación de modelos de previsión de la demanda, como series de tiempo y métodos de suavizado exponencial, para anticipar la demanda futura y ajustar los niveles de inventario en consecuencia.

- La utilización de técnicas de simulación es ideal para evaluar diferentes políticas de gestión de inventarios y su impacto en la reducción de excedentes y escasez.

Logística de transporte

La logística de transporte es un aspecto muy importante en la cadena de la agroindustria alimentaria, ya que implica el movimiento eficiente de productos perecederos desde los centros de producción hasta los puntos de venta o consumo final (Alvarenga, 2019). Las técnicas de investigación operativa en esta etapa, como se verá a continuación, pueden aplicarse desde optimizar las rutas de transporte, hasta para programar eficientemente los vehículos, de modo que se pueda gestionar de manera óptima la flota de transporte.

Optimización de rutas de transporte:

- Los problemas de enrutamiento de vehículos (VRP), modelan y resuelven la asignación óptima de rutas de entrega a una flota de vehículos, minimizando distancias recorridas, tiempos de viaje y costos asociados (Olvera et al, 2024).

- La consideración de restricciones como capacidad de los vehículos, ventanas de tiempo de entrega y condiciones especiales de manejo de productos perecederos es fundamental en la optimización de rutas de transporte para la cadena de suministro de la

agroindustria alimentaria. Al hablar de capacidad de los vehículos, se refiere a la carga máxima que pueden transportar, lo cual es crucial para asignar de manera óptima los productos a cada vehículo y evitar sobrecargas o subutilización de la capacidad.

Modelos de programación de vehículos:

- Programación lineal y programación entera para asignar de manera óptima los vehículos disponibles a las rutas planificadas.
- Consideración de factores como la capacidad de carga, los horarios de los conductores, los tiempos de carga y descarga, y las restricciones de tráfico.

Gestión de la flota de transporte:

- Modelos de optimización para determinar el tamaño óptimo de la flota, considerando la demanda proyectada, los costos de adquisición y mantenimiento de vehículos, y los costos operativos.
- Técnicas de programación y secuenciación para programar eficientemente el mantenimiento preventivo y las reparaciones de los vehículos.

Estrategias de distribución minorista

En la etapa final de la cadena de suministro de la agroindustria de servicios alimentarios, las estrategias de distribución minorista desempeñan un papel fundamental para garantizar la disponibilidad de productos frescos y de calidad en los puntos de venta al consumidor final. Los canales de distribución y la decisión de ampliarlos desde un enfoque de organización industrial implican un análisis estratégico de cómo las empresas llevan sus productos al mercado (Cedeño, 2021).

En esta etapa las técnicas de investigación operativa son de gran ayuda para lograr optimizar la ubicación de centros de distribución, asignando eficientemente la demanda y coordinando la cadena de suministro (Montero et al, 2023). Para ello, realizan consideraciones en base a aspectos importantísimos para lograr una óptima distribución minorista, como se muestra a continuación:

Ubicación óptima de centros de distribución

- Modelos de localización de instalaciones para determinar la ubicación óptima de centros de distribución minoristas, minimizando los costos de transporte y maximizando la cobertura de la demanda.
- Consideración de factores como la densidad de población, la accesibilidad, los costos de terreno y construcción, y las regulaciones locales.

Asignación de demanda a instalaciones

- Modelos de asignación para determinar la asignación óptima de la demanda de los puntos de venta a los centros de distribución, minimizando los costos de transporte y respetando las capacidades de las instalaciones.
- Técnicas de programación lineal y programación entera para resolver estos problemas de asignación.

Coordinación de la cadena de suministro

- Modelos de planificación de la cadena de suministro para coordinar de manera óptima los flujos de productos desde los proveedores hasta los centros de distribución y puntos de venta minoristas.
- Utilización de técnicas de programación lineal y programación entera para sincronizar la producción, el transporte y la distribución, minimizando los costos y cumpliendo con los niveles de servicio requeridos.

La aplicación de estas estrategias de distribución minorista optimizadas contribuye a la competitividad y rentabilidad de las operaciones en este sector crítico. Dicha optimización mediante estas técnicas de investigación operativa ha sido ampliamente estudiada y aplicada en diversos contextos y empresas. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estudios de caso y aplicaciones prácticas relevantes:

Zapata et al (2020) en su estudio “Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte” describen la importancia de una gestión eficiente del transporte y la distribución

para la competitividad de las empresas minoristas, dado que representan alrededor del 50% de los costos logísticos.

Como ejemplo práctico relevante, se presenta un estudio de caso de una empresa de paquetería en Medellín, Colombia, donde se aplicó un modelo de ruteo de vehículos (VRP por sus siglas en inglés), que es una técnica de investigación operativa que se mostró anteriormente, en este caso, con flota de capacidad heterogénea. La aplicación de este modelo permitió optimizar las rutas de distribución de la empresa, logrando reducir los costos en un 53% y disminuir la flota vehicular requerida de 32 a 16 unidades.

Este caso demuestra cómo la implementación de estrategias de distribución minorista optimizadas, mediante técnicas avanzadas de investigación operativa como los modelos de ruteo, puede contribuir significativamente a mejorar la competitividad y rentabilidad de las operaciones en el sector minorista crítico.

Manrique et al (2019) en su estudio “Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica”, brindan información relevante sobre la planificación de la producción, la gestión de inventarios, la logística de transporte y las estrategias de distribución, con el objetivo de minimizar costos y tiempos de entrega.

La fase de producción incluye la planeación y organización de los factores de producción, acceso a insumos y recursos, cosecha y traspaso del producto. Se describe y analizan los procesos y actividades relativas al proceso productivo de transformación de insumos a productos terminados. La forma en que se produce, utilizando recursos técnicos, humanos y económicos, diferencia a una organización de otra.

En cuanto a la gestión de inventarios, no se aborda explícitamente la gestión de inventarios dentro de la fase de producción. En la logística de transporte se menciona que, en la fase de distribución/comercialización se mencionan aspectos relacionados con trasladar el producto final hasta los lugares de venta. Se indica que la distribución se refiere a los pasos

para mover y almacenar un producto desde el proveedor hasta el cliente en la cadena de suministro.

Las estrategias de distribución definen los canales de distribución como la estructura desde el productor hasta el consumidor final para la entrega de productos. Allí se clasifican los aspectos comerciales (mayoristas, minoristas, detallistas) y físicos (transporte, inventarios, pedidos, manipulación, almacenamiento) de la distribución. En definitiva, los canales de distribución permiten hacer realidad los esfuerzos de mercadeo y satisfacción del consumidor final.

Por otra parte, Guzmán et al (2020) en su estudio llamado “Un análisis de revisiones de modelos y algoritmos para la optimización de planes de aprovisionamiento, producción y distribución de la cadena de suministro” presenta una revisión exhaustiva de modelos cuantitativos y métodos de investigación operativa para la optimización de la cadena de suministro, abarcando aprovisionamiento, producción y distribución. En dicho análisis se identifican oportunidades de investigación en optimización robusta, programación difusa y combinación de niveles de decisión.

La optimización en cuanto a costos operativos es un aspecto que se pudo observar en el estudio de Campo et al (2020), donde, en la industria textil, se vieron con la necesidad de optimizar aquello. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo de planificación de producción agregada para generar estrategias de producción óptimas en el mediano plazo para empresas del sector textil. Para esto se desarrolló un modelo de planificación de producción agregada denominado PLAG, que minimizó los costos de mano de obra, costos de gestión de inventarios, y costos de subcontratación de producción. A diferencia de otros modelos de la literatura, el modelo PLAG tiene en cuenta características del sector textil relacionadas con la contracción de tela, pérdidas por manipulación del producto en el proceso, eficiencia de empleados nuevos, tiempos de entrenamiento y capacitación, y subcontratación de procesos de manufactura.

Además, se destaca el aumento de modelos matemáticos y analíticos, sugiriendo más investigación en simulación, hibridación de métodos heurísticos y metaheurísticos, y el uso de métodos metaheurísticos para problemas de gran escala, de modo que al utilizar éstos se puedan abordar desafíos actuales en sostenibilidad y complejidad de datos en la optimización de la cadena de suministro.

Métodos y material

Para el estudio de la optimización de la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios, se adoptará una metodología mixta que combine enfoques cualitativos y cuantitativos. El enfoque cualitativo se basará en entrevistas y encuestas a actores clave de la cadena, como productores, distribuidores y minoristas, para comprender los desafíos específicos y las necesidades de optimización. Por otro lado, el enfoque cuantitativo incluirá la recolección y análisis de datos relacionados con la producción agrícola, inventarios, costos logísticos y tiempos de distribución, permitiendo modelar y evaluar diferentes escenarios de optimización.

Las técnicas de investigación operativa, como la programación lineal y no lineal, la teoría de colas, la simulación y los algoritmos de optimización, serán aplicadas para abordar estos desafíos. Estas herramientas permitirán modelar la cadena de suministro, identificar cuellos de botella y diseñar soluciones que maximicen la eficiencia y minimicen los costos. La metodología también incluirá el análisis de casos de estudio para validar la eficacia de estas técnicas en contextos reales, destacando su impacto en la reducción de costos y mejora de la sostenibilidad en la cadena de suministro alimentaria.

Análisis de Resultados

La optimización de la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios es crucial para garantizar la seguridad alimentaria, la calidad nutricional y la eficiencia operativa. De este modo se pudieron identificar desafíos clave en la cadena de suministro alimentaria, incluyendo:

- Variabilidad en la producción agrícola
- Pérdidas y desperdicios de productos
- Costos logísticos elevados
- Infraestructura deficiente en algunas regiones
- Falta de coordinación entre actores
- Riesgos sanitarios
- Impacto ambiental

Las técnicas de investigación operativa demostraron ser efectivas para optimizar diferentes etapas de la cadena, de entre las que se abordaron en el estudio, estaban las técnicas de programación lineal y no lineal para planificación de producción y asignación de recursos, la teoría de colas para mejorar procesos en puntos críticos como carga/descarga, además de la simulación para evaluar escenarios y optimizar procesos, así como también se abordó sobre los algoritmos de optimización para resolver problemas complejos.

La aplicación de estas técnicas permitió mejoras significativas en diversos aspectos relevantes para la industria alimentaria, tales como, en la planificación de su producción, en la gestión de inventarios, en la tan demandada logística de transporte, y en las estrategias de distribución minorista, dicho aspecto que es vital para ayudar a incrementar las ganancias y la satisfacción de compra de los clientes.

Además, se presentaron casos de estudio que demostraron la eficacia de estas técnicas, recolectando datos valiosos respecto a una empresa de paquetería en Medellín, la cual logró reducir costos en un 53% y disminuir su flota vehicular de 32 a 16 unidades mediante la

aplicación de un modelo de ruteo de vehículos (VRP). Por otra parte, en la industria textil, se desarrolló un modelo de planificación de producción agregada (PLAG) que minimizó costos de mano de obra, gestión de inventarios y subcontratación. Se identificó también una tendencia hacia modelos más complejos que integran consideraciones de sostenibilidad ambiental en la optimización de procesos.

Es innegable que la implementación de estas estrategias de optimización es crucial para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la cadena de suministro alimentaria. Estos resultados demuestran el impacto positivo de aplicar técnicas de investigación operativa en la optimización de la cadena de suministro en la agroindustria.

Discusión

Los resultados de este estudio subrayan la importancia crítica de optimizar la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios. La identificación de desafíos clave como la variabilidad en la producción agrícola, las pérdidas de productos y los costos logísticos elevados, refleja la complejidad inherente a este sector. Estos hallazgos están en línea con estudios previos, como los de Castellanos et al. (2024) y Enríque y Pérez (2022), que han destacado cómo estos factores impactan directamente en la rentabilidad y competitividad de las empresas del sector.

La efectividad demostrada por las técnicas de investigación operativa en la optimización de diferentes etapas de la cadena de suministro es particularmente notable. La aplicación de programación lineal y no lineal, teoría de colas, simulación y algoritmos de optimización ha permitido mejoras significativas en áreas críticas como la planificación de la producción, gestión de inventarios, logística de transporte y estrategias de distribución minorista. Estos resultados corroboran los hallazgos de Guanga et al. (2022) sobre la utilidad de estas herramientas en la optimización de procesos logísticos.

El caso de estudio de la empresa de paquetería en Medellín es particularmente ilustrativo. La reducción de costos del 53% y la disminución de la flota vehicular a la mitad

mediante la aplicación de un modelo de ruteo de vehículos (VRP) demuestra el potencial transformador de estas técnicas cuando se aplican adecuadamente. Este caso se alinea con los resultados reportados por Ramírez et al. (2021), reforzando la idea de que la optimización de rutas puede tener un impacto significativo en la eficiencia operativa y la reducción de costos.

La identificación de una tendencia hacia modelos más complejos que integran consideraciones de sostenibilidad ambiental es un hallazgo importante. Esto sugiere una evolución en el campo de la optimización de la cadena de suministro, como lo mencionaba Coronel et al. (2020) en su estudio sobre las oportunidades de investigación en optimización en costos logísticos de Comercializadores de GLP en Azuay, donde destaca que, los aspectos ambientales están ganando relevancia junto a los tradicionales objetivos de eficiencia y reducción de costos.

En conclusión, los resultados de este estudio demuestran el potencial significativo de las técnicas de investigación operativa para optimizar la cadena de suministro en la agroindustria de servicios alimentarios. La capacidad de estas técnicas para abordar los desafíos complejos del sector, desde la variabilidad en la producción hasta la logística de distribución, sugiere que su adopción más amplia podría conducir a mejoras sustanciales en la eficiencia, sostenibilidad y competitividad del sector. Futuros estudios podrían beneficiarse de un análisis más detallado de la implementación de estas técnicas en diversos subsectores de la agroindustria alimentaria, así como de la exploración de cómo integrar más efectivamente las consideraciones de sostenibilidad en los modelos de optimización.

Conclusiones

La gestión eficiente de la cadena de suministro en la agroindustria alimentaria es crítica debido a la naturaleza perecedera de los productos y la necesidad de mantener altos estándares de calidad e inocuidad. Esto requiere una atención especial en cada etapa de la cadena, desde la producción hasta la distribución final al consumidor.

La aplicación de técnicas de investigación operativa es fundamental para optimizar esta cadena de suministro. Estas técnicas, que incluyen programación lineal y no lineal, teoría de colas, simulación y diversos algoritmos de optimización, permiten abordar eficazmente los desafíos en cada etapa, desde la planificación de la producción agrícola hasta la distribución minorista.

La optimización de procesos como la gestión de inventarios, la logística de transporte y las estrategias de distribución contribuye significativamente a reducir costos, minimizar desperdicios y mejorar la satisfacción del cliente. La coordinación efectiva entre los múltiples actores de la cadena de suministro, desde productores hasta minoristas, es esencial para lograr una optimización integral y asegurar la calidad y frescura de los productos a lo largo de todo el proceso.

Con la implementación de sistemas de trazabilidad y la adopción de tecnologías digitales, emergen factores clave para mejorar la transparencia, la seguridad alimentaria y la capacidad de respuesta ante incidentes en la cadena de suministro agroindustrial.

Además, existe una tendencia creciente hacia la implementación de modelos matemáticos y analíticos más complejos, así como hacia la integración de aspectos de sostenibilidad y consideraciones ambientales en la optimización de la cadena de suministro. Esto refleja la necesidad de abordar los desafíos actuales del sector, como la gestión de grandes volúmenes de datos y la adopción de prácticas más ecológicas en todas las etapas de la cadena, lo que sugiere una evolución continua en las estrategias de optimización para el futuro.

En definitiva, la optimización de la cadena de suministro en la agroindustria alimentaria no solo busca la eficiencia operativa y la reducción de costos, sino que también contribuye significativamente a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico de las comunidades agrícolas.

Referencias bibliográficas

- Alcívar, G. P. L., Merchán, S. M. R., Vásquez, O. B. S. y Alcívar, B. J. L. (2022). Teoría de colas y optimización de proceso de atención al usuario. AlfaPublicaciones, 4(3), 22-38.
- Alvarenga, A. L. (2019). Logística en cadenas de producción agroindustrial. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 6(8), 33-54.
- Alzate, P. y Giraldo, D. (2023). Tendencias de investigación del blockchain en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad. Revista Universidad y Empresa, 25(44).
-

- Arispe, I. y Tapia, M. S. (2007). Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalimentaria*, 12(24), 105-118.
- Asociación PNUMA-DTU y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). Reducción del desperdicio de alimentos de los consumidores mediante tecnologías ecológicas y digitales. Copenhague y Nairobi.
- Ávalos, R. J. A., y Cepeda, S. P. M. (2024). Investigación operativa. La Caracola Editores.
- Balza, F. V. I. y Cardona, A. D. A. (2020). La relación entre logística, cadena de suministro y competitividad: una revisión de literatura. *Revista ESPACIOS*, 41(24), 398-415.
- Becerra, G. K., Pedroza B. V., Pinilla, W. J. y Vargas, L. M. (2017). Implementación de las TIC'S en la gestión de inventario dentro de la cadena de suministro. *Revista de Iniciación Científica*, 3(1), 36-49.
- Bonilla, V., Chávez, A. y Calderón, J. A. (2020). El valor agregado de la planificación estratégica en la cadena de suministro. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 12(1).
- Caicedo, P. P. B., y Borja, L. F. (2022). Algoritmos de inteligencia para optimización de procesos en la industria plástica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 1205-1222.}
- Campo, E. A., Cano, J. A., y Gómez-Montoya, R. A. (2020). Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 461-475.
- Cartón, F. L., Iranzo, E. J. O., Navarro, R. B. y Tormo, C. L. (2011). Control de la presencia de biofilms en las industrias alimentarias. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 264, 43-47.
- Castellanos, J. D. G., Montoya, P. M. Á., y Bohórquez, J. A. A. (2024). Prácticas de optimización de la cadena de suministro: mapeo de literatura. *Publicaciones e Investigación*, 18(1).
- Cedeño, L. C. (2021). Canales de distribución y la decisión de ampliarlos: Un enfoque desde la organización industrial. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 9(2), 40-45.
-

- Coronel, P. K. T., Campoverde. C. A., Romero, G. C. A., y Jiménez, Y. J. A. (2020). Optimización de Costos Logísticos de Comercializadores de GLP en Azuay, Ecuador. *Economía y Negocios*, 11(2), 130-142.
- Cruz, A. H. (2024). Evaluación del desperdicio de alimentos: normas y acciones para fomentar la circularidad en Perú. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (13).
- De la Cruz, S. M. y Cerdeño, V. J. M. (2021). La cadena alimentaria en el entorno competitivo y cambiante del siglo XXI. *Distribución y Consumo*, 1, 42-50.
- Del Frago, I. B., y Martín, L. (2023). El tránsito de las materias primas para piensos hacia una economía circular. *Suis*, 198, 16-21.
- Díaz, A. W. C. (2024). La cadena de suministro: Una revisión de la literatura 2018-2023. *Revista Científica Disciplinarias*, 3(1), 47-66.
- Díaz, G. A., Donéstevez, S. G. M., Maza, E. N. J. y García, R. J. G. (2021). La cadena productiva del plátano para la sostenibilidad alimentaria local. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 12, 303-325.
- Escobar, J. W. (2020). Modelo matemático para la programación de la producción en compañías fabricantes de alambres y cables para la construcción. *Revista Espacios*, 798, 1015.
- Espín, G. R., Toalombo, R. B., Moyolema. C. Á., y Altamirano, S. A. (2022). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2), 33-57.
- Flores, J. L. M. (2023). Modelo matemático basado en algoritmos genéticos para optimizar las utilidades en una empresa de transporte interprovincial de pasajeros. *Revista Ciencia y Tecnología*, 19(2), 11-26.
- Flores, T. C. E. y Flores, C. K. L. (2021). Aplicación de modelos de simulación a líneas de espera, riesgos e inventarios. *Ingeniería Industrial*, 42(3), 54-66.
-

- Gutiérrez, V. y Vidal, C. J. (2008). Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (43), 134-149.
- Guzmán, E., Poler, R. y Andrés, B. (2020). Un análisis de revisiones de modelos y algoritmos para la optimización de planes de aprovisionamiento, producción y distribución de la cadena de suministro. *Dirección y Organización*, (70), 28-52.
- Hernández, B. L. S. (2022). Gestión del conocimiento y sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro: revisión de literatura. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(3), 732-748.
- Manrique, N. M. A. L., Teves, Q. J., Taco, L. A. M. y Flores, M. J. A. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88), 1136-1146.
- Montero, B. L. M., Castellanos, P. G. y Ruiz, Q. S. C. (2023). Modelo de distribución minorista con un enfoque integrado de logística y marketing. *Economía y Desarrollo*, 167(1).
- Olvera, C. J. A., Granillo, M. R., Santana, R. F. y Simon, M. I. (2024). Optimización de rutas y localización de instalaciones para la distribución eficiente de alimentos. *Portal de la Ciencia*, 5(2), 130-149.
- Omnia Solution. (2022, 16 de junio). Desafíos de la cadena de suministro en el sector agroindustrial. <https://omniasolution.com/2022/06/16/desafios-de-la-cadena-de-suministro-en-el-sector-agroindustrial/>
- Ordoñez, G. J. E., Merizalde, A. C. E. y Villamar, P. W. G. (2021). TIC y su contribución para el desarrollo sostenible en la agroindustria alimentaria. *RECIAMUC*, 5(4), 22-36.
- Pérez, J. H. M. (2020). Gestión de procesos en la cadena de suministro de la industria agroexportadora en el periodo 2015-2020: una revisión de la literatura científica.
- Prieto, M., Mouwen, J. M., López, P. S. y Cerdeño, S. A. (2008). Concepto de calidad en la industria Agroalimentaria. *Interciencia*, 33(4), 258-264.
-

- Ramírez, C. L. y Prado, B. O. (2020). Modelo de planificación táctica de cultivos bajo incertidumbre. *Ingeniería Industrial*, 16(2), 253-267.
- Ramírez, J. D. P., Freire, E. I. G., Torres, A. A. S. y Abarca, L. I. F. (2023). Circularidad en la cadena de suministro: Transformando la economía a través de la gestión sostenible de recursos. *Dominio de las Ciencias*, 9(2), 1710-1732.
- Salazar, F., Cavazos, J. y Vargas, G. (2014). Logística humanitaria: un enfoque del suministro desde las cadenas agroalimentarias. *Información Tecnológica*, 25(4), 43-50.
- Sánchez, S. Y., Pérez, C. J. A., Sangroni. L. N., Cruz, B, C. y Medina, N. Y. E. (2021). Retos actuales de la logística y la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, 42(1), 169-184.
- Satama, F. L. V., Bernal, M. L. y Gálvez, D. I. M. (2021). Teoría de colas y líneas de espera, un reto empresarial en el mejoramiento continuo de los servicios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 8418-8440.
- Zapata, C. J. A., Vélez, B. Á. R. y Arango, S. M. D. (2020). Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte. *Investigación Administrativa*, 49(126).
-