Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia

Tecnología en la postcosecha del Banano: más productividad, menos costos

Juan Carlos Mora Ramírez[1], Ricardo Alexis Peña Guzmán[2], Francisco Javier Murguialday García de Baquedano[2]*
[1]Consultor independiente, Costa Rica, [2]Departamento de Investigación y Desarrollo, Grupo Expertix, República Dominicana

Autor de correspondencia:
Francisco Javier Murguialday García de Baquedano
expertixautomatización@gmail.com

Contribución:
Nota de Investigación

Sección:
Poscosecha y Comercialización

Recibido:
15 diciembre, 2025
Publicado:
30 abril, 2026

Cita:
Mora Ramírez JC, Peña Guzmán RA, Murguialday García de Baquedano FJ. 2026. Tecnología en la postcosecha del Banano: más productividad, menos costos *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 3(1): 143 https://doi.org/10.62498/ARTC.26143

RESUMEN

El banano es un fruto dulce consumido en todas partes del mundo, con una demanda considerable. Este fruto nos brinda nutrientes importantes, tales como el potasio, magnesio, fibra y más. El sector bananero presenta pérdidas importantes debido a la poca eficiencia de los procesos de postcosecha, lo cual incurre a su vez en menor calidad de fruta y márgenes más reducidos. A través de un método analítico-comparativo, el objetivo de esta investigación es entender cómo la mejora de la postcosecha es beneficiosa, y presentar distintas maneras de lograr esta mejora. Para esto se plantea comparar la inversión en postcosecha vs la inversión en producción, de manera que se ilustre cuál es la opción más ventajosa. Es importante realizar esta investigación para comprender una de las debilidades que afectan al sector bananero, a su vez que se proponen mejoras que la corrijan.

Palabras clave: Producción, Pérdidas, Transporte, Agroquímicos, Rentabilidad, Inversión, daños de campo, Análisis de merma

ABSTRACT

Bananas are a sweet fruit consumed all over the world, with considerable demand. This fruit provides important nutrients such as potassium, magnesium, fiber, and more. The banana sector suffers significant losses due to the low efficiency of post-harvest processes, which in turn results in lower fruit quality and reduced profit margins. Through an analytical–comparative method, this research aims to understand how improving post-harvest processes is beneficial and to present different ways to achieve such improvement. To this end, a comparison between investment in post-harvest processes versus investment in production is proposed, in order to illustrate which option is more advantageous. Conducting this research is important to understand one of the weaknesses affecting the banana sector, while also proposing improvements to address it.

Keywords: Production, Losses, Transport, Agrochemicals, Profitability, Investment, Field damage, Loss analysis

Copyright: © 2026 por los autores. Licencia Acorbat Internacional. Este artículo es de acceso libre y distribuido bajo los términos de Acorbat Internacional

INTRODUCCIÓN

La producción y comercio del banano mantienen una relevancia global sostenida. El comercio mundial se mueve en torno a decenas de millones de toneladas anuales y el fruto sigue siendo uno de los alimentos más consumidos y accesibles en muchos mercados (FAO, 2025). Al mismo tiempo, el sector afronta márgenes apretados, vulnerabilidades fitosanitarias y condiciones climáticas cada vez más erráticas, factores que presionan la rentabilidad de los productores y la estabilidad del suministro internacional.

En este contexto, las pérdidas en la postcosecha continúan siendo un cuello de botella crítico, incluyendo ineficiencias durante la recolección, manipulado, transporte, almacenamiento y distribución. La literatura especializada y las revisiones técnicas señalan que mejoras en manejo, embalaje, transporte, control del microclima y sistemas de maduración artificial pueden reducir pérdidas y mejorar la trazabilidad y la vida útil.

El objetivo de la presente investigación es explorar cómo la implementación de la tecnología en la postcosecha del banano puede ayudar a corregir las ineficiencias descritas, de manera que se logre un aumento de la productividad y mejoras en la calidad de la fruta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de la investigación utilizada en el presente proyecto se basa en un método analítico-comparativo. Este método consiste en la búsqueda de diversos artículos y material independientes que tengan planteamientos relevantes para la investigación, para luego realizar un análisis individual de cada uno de estos elementos y posteriormente hacer una comparación de estos planteamientos con el contenido desarrollado en la investigación, a fin de analizar donde recaen las diferencias entre los elementos y así demostrar cuál de estos es más viable.

Siguiendo esta metodología, se planea responder a las siguientes preguntas, siendo estas las que guían esta investigación:

P1: ¿Cómo se comparan las mejoras en producción con las mejoras en postcosecha?

P2: ¿Cómo se puede aumentar la eficiencia de la postcosecha del banano?

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parte A. Producción vs Postcosecha

La toma de decisiones en el sector bananero no se basa solo en percepciones técnicas, sino en impactos económicos medibles. Es necesario realizar una comparativa de la inversión en producción vs postcosecha, dado que esto permite visualizar de forma clara cómo una misma cantidad de capital puede generar resultados muy distintos según el punto de la cadena productiva en el que se invierta.

El banano se considera una fruta altamente perecedera, la cual pierde calidad rápidamente si no se tiene un proceso de postcosecha adecuado. Los mayores factores involucrados en este deterioro son el almacenamiento a altas temperaturas y la presencia de humedad, siendo estos causantes de un 25 a un 40 % del volumen de fruta perdido (Al-Dairi *et al*., 2023).

A modo de ejemplo se propone el siguiente caso; un productor, que actualmente posee una finca de banano de unas 200 hectáreas, desea invertir, y debe tomar la decisión entre:

- Opción 1 – Modernizar la postcosecha de su finca actual.
- Opción 2 – Comprar y adecuar una finca adicional, sin modernizar la postcosecha existente*.

En la Tabla 1 se muestran datos relevantes.

Tabla 1. Datos iniciales del caso comparativo.

Parámetro	Finca actual	Finca nueva
Producción anual	510,000 cajas	510,000 cajas esperadas
Precio promedio por caja	US$14	US$14
Pérdida por postcosecha	30 % sin tecnología**	30%**
Costo de modernización postcosecha	US$1,200,000	N/A
Rendimiento esperado tras modernización	+15 % producto vendible	N/A

***Nota:** Para este caso, se contempla la compra de una finca previamente plantada y su adecuación mediante la remoción de plantas, preparación de suelo y replantado. La

productividad se establece a un monto de 2550 cajas por hectárea. Se contempla un precio de caja de US$14 puesta en puerto de desembarque. Estas cantidades van acorde al mercado actual en Costa Rica, según fuentes internas.

****Nota:** Estos supuestos son aproximaciones basadas en pérdidas estimadas en el sector bananero por mala postcosecha y beneficios típicos de mejoras tecnológicas (manejo mejorado, refrigeración, empaque, calibración, etc.) (Al-Dairi *et al*., 2023; LINBLE, 2025)

A. Opción 1 – Inversión en postcosecha

Dado que gran parte de las pérdidas del banano se dan por almacenar la fruta a una temperatura inadecuada, se tomará la cámara frigorífica como tecnología de postcosecha a invertir. Dependiendo del proyecto, se puede incurrir en un costo de materiales e instalación de entre US$40,000 y US$80,000 para una cámara pequeña (LINBLE, 2025), siendo esta última la cifra de referencia que tomaremos.

Extrapolando la instalación según la producción anual de la finca, el costo de modernizar la postcosecha sería por tanto de unos US$1,200,000.

Antes de la modernización:

- Producción anual total: 510,000 cajas
- Pérdidas por postcosecha: 30 % → producto vendible = 357,000 cajas
- Ingreso: 357,000 × US$14 = US$4,998,000

Después de la modernización:

- Supongamos que la mejor postcosecha + manejo reduce pérdidas a un 15 %, un porcentaje conservador según las pérdidas estimadas por la literatura (Al-Dairi *et al*., 2023).
- Producto vendible = 510,000 × 85 % = 433,500 cajas
- Ingreso: 433,500 × US$14 = US$6,069,000

Con esto se ve un incremento anual de US$1,071,000 gracias a las mejoras implementadas. Desglosando un aproximado del costo operativo:

- Energía: 1500 US$/mes = 18,000 US$/año
- Mantenimiento: 15,000 US$/año
- Mano de obra: 36,000 US$/año
- Gastos varios: 2000 US$/año
- Coste operativo anual total = US$71,000

Podemos entonces calcular el retorno de la inversión como sigue, siendo el costo la suma de la inversión y el costo operativo anual total:

ROI = Beneficio/costo x 100 % = 1,071,000 /1,271,000 x 100 = 84.3 %

Esto significa que se recupera la inversión en poco más de 1 año.

B. Opción 2 – Comprar finca nueva

Según datos internos, se incurre en un costo de US$35,000 por hectárea para la compra y puesta en marcha de la nueva finca, además de unos US$10.8 para la producción por caja. En la Tabla 2 se presenta un desglose del costo operativo:

Tabla 2. Desglose del costo operativo.

Insumo	Porcentaje del costo
Material de empaque/Cartón	14.5 %
Costo de las Paletas	3.90 %
Transporte	3.62 %
Caja/Cosecha Variable	12.61 %
Hectárea Variable	35.26 %
Costos Fijos	24.41 %
Costo Contenedor/Aduana/Impuestos	5.70 %
Total	100 %

Por tanto, el beneficio sería:

- Producción anual total: 510,000 cajas
- Pérdidas por postcosecha: 30 % → producto vendible = 357,000 cajas
- Beneficio: 357,000 × (US$14- US$10.8) = US$1,142,400

Calculando el costo para una finca de 200 hectáreas, se tiene el retorno como sigue:

ROI = Beneficio/costo x 100 % = 1,142,400/7,000,000 x 100 = 16.3 %

Esto significa que la inversión se recupera en poco más de 6 años, sin mejorar la postcosecha. En la Tabla 3 se contrastan los resultados obtenidos.

Tabla 3. Comparación de resultados.

Aspecto	Postcosecha modernizada	Finca nueva sin inversión postcosecha
Inversión	US$1,271,000	US$7,000,000
Producción vendible anual	433,500	357,000
Ingreso estimado	US$6,069,000	US$4,998,000
Incremento en beneficios vs base	US$1,071,000	US$1,142,400
Recuperación de la inversión	1.18 años	6.1 años

Parte B. Soluciones de Postcosecha

Existen una serie de tecnologías aplicables a la postcosecha del banano. Cada una cumple con diferentes funciones en el proceso productivo (agroquímica, transporte, empaque, almacenamiento, etc.), lo cual permite una mejora sistematizada en cada una de las partes de este. A continuación, se presentan las soluciones más utilizadas en la actualidad, en conjunto con sus ventajas.

Selladora de banano

Una selladora de banano es un equipo automatizado utilizado para aplicar etiquetas sobre el fruto. El dispositivo detecta el banano haciendo uso de sensores ópticos o sistemas de detección por láser, que detectan cada fruto en la línea del proceso. Una vez identificado el fruto, se activa un sistema neumático que aplica la etiqueta de forma controlada, sin dañar la cáscara. Sus ventajas son: alta precisión en la colocación del sello, independientemente de variaciones en tamaño u orientación del fruto; reducción del contacto manual, disminuyendo riesgos de contaminación y golpes; mayor velocidad y consistencia frente al etiquetado manual; mejor trazabilidad, ya que permite incorporar códigos, marcas o información de origen directamente en la fruta y menor desperdicio de etiquetas, gracias a la detección exacta del fruto antes de la aplicación.

Cámaras de fumigación

Una cámara de fumigación es una habitación cerrada y controlada, la cual está diseñada para aplicar uniformemente productos fitosanitarios. Estos productos pueden

tener diferentes funciones, tales como control de plagas, eliminación de patógenos. Funcionan controlando diferentes parámetros, tales como tiempo de aplicación, concentración de producto y ventilación, garantizando la calidad del fruto. Sus ventajas son: control efectivo de plagas, mayor uniformidad del tratamiento frente a aplicaciones abiertas, reducción del rechazo en destino por presencia de insectos y facilita el cumplimiento de protocolos de exportación.

Máquina armadora de cajas

Una máquina de armado de cajas es un equipo automático o semiautomático que pliega y ensambla las cajas de cartón utilizadas para el empaque del banano. Sus ventajas son: incremento de la productividad del área de empaque, reducción la dependencia de mano de obra intensiva, mejor la uniformidad y resistencia de las cajas, y disminución de errores y reprocesos.

Romanas/Balanzas electrónicas

Las romanas o balanzas electrónicas son dispositivos de medición que se usan para pesar el fruto. Pueden ser utilizadas para pesar todo el racimo, manos individuales o cajas ya empacadas, asegurando que se cumplan los estándares de la finca. Estos equipos, al utilizarse en conjunto con softwares de digitalización automatizados, permiten registrar pesos en tiempo real y reducir desviaciones. Esto garantiza precisión y trazabilidad en el proceso empacado. Sus ventajas incluyen: aseguramiento de cumplimiento del peso normativo por caja, reducción pérdidas por sobrepeso o bajo peso, facilitan el control de producción y trazabilidad, y mejoran la transparencia comercial.

Aplicadores de agroquímicos

Los aplicadores de agroquímicos son sistemas que aplican de manera controlada fungicidas, bactericidas o recubrimientos sobre el banano durante la postcosecha. Existen diferentes métodos de aplicación, como lo son la aspersión, la inmersión o la dosificación automatizada. Entre sus ventajas se tiene (según el producto aplicado): reducción el consumo excesivo de agroquímicos, mayor uniformidad del tratamiento y aumento de la vida útil del fruto.

Robot de llenado de cajas

Un robot de llenado de cajas es una máquina automática que coloca las manos de banano dentro de las cajas de empaque, siguiendo patrones de acomodo predefinidos. Se trata de un sistema de sensores y actuadores programables que manipula el fruto con cuidado, reduciendo golpes y garantizando una distribución adecuada de la fruta. Sus ventajas incluyen: reducción de daños mecánicos al fruto, aumento de la velocidad y

consistencia del llenado, disminución de la fatiga y errores humanos, y permite mayor estandarización del empaque.

Robot de flejado de cajas

Un robot de flejado de cajas es una máquina automática que aplica flejes alrededor de las cajas de banano, garantizando que estén debidamente cerradas durante el transporte. Este dispositivo ajusta automáticamente la tensión del fleje, logrando que la caja quede firme sin deformarla. Tiene como ventajas: mejor la seguridad del embalaje, reducción de daños durante transporte y manipulación, aumento de la velocidad del proceso logístico y disminución costos por cajas colapsadas o producto dañado.

Equipos de transporte en campo

Un equipo de transporte en campo es un vehículo de arrastre que se encarga de transportar frutas, fertilizantes, pesticidas y otros insumos desde el campo hasta la empacadora y viceversa. Comúnmente son sistemas adaptados para uso en el cable vía de la finca, a través del cual mueve la carga que tenga acoplada. Sus ventajas principales son: mayor capacidad de transporte en comparación con el transporte mediante personas o animales, mayor velocidad de transporte, reducción de daños a la fruta durante el transporte y mayor productividad.

CONCLUSIONES

El banano es un fruto de suma relevancia en el mercado, siendo consumada a nivel global por personas de todas las edades. Debido a su importancia para la población mundial, es necesario poder cumplir con la demanda que tiene mediante la aplicación de mejoras en el proceso de producción. Las pérdidas postcosecha, las cuales son del 20 al 40 % del total de pérdidas, suponen una oportunidad de mejora sustancial.

Los resultados ilustran lo beneficioso que es la inversión en la mejora de la postcosecha en comparación con la inversión en el proceso productivo. No solo se tiene un retorno de la inversión a un plazo más corto, sino que también se generan más beneficios brutos. Existen distintas maneras de realizar mejoras en la postcosecha del banano, cada una con diferentes enfoques. En conjunto, estas tecnologías permiten que el banano llegue al mercado en mejores condiciones y reduce las pérdidas postcosecha, eficientizando el trabajo diario en finca. Al mejorar el control del proceso, la trazabilidad y la presentación del producto, el productor también gana confianza frente a compradores y exportadores. Todo esto se traduce en una operación más rentable y en una mayor capacidad para competir en mercados internacionales cada vez más exigentes. Las mejoras en la postcosecha tienen un impacto inmediato, requieren un

capital menor y permiten mejorar el precio al ampliar márgenes en un mercado cambiante.

REFERENCIAS

Al-Dairi M, Pathare PB, Al-Yahyai R, Jayasuriya H and Al-Attabi Z. 2023. Postharvest quality, technologies, and strategies to reduce losses along the supply chain of banana: A review. Trends in Food Science & Technology, 134, 177–191. https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2023.03.003

FAO. 2025, January. Bananas | Markets and Trade | Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities-overview/bananas-tropical-fruits/bananas/en

LINBLE. 2025, July. Inversión en cámaras frigoríficas: guía para calcular el retorno de la inversión. https://www.linble-coldroom.com/es/guia-para-calcular-el-retorno-de-la-inversion-en-camaras-frigorificas/