# Optimización de la cadena de suministro para la exportación de frambuesas mexicanas

*Supply chain optimization for the export of Mexican raspberries*

**Revista Latinoamericana de Investigación Social, vol. 9, no.2**
**DOI: https://doi.org/10.26457/relais.v9i2.5160**

**Sarah Yuliana García Martínez**
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
gr352036@uaeh.edu.mx

**Ruth Ortiz Zarco (Correspondencia)**
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
ruth_ortiz@uaeh.edu.mx

**Enrique Guardado Ibarra**
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
enrique_guardado@uaeh.edu.mx

**Artículo de investigación**

Recibido: 23/01/2026

Aceptado: 05/07/2026

Fecha de publicación: 26/08/2026

**RESUMEN**

Debido a la gran diversidad climática, disponibilidad de mano de obra y ventanas comerciales estratégicas, México se posiciona como uno de los principales países exportadores de bayas, entre ellas la frambuesa que, gracias a los diferentes beneficios que derivan de su consumo, ha generado un incremento en la demanda internacional otorgando a México crecimiento económico. Sin embargo, al ser un fruto altamente perecedero, representa un desafío lograr que la mercancía llegue a su destino en condiciones óptimas al consumidor final. Por lo cual es de vital importancia implementar estrategias logísticas eficientes, tecnologías de conservación y una cadena de suministro bien estructurada que permita que la frambuesa mexicana compita en mercados internacionales.

**Palabras clave:**

*Cadena de suministro, frambuesas, optimización*

**ABSTRACT**

Due to its great climatic diversity, availability of labor, and strategic commercial windows, Mexico is positioned as one of the leading exporters of berries, including raspberries, which, thanks to the various benefits derived from their consumption, have generated an increase in international demand, providing Mexico with economic growth. However, as it is a highly perishable product, it is a challenge to ensure that the goods reach their destination in optimal condition for the end consumer. It is therefore vitally important to implement efficient logistics strategies, preservation technologies, and a well-structured supply chain that allows Mexican raspberries to compete in international markets.

**Keywords:**

Supply chain, raspberries, optimization

## Introducción

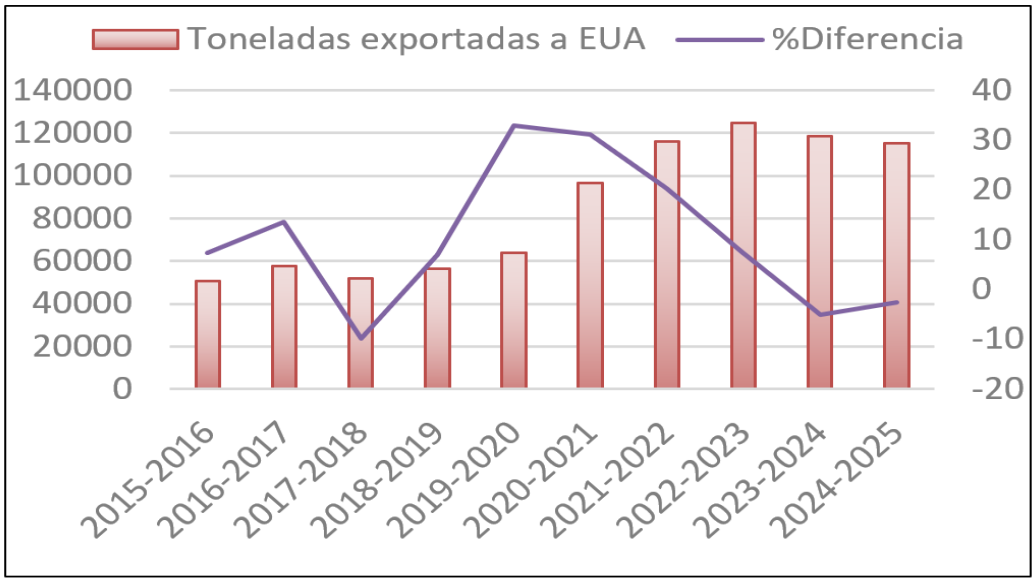
La frambuesa (Rubus idaeus) es una baya altamente reconocida a nivel mundial debido a su sabor agridulce fresco y su alto valor nutricional; donde una taza de 123 gramos (gr) proporciona 8 gr de fibra lo que equivale al 32% y 21% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) para hombres y mujeres respectivamente, también aportan más del 50% de la IDR recomendada de vitamina C, además de otros nutrientes benéficos para la salud (Groves, 2023).

Según Intagri (2017), las frambuesas que se desarrollan en climas templados, con inviernos definidos entre 5 °C y 20 °C presentan mejores cualidades organolépticas: son más dulces, menos ácidas, tienen un aroma más pronunciado y un color más intenso que aquellas cultivadas en regiones con climas fríos o muy calurosos. Debido a las condiciones climáticas favorables, disponibilidad de mano de obra y ventanas comerciales estratégicas, México se ha logrado posicionar como uno de los principales exportadores de frutas y hortalizas a nivel mundial. De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), el cultivo de frambuesa ha presentado un crecimiento considerable en los últimos diez años, especialmente en estados como Jalisco, Michoacán y Baja California, donde se concentran los mayores volúmenes de producción. Bajo este contexto, la frambuesa no solo representa una fuente de ingresos para pequeños y medianos productores, sino que también contribuye significativamente a la balanza comercial agroalimentaria del país.

En julio de 2024, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) informó que México se posicionó como el segundo mayor exportador mundial de frambuesas, con un valor de exportación de 1,343 millones de dólares en 2023, con mercados clave como Estados Unidos, Canadá y algunos países de Europa, además indicó que la producción de esta fruta se ha logrado constituir como pilar de la economía nacional, ya que ha generado más de 450 mil empleos, de los cuales alrededor del 40 por ciento son mujeres.

**Gráfica 1.**

***Exportaciones de frambuesa de México a Estados Unidos***




*Nota:* Elaboración propia. Los datos fueron tomados de Directorio de expositores de empresas del 15 Congreso Internacional Aneberries (De Riego, 2025).

Bajo el contexto internacional, como se muestra en la Gráfica 1, elaborada con datos del directorio de expositores del 15° Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de *Berries* (Aneberries, 2025), indica que actualmente se exporta frambuesa fresca a 11 países distintos, siendo Estados Unidos el líder con 98.5%, seguido de Canadá con 0.6% y Alemania 0.4%. México cerró la temporada (julio 2024 - julio 2025) con 105,241 toneladas exportadas de frambuesas, 2% menos que en la temporada anterior. México generó $1,035, millones de USD, posicionándose en el primer lugar de bayas frescas con mayor generación de divisas, con un 33% del valor total de exportaciones ($3,173 millones de USD).

Las exportaciones, en comparación con su temporada más alta (2022-2023) disminuyeron un 3% (3,000 toneladas) esta temporada. Mientras que Estados Unidos importa productos de 23 países, siendo México el principal con el 39.7% (6,290 toneladas), seguido por Chile con el 30.6% (4,848 toneladas) y Serbia con el 12.1% (1,923 toneladas). El balance comercial que reporta la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2024) de frambuesas, moras y zarzamoras frescas equivale a US$243M debido a que las exportaciones fueron de US$243M y las importaciones de US$0.

Según lo expuesto por Strailey en su ponencia “Tendencias del consumo de *berries* en los mercados internacionales” durante el 15° Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de *Berries* (comunicación personal, 23 de julio de 2025), el consumo global de bayas continúa en expansión debido a que la tendencia de consumo de las frambuesas ha sido influenciada por diversos factores, aunque mayormente son enfocados a la salud y los beneficios que otorgan a las personas que las consumen, de igual manera los hábitos de consumo de productos orgánicos o que no afecten al impacto ambiental son clave para la compra de este producto siendo las frambuesas convencionales, el tipo de baya que más se vende y consume, siendo la mayor parte de consumidores

fluctúan en un rango de edad de 59 a 78 años debido a que esta generación (*Baby Boomers*) percibe a las frambuesas como un suplemento alimenticio con muchos nutrientes, factores antiinflamatorios, anticancerígenos y antioxidantes, aunque personas más jóvenes como la generación "Z" igualmente inclinan su consumo con el fin de para aumentar la energía y mantener una dieta saludable.

Sin embargo, a pesar del potencial y el crecimiento que tiene este fruto, la cadena de suministro para exportación representa grandes retos logísticos y comerciales que deben ser resueltos de la mejor manera para garantizar que el sector de las bayas siga creciendo. Al ser un producto altamente perecedero los desafíos se multiplican a comparación de una carga general, ya que requiere temperaturas específicas de almacenamiento, transporte y refrigeración desde el campo hasta llegar al consumidor final para garantizar calidad e inocuidad. Entre los principales desafíos a los que se enfrenta este fruto se encuentran: Retrasos logísticos, sistemas anticuados en aduana, radiación solar, la necesidad de crear ecosistemas distintos para cada variedad distinta del fruto, mercancía que se desaprovecha al ser rechaza al llegar al destino, errores de clasificación arancelaria, cambio de divisas, inestabilidad política, entre otros.

Según el U.S. *Department of Agriculture* (USDA, 2025), el sector de bayas en México ha crecido rápidamente durante la última década, con productores que han incrementado la producción para satisfacer la creciente demanda de los consumidores nacionales e internacionales. Tras una caída durante la pandemia, la producción de bayas ha continuado creciendo de forma constante durante los últimos tres años. Se pronostica que la producción de bayas de México para el año 2025 será de 250,000 toneladas métricas de moras, 219,000 toneladas de frambuesas y 700,000 toneladas de fresas, lo que representa aumentos interanuales de aproximadamente el 3%, 7% y 6%, respectivamente.

El crecimiento previsto de la producción se basa en una fuerte demanda, recursos hídricos adecuados e inversiones de los productores en tecnología y prácticas mejoradas. Se pronostica que las exportaciones totales de bayas, incluyendo fresas, frambuesas, moras y arándanos, alcancen las 752,000 toneladas métricas en el año calendario 2025, un 5% más que las 716,000 toneladas métricas estimadas para 2024, debido a la fuerte demanda estadounidense y al debilitamiento del peso frente al dólar estadounidense.

Este artículo tiene como objetivo general crear una propuesta de optimización a la cadena de suministro para la exportación de frambuesas en México mediante el análisis de su estado actual y la propuesta de mejoras, incrementando la eficiencia y competitividad del sector.

De manera específica, se pretende:

- Describir la estructura y funcionamiento de la actual cadena de suministro de frambuesas en México.
- Describir los principales actores y procesos de la cadena de suministro de frambuesas en México.
- Identificar las áreas de oportunidad y los principales retos que afectan la competitividad del sector mediante el análisis de las condiciones actuales.
- Proponer estrategias de optimización a partir del análisis previo de la cadena de suministro de frambuesas destinadas a la exportación.

**Antecedentes**

México ha experimentado un aumento en la producción, comercialización y exportación de frambuesa. A finales de la década de 1990 e inicios de los años 2000, el cultivo de frambuesa en el país era limitado y estaba principalmente concentrado en pequeños productores agrícolas que abastecían únicamente mercados locales, la falta de expansión de mercados se debía principalmente a la falta de un buen manejo de postcosecha del fruto, dificultad de acceso a transporte refrigerado y la carencia de empaques adecuados, lo que provocaba que el fruto no cumpliera con los estándares de calidad requeridos por los mercados internacionales, como lo eran Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea (ProducePay, 2022).

A partir del año 2000, el país experimentó un notable crecimiento en la producción de bayas y a su vez también se preveía una creciente demanda internacional. Sin embargo, este crecimiento evidenció la necesidad de organizar al sector para representar sus intereses ante autoridades nacionales e internacionales y garantizar estándares de calidad y sostenibilidad que cumplieran con las exigencias de los mercados destino, ante ese contexto es cuando un grupo de exportadores y productores líderes decidieron crear una asociación que unificara los esfuerzos del sector y fortaleciera su presencia en el comercio exterior y es en 2009 cuando surge "Aneberries" (Asociación Nacional de Exportadores de *Berries* de México) la cual desde su creación ha desempeñado un papel clave en la profesionalización de la industria. (International Blueberry Organization, 2023).

Fue a partir del año 2010, cuando la industria de bayas comenzó a consolidarse como potencia agrícola, el crecimiento de este sector se ocasionó debido al interés de empresas extranjeras que comenzaron a hacer asociaciones con productores nacionales que les permitieron crear transferencia de tecnología y desarrollo de infraestructura en donde los productores comenzaron a implementar sistemas de riego por goteo, fertiirrigación, control de plagas mediante métodos biológicos y manejo de temperatura durante la postcosecha, lo que permitió extender la vida útil del producto y cumplir con las exigencias de los mercados de exportación.

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura (SAGARPA, 2017), el crecimiento agrícola se vio beneficiado gracias a que el gobierno mexicano a cargo del presidente Felipe Calderón Hinojosa implementó programas de apoyo productivo y de modernización agrícola, como: Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura (PAIEI), Programa de Innovación y Transferencia de Tecnología, Proyectos Estratégicos para el Desarrollo Rural (PRODESCA) todos ellos a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería , Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Posteriormente, el gobierno a cargo del presidente Enrique Peña Nieto reforzó la competitividad agroalimentaria y la tecnificación del campo mediante los programas: Programa de Fomento a la Agricultura (PFA), Componente de Productividad y Competitividad Agroalimentaria (CPCA), Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas, que otorgaba financiamiento compartido para proyectos agrícolas.

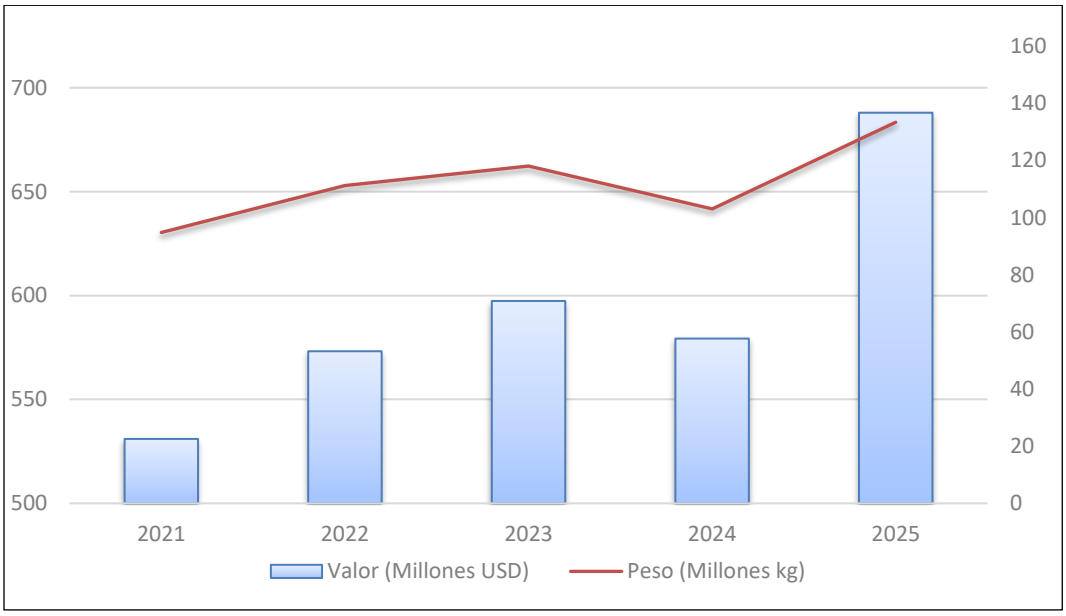
Como resultado de estas inversiones en tecnología, infraestructura y profesionalización del sector, las exportaciones mexicanas de frambuesa han mantenido una tendencia creciente durante los últimos años. La Gráfica 2 muestra la evolución reciente de las exportaciones mexicanas de frambuesa en términos de valor y volumen durante el periodo 2021-2025.

La Gráfica 2, elaborada con datos de *UN Comtrade*, evidencia el crecimiento sostenido de las exportaciones mexicanas de frambuesa durante el periodo 2021-2025. En términos de valor, las exportaciones aumentaron de 531.0 millones de dólares en 2021 a 688.0 millones de dólares en 2025, lo que representa un crecimiento acumulado de 29.57%. Asimismo, el volumen exportado pasó de 94.8 millones de kilogramos a 133.4 millones de kilogramos, equivalente a un incremento de 40.70%

en el periodo analizado. Un comportamiento particular se observó en 2024, cuando el volumen exportado disminuyó respecto al año anterior; sin embargo, esta reducción fue parcialmente compensada por un incremento en el precio promedio de exportación, que alcanzó 5.63 USD por kilogramo, el valor más alto del periodo. Como consecuencia, la disminución en el valor total exportado fue considerablemente menor que la caída registrada en el volumen comercializado, evidenciando la importancia que tienen las variaciones de precio en el desempeño económico del sector.

**Gráfica 2.**

***Exportaciones de frambuesa de México hacia el mundo***




*Nota:* Elaboración propia con datos de UN Comtrade (2025).

En conjunto, los datos muestran que la frambuesa mexicana durante este periodo analizado sostuvo una tendencia positiva de crecimiento y una creciente participación en los mercados internacionales. No obstante, para sostener esta dinámica será necesario continuar fortaleciendo la eficiencia de la cadena de suministro, reducir pérdidas postcosecha y garantizar la calidad del producto durante todo el proceso logístico, factores que resultan determinantes para mantener la competitividad de México en el comercio internacional de bayas y productos perecederos.

Sin embargo, este crecimiento no hubiera sido posible sin el avance de la tecnología del transporte refrigerado, ya que según datos de Polifret S.L. (2021) antiguamente, los productos perecederos se transportaban principalmente utilizando grandes cantidades de hielo y sal que ineludiblemente se derretirían cuando era necesario recorrer grandes distancias, generando una barrera logística que restringía la comercialización de productos perecederos a un radio geográfico determinado por la velocidad de transporte disponible y las condiciones de temperatura ambiental. En consecuencia, cualquier destino ubicado fuera de ese rango implicaba un alto riesgo de deterioro del producto antes de su llegada al consumidor final.

Con el avance de la tecnología y la incorporación de generadores de frío en los contenedores, el transporte refrigerado en México fortaleció significativamente su capacidad operativa. De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte (IMT, 2016), para el año 2015 se registraban 54,904 vehículos de autotransporte público equipados con sistemas de refrigeración, pertenecientes a 16 754 propietarios, lo que representa un promedio de 3.3 unidades por propietario. Este incremento en la disponibilidad de transporte especializado ha permitido mejorar la eficiencia y la trazabilidad en la cadena de suministro, asegurando que productos altamente perecederos, como las frambuesas, mantengan su calidad durante el traslado desde el campo hasta los mercados internacionales.

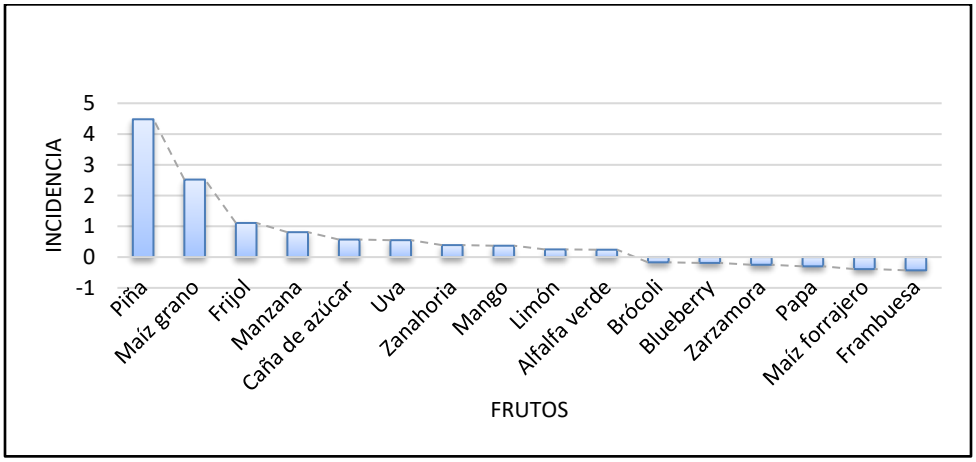
El papel que juegan los productos perecederos dentro de la gestión de la cadena de suministro suele ser uno de los principales retos dentro del comercio internacional debido a la sensibilidad de los productos al tiempo, temperatura y condiciones de transporte, agregando la necesidad de lograr que el producto llegue al destino aun con la suficiente vida de anaquel para poder ser comercializado.

Dado que las frambuesas son consideradas uno de los frutos más perecederos debido a su estructura hueca y piel extremadamente delgada, provoca daños, pérdida de humedad y crecimiento microbiano durante el manejo y transporte (FAO, 2019). Su vida útil es corta y depende de la adecuada gestión de transporte refrigerado, almacenamiento y distribución, lo que ha motivado el desarrollo de diversos modelos de optimización logística (Hernández & Aguilar, 2021).

No obstante, los datos de comercio internacional muestran que las exportaciones mexicanas de frambuesa han mantenido una tendencia creciente durante los últimos años, lo que refleja la relevancia de este fruto en los mercados internacionales. Sin embargo, el incremento de las exportaciones no necesariamente implica un aumento en la producción nacional. De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), algunos cultivos estratégicos registraron disminuciones en su volumen de producción durante 2025, afectando el desempeño del sector agrícola nacional. La Gráfica 2 presenta las principales incidencias positivas y negativas de diversos cultivos en el crecimiento del Índice de Volumen Físico (IVF) agrícola durante el cuarto trimestre de 2025, destacando el caso de la frambuesa entre los productos con contribución negativa.

**Gráfica 3.**

***Principales cultivos que contribuyeron al crecimiento y disminución del sector agrícola mexicano, 2025***




*Nota:* Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2025).

Como se observa en la Gráfica 3, la frambuesa registró una incidencia negativa de -0.43 puntos porcentuales en el crecimiento del sector agrícola mexicano durante el cuarto trimestre de 2025. Esta situación se debió a una reducción de 32.69 % en su volumen de producción respecto al mismo periodo del año anterior. Lo que refleja que aunque las exportaciones mexicanas de frambuesa continuaron mostrando un comportamiento favorable en los mercados internacionales, la disminución de la producción evidencia la existencia de desafíos dentro de la cadena de suministro, tales como la escasez de mano de obra agrícola, los efectos de las condiciones climáticas y las limitaciones operativas en el proceso productivo lo que representa un riesgo significante al momento de expansión del sector agrícola, ya que primero se debe abastecer el mercado nacional.

**Marco teórico**

La logística de productos perecederos representa uno de los principales retos dentro de la logística internacional, debido a que estos productos son altamente sensibles al tiempo, temperatura y a las condiciones de transporte. En el contexto de las exportaciones agroalimentarias, una distribución ineficiente puede generar pérdidas económicas importantes, afectar la calidad del producto y reducir su competitividad en mercados internacionales.

Para sostener y mantener la posición que México ha logrado obtener como exportador de productos agroalimentarios a lo largo de los años, los productores y exportadores han adoptado progresivamente estrategias logísticas basadas en modelos de optimización. La implementación de dichos modelos permite mejorar la toma de decisiones relacionadas con el diseño de rutas, la programación de entregas y la gestión rigurosa de la cadena de frío, factores que resultan fundamentales para asegurar la conservación de las propiedades y la calidad de los productos perecederos. La correcta planificación logística contribuye no solo a reducir costos operativos y las mermas, sino también a cumplir con los estándares de calidad, normativas de inocuidad y tiempos de tránsito exigidos por los altamente competitivos mercados internacionales.

Uno de los estudios más destacados es el desarrollado por Tarantilis y Kiranoudis (2001), quienes proponen un modelo de optimización enfocado en la distribución de productos alimentarios, identificando al tiempo como el factor más crítico en el proceso logístico. Este reto se centraliza mayormente en bienes frescos como la leche, las verduras y la carne, cuya gestión requiere del diseño de estrategias de distribución especializadas. Los autores señalan que el periodo comprendido entre la preparación del producto y su comercialización es de gran interés tanto para productores como para comerciantes, ya que una distribución ineficiente puede reducir significativamente la vida útil del producto, lo que podría implicar desde una merma en la calidad, la pérdida total del producto, el aumento los costos de almacenamiento y hasta la disminución de la eficiencia en las ventas.

Tal como lo plantean en su estudio, Tarantilis y Kiranoudis (2001), si el proceso de distribución no es eficiente, el impacto más relevante que habrá es una entrega tardía de los productos a su destino que afecta significativamente a aquellos que están frescos, los cuales principalmente son supermercados, tiendas pequeñas, recauderías o restaurantes. En consecuencia, se priva al comerciante de poder ofertar estos productos por un período de tiempo mayor, resultando en una merma cualitativa y financiera, porque los productos pierden calidad y las ventas se ven afectadas.

Otro factor relevante son los costos de almacenamiento, en los que se refleja directamente la estructura de costos, puesto que obliga a los productores a realizar una acumulación de excedentes en sus almacenes para asegurar la disponibilidad del producto bajo las estrictas condiciones requeridas. Ante este panorama negativo, los autores sostienen que surge la necesidad de diseñar rutas de entrega de distancia mínima para las flotas operativas en los centros de distribución.

El análisis de estos modelos se fundamenta en el Problema de Ruteo de Vehículos, propuesto inicialmente por Dantzig y Ramser (1959), en su estudio clásico titulado The Truck Dispatching Problem. El objetivo principal del VRP es diseñar un conjunto de rutas eficientes para una flota de vehículos que atienden a diversos clientes desde un depósito central, minimizando así el costo total de operación, ya sea en términos de distancia, tiempo o consumo de combustible. Este modelo se basa en supuestos básicos como la homogeneidad de la flota, la atención de cada cliente una sola vez y el retorno de los vehículos al punto de origen.

A partir de este modelo clásico surgieron diversas variantes que incorporan condiciones más cercanas a la realidad operativa de las empresas. Entre estas destacan el Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) y el Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem (HFFVRP). El VRPTW introduce la restricción de ventanas de tiempo, estableciendo intervalos específicos en los que cada cliente puede recibir los productos. Esta característica es especialmente relevante para los productos perecederos, ya que permite coordinar las entregas con los horarios de recepción de los puntos de venta, reduciendo tiempos de espera y evitando retrasos que puedan afectar la calidad del producto.

Por su parte, el HFFVRP amplía el modelo al considerar una flota de vehículos heterogénea, en la cual las unidades difieren en capacidad, costos operativos, velocidad y consumo de combustible. Además, este modelo asume que el número de vehículos disponibles es fijo, por lo que el problema se centra en la asignación óptima de rutas a cada unidad. Esta condición refleja de manera más precisa la realidad de las empresas dedicadas al transporte de productos agroalimentarios, donde debido a restricciones de inversión, no siempre es viable financiera o logísticamente modificar el tamaño de la flota.

La aplicación del HFFVRP en la logística de productos perecederos permite una mejor adaptación a las necesidades específicas del transporte, como el uso de distintos tipos de vehículos refrigerados según el volumen de carga y la distancia a recorrer. De esta manera, el modelo contribuye a optimizar el uso de recursos logísticos, reducir costos operativos y garantizar entregas oportunas. En el caso específico de las exportaciones agroalimentarias, la implementación de estos modelos resulta una herramienta fundamental para preservar la calidad del producto, cumplir con las ventanas de tiempo establecidas y fortalecer la competitividad de los productores en los mercados internacionales.

**Marco referencial**

La literatura contemporánea sobre cadenas de suministro agroalimentarias señala que la crisis alimentaria global es un problema estructural de alta complejidad, en el cual la eficiencia logística y la optimización de procesos adquiere un papel determinante. De acuerdo con el Programa Mundial de Alimentos (2026), la magnitud de la crisis de hambre a nivel mundial eleva la necesidad de fortalecer los sistemas agroalimentarios, con estrategias que mejoren la distribución, reduzcan pérdidas postcosecha y garanticen el acceso eficiente a alimentos perecederos. En este contexto, la optimización de cadenas de suministro se consolida como un campo de estudio prioritario.
Los productos agroexportables, particularmente las frutas perecederas (como las frambuesas mexicanas), son tema de la literatura especializada, la cual infiere como principales retos para su comercialización internacional, los temas de: logística de transporte, conservación, trazabilidad, tiempos de entrega y sostenibilidad de la cadena de suministro; por lo que se asume, que estos elementos son críticos dada la sensibilidad del producto a variaciones térmicas y a su corta vida útil, requiriendo sistemas logísticos especializados.

Son diversos los estudios que exploran la relación entre cadenas productivas agroexportadoras y competitividad internacional; por su parte, Pérez (2018), tras analizar la cadena

del arándano en México y Chile, demuestra que la eficiencia logística y la coordinación entre actores de la cadena son factores estratégicos para el posicionamiento internacional de los productos agrícolas, de igual forma, evidencia que la incorporación de tecnologías de información y la reducción de tiempos de distribución mejoran la percepción de calidad y disminuyen pérdidas en la etapa postcosecha.

Pasando al tema de la calidad del producto, Liu et al. (2023), refirieron que conservar la frescura de los productos agrícolas es un elemento necesario para lograr la competitividad internacional. En concordancia, Granillo et al. (2018), afirman que una logística agroalimentaria eficiente tiene que integrar variables como: transporte, almacenamiento, inventarios y distribución física; los autores resaltan que los productos perecederos demandan sistemas logísticos con control de temperatura y alta velocidad de entrega para evitar deterioro y pérdidas económicas, situación aplicable al caso de las frambuesas mexicanas.

En cuanto al diseño integral de cadenas de suministro, Bejarano (2022), propone modelos que contemplan la coordinación entre actores logísticos, reducción de costos operativos y una adecuada capacidad de respuesta ante variaciones de demanda. De manera similar a Pérez (2018), subraya la necesidad de incorporar tecnologías de monitoreo, trazabilidad y planificación logística que ayuden a garantizar la calidad e inocuidad del producto a lo largo de toda la cadena de suministros.

En términos de optimización de cadenas de frío, Iyer y Robb (2025), consideran que estos sistemas son esenciales para preservar la calidad de productos sensibles a la temperatura, aunque implican altos costos operativos. Los modelos de optimización permiten mejorar la planeación logística y el desempeño ambiental de las cadenas agroalimentarias, lo cual es crucial para la exportación de frambuesas. Lejarza et al. (2021), explican que la optimización en tiempo real en cadenas transfronterizas entre México y Estados Unidos reduce costos y desperdicios, siempre y cuando se consideran variables ambientales (temperatura y humedad).

Otro núcleo central en la literatura, es la administración de inventarios para productos perecederos, al respecto, Mieras et al. (2020), plantean un modelo de evaluación de lotes que contempla el deterioro temporal del producto, mostrando que una correcta planeación aminora las pérdidas económicas y eleva la eficiencia operativa; este enfoque es relevante ara las frambuesas, dada su elevada tasa de descomposición.

En líneas más recientes, desde el ámbito de la optimización matemática y sostenibilidad, Shahabi-Shahmiri et al. (2023), probaron que la incorporación de algoritmos multicriterio ayuda a mejorar la asignación de recursos y la reducción de desperdicios en sistemas productivos. Al respecto, Karimi et al. (2022), formulan modelos fundamentados en datos que permiten estimar los lotes óptimos, puntos de reorden y condiciones idóneas en los almacenes de refrigeración, indicando que el análisis predictivo eleva la eficiencia de la cadena de frío.

Sinha y Anand (2020) integran algoritmos metaheurísticos para optimizar simultáneamente producción, inventarios y distribución, mejorando el desempeño operativo de productos perecederos; complementando, Soysal et al. (2015) incorporan variables ambientales como emisiones de $CO_2$ en modelos de ruteo, probando que la sostenibilidad puede considerarse sin necesidad de sacrificar la eficiencia operativa.

Desde una perspectiva tecnológica, Bogataj et al. (2017), parten de la importancia del Internet de las Cosas (IoT) y los sistemas ciber físicos en la reducción de pérdidas postcosecha, esto al permitir el monitoreo en tiempo real la temperatura y humedad. Para Kumar y Agrawal (2024), la inteligencia artificial y la Industria 4.0 permiten ayudan a clasificar los productos perecederos, gracias al

procesamiento de imágenes y optimización de decisiones de almacenamiento y transporte, impactando así en la reducción de mermas postcosecha.

En el ámbito específico de la exportación de frambuesas, Cordano y Chang (2019), hablan de la prefactibilidad de una planta de congelado para exportación al mercado europeo, sus resultados muestran que los procesos de transformación y congelación incorporan alternativas efectivas en la extensión de vida útil del producto, reducción de pérdidas y cumplimiento con las exigencias de calidad, inocuidad de mercados exigentes.

**Imagen 1.** ***Marco referencial***




*Nota:* Elaboración propia con datos de: Aung y Chang (2014), Granillo et al., (2016), Lezama y Galindo (2017), Pérez (2018), González y Santoyo (2018), López et al. (2018), Cordano, (2019), Shahabi y Tavakkoli (2019), Bejarano (2022), Mieras et al. (2024) y Manzo (2016).

La imagen 1, muestra una síntesis de las aportaciones previas sobre el tema, destacan los trabajos de: Aung y Chang (2014), Granillo, Santana y Olivares (2016), Lezama y Galindo (2017), Pérez (2018), González y Santoyo (2018), López et al. (2018), Cordano, (2019), Shahabi y Tavakkoli (2019), Bejarano (2022), Mieras et al. (2024) y (Manzo Martínez, 2016); en conjunto se observa que la optimización de la cadena de suministro para la exportación de frambuesas mexicanas demanda una visión integral que una los siguientes elementos: productividad, comercialización, trazabilidad, intermediarios, logística y acceso a mercados internacionales; para el caso específico del mercado europeo la literatura refiere una elevada demanda de productos orgánicos y congelados con fuertes requerimientos en lo que respecta a costos, calidad, tecnología y control de temperatura a lo largo de toda la cadena de suministros.

La revisión del estado del arte, permite concluir que la literatura especializada en torno al tema de estudio ha avanzado significativamente, enfatizando en el estudio de la logística agroalimentaria, la optimización matemática, la gestión de inventarios perecederos y la incorporación de tecnologías inteligentes en cadenas de suministro; no obstante, hay vacíos en cuanto al diseño de modelos aplicados concretamente a la exportación de frambuesas mexicanas, y si bien, hay basta evidencia de la relevancia de la cadena de frío, el monitoreo en tiempo real y la analítica predictiva, las propuestas de estrategias integrales de optimización adaptadas al contexto mexicano y a las exigencias de mercados internacionales son escasas, es por ello, que el presente documento, pretende sumar al fortalecimiento teórico y aplicado de este campo.

## Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo y exploratorio, mediante la aplicación de técnicas de investigación documental y observación directa no participante. Este enfoque fue seleccionado debido a que el objetivo principal consistió en identificar oportunidades de mejora en la cadena de suministro de la frambuesa mexicana destinada a la exportación, así como analizar los principales desafíos logísticos, tecnológicos y operativos que enfrenta el sector agroalimentario en un entorno internacional altamente competitivo.

Como fuente primaria de información se utilizó el 15.º Congreso Internacional de *Berrie*s, organizado por la Asociación Nacional de Exportadores de *Berries* (ANEBERRIES), celebrado los días 23 y 24 de julio de 2025 en Guadalajara, Jalisco, México. La participación presencial en este evento permitió obtener información de primera mano mediante la observación directa de las ponencias, el intercambio de conocimientos con especialistas del sector y la interacción con productores, empresas proveedoras de tecnología agrícola, operadores logísticos y representantes de organizaciones vinculadas con la industria de las bayas.

La selección de las ponencias analizadas se realizó con base en un criterio de pertinencia temática, considerando únicamente aquellas relacionadas con los objetivos de la investigación y con los procesos que integran la cadena de suministro de la frambuesa. Entre las conferencias seleccionadas destacó "Tendencias de consumo de *berries* en los mercados internacionales con énfasis en el mercado norteamericano", debido a que permitió identificar cambios en las preferencias de los consumidores en Norteamérica, así como la necesidad de adaptar las estrategias de producción y distribución de las bayas mexicanas para satisfacer las exigencias de los mercados internacionales.

Asimismo, se analizó la ponencia "Calidad que cruza fronteras: innovación y sustentabilidad en el almacenamiento y transporte de *berries*", considerada una de las más relevantes para la investigación debido a que abordó la influencia de variables físicas y ambientales durante el transporte de productos perecederos. Esta conferencia proporcionó elementos para comprender cómo la adecuada gestión de la cadena de frío puede contribuir a preservar la calidad e inocuidad de la frambuesa durante su traslado hacia mercados internacionales. Derivado de esta participación, se

estableció comunicación personal con el expositor Danilo Ignacio Arellano González, ingeniero agrónomo y Máster en Ciencias Agropecuarias por la Universidad de Chile, quien se desempeña como jefe del Departamento de Investigación y Desarrollo (I+D) y del Área Técnica de Liventus, empresa chilena especializada en soluciones tecnológicas para la conservación y transporte de productos hortofrutícolas. Con el propósito de contribuir al desarrollo de la presente investigación, el especialista compartió información técnica especializada relacionada con la calidad poscosecha, el almacenamiento, la cadena de frío y la conservación de bayas durante su transporte internacional.

De igual manera, la conferencia "El futuro de la mano de obra en la industria de *berries*: cómo la automatización y la robótica están cambiando el juego" permitió identificar tecnologías emergentes aplicables a la producción y logística agroalimentaria, evidenciando que la innovación tecnológica posee el potencial de incrementar la competitividad del sector exportador mexicano.

Como complemento de la información obtenida durante las distintas ponencias, se realizó observación directa de los espacios de exhibición comercial y tecnológica presentes en el evento, con el propósito de identificar soluciones innovadoras aplicables a la producción, almacenamiento, conservación y transporte de bayas.

Durante el desarrollo del congreso también se obtuvieron aportaciones de actores involucrados directamente en la producción de frambuesa, particularmente productores agrícolas, quienes compartieron experiencias relacionadas con el manejo operativo de la cadena de suministro, desde la etapa de cultivo hasta la distribución final. Estas contribuciones permitieron contrastar la información expuesta por especialistas y empresas con la realidad operativa observada en el campo.

La información obtenida mediante las fuentes primarias fue complementada a través de investigación documental. Para ello, se consultaron fuentes secundarias provenientes de organismos gubernamentales, asociaciones del sector agroalimentario, empresas especializadas en logística y comercio exterior, así como artículos científicos publicados en revistas académicas indexadas. Los criterios de selección de dichas fuentes fueron su confiabilidad, actualidad, relevancia temática y relación directa con la producción, logística, exportación y comercialización internacional de la frambuesa mexicana.

Adicionalmente, la investigación se enriqueció con información derivada de la experiencia laboral de la autora en el sector logístico y de transporte internacional, particularmente en operaciones relacionadas con el movimiento de mercancías y la coordinación de procesos vinculados al comercio exterior. Esta experiencia permitió comprender de manera práctica diversos aspectos de la cadena de suministro, identificar problemáticas operativas recurrentes y contrastar la información teórica obtenida en las fuentes documentales con situaciones reales del entorno empresarial.

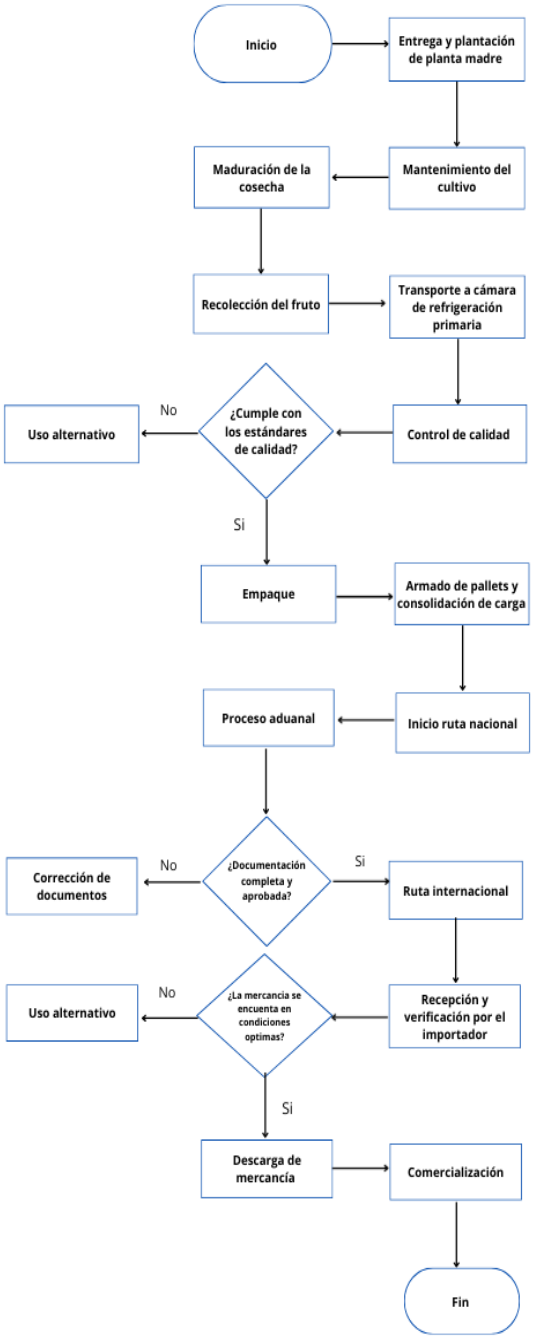
Asimismo, se incorporaron elementos de investigación de campo mediante entrevistas semiestructuradas y conversaciones con conductores de transporte de carga que realizan operaciones en Estados Unidos, quienes compartieron experiencias relacionadas con las condiciones de transporte, tiempos de tránsito, controles de inspección y desafíos logísticos presentes en la distribución internacional de productos perecederos.

**Desarrollo y resultados**

Tras el análisis integral realizado a partir de los conocimientos obtenidos durante las ponencias y actividades desarrolladas en el congreso internacional "Aneberries", literatura especializada e información sectorial se distinguieron catorce fases que conforman la cadena de suministro para la exportación de frambuesas mexicana, los cuales inciden de manera directa en la

conservación de la calidad del producto, la eficiencia operativa del sistema logístico, la sostenibilidad ambiental del proceso y la competitividad del producto en los mercados internacionales. La imagen 2 muestra de forma sintetizada las catorce fases identificadas, proporcionando una visión general del flujo operativo que sigue el producto desde su producción hasta su llegada al consumidor final.

**Imagen 2.** ***Cadena de suministro de las frambuesas destinadas a exportación***




*Nota:* Elaboración propia con base en información presentada en la conferencia Estado actual del cultivo de frambuesa: análisis, avances y proyecciones de la temporada 2024–2025, ¿Dónde está México respecto al mundo?, 15° Congreso Internacional Aneberries 2025 (Guerrero et al., comunicación personal, 24 de julio de 2025).

**Fase 1**

Durante el recorrido realizado en los espacios de exhibición comercial del congreso, se sostuvo una reunión técnica con especialistas de *Advanced Berry Breeding*, empresa dedicada al mejoramiento genético de frambuesas. A partir de este intercambio de conocimientos, se identificó que las características genéticas de cada variedad influyen de manera significativa en su comportamiento a lo largo de las etapas posteriores de la cadena de suministro, particularmente en los procesos de cosecha, almacenamiento, transporte y exportación.

Los especialistas señalaron que existen diferencias sustanciales entre variedades en aspectos como la firmeza del fruto, la tolerancia a la manipulación, la susceptibilidad al daño físico y la vida útil postcosecha. Estas variaciones determinan la capacidad de la frambuesa para conservar sus atributos de calidad durante trayectos logísticos prolongados, por lo que algunas variedades presentan mayores ventajas competitivas para su comercialización en mercados internacionales.

Con base en la información obtenida, se identificó que la selección de la variedad genética constituye un factor estratégico desde el inicio de la cadena de suministro, debido a que puede incidir directamente en la reducción de pérdidas postcosecha y en el mantenimiento de la calidad requerida para la exportación. En este sentido, se propone priorizar la reproducción y el establecimiento de variedades con características superiores de conservación, considerando criterios como firmeza, resistencia al transporte y vida de anaquel.

A partir de la investigación realizada, fue posible identificar diversas variedades cultivadas que presentan diferencias significativas en su comportamiento postcosecha. El análisis comparativo se centró en atributos que influyen directamente en la vida útil del fruto, tales como firmeza, resistencia al transporte y días de conservación en frío, con el propósito de determinar cuáles ofrecen mejores condiciones para su inserción en mercados internacionales.

***Imagen 3.***

***Variantes de frambuesa***




*Nota:* Elaboración propia con base en información técnica publicada por Advanced Berry Breeding (2024) y material institucional distribuido en el 15° Congreso Internacional Aneberries 2025.

Como resultado, tal como se muestra en la Imagen 3, se identificaron tres variedades de frambuesa que destacan por su mayor durabilidad y estabilidad después de la cosecha. La implementación de estas variedades permitiría reducir el factor crítico identificado, ya que los frutos presentan una mayor resistencia a la manipulación y conservan su calidad durante más tiempo en las etapas de almacenamiento y transporte. Lo anterior contribuiría a disminuir las pérdidas postcosecha, incrementar el porcentaje de fruta apta para exportación y mejorar la eficiencia general de la cadena de suministro, fortaleciendo así la competitividad del sector en los mercados internacionales.

**Fase 2**

Durante el análisis de esta fase se identificó que una de las principales problemáticas corresponde a la creciente escasez de mano de obra agrícola en México. De acuerdo con Villaman (2025), esta situación se encuentra asociada con el cambio en las preferencias laborales de las nuevas generaciones, quienes muestran un menor interés por las actividades agrícolas debido a factores como los bajos salarios, la inestabilidad laboral y la limitada disponibilidad de prestaciones sociales. Como consecuencia, una proporción importante de la población joven opta por incorporarse a sectores económicos urbanos o migrar al extranjero en búsqueda de mejores oportunidades laborales, reduciendo significativamente la disponibilidad de trabajadores para las actividades del campo.

Esta problemática adquiere especial relevancia en la producción de frambuesa, debido a que se trata de un cultivo intensivo en mano de obra que requiere supervisión constante durante su ciclo de desarrollo, el cual puede extenderse aproximadamente 120 días. La disminución del personal disponible dificulta la ejecución oportuna de actividades de monitoreo y manejo agronómico, incrementando el riesgo de afectaciones derivadas de plagas, enfermedades y factores ambientales adversos que pueden comprometer tanto el rendimiento productivo como la calidad del fruto destinado a exportación.

Frente a la creciente escasez de mano de obra agrícola, la cual limita la capacidad de realizar oportunamente actividades esenciales como la cosecha y el monitoreo de los cultivos, resulta necesario adoptar soluciones tecnológicas que permitan mantener la productividad y competitividad de la industria de la frambuesa. Durante la ponencia “El futuro de la mano de obra en la industria de *berries*: cómo la automatización y la robótica están cambiando el juego”, impartida por la Lic. Laura Yunuen Mejía Beja en el XV Congreso Internacional de ANEBERRIES, se presentó la implementación de tecnologías robóticas como una alternativa viable para enfrentar esta problemática.

***Imagen 4.***

***Recolectores robóticos***



*Nota:* Elaboración propia a partir de imágenes de Campo Digital (2024).

Entre las innovaciones destacadas se encuentran los recolectores robóticos equipados con sistemas de inteligencia artificial capaces de identificar el grado de madurez del fruto mediante sensores y cámaras especializadas. Estos equipos utilizan brazos robóticos que realizan el corte y la recolección de manera precisa, alcanzando una capacidad de hasta 25,000 frutos recolectados en un periodo de 24 horas. De acuerdo con la información presentada en la conferencia, esta tecnología, desarrollada en Alemania, tiene un costo aproximado de 1.1 millones de pesos mexicanos, (ver imagen 4).

La adopción gradual de estas tecnologías representa una estrategia viable para mitigar los efectos de la escasez de trabajadores agrícolas, garantizar la continuidad de las operaciones durante los periodos de cosecha y reducir el riesgo de pérdidas ocasionadas por la falta de personal disponible. Además, la automatización de la recolección contribuye a mejorar la eficiencia operativa, mantener la calidad del fruto al reducir la manipulación manual y fortalecer la capacidad de la cadena de suministro para responder a las exigencias de los mercados nacionales e internacionales.

**Fase 3**

De acuerdo con la información proporcionada por el productor de frambuesas Pablo Ibarra (Ibarra, comunicación personal, 24 de julio de 2025), una vez transcurridos aproximadamente 120 días desde el establecimiento del cultivo, se lleva a cabo la recolección manual de la frambuesa. Durante esta etapa, la determinación del momento de cosecha se realiza de manera empírica, ya que los jornaleros se basan principalmente en su experiencia y criterio personal para evaluar características como el color, la textura y la firmeza del fruto, con el propósito de determinar si este ha alcanzado el grado de madurez adecuado para su recolección.

A partir del análisis realizado, se identificó que este método empírico presenta un alto grado de subjetividad debido a la ausencia de procedimientos estandarizados para la evaluación de la madurez del fruto. Como consecuencia, pueden existir diferencias en los criterios de cosecha entre trabajadores, incrementando la probabilidad de que algunos frutos sean recolectados antes o después de alcanzar su punto óptimo de maduración.

Como resultado, se identifica la alternativa para reducir la subjetividad en la determinación del momento óptimo de cosecha, durante el área comercial del 15.º Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de *Berries (ANEBERRIES)* se identificó la tecnología de monitoreo de madurez desarrollada por la empresa *Phytech*. La información obtenida durante el evento fue complementada con documentación técnica disponible en el sitio web de la empresa, lo que permitió evaluar su potencial aplicación en la producción de frambuesa.

Se propone la implementación de sensores inteligentes de madurez, cuya adquisición podría ser apoyada mediante programas gubernamentales orientados a la modernización tecnológica del sector agrícola. Estos dispositivos permiten determinar con mayor precisión el punto óptimo de cosecha mediante la medición de variables como firmeza, colorimetría, tasa de transpiración, humedad del tejido, presión interna del fruto y concentración de sólidos solubles.

La utilización de esta tecnología contribuiría a disminuir los errores asociados a la evaluación visual realizada por los trabajadores, favoreciendo una mayor uniformidad en los criterios de cosecha y garantizando que los frutos sean recolectados en condiciones óptimas para su comercialización y exportación.

**Fase 4**

Como continuación del proceso descrito por Pablo Ibarra (Ibarra, comunicación personal, 24 de julio de 2025), una vez que el fruto ha sido recolectado, este debe ser trasladado de manera inmediata al almacén de la empresa comercializadora más cercano, comúnmente denominado *cooler*, donde se realiza el proceso de enfriamiento inicial con el objetivo de preservar su calidad y prolongar su vida útil postcosecha.

Sin embargo, se identificó que el tiempo transcurrido entre la recolección del fruto y su ingreso a la cámara de refrigeración depende directamente de la distancia existente entre el campo de producción y las instalaciones del *cooler*, lo que representa un factor crítico dentro de la cadena de suministro. Durante este periodo, las frambuesas permanecen expuestas a las condiciones ambientales y continúan desarrollando sus procesos fisiológicos naturales, particularmente la respiración y la maduración, lo que acelera el deterioro de sus atributos de calidad.

Como consecuencia, la ausencia de un control térmico inmediato puede provocar una reducción progresiva de la firmeza, el sabor, la textura y la vida útil del fruto, afectando su valor comercial y su aptitud para los mercados de exportación. Asimismo, los retrasos en el traslado o los tiempos prolongados de exposición a temperatura ambiente incrementan significativamente el riesgo de pérdidas postcosecha por deshidratación, daño fisiológico o descomposición, comprometiendo la eficiencia de las etapas subsecuentes de almacenamiento y distribución.
A partir del análisis realizado, se determinó que la rapidez con la que se establece la cadena de frío después de la cosecha constituye un elemento fundamental para garantizar la conservación de la calidad del fruto y minimizar las pérdidas durante el proceso de exportación.

Como resultado, se establece que, a fin de reducir el deterioro de la calidad de la frambuesa durante el periodo comprendido entre la cosecha y el inicio del enfriamiento, se propone la incorporación de operadores logísticos 5PL (*Fifth Party Logistics)*, especializados en la gestión integral de cadenas de suministro mediante el uso de tecnologías avanzadas de monitoreo, trazabilidad y coordinación logística. La participación de estos operadores permitiría optimizar las actividades postcosecha mediante una gestión centralizada orientada a garantizar la continuidad de la cadena de frío desde el momento de la recolección.

Como estrategia, se plantea la instalación de módulos móviles de recolección refrigerada en las zonas de cultivo, de manera que el fruto sea colocado inmediatamente después del corte en contenedores previamente enfriados, minimizando su exposición a las condiciones ambientales y reduciendo la tasa de respiración responsable del deterioro postcosecha. De igual manera, se propone la optimización de las rutas internas de transporte para garantizar que cada lote sea trasladado al centro de enfriamiento en el menor tiempo posible, reduciendo los periodos de permanencia a temperatura ambiente.

La integración de operadores 5PL permitiría coordinar, bajo una misma plataforma tecnológica, las actividades de recepción, clasificación, paletización, almacenamiento temporal, transporte interno y carga para exportación, favoreciendo una mayor sincronización entre los actores de la cadena de suministro. Como resultado, se reducirían los tiempos de operación, se minimizarían las interrupciones en la cadena de frío y se fortalecería la conservación de la calidad de la frambuesa durante las etapas iniciales del proceso de exportación.

**Fase 5**

Una vez que el fruto ingresa a la cámara de refrigeración, se lleva a cabo un proceso de control de calidad por parte del personal especializado de la empresa comercializadora, cuyo objetivo es verificar que la mercancía cumpla con los estándares establecidos para su comercialización y

exportación. Durante esta etapa se realiza una inspección exhaustiva del producto, evaluando atributos físicos y sanitarios que determinan su aptitud para los mercados internacionales.

La inspección contempla la revisión de características como tamaño, color, firmeza, uniformidad y ausencia de defectos físicos, así como la evaluación de las condiciones fitosanitarias del fruto para identificar posibles daños ocasionados por plagas, enfermedades, contaminación o una manipulación inadecuada durante las etapas previas de la cadena de suministro. Adicionalmente, se verifica que el lote mantenga las condiciones adecuadas de temperatura y humedad requeridas para preservar su calidad y garantizar su resistencia durante las fases posteriores de almacenamiento, transporte y exportación.

A partir del análisis realizado, se identificó que esta fase constituye un punto crítico de decisión dentro de la cadena de suministro, ya que determina si el producto puede continuar hacia los mercados de exportación o si debe ser descartado para dicho propósito. En aquellos casos en los que el lote no cumple con los estándares de calidad establecidos por la empresa comercializadora, el personal responsable tiene la facultad de rechazar la mercancía y devolverla al productor.

El rechazo del producto genera consecuencias económicas para los productores, debido a que reduce el volumen de fruta apta para exportación, mercado que generalmente ofrece una mayor rentabilidad. Dependiendo de la naturaleza y severidad de las no conformidades detectadas, la mercancía rechazada puede destinarse a mercados locales, procesos de transformación industrial o canales alternativos de comercialización, con el fin de minimizar las pérdidas económicas derivadas de su exclusión del mercado internacional.

Como resultado del análisis realizado, se propone que las actividades de inspección, verificación y paletización se desarrollen bajo el mismo esquema de gestión coordinado por operadores logísticos 5PL implementado en la etapa anterior, con el propósito de fortalecer el control de calidad y preservar la integridad del fruto durante esta fase crítica de la cadena de suministro. La implementación de este modelo permitiría mantener una gestión centralizada de las condiciones de almacenamiento, trazabilidad y manejo del producto, reduciendo el riesgo de pérdidas derivadas de fallas en la conservación postcosecha.

Se recomienda que, una vez recibido el producto en el centro de enfriamiento, la descarga se realice directamente dentro de cámaras refrigeradas que mantengan temperaturas constantes entre 0 °C y 2 °C, así como niveles de humedad relativa entre 85 % y 95 %, condiciones que favorecen la conservación de la calidad de la frambuesa y minimizan los efectos negativos asociados a la exposición a temperaturas superiores. Asimismo, estas instalaciones deben contar con sistemas de monitoreo digital continuo, control adecuado del flujo de aire y espacios específicos para cada lote, con el propósito de garantizar condiciones homogéneas de almacenamiento y evitar riesgos de contaminación cruzada.

Como parte del proyecto, se propone que la inspección de calidad se lleve a cabo dentro del mismo ambiente refrigerado, evaluando aspectos como la temperatura interna del fruto, la presencia de daños mecánicos o fitosanitarios, el color, la firmeza, el peso y la integridad del envase primario. Lo anterior permitiría realizar las verificaciones en condiciones controladas e identificar oportunamente los lotes que no cumplen con los requisitos exigidos para exportación, evitando que productos no conformes avancen hacia las siguientes etapas de la cadena logística. Una vez aprobados los lotes, se recomienda efectuar el proceso de paletización sin interrumpir la cadena de frío, utilizando pallets certificados para exportación y criterios de estiba que favorezcan la distribución uniforme del peso.

**Fase 6**

Una vez que el personal de control de calidad verifica que el fruto cumple con los estándares establecidos para exportación, se procede a la etapa de empaque. Durante este proceso, las frambuesas son colocadas en envases plásticos tipo domo, comúnmente conocidos como *clamshells*, cuya capacidad y peso son determinados previamente con base en los requerimientos especificados en la orden de compra del cliente. Asimismo, cada envase debe contar con el etiquetado correspondiente conforme a las regulaciones y especificaciones exigidas por el país importador, garantizando la trazabilidad e identificación del producto a lo largo de la cadena de suministro.

Durante el recorrido realizado en el área de exhibición comercial del 15.º Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de *Berries (ANEBERRIES)*, se tuvo la oportunidad de observar diferentes diseños de envases tipo *clamshell* utilizados para la comercialización de moras. En particular, la empresa Thermipack presentó diversas alternativas de empaque desarrolladas para optimizar la protección, ventilación y conservación de frutos altamente perecederos durante su almacenamiento y transporte. Esta observación permitió identificar la importancia estratégica que posee el diseño del empaque en la preservación de la calidad del producto a lo largo de la cadena de suministro de exportación.

A partir del análisis realizado, se identificó que el uso de envases tipo *clamshell* ofrece ventajas significativas para la conservación y protección de la frambuesa, debido a que reduce los daños ocasionados por la manipulación, facilita las actividades logísticas y contribuye al mantenimiento de la calidad física del fruto durante su distribución nacional e internacional. Sin embargo, esta etapa también presenta implicaciones ambientales asociadas a los materiales utilizados para la fabricación de dichos envases.

De acuerdo con Gálvez (2021), la mayoría de los envases empleados para la comercialización de frambuesas, son fabricados a partir de plásticos persistentes, como el tereftalato de polietileno (PET) y diversos tipos de polietileno, materiales que presentan una degradación extremadamente lenta en el ambiente. Como consecuencia, una proporción considerable de estos residuos no es reutilizada ni reciclada adecuadamente y termina acumulándose en rellenos sanitarios, suelos, cuerpos de agua y océanos, donde pueden permanecer durante décadas.

Por lo tanto, aunque el empaque plástico constituye un elemento indispensable para garantizar la protección y calidad del producto durante la exportación, también representa un desafío importante en términos de sostenibilidad ambiental. Esta situación evidencia la necesidad de fomentar el desarrollo e implementación de alternativas de empaque más sostenibles, reciclables o biodegradables que permitan reducir el impacto ambiental sin comprometer la integridad, inocuidad y vida útil del fruto durante su comercialización internacional.

En este sentido, se propone la adopción de envases tipo *clamshell* fabricados a partir de materiales reciclados (Imagen 5) y de menor impacto ambiental. La implementación de estos envases favorecería una gestión más sostenible de la cadena de suministro, ya que conservan características esenciales para la protección del fruto, tales como resistencia estructural, ventilación adecuada y capacidad para minimizar los daños ocasionados durante la manipulación, almacenamiento y transporte.

***Imagen 5. Empaque sugerido***




*Nota:* Elaboración propia con fotografías tomadas durante el 15° Congreso Internacional Aneberries 2025.

**Fase 7**

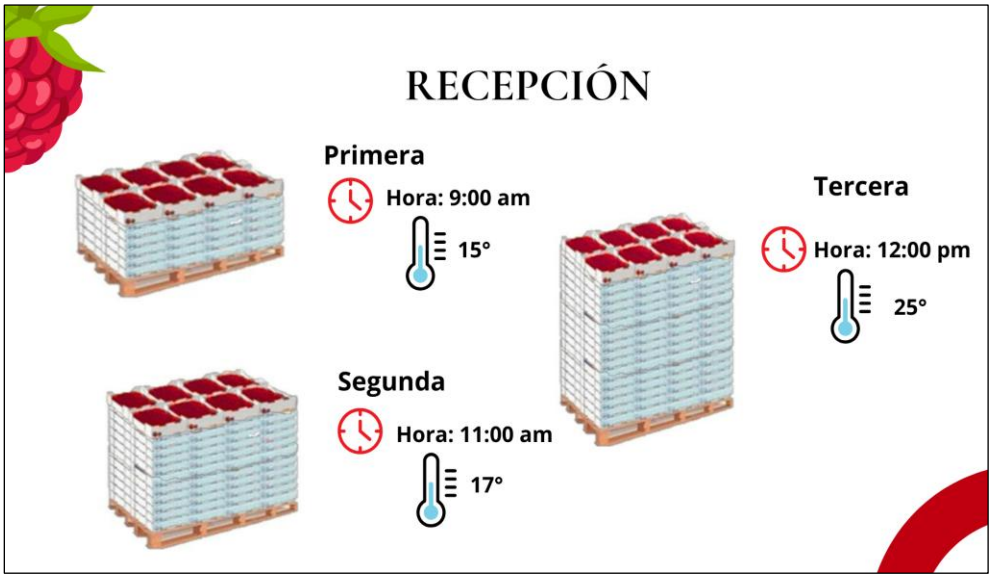
Una vez que el fruto ha sido inspeccionado y aprobado por el área de control de calidad, se procede al armado de pallets y a la consolidación de la carga dentro de las instalaciones del *cooler*. En esta etapa, los envases individuales son agrupados y organizados sobre tarimas para conformar unidades de carga que faciliten su almacenamiento, manipulación y posterior transporte hacia los mercados de destino.

Durante el análisis de esta fase se identificó que el mantenimiento de la cadena de frío constituye uno de los factores más importantes para preservar la calidad de la frambuesa. En este sentido, la información presentada en la ponencia "Calidad que cruza fronteras: innovación y sustentabilidad en el almacenamiento y transporte de berries", impartida por el M.Sc. Danilo Ignacio Arellano González durante el 15.º Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de Berries (ANEBERRIES), permitió identificar que las variaciones de temperatura durante las operaciones de almacenamiento y consolidación representan un riesgo significativo para la conservación del producto.

De acuerdo con lo expuesto durante la ponencia, el almacenamiento de frambuesas a temperaturas superiores a las recomendadas incrementa la pérdida de peso del fruto debido a la pérdida de agua por transpiración. Este fenómeno ocasiona una disminución de la firmeza y provoca alteraciones visibles en la apariencia del producto, generando frutos arrugados, marchitos o flácidos, características que reducen su valor comercial y aceleran su deterioro postcosecha.

**Imagen 6.**

***Recepción de mercancía***




*Nota:* Elaboración propia con base en información presentada por Arellano González en la ponencia Calidad que Cruza Fronteras: Innovación y sustentabilidad en el Almacenamiento y Transporte de Berries (comunicación personal, 24 de julio de 2025).

Asimismo, se destacó que durante el proceso de consolidación de la carga pueden producirse diferencias importantes en la temperatura de los lotes recibidos. Debido a que el armado de pallets se realiza de manera gradual conforme la fruta llega a las instalaciones, los lotes permanecen distintos periodos de tiempo expuestos a condiciones ambientales antes de completar el proceso de enfriamiento. Como resultado, se observaron variaciones en las temperaturas de recepción: los lotes recibidos alrededor de las 9:00 a.m. registraron temperaturas cercanas a los 15 °C; aquellos entregados aproximadamente a las 11:00 a.m. alcanzaron los 17 °C; mientras que los recibidos al mediodía llegaron a presentar temperaturas de hasta 25 °C (véase Imagen 6).

Como resultado del análisis realizado, se determinó que las variaciones de temperatura observadas durante las actividades de consolidación de carga y armado de pallets pueden mitigarse mediante la implementación de operadores logísticos 5PL, los cuales también permitirían atender problemáticas identificadas en las etapas anteriores de la cadena de suministro. A través de sistemas de monitoreo en tiempo real, trazabilidad digital y programación automatizada de actividades, los operadores 5PL facilitarían la sincronización de los tiempos de cosecha, recepción y consolidación de los lotes, reduciendo los periodos de espera y la exposición del producto a temperaturas inadecuadas. De esta manera, los lotes podrían ingresar de forma más rápida y uniforme a las áreas de enfriamiento, disminuyendo las diferencias térmicas registradas durante la recepción y evitando que algunos frutos permanezcan expuestos a condiciones que favorezcan la pérdida de humedad y el deterioro de su calidad.

**Fase 8**

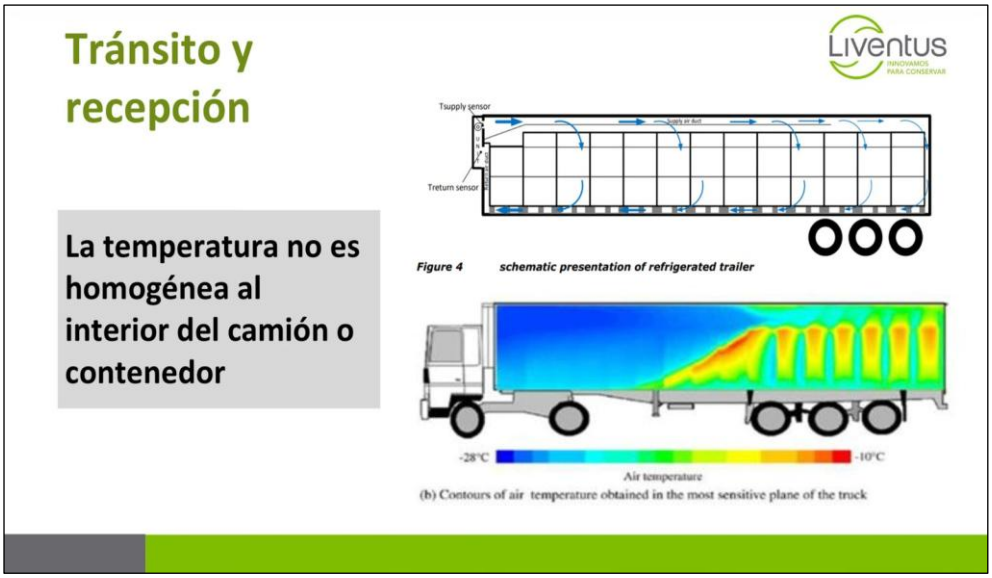
Una vez consolidada la carga, la mercancía es trasladada en una unidad refrigerada hacia la aduana de salida para continuar con el proceso de exportación. Sin embargo, durante el análisis de esta etapa se identificó que la temperatura dentro del contenedor refrigerado no se distribuye de

manera uniforme, situación que puede afectar directamente la calidad del producto durante el transporte.

De acuerdo con la información presentada por Arellano (2025) en la ponencia "Calidad que cruza fronteras: innovación y sustentabilidad en el almacenamiento y transporte de berries", se observó que al inicio del tránsito de la unidad refrigerada se generan diferencias significativas de temperatura entre distintas zonas del contenedor. Como se muestra en la Imagen 4, la mercancía ubicada cerca del generador de frío puede estar expuesta a temperaturas cercanas a los -28 °C, mientras que el producto localizado en la parte posterior, próxima a las puertas del contenedor, recibe temperaturas aproximadas de -10 °C.

**Imagen 7.**

***Tránsito y recepción de mercancía***




*Nota:* Imagen proporcionada por Arellano González, material no publicado; reproducida con autorización (comunicación personal, 24 de julio de 2025).

Los hallazgos expuestos durante la ponencia permitieron identificar que estas variaciones térmicas representan un riesgo importante para la conservación homogénea de la carga. La exposición a temperaturas excesivamente bajas puede ocasionar daños por congelamiento en las frambuesas situadas cerca de la fuente de enfriamiento, alterando su estructura celular, textura y apariencia. Por otro lado, las frutas ubicadas en zonas con temperaturas menos controladas pueden experimentar una aceleración de sus procesos fisiológicos, favoreciendo la pérdida de firmeza y la reducción de su vida útil postcosecha.

Como consecuencia, la distribución desigual de la temperatura dentro del contenedor dificulta que la totalidad de la mercancía mantenga condiciones óptimas de conservación durante el trayecto, generando diferencias en la calidad del producto al momento de su llegada al destino. A partir de estos hallazgos, se identificó que el monitoreo y la uniformidad térmica durante el transporte refrigerado constituyen factores críticos para garantizar la integridad del fruto y reducir las pérdidas asociadas al deterioro o daño por frío a lo largo de la cadena de suministro (véase Imagen 7).

Como resultado, surge la propuesta de contratar operadores logísticos especializados en el transporte de mercancías refrigeradas que cuenten con unidades modernas, certificadas y equipadas con sistemas de refrigeración de alta precisión, capaces de mantener condiciones térmicas homogéneas durante todo el trayecto. Esta medida permitiría reducir las variaciones de temperatura identificadas dentro de los contenedores refrigerados, contribuyendo a preservar la calidad, firmeza y vida útil de la frambuesa hasta su llegada al mercado de destino.

Un ejemplo de este tipo de proveedores es la empresa Beto's Trucking, la cual fue una de las compañías participantes en el área comercial del XV Congreso Internacional de ANEBERRIES. Esta empresa se especializa en el transporte de mercancía refrigerada y congelada, y cuenta con infraestructura y certificaciones en materia de calidad y seguridad que respaldan la confiabilidad de sus operaciones internacionales. De igual manera, se recomienda el diseño de rutas previamente analizadas mediante sistemas de inteligencia artificial y herramientas geoespaciales, con el objetivo de identificar corredores de menor riesgo y optimizar los tiempos de tránsito. Esta planificación de trayectos seguros, complementada con puntos de parada previamente autorizados y monitoreados, permitiría reducir la exposición de la carga a situaciones que puedan comprometer su integridad o generar retrasos en la entrega.

**Fase 9**

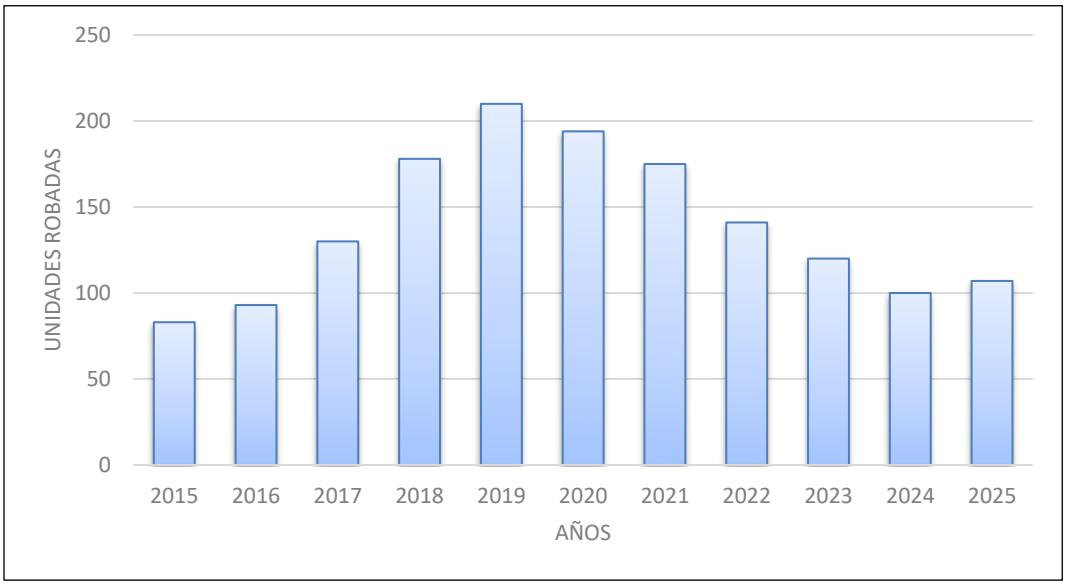
A partir de la experiencia profesional adquirida por la autora en Transportes 4 Caminos, empresa especializada en el transporte terrestre de mercancías refrigeradas, se identificó que uno de los principales riesgos operativos dentro de la cadena de suministro de productos perecederos corresponde a la seguridad durante el traslado de la mercancía. En este contexto, situaciones como el robo de carga, las paradas no autorizadas y los desvíos de ruta representan amenazas que pueden afectar tanto la integridad física del producto como el cumplimiento de los tiempos establecidos para la entrega.

La relevancia de esta problemática se incrementa en el caso de la exportación de frambuesa, debido a que se trata de un producto altamente perecedero cuya calidad depende del mantenimiento continuo de la cadena de frío durante todas las etapas de transporte. Cualquier interrupción derivada de incidentes de seguridad puede provocar retrasos operativos, variaciones de temperatura y, en consecuencia, una disminución de la calidad e inocuidad del fruto al momento de su arribo al mercado de destino.

La seguridad constituye un factor clave para la eficiencia de las cadenas de suministro agroalimentarias. En México, el robo de vehículos de carga utilizados en actividades agrícolas representa un riesgo que puede afectar la continuidad de las operaciones productivas y logísticas. La Gráfica 4 muestra la evolución del robo de tractocamiones registrado a nivel nacional entre 2015 y 2025, permitiendo identificar el comportamiento de este delito durante la última década; se observa que el robo de unidades presentó una tendencia creciente entre 2015 y 2019, alcanzando un máximo de 210 unidades robadas. Posteriormente, se registró una disminución gradual hasta llegar a 100 casos en 2024, seguida de un ligero incremento a 107 casos en 2025. Estos resultados evidencian que, aunque los delitos han disminuido respecto a los niveles máximos observados, continúan representando una amenaza para la operación de las cadenas de suministro agroalimentarias y para el transporte de mercancías perecederas, debido a las afectaciones económicas y logísticas que pueden derivarse de estos incidentes. Asimismo, los altos índices de inseguridad pueden afectar la percepción de confiabilidad de México como socio comercial, generando incertidumbre entre los países importadores respecto a la seguridad y continuidad de las operaciones logísticas.

**Gráfica 4.**

***Evolución del robo de unidades de transporte en México, 2015-2025***




*Nota:* Elaboración propia con datos del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP, 2026), Unidades robadas a nivel nacional 2015-2026.

Como resultado se propone fortalecer la seguridad del transporte mediante la contratación de operadores logísticos que cuenten con sistemas avanzados de monitoreo y gestión de riesgos, así como con certificaciones reconocidas en materia de seguridad y comercio internacional, como la empresa previamente mencionada en la Fase 8 del presente artículo, la cual cuenta con certificaciones CTPAT, FAST, OEA e ISO 9001:2015. La implementación de estas medidas permitiría reducir la probabilidad de incidentes como robo de carga, desvíos de ruta y paradas no autorizadas, contribuyendo a garantizar la integridad de la mercancía y el cumplimiento de los tiempos de entrega establecidos.

Asimismo, con base en la experiencia profesional adquirida por la autora en la empresa mexicana Transportes 4 Caminos, especializada en el transporte de productos perecederos, se recomienda establecer protocolos operativos dirigidos a los conductores de las unidades de transporte. Dichos protocolos deben contemplar que los operadores inicien sus recorridos en condiciones adecuadas de higiene personal y con sus necesidades básicas previamente cubiertas, incluyendo alimentación, hidratación y uso de servicios sanitarios, con el propósito de reducir al mínimo las paradas innecesarias durante el trayecto. Esta práctica contribuiría a disminuir los tiempos muertos, reducir la exposición de la carga a riesgos de seguridad y favorecer el cumplimiento de los tiempos programados de entrega. Adicionalmente, se propone evaluar la utilización de dos conductores por unidad en aquellos trayectos de larga distancia o de alta prioridad logística. Esta medida permitiría mantener la continuidad del recorrido mientras uno de los operadores cumple con sus periodos de descanso, evitando interrupciones prolongadas que puedan afectar los tiempos de tránsito.

**Fase 10**

Durante el 15.º Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de *Berries* (ANEBERRIES), se tuvo la oportunidad de entrevistar a Omar Partida, Gerente de Operaciones de DYLO *Logistics* (Partida, comunicación personal, 24 de julio de 2025), empresa especializada en

logística y transporte internacional de productos perecederos. A partir de la información proporcionada durante esta entrevista, se identificó la relevancia estratégica que tiene el despacho aduanero dentro de la cadena de suministro de exportación de frambuesa, debido a la sensibilidad del producto al tiempo y a las condiciones de conservación requeridas durante su traslado.

Al arribar a la aduana de salida se lleva a cabo un procedimiento exhaustivo de revisión, verificación y validación documental con el objetivo de autorizar la exportación de la mercancía y garantizar el cumplimiento de los requisitos legales, sanitarios, fiscales y comerciales establecidos tanto por las autoridades nacionales como por el país de destino. Este proceso resulta fundamental para asegurar que el producto pueda cruzar la frontera sin contratiempos y mantener la continuidad de la cadena logística.

Entre los documentos indispensables para la exportación se encuentran la factura comercial, la lista de empaque, el certificado fitosanitario y el pedimento de exportación, además de aquellos requisitos específicos exigidos por cada mercado de destino. La documentación debe presentarse de manera completa, vigente y libre de inconsistencias, ya que cualquier error, omisión o discrepancia puede generar retrasos en la liberación de la mercancía, inspecciones adicionales o incluso sanciones administrativas que afecten el flujo normal de la operación.

Asimismo, durante la entrevista se destacó el papel de los agentes aduanales, quienes actúan como representantes legales del exportador ante la autoridad aduanera y son responsables de gestionar los trámites correspondientes, verificar el cumplimiento regulatorio y asegurar la correcta clasificación arancelaria de la mercancía. La precisión en esta actividad resulta esencial para evitar observaciones o incidencias que puedan retrasar la operación logística.

A partir del análisis realizado, se identificó que esta fase constituye uno de los puntos más críticos dentro de la cadena de suministro de exportación, ya que el tiempo de permanencia de la mercancía en aduana influye directamente en la conservación de la calidad del fruto. Debido a la naturaleza altamente perecedera de la frambuesa, cualquier demora ocasionada por problemas documentales o procesos de inspección prolongados puede reducir su vida útil, afectar sus atributos de calidad e incluso provocar pérdidas económicas derivadas del deterioro parcial o total de la mercancía. Por ello, una gestión documental eficiente y una coordinación adecuada entre exportador, agente aduanal y operador logístico resultan fundamentales para garantizar la continuidad de la cadena de frío y el éxito de la operación de exportación.

Como resultado, se propone implementar herramientas estandarizadas de verificación documental para agilizar el cumplimiento aduanal y reducir errores en la exportación. Se recomienda el uso de listas de comprobación y revisiones previas al arribo de la mercancía, a fin de asegurar que la documentación esté completa y vigente. En este contexto, la Imagen 8 presenta los principales requisitos y documentos aduanales que deben verificarse antes del despacho, facilitando la coordinación entre exportadores, agentes aduanales y operadores logísticos, así como la detección oportuna de omisiones o inconsistencias que puedan generar retrasos o costos adicionales

***Imagen 8. Principales requisitos aduanales***




*Nota:* Elaboración propia con base en la Ley Aduanera (2023) y datos de clasificación arancelaria consultados en SIICEX (23 de agosto, 2025).

**Fase 11**

Una vez que la mercancía ha sido liberada por las autoridades aduaneras del país exportador, la unidad refrigerada inicia su traslado hacia el país importador. Durante esta etapa, el mantenimiento ininterrumpido de la cadena de frío constituye un factor crítico para preservar la calidad de las frambuesas, ya que cualquier variación de temperatura durante el trayecto puede acelerar los procesos de deterioro y reducir la vida útil del producto.

De acuerdo con la información obtenida durante la entrevista realizada a Omar Partida, Gerente de Operaciones de DYLO *Logistics* (Partida, comunicación personal, 24 de julio de 2025), el transporte internacional de productos perecederos requiere una coordinación logística altamente especializada, debido a que la calidad final del producto depende no solo de las condiciones de almacenamiento y transporte, sino también de la eficiencia con la que se gestionan los procesos regulatorios y aduaneros a lo largo de la ruta.

Al arribar al país de destino, la mercancía debe someterse a un nuevo proceso de revisión por parte de las autoridades aduaneras y sanitarias correspondientes. Durante esta inspección se verifican nuevamente los documentos de exportación e importación con el propósito de comprobar que la mercancía cumple con las regulaciones comerciales, fiscales, fitosanitarias y de inocuidad alimentaria exigidas por el mercado receptor. Asimismo, dependiendo de la normativa aplicable y del nivel de riesgo asignado a la operación, pueden realizarse inspecciones físicas, muestreos o verificaciones adicionales para confirmar el cumplimiento de los requisitos de calidad, etiquetado y seguridad alimentaria.

A partir del análisis realizado, se identificó que esta fase representa un punto crítico dentro de la cadena de suministro internacional, debido a que cualquier inconsistencia documental, error en la clasificación de la mercancía o incumplimiento normativo puede generar retenciones, inspecciones extraordinarias, multas o demoras en la liberación de la carga. Estas situaciones resultan particularmente sensibles en el caso de la frambuesa, debido a que se trata de un producto altamente perecedero cuya calidad depende directamente del tiempo de tránsito y de la conservación continua de las condiciones de refrigeración.

Lo anterior permite identificar que la eficiencia de los procesos aduaneros y la correcta gestión documental constituyen elementos fundamentales para garantizar la entrega oportuna del producto, minimizar riesgos logísticos y preservar las características de calidad requeridas por los consumidores y mercados internacionales.

Como resultado del análisis realizado, se propone la implementación de una plataforma digital de gestión documental y monitoreo logístico que permita centralizar la información relacionada con la operación de exportación e importación desde antes de la salida de la mercancía hasta su liberación en el país de destino. Esta herramienta facilitaría la validación anticipada de documentos, la detección de inconsistencias y el intercambio oportuno de información entre exportadores, agentes aduanales, transportistas, importadores y autoridades competentes, reduciendo el riesgo de retrasos derivados de errores documentales.

**Fase 12**

De acuerdo con la información obtenida mediante una entrevista realizada a Julio Martínez Ochoa (Martínez, comunicación personal, 25 de julio de 2025), transportista especializado en la entrega de productos perecederos a cadenas de supermercados en Los Ángeles, California, una vez que la mercancía llega al Centro de Distribución (CEDIS) del importador, se inicia un proceso de recepción y verificación destinado a garantizar que el producto recibido corresponda con la información previamente acordada entre comprador y proveedor.

Como primer paso, el personal del centro de distribución verifica que el transportista cuente con una cita de entrega previamente programada y que haya arribado dentro del horario establecido. Este procedimiento resulta fundamental para mantener la programación operativa del almacén y evitar congestiones que puedan afectar la eficiencia en la recepción de mercancías perecederas.

Posteriormente, se realiza la validación documental y física de la carga, corroborando que la mercancía coincida con la información registrada en la orden de compra, conocida comúnmente como *Purchase Order* (PO). Durante esta revisión se verifican aspectos como los folios asignados, las cantidades recibidas, la identificación de los lotes y demás especificaciones comerciales previamente acordadas entre las partes.

Una vez concluida la verificación inicial y confirmada la conformidad de la documentación, el personal del CEDIS asigna una rampa de descarga para continuar con el proceso logístico. A partir del análisis realizado, se identificó que esta fase constituye un punto de control importante dentro de la cadena de suministro, ya que cualquier discrepancia entre la mercancía recibida y la información registrada en la orden de compra puede generar retrasos operativos, rechazos parciales o totales de la carga y costos adicionales para los participantes de la operación.

Asimismo, debido a la naturaleza altamente perecedera de la frambuesa, la eficiencia con la que se realizan las actividades de recepción y validación adquiere una relevancia estratégica, puesto que tiempos prolongados de espera antes de la descarga pueden afectar las condiciones de conservación del producto y reducir su vida útil comercial. Por ello, la coordinación entre transportistas, operadores logísticos y personal del centro de distribución resulta fundamental para garantizar la continuidad de la cadena de frío y preservar la calidad del fruto hasta su entrega final.

Como resultado, se propone la implementación de un sistema digital de gestión de citas *(Appointment Scheduling System*) integrado con las operaciones del centro de distribución del importador, con el objetivo de optimizar la programación de entregas, reducir los tiempos de espera y agilizar el proceso de recepción de mercancías perecederas. La plataforma permitiría sincronizar en tiempo real la información entre proveedores, transportistas y personal del CEDIS, disminuyendo la posibilidad de retrasos, duplicidad de citas y congestión en las áreas de descarga.

Por otro lado, implementar un esquema de atención prioritaria para productos altamente perecederos, como la frambuesa, permitiría que las unidades que transportan este tipo de mercancías reciban una asignación más rápida de rampas de descarga, contribuyendo a reducir el tiempo de permanencia de la carga en espera y a preservar las condiciones de calidad e inocuidad del producto.

**Fase 13**

Una vez concluido el proceso de recepción documental y asignada la rampa correspondiente, se procede a la descarga de la mercancía en las instalaciones del centro de distribución del importador. Durante esta etapa, el personal del CEDIS lleva a cabo una inspección adicional del producto para verificar que las condiciones físicas y sanitarias de la mercancía sean consistentes con los estándares de calidad establecidos por el comprador.

Esta revisión puede incluir la evaluación de la apariencia general del fruto, firmeza, temperatura de llegada, estado del empaque, presencia de daños mecánicos, signos de deshidratación o cualquier otro indicador que pueda afectar su comercialización. Por ello, garantizar la conservación de la calidad del fruto durante todas las etapas previas de la cadena de suministro resulta fundamental para asegurar la aceptación del producto y su posterior distribución en el mercado de destino.

El resultado, es que, como medida alternativa ante un posible rechazo, se propone la implementación de un protocolo de gestión para mercancías rechazadas durante el proceso de verificación en el centro de distribución, con el objetivo de reducir las pérdidas económicas y minimizar el desperdicio de alimentos dentro de la cadena de suministro. Este protocolo deberá establecer criterios claros para determinar el destino alternativo de los lotes rechazados, considerando la naturaleza y gravedad de las no conformidades detectadas durante la inspección.

En aquellos casos en los que el rechazo no comprometa la inocuidad del producto ni su aptitud para ser procesado, se recomienda redirigir la mercancía hacia mercados alternativos de transformación industrial. Para ello, los exportadores podrán establecer acuerdos comerciales previos con empresas dedicadas a la elaboración de mermeladas, concentrados, purés, jugos, productos congelados u otros derivados de la frambuesa, permitiendo recuperar parte del valor económico de la carga que no cumple con los estándares exigidos para su comercialización en fresco.

**Fase 14**

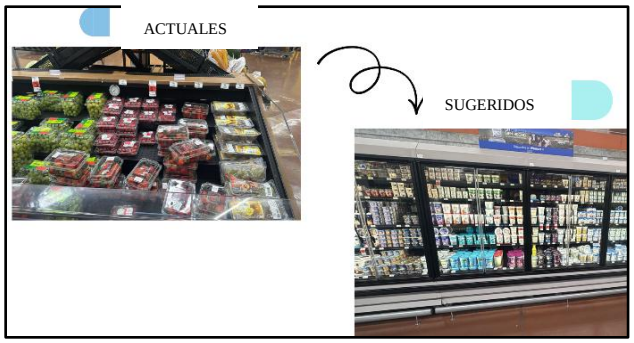
Esta etapa representa la fase final de la cadena logística de exportación, en la cual las frambuesas que han sido previamente inspeccionadas, verificadas y aprobadas son distribuidas hacia los puntos de venta y, posteriormente, puestas a disposición del consumidor final. En este punto, el producto debe conservar las características de calidad, inocuidad y frescura preservadas a lo largo de las etapas anteriores de la cadena de suministro.

En esta fase resulta fundamental que el fruto mantenga una vida útil remanente suficiente no solo al momento de llegar al mercado, sino también después de haber sido adquirido por el consumidor. Esto permite que el producto conserve sus atributos de calidad durante varios días posteriores a la compra, brindando al consumidor un periodo razonable para su almacenamiento y consumo sin que se vean comprometidas características esenciales como la firmeza, textura, sabor, apariencia y valor nutricional.

Con base en este análisis, se identificó que la vida útil disponible en manos del consumidor constituye un indicador indirecto de la eficiencia de toda la cadena de suministro. Cuando el producto presenta un deterioro acelerado pocos días después de su adquisición, el consumidor puede percibirlo como un producto de baja calidad, independientemente de que las causas reales se encuentren en etapas previas de producción, almacenamiento o transporte. Esta percepción puede influir negativamente en la intención de recompra y afectar la confianza del consumidor hacia el producto y su país de origen.

***Imagen 9.***

***Exhibidores sugeridos***




*Nota:* Elaboración propia con fotografías tomadas en Walmart, Ciudad de México, marzo de 2026.

A manera de propuesta, se recomienda que los supermercados implementen sistemas de refrigeración de cobertura completa que permitan mantener una temperatura uniforme y controlada durante la exhibición de las frambuesas. El uso de refrigeradores cerrados y diseñados para proporcionar un enfriamiento homogéneo en toda la superficie de los envases contribuye a preservar las condiciones de calidad del producto, reducir las fluctuaciones térmicas y prolongar su vida útil en el punto de venta. De esta manera, se favorece la conservación de atributos como firmeza, textura, sabor y apariencia hasta el momento de la compra por parte del consumidor (véase imagen 9).

Por último, se propone incorporar en el etiquetado del producto información orientada a fortalecer la conservación del fruto una vez adquirido. Se recomienda incluir una advertencia visible que indique la necesidad de refrigerar la frambuesa lo antes posible después de la compra, así como un código QR que permita acceder a una guía digital con recomendaciones de almacenamiento, manejo y consumo. Esta herramienta facilitaría que el consumidor adopte prácticas adecuadas para prolongar la vida útil del producto y mantener sus características de calidad durante más tiempo ocasionando que se encuentre más satisfecho con el fruto adquirido y su país de origen.

Una vez analizadas las 14 fases, la Tabla 1, sintetiza las principales ineficiencias identificadas a lo largo de la cadena de suministro de la frambuesa destinada a exportación, así como las soluciones propuestas y el impacto esperado de su implementación. Los hallazgos evidencian que factores relacionados con la selección genética, la escasez de mano de obra, el control de temperatura, la seguridad logística, la gestión documental y la sostenibilidad del empaque influyen directamente en la conservación de la calidad del fruto y en la eficiencia operativa de la cadena de suministro; así mimo, la Imagen 10 describe las principales ineficiencias logísticas identificadas en la cadena de suministros de la exportación de frambuesa.

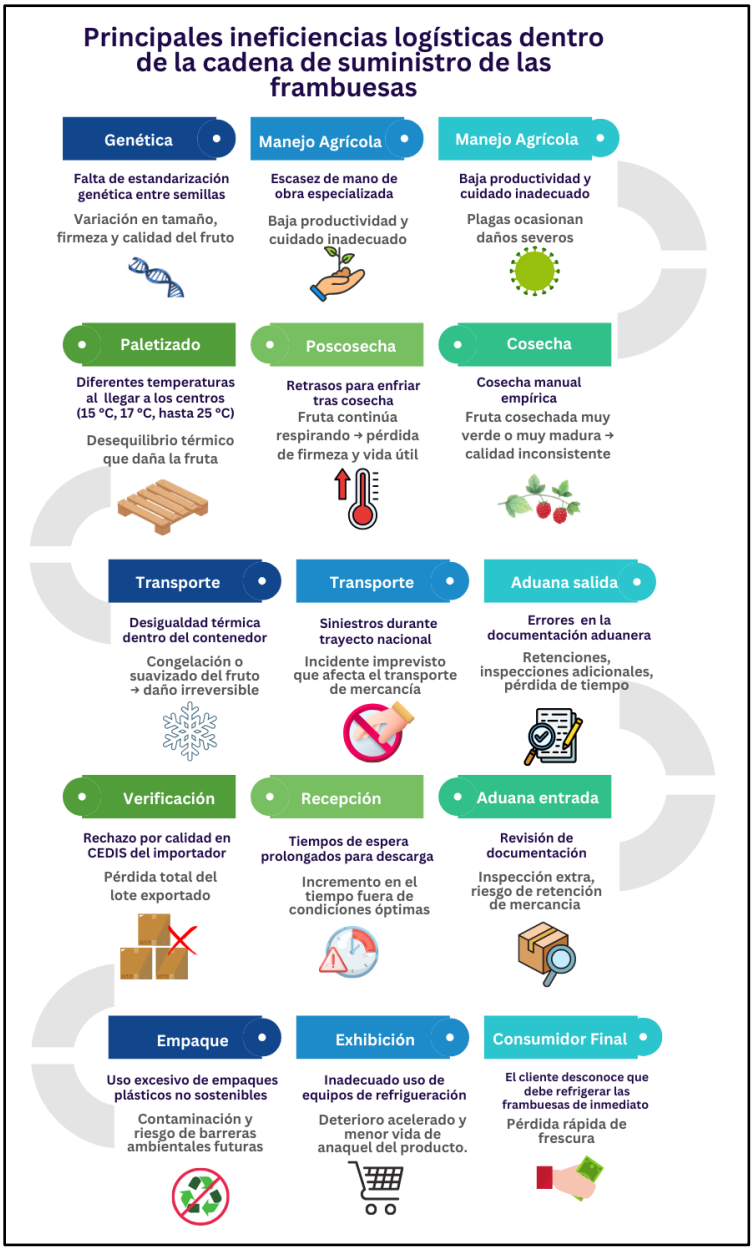
**Tabla 1.**
**Problemáticas y estrategias de mejora en la cadena de suministro de la frambuesa mexicana para exportación**

| Fase | Ineficiencia detectada | Solución propuesta | Impacto esperado |
|---|---|---|---|
| **1** | Uso de variedades con limitada resistencia postcosecha y menor vida útil. | Priorizar variedades con mayor firmeza, resistencia al transporte y vida de anaquel prolongada. | Mayor supervivencia durante exportación y reducción de pérdidas postcosecha. |
| **2** | Escasez de mano de obra agrícola para supervisar adecuadamente el cultivo. | Implementar robots agrícolas para monitorear cultivos y detectar problemas de forma temprana. | Mayor eficiencia operativa y menor dependencia de mano de obra. |
| **3** | Determinación empírica del punto de cosecha. | Implementación de sensores de madurez y agricultura de precisión. | Mayor uniformidad de calidad y prolongación de la vida útil del fruto. |
| **4** | Dependencia de la distancia entre parcela y centro de enfriamiento. | Rutas internas optimizadas mediante operadores logísticos 5PL. | Reducción de tiempos de traslado sin enfriamiento y menor deterioro postcosecha. |
| **5** | Falta de mecanismos estructurados para el aprovechamiento de fruta rechazada para exportación. | Establecimiento de canales alternativos de comercialización, transformación industrial y programas de donación | Reducción del desperdicio alimentario, recuperación parcial del valor económico del producto y fortalecimiento de la |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | para producto apto para consumo. | sostenibilidad de la cadena de suministro. |
| **6** | Uso de *clamshells* fabricados con plásticos convencionales de larga permanencia ambiental. | Sustitución por envases reciclados o reciclables de menor impacto ambiental. | Reducción de residuos plásticos y mejora de la sostenibilidad de la cadena. |
| **7** | Variaciones térmicas entre lotes durante la recepción y consolidación. | Paletización y clasificación dentro de cámaras refrigeradas controladas. | Mayor uniformidad térmica y conservación de la calidad del fruto |
| **7** | Pérdida de peso por deshidratación debido a temperaturas inadecuadas. | Control de temperatura (0–2 °C) y humedad relativa (85–95 %). | Menor pérdida de agua y prolongación de la vida de anaquel. |
| **8** | Distribución desigual de temperatura dentro del contenedor refrigerado. | Uso de unidades modernas con sistemas avanzados de circulación de aire. | Homogeneidad térmica y reducción de daños por congelamiento o deterioro. |
| **9** | Riesgo de robo de mercancía durante el trayecto. | Monitoreo mediante IA, geolocalización y rutas seguras previamente definidas. | Mayor seguridad logística y reducción de pérdidas económicas. |
| **9** | Paradas no autorizadas y desvíos de ruta. | Protocolos de monitoreo continuo y alertas predictivas. | Incremento de la trazabilidad y control operativo. |
| **10** | Retrasos por errores documentales o incumplimientos regulatorios en la aduana de salida. | Implementación de listas de verificación y revisión documental previa por un experto. | Agilización del despacho aduanero. |
| **11** | Riesgo de deterioro por permanencia prolongada en aduana de entrada. | Estandarización de procesos y preparación anticipada de documentación. | Conservación de la calidad durante el proceso de exportación. |
| **12** | Tiempos prolongados de espera para asignación de rampas. | Sistema digital de gestión de citas y programación de arribos. | Reducción de tiempos muertos y preservación de la cadena de frío. |
| **13** | Rechazo total o parcial de mercancía sin alternativas de aprovechamiento. | Protocolos de recuperación de valor mediante procesamiento industrial y donación. | Reducción de desperdicios y recuperación parcial del valor económico. |
| **14** | Condiciones inadecuadas de exhibición en supermercados. | Uso de refrigeradores de cobertura uniforme y temperatura controlada. | Mayor conservación de la calidad durante la venta. |
| **14** | Manejo inadecuado del producto después de la compra. | Etiquetado informativo y códigos QR con recomendaciones de conservación. | Incremento de la vida útil en el hogar y mejora de la satisfacción del consumidor. |

*Nota*: Elaboración propia con base en los hallazgos obtenidos durante la investigación de la cadena de suministro para la exportación de frambuesa mexicana (2026).

**Imagen 10.**
***Principales ineficiencias logísticas***




*Nota:* Elaboración propia.

## Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación confirman que la competitividad de la frambuesa mexicana frente a los mercados internacionales no depende únicamente del posicionamiento comercial alcanzado por México en los últimos años, sino de la eficiencia integral de su cadena de suministro. Ya que, si bien el país se ha consolidado como uno de los principales exportadores de bayas, los hallazgos evidencian que persisten debilidades estructurales que

comprometen la calidad del fruto y su vida de anaquel, debilitando su futura demanda y su potencial comercialización en otros mercados internacionales.

Tomando en cuenta lo planteado por Tarantilis y Kiranoudis (2001), el tiempo constituye el factor crítico en la distribución de productos perecederos. En el caso específico de la frambuesa, se identificó que los mayores riesgos no se concentran exclusivamente en el transporte internacional, sino también en las primeras etapas postcosecha, particularmente en el intervalo entre la recolección y el preenfriamiento. Esta situación coincide con lo señalado por la FAO (2019), respecto a que la falta de control térmico inmediato acelera la respiración del fruto y reduce significativamente su calidad comercial.

El análisis ha permitido observar que, aunque existen avances en infraestructura de transporte refrigerado en México, persisten inconsistencias en la homogeneidad térmica dentro de las unidades, lo cual genera diferencias de calidad dentro de un mismo embarque. Este hallazgo refuerza la necesidad de aplicar modelos derivados del *Vehicle Routing Problem* (Dantzig & Ramser, 1959) y sus variantes como el HFFVRP, que contemplan flotas heterogéneas y restricciones operativas reales.

En cuanto a las propuestas planteadas tales como la incorporación de operadores logísticos 5PL, sistemas de inteligencia artificial para monitoreo en ruta y digitalización de citas en CEDIS internacionales representan una evolución hacia una cadena de suministro inteligente y tecnificada que avanza conforme a la tecnología. Estas estrategias coinciden con lo señalado por Shahabi y Tavakkoli (2019), quienes destacan la importancia de integrar tecnología avanzada en cadenas de frío para productos perecederos. No obstante, su implementación requiere inversión, capacitación y coordinación entre pequeños productores y grandes comercializadoras, lo cual podría representar una barrera.

Por otro lado, la adopción de empaques sostenibles abarca la necesidad de responder a las tendencias internacionales de consumo responsable, teniendo tanto repercusiones ambientales, así como comerciales, ya que puede convertirse en un diferenciador competitivo frente a otros países exportadores. Los resultados abren la posibilidad de futuras líneas de investigación cuantitativa de pérdidas por variaciones térmicas, análisis costo-beneficio de la implementación de operadores 5PL, y evaluación del impacto de tecnologías de monitoreo en la reducción de mermas postcosecha.

De esta manera, se contribuye no solo al fortalecimiento académico del estudio de cadenas agroexportadoras, sino también al diseño de estrategias aplicables al contexto real del sector agrícola mexicano. A partir de esta investigación se evidencia que la integración de tecnologías de automatización, monitoreo inteligente, mejora genética, gestión logística especializada y soluciones de empaque sostenible permitiría construir una cadena de suministro más eficiente, resiliente y competitiva para la exportación de frambuesas mexicanas. Estas estrategias contribuirían a reducir pérdidas postcosecha, optimizar tiempos de operación, mejorar la calidad del producto y fortalecer la posición de México en los mercados internacionales.

Sin embargo, la implementación de estas propuestas enfrenta importantes limitaciones económicas. Gran parte de las tecnologías identificadas durante la investigación, como los sistemas robóticos de cosecha, sensores inteligentes y plataformas avanzadas de gestión logística requieren inversiones iniciales elevadas que pueden resultar inaccesibles para numerosos productores, particularmente pequeños y medianos agricultores. Asimismo, la reducción de programas de apoyo gubernamental destinados a la modernización del sector agrícola representa un obstáculo adicional para la adopción de estas innovaciones. En consecuencia, la optimización integral de la cadena de suministro dependerá de la disponibilidad tecnológica, financiamiento, incentivos públicos y mecanismos de colaboración entre productores, empresas y organismos gubernamentales.

**Conclusiones**

Entre los hallazgos principales se encontró que pese al crecimiento sostenido del sector y al posicionamiento de México como uno de los principales productores y exportadores de bayas a nivel mundial, persisten fallas estructurales que afectan la eficiencia, calidad y competitividad del fruto en los mercados internacionales, se determinó que las ineficiencias logísticas se localizan en: la variabilidad genética y falta de homogeneidad del producto; la escasez de mano de obra especializada; la ausencia de estandarización en el manejo agrícola y de plagas; la falta de tecnologías de monitoreo en cosecha; tiempos prolongados entre recolección y enfriamiento; rupturas frecuentes en la cadena de frío; diferencias significativas de temperatura dentro del transporte refrigerado; y retrasos críticos en procesos aduanales tanto de salida como de entrada. Estos factores, combinados, impactan directamente la vida útil del fruto, la tasa de rechazo, los costos operativos y la percepción de calidad en el consumidor final.

Esta investigación aporta al campo académico una caracterización detallada, actualizada y sustentada de la cadena de suministro agroexportadora de frambuesa en México, integrando datos oficiales, evidencia técnica y hallazgos provenientes de trabajo de investigación de campo en el 15° Congreso de la Asociación Nacional de Exportadores de *berries*.

En el ámbito práctico, esta investigación propone un conjunto de estrategias aplicables y basadas en evidencia que pueden transformar la eficiencia del sector. Entre ellas destacan: la adopción de sensores de madurez que reduzcan el error humano en cosecha; garantizar trazabilidad en tiempo real; la estandarización del manejo agrícola mediante programas MIP certificados; la optimización de la cadena de frío desde el campo hasta el destino; el uso de inteligencia artificial para prevenir robos y mejorar la seguridad en ruta; la digitalización de citas en CEDIS internacionales; y la creación de guías rápidas aduanales que disminuyan retrasos y rechazos.

La implementación coordinada de estas soluciones permitiría reducir pérdidas postcosecha, aumentar la vida útil del fruto, mejorar la consistencia del producto, y sobre todo fortalecer la posición de México en cadenas globales de valor agroalimentarias; sin embargo, la competitividad del sector dependerá de su capacidad para adoptar tecnologías emergentes, elevar los estándares de calidad, mejorar la coordinación interinstitucional y modernizar la logística agrícola. Construir una cadena de suministro más eficiente, sostenible y tecnificada no solo garantizará una mejor calidad del fruto en destino, sino que también permitirá impulsar la rentabilidad de productores, consolidar la confianza de importadores y asegurar la permanencia de México en los mercados internacionales de alta exigencia.

A manera de síntesis, la investigación permitió identificar diversas áreas de oportunidad dentro de la cadena de suministro de la frambuesa mexicana destinada a exportación, principalmente en aspectos relacionados con la selección varietal, la disponibilidad de mano de obra, el control de calidad, la conservación postcosecha y la coordinación logística.
Las propuestas desarrolladas constituyen una estrategia integral orientada a fortalecer la eficiencia operativa, reducir pérdidas y mejorar la competitividad internacional del sector.

No obstante, aunque la adopción de tecnologías avanzadas, automatización, monitoreo inteligente y servicios logísticos especializados permitiría construir una cadena de suministro óptima, su implementación requiere importantes recursos financieros que actualmente representan una limitante para gran parte del sector agrícola mexicano. Lo que ocasiona que el éxito de estas estrategias dependa de la existencia de programas de financiamiento, incentivos para la innovación y esquemas de cooperación entre el sector público y privado que faciliten el acceso a estas tecnologías. De esta manera, México podrá fortalecer su posición como uno de los principales exportadores mundiales de frambuesa y asegurar la sostenibilidad y competitividad de la industria a largo plazo.

**Referencias bibliográficas**

Advanced Berry Breeding. (2024). *Encuentra tu variedad de frambuesa*. https://www.abbreeding.nl/

Arellano, D. I. (2025, 24 de julio). *Calidad que cruza fronteras: Innovación y sustentabilidad en el almacenamiento y transporte de berries* [Ponencia]. 15° Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de Berries, Guadalajara, México.

Asociación Nacional de Exportadores de Berries. (2025, 23–24 de julio). *15° Congreso Internacional Aneberries*. Guadalajara, México. https://aneberries.mx/

Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. *Food Control, 40*, 198–207.

Bejarano, C. A. (2022). Diseño de una cadena de suministro agroalimentaria integral de productos perecederos en el departamento de Cundinamarca. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. https://doi.org/10.26507/paper.2250

Campo Digital. (2024, 22 de abril). Conoce a BERRY, un robot que analiza la calidad y madurez de las fresas. https://campodigital.es/conoce-a-berry-un-robot-que-analiza-la-calidad-y-madurez-de-las-fresas/

Cordano, R. (2019). Optimización logística en productos perecederos. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial, 11*(2), 55–68.

Editorial de Riego. (2025, 23–24 de julio). *Directorio de expositores de empresas* [Programa de congreso]. Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de Berries, Guadalajara, México.

Dantzig, G. B., & Ramser, J. H. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science, 6*(1), 80–91.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Handling and preservation of fresh fruits and vegetables: Good practice guide*. https://www.fao.org/3/ca5449en/ca5449en.pdf

Gálvez, A. (2021). Impacto ambiental de los envases plásticos en frutas frescas. *Revista AgroSustentable, 9*(3), 44–52.

González, M. G., Santoyo, V. H., Arana, J. J., & Muñoz, M. (2020). The insertion of Mexico into the global value chain of berries. *World Development Perspectives, 20*, 100240. https://doi.org/10.1016/j.wdp.2020.100240

Granillo, R., Santana, F., & Olivares, E. (2016). Diseño de la logística en la cadena de suministro agroalimentaria. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior de Cd Sahagún, 3*(6). https://doi.org/10.29057/ess.v3i6.353

Groves, M. (2023, 3 de julio). Red raspberries: Nutrition facts, benefits and more. *Healthline*. https://www.healthline.com/nutrition/raspberry-nutrition

Hernández, L., & Aguilar, J. (2021). Logística y competitividad en productos agroexportables perecederos. *Revista Latinoamericana de Comercio y Logística, 8*(1), 23–34.

Intagri. (2017). *Producción de frambuesa en climas templados*. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. https://www.intagri.com

Instituto Mexicano del Transporte. (2016). *Autotransporte refrigerado en México: Estadísticas y análisis del parque vehicular*. https://imt.mx

International Blueberry Organization. (2023). *Panorama mundial del sector de berries*. https://www.internationalblueberry.org

Ley Aduanera. (2023). *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx

Lezama, M., & Galindo, J. (2017). Modelos de ruteo vehicular aplicados a productos perecederos. *Revista Ingeniería y Competitividad, 19*(2), 101–115.

López, P., Ramírez, D., Torres, M., & Silva, C. (2018). Trazabilidad en cadenas de frío para frutas finas. *Revista Logística Hoy, 12*(4), 33–48.

Manzo, M. A. (2016). El análisis de la cadena de valor como fuente de ventajas competitivas en las empresas exportadoras de zarzamora en México. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 9*(1), 1123–1142. https://riico.net/index.php/riico/article/view/63

Mejía Beja, L. Y. (2025, 24 de julio). El futuro de la mano de obra en la industria de berries: Cómo la automatización y la robótica están cambiando el mundo [Ponencia]. 15° Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Exportadores de Berries (ANEBERRIES), Guadalajara, México.

Mieras, G., Cabrera, L., & Soto, V. (2024). Tecnologías emergentes para extender la vida postcosecha de berries. *Journal of Postharvest Technology, 18*(1), 77–94.

Pérez, A. (2018). Gestión del frío en la exportación de frutillas. *Revista Chilena de Agronegocios, 20*(3), 65–81.

Phytech. (2025). *La solución de monitoreo de cultivos y riego para la agricultura de precisión*. https://www.phytech.com/latam

Polifret S.L. (2021). *Historia y evolución del transporte refrigerado*. https://polifret.com

ProducePay. (2022, 25 de noviembre). *Mexican raspberry production and exports*. https://producepay.com/blog/mexican-raspberry-production-and-exports

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024, 25 de julio). *México se posiciona como país altamente productor y exportador de berries*.

https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-se-posiciona-como-pais-altamente-productor-y-exportador-de-berries

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). *Planeación agrícola nacional 2017–2030: Frambuesa mexicana, potencial de mercado*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas_del_Bosque.pdf

Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP). (2026). Reporte de unidades robadas. Gobierno de México. https://www.gob.mx/sesnsp/documentos/reporte-de-unidades-robadas

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2025). *Estadísticas agrícolas: Producción de frambuesa por estado*. https://www.gob.mx/siap

SIICEX. (s. f.). *Fracción arancelaria 0810.20.01 Frambuesas*. Recuperado el 23 de agosto de 2025, de https://www.siicex.gob.mx/

Shahabi, M., & Tavakkoli, M. (2019). Optimization models for cold supply chains of perishable products. *International Journal of Logistics Systems, 15*(2), 120–139.

Tarantilis, C. D., & Kiranoudis, C. T. (2001). Distribution of fresh meat: A case study. *European Journal of Operational Research, 141*(1), 147–156. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00245-0

United Nations. (2025). *UN Comtrade Database*. Recuperado de https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=TOTAL&Partners=0&Reporters=484&period=2020&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus

U.S. Department of Agriculture. (2025). *Mexico: Berries annual report*. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Exporter%20Guide%20Annual_Mexico%20City%20ATO_Mexico_MX2025-0031.pdf

Villaman, D. (2025, 15 de julio). El campo sinaloense se está quedando sin gente que lo trabaje. *Revista Espejo*. https://revistaespejo.com/2025/07/15/el-campo-sinaloense-se-esta-quedando-sin-gente-que-lo-trabajo