

Inteligencia artificial y competitividad exportadora del banano ecuatoriano: análisis aplicado al comercio Machala–Shanghái

Artificial Intelligence and the Export Competitiveness of Ecuadorian Bananas: An Analysis Applied to Trade Between Machala and Shanghai

Matute Carrión Víctor Joel¹, Quinde Bustos Roxana Michelle² y Arias Montero Jorge Eduardo³

¹Universidad Técnica de Machala, vmatute3@utmachala.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0005-9140-4805>, Ecuador

²Universidad Técnica de Machala, rquinde@utmachala.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0000-3541-9491>, Ecuador

³Universidad Técnica de Machala, jarias@utmachala.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-4807-5138>, Ecuador

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 20-06-2026

Revisado 14-06-2026

Aceptado 15-07-2026

Palabras Clave:

Recurso estratégico

Habilidades tecnológicas

IA

Agricultura

Cadena de Valor

RESUMEN

El avance de soluciones basadas en IA, ha generado transformaciones profundas en la agricultura y su cadena de valor. Ecuador concentra su producción bananera en Machala, provincia de El Oro; siendo un referente mundial en exportación, enfrenta retos crecientes vinculados a las demandas de los mercados internacionales, variaciones ambientales y pérdidas derivadas de procesos manuales. A ello se suman limitaciones en adopción tecnológica por parte de pequeños productores, quienes muestran resistencia cultural, poca capacitación digital y escasa actualización de infraestructura, dificultando la modernización del sector. En contraste, se evidencia que la aplicación de IA, permite evaluar de manera objetiva la calidad del banano, los cuales han demostrado altos índices de precisión, siendo una herramienta clave para potenciar competitividad del sector y del eje económico, mejorando la producción, transporte, procesos de clasificación, controles de calidad y optimizando costos y tiempos de entrega. Para ello hemos desarrollado una investigación descriptiva y exploratoria con enfoque cualitativo, sustentando el análisis mediante métodos teóricos y empíricos; determinando que el nivel educativo y habilidades tecnológicas, influyen en la disposición para adoptar nuevas herramientas que permitan mejorar frente a destinos comerciales exigentes como Shanghái, la IA se convierte en un recurso estratégico para elevar la competitividad.

ABSTRACT

The advancement of AI-based solutions has generated profound transformations in agriculture and its value chain. Ecuador concentrates its banana production in Machala, El Oro province; a global leader in exports, it faces growing challenges related to international market demands, environmental variations, and losses resulting from manual processes. Added to this are limitations in technology adoption by small producers, who exhibit cultural resistance, limited digital training, and insufficient infrastructure updates, hindering the sector's modernization. In contrast, the application of AI allows for the objective evaluation of banana quality, demonstrating high levels of accuracy. This makes it a key tool for boosting the sector's competitiveness and the economic axis, improving production, transportation, sorting processes, quality controls, and optimizing costs and delivery times. To this end, we have developed a descriptive and exploratory research study with a qualitative approach, supporting the analysis with theoretical and empirical methods. Determining that the level of education and technological skills influence the willingness to adopt new tools that allow improvement in the face of demanding commercial destinations such as Shanghai, AI becomes a strategic resource to increase competitiveness.

Keywords:

Strategic resource

Technological skills

AI

Agriculture

Value chain

INTRODUCCIÓN

Ecuador ocupa históricamente una posición líder en la exportación de banano a mercados internacionales; la provincia de El Oro, en especial el cantón Machala se concentra una parte de la producción destinada a contenedores siendo crucial para el desarrollo económico, y en Ecuador, gracias a su favorable clima, mantiene un rol destacado en la exportación de banano, concentrando gran parte de su producción en Machala, provincial de El Oro. En este sentido, la inteligencia artificial se vuelve una herramienta clave para optimizar rendimientos, reducir pérdidas y fortalecer la competitividad hacia mercados como Shanghái. Adicionalmente, el uso de técnicas de inteligencia artificial (IA) y modelado predictivo ha demostrado potencial (Acaro, 2021).

La interpretación adecuada de datos y resultados provenientes de modelos de IA permite tomar decisiones operativas y estratégicas que incrementan la competitividad de las exportaciones de banano desde Machala hacia Shanghái, reduciendo pérdidas y mejorando la calidad requerida por el mercado chino con el objetivo de analizar la contribución de los modelos de inteligencia artificial aplicados a la predicción del rendimiento, control de calidad y optimización logística en la competitividad de las exportaciones de banano desde Machala hacia Shanghái

Ecuador, y particularmente Machala en la provincia de El Oro, depende de la exportación de banano, actividad que enfrenta exigencias de calidad y eficiencia por parte de mercados como Shanghái. Ante esta situación, surge la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas avanzadas que optimicen los procesos de selección y madurez del fruto. En este contexto, la inteligencia artificial se presenta como una solución altamente estratégica.

El presente trabajo de investigación aportara evidencia empírica y un marco metodológico para que productores, empacadoras, autoridades locales y público en general utilicen resultados de IA de forma accionable. Esto puede reducir rechazos en destino, disminuir costos por desperdicio y aumentar la confianza de compradores internacionales. Además, propone procedimientos cuantitativos replicables que favorecen la toma de decisiones basada en datos, alineándose con demandas comerciales actuales y con iniciativas de modernización del sector bananero mediante el uso de la inteligencia artificial dentro de los procesos de exportación del banano en la provincia de El Oro, especialmente en el cantón Machala.

La inteligencia artificial forma parte de una ola de innovación que continúa la secuencia histórica descrita por Kondratiev y Schumpeter, cuyos ciclos tecnológicos transforman la sociedad mediante procesos de adopción acelerada y destrucción creativa en cada nueva fase de desarrollo. (Nasser, 2024) La interpretación de los datos y resultados generados por modelos de inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un elemento estratégico para optimizar la competitividad en los procesos productivos y logísticos del sector bananero en Tras el primer invierno de la IA, el campo resurgió en los años ochenta gracias al algoritmo de retro propagación desarrollado por Rumelhart, Hinton y Williams en 1986, lo que permitió a las máquinas aprender a partir de grandes volúmenes de datos.

Posteriormente, el aprendizaje automático se consolidó con los aportes de Mitchell en 1997, fortaleciendo su capacidad predictiva. Durante las décadas de 1990 y 2000, la integración de la IA en la industria y el comercio transformó la logística, la robótica y los sistemas de recomendación en plataformas digitales. Estos avances explican cómo la IA actual puede optimizar la competitividad y los procesos logísticos en la exportación de banano desde Machala hacia mercados como Shanghái. (Nasser, 2024, pág. 11)

La automatización impulsada por la inteligencia artificial ha transformado de manera significativa la cadena de suministro del sector bananero en Ecuador, permitiendo optimizar procesos productivos, minimizar costos y mejorar la calidad del producto destinado a mercados internacionales. Gracias a estas tecnologías, las empresas pueden predecir la demanda, mejorar la logística, anticipar riesgos climáticos y fortalecer el control de calidad, aumentando su competitividad global, fue en situaciones críticas como la pandemia de Covid-19, la IA facilitó la continuidad operativa mediante herramientas como análisis predictivo, evidenciando su valor estratégico lo que ha permitido que el país mantenga su liderazgo exportador, adaptándose a un mercado cada vez más dinámico y exigente (Lima Basurto, 2025).

En el ámbito de la exportación de banano, la incorporación de la inteligencia artificial no solo mejora los procesos operativos, sino que también refuerza la competitividad de los productores ante la demanda internacional para una correcta interpretación de los resultados generados por estos sistemas permite ajustar las estrategias de cultivo y de logística, anticipando variaciones del mercado y garantizando el cumplimiento de normativas globales de calidad; con el enfoque tecnológico, sumado al antecedente histórico que ha posicionado a Machala como un eje bananero de relevancia mundial, fortalece su capacidad para sostener y ampliar su presencia en el mercado chino, asegurando un producto uniforme, de excelencia y alineado con las exigencias de importadores y consumidores y que consolida la competitividad del Ecuador en la trayectoria histórica de la exportación bananera.

La evolución de la tecnología para la interpretación de datos en inteligencia artificial ha avanzado desde sistemas basados en reglas simples hacia modelos altamente sofisticados como enfoques probabilísticos predictivos. Estos desarrollos permiten procesar grandes volúmenes de información con rapidez, identificar patrones complejos y generar resultados más precisos que los obtenidos mediante métodos tradicionales. La integración entre IA y big data ha permitido análisis en tiempo real, modelamiento avanzado y el surgimiento de instituciones especializadas que impulsan la innovación científica (Subieta, 2024).

La evolución de la tecnología ha transitado desde los primeros dispositivos destinados al cálculo asistido hasta sistemas capaces de procesar, almacenar y gestionar información de manera autónoma y eficiente. Con el tiempo, estos avances permitieron la creación de redes informáticas interconectadas que hicieron posible la comunicación entre distintos sistemas, consolidando las bases de la informática moderna y la progresiva integración de nuevos mecanismos, protocolos y estructuras de conexión transformó el uso de los ordenadores, impulsando su capacidad de intercambio, coordinación y funcionamiento remoto.

Las pequeñas y medianas empresas han adquirido un papel clave en la economía, pero muchas enfrentan dificultades internas que limitan su capacidad de mejorar y competir de manera sostenida, la innovación se presenta como un elemento esencial para su crecimiento con las nuevas tecnologías y fomentar entornos creativos contribuye a mejorar la productividad y a fortalecer la relación con clientes y talentos. “A medida que las empresas se esfuerzan por mejorar la eficiencia y la competitividad, que actualmente brinda la IA (inteligencia Artificial) la cual, se está convirtiendo en un recurso necesario al remodelar la forma en cómo se ordena y gestiona la innovación” (Jara, 2024, p. 3066).

El aumento del acceso a internet y el desarrollo del entorno digital han transformado las expectativas de los consumidores, obligando a las empresas a adaptarse rápidamente y a nivel regional el uso de internet ha crecido de forma significativa, marcando un escenario donde la transformación digital es indispensable para la competitividad de las pymes. Las TICS, son esenciales porque facilitan la automatización de procesos, la optimización logística y la gestión de inventarios, mejorar la atención al cliente y acceder a nuevos mercados con el uso de redes sociales y plataformas de comercio electrónico.

Evolución de las exportaciones de banano

La producción de banano en Ecuador se consolidó a partir de la década de 1950, marcó un hito en su participación en el comercio mundial, es considerado de consumo básico, contribuyó a mejorar las condiciones económicas de los actores involucrados, consolidándose como uno de los sectores más estables, generador de ingresos y empleo. La evolución del sector se ha sustentado en el rendimiento de las plantaciones, las inversiones en tecnología e infraestructura, la división del trabajo y la especialización en la producción bananera, siguiendo principios económicos clásicos y modernos que combinan factores materiales e inmateriales de organización y técnica (Vera, 2025).

El auge del banano surgió tras el declive del cacao a inicios del siglo XX, debido a plagas y la caída de precios internacionales, lo que abrió paso a un nuevo ciclo productivo y exportador. Es a partir del año 1950, cuando el cultivo se fortaleció y mejoró la economía ecuatoriana, con sus principales exportadores en la zona costera Sur del Ecuador, facilitando acuerdos internacionales y aumentando las divisas, su crecimiento, importancia y estabilidad lo convirtieron en el motor del sector primario. Así, el banano se consolidó como fuente esencial de ingresos y competitividad del país.

El consumo de banano en economías en transición se espera que crezca debido a su expansión económica. En la región Asia-Pacífico, el banano ocupa un lugar destacado en la dieta, con un consumo per cápita creciente, liderado por países como China. Ecuador se posiciona como uno de los principales exportadores de este producto. A pesar de ser productor, China mantiene una alta demanda de banano importado de calidad superior, lo que refleja oportunidades para los exportadores ecuatorianos, con la creciente preferencia por fruta de alta calidad impulsa la necesidad de mantener estándares de producción y logística que satisfagan estos mercados exigentes (León, 2023).

La producción de banano orgánico se distingue por el uso de insumos de origen natural, la calidad y la satisfacción del consumidor ha llevado a un incremento significativo en la demanda, especialmente en mercados con mayor poder adquisitivo. Según datos del Ministerio de Agricultura, las hectáreas de banano orgánico están en las provincias de: Guayas, El Oro, Santa Elena, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Azuay, Esmeraldas, Cotopaxi, Cañar y Pichincha (Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, 2025).

El análisis y la evolución del sector banano se fundamenta en el estudio del rendimiento de las plantaciones, el cual depende de inversiones continuas principalmente en tecnología; y de otras como infraestructura y mejoras productivas, división del trabajo y especialización en el cultivo. Se combina de manera eficiente los factores de producción tradicionales con elementos inmateriales, como innovaciones técnicas y métodos organizativos, que permiten optimizar los procesos agrícolas donde se integra con los principios económicos clásicos y modernos para la exportación del banano.

El comercio internacional ha transformado la producción bananera en Machala al impulsar la adopción de prácticas sostenibles, motivadas por una creciente conciencia ambiental global. La demanda de consumidores, especialmente en Europa y Norteamérica, se orienta cada vez más hacia productos ecológicos y socialmente responsables, los productores que buscan certificaciones sostenibles a menudo tienen acceso a capacitación, financiamiento y tecnologías innovadoras, lo que ha llevado a los productores a implementar medidas como la disminución del uso de pesticidas, la rotación de cultivos y una mejor gestión de residuos (Valle, 2025).

La exportación de banano desde Machala hacia Shanghái se desarrolla en un entorno económico y productivo altamente competitivo, considerando la eficiencia logística, la calidad del fruto y la capacidad de responder antes las exigencias del mercado internacional. Machala, reconocida por ser una Ciudad de la Zona costera del Ecuador como una de las principales zonas productoras de banano, siendo llamada “Capital Bananera del Mundo” enfrenta retos constantes como variabilidad climática. En este contexto, la incorporación de herramientas de interpretación de datos e inteligencia artificial se vuelve esencial para optimizar la toma de decisiones, anticipar riesgos y elevar los estándares de calidad.

Ante estos retos, las empresas exportadoras de Machala han empezado a incorporar soluciones basadas en Inteligencia Artificial (IA) para fortalecer la toma de decisiones, perfeccionar los procesos logísticos, anticipar los niveles de producción, vigilar la presencia de plagas y enfermedades, y estudiar el comportamiento del mercado de forma inmediata. Asimismo, la IA facilita el análisis de rutas marítimas, la proyección de la demanda y la disminución de pérdidas posteriores a la cosecha, aspectos esenciales para asegurar la eficiencia en exportaciones de larga distancia hacia destinos asiáticos como Shanghái.

Según Quevedo et al. (2024) Señalan que la clasificación de tratados internacionales suscritos por Ecuador, sus resultados aportan elementos valiosos para comprender el contexto en el que se desarrollan procesos de exportación como el del banano hacia Shanghái. La fuerte presencia de acuerdos en áreas laborales, de derechos humanos y medioambientales evidencia que Ecuador mantiene compromisos internacionales que influyen directamente en las actividades productivas y logísticas del sector bananero. En el contexto de la exportación de banano desde Machala, la existencia de tratados comerciales y ambientales obliga a los exportadores a cumplir con normativas de trazabilidad, certificaciones y otros.

La producción y comercialización del banano ecuatoriano enfrenta altas exigencias internacionales, pero son muchos los productores que aún carecen de financiamiento adecuado, aunque el banano sigue siendo uno de los principales productos de exportación del país. La mayor parte de la producción se concentró en las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro, con miles de hectáreas dedicadas a este cultivo y cientos de productores que dependen económicamente de su exportación por lo que, su producción requiere mayores costos y manejo biológico, la creciente demanda mundial lo convierte en una alternativa rentable y con alto potencial de mercado.

Según Pérez (2025), la adopción de tecnologías digitales y de inteligencia artificial en las cadenas de suministro es hoy un factor decisivo para que los países latinoamericanos logren mejorar su competitividad y adaptarse a las exigencias de los mercados globales. La inteligencia artificial aplicada a la cadena de suministro incluye técnicas como machine learning, deep learning, redes neuronales, sistemas expertos y robótica, permiten analizar grandes volúmenes de datos, automatizar procesos y mejorar la precisión en decisiones productivas y logísticas.

Su implementación optimiza inventarios, control de calidad, clasificación, empaque y eficiencia general en la producción específicamente el banano. En la zona sur de Ecuador, la inteligencia artificial se presenta como una herramienta clave para potenciar la venta competitiva del sector bananero, eje económico de provincias como El Oro, siendo más precisas en producción y transporte, reducir costos y tiempos de entrega. Además, la IA apoya a pequeños y grandes productores a cumplir con los estándares internacionales, fortaleciéndolos; estas tecnologías impulsan un desarrollo económico más eficiente, sostenible y orientado a la competitividad global.

Innovaciones Tecnológicas basadas en Inteligencia Artificial para la Optimización de la Producción Agrícola, un antecedente referencial.

La incorporación de inteligencia artificial en la agricultura y la gestión de cadenas de suministro ha demostrado ser un factor clave para mejorar la eficiencia y la productividad de los cultivos. La IA permite analizar grandes volúmenes de datos, anticiparse antes problemas en la producción y optimizar la logística de transporte hacia mercados internacionales. En la exportación de productos perecibles, como el banano, estas herramientas ayudan a garantizar la calidad, cumplimiento de estándares exigidos por los compradores, etc. Por consiguiente, estudios generales muestran que la automatización y el análisis predictivo facilitan la toma de decisiones estratégicas, reduciendo pérdidas y costos operativos. Además, contribuyen a una planificación más precisa de la producción y de la distribución. Por ello, la inteligencia

artificial se considera un recurso esencial para aumentar la competitividad y la eficiencia en los procesos de exportación agrícola.

La inteligencia artificial en América Latina

En el sector agrícola de América Latina, la inteligencia artificial ha sido aplicada para optimizar la producción y logística de cultivos como cacao, café y plátano. Por ejemplo, en Honduras, pequeños productores utilizan el IBM Watson Decision Platform for Agriculture para recibir alertas climáticas y patrones de siembra óptimos, mientras que en Ecuador, proyectos como Global Drone Solution han mejorado el monitoreo agrícola y la optimización de rutas logísticas mediante IA; Ecuador se ubica en el noveno lugar en formación de profesionales en IA y presenta una adopción empresarial inferior al promedio regional. (Zurita, 2025)

En Ecuador su adopción aún es limitada, especialmente en sectores emergentes como las exportadoras de harina de plátano. Sin embargo, la implementación efectiva depende tanto de la inversión tecnológica como de la capacitación del personal, lo que genera una brecha entre empresas grandes y pequeñas, incorporar la perspectiva de los actores clave dentro de la cadena de suministro es crucial para entender los retos y oportunidades reales en la transformación digital, se refuerza la necesidad de adaptar la IA a contextos específicos a escalas productivas.

La digitalización y el uso de inteligencia artificial actualmente es un elemento indispensable para fortalecer la competitividad empresarial, y aunque su adopción en América Latina avanza con mayor lentitud que en regiones más desarrolladas, países como Brasil, México y Chile muestran un impulso notable hacia su integración en sectores productivos estratégicos. En este contexto, Ecuador comparte retos y oportunidades para modernizar sus cadenas de suministro.

La gestión de la cadena de suministro representa un reto constante para las empresas, que deben ser adaptables, precisas y eficientes para mantener su posición en el mercado, la inteligencia artificial IA permite optimizar procesos, mejorar la coordinación entre múltiples actores y reducir errores que impactan en la eficiencia y rentabilidad. Estudios como el de McKinsey & Company muestran mejoras sustanciales en el desempeño operativo tras su implementación, cada proceso genera información que puede retroalimentar el sistema, asegurando resultados más efectivos y consistentes. (Calle García, 2024)

La aplicación de inteligencia artificial en la cadena de suministro resulta especialmente relevante para la exportación de productos como el banano a mercados exigentes como Shanghái. La capacidad de la IA para optimizar rutas, prever la demanda, garantizar la calidad, facilita decisiones estratégicas que fortalecen la competitividad de las empresas ecuatorianas. Por ello, integrar IA en la cadena productiva del banano puede consolidar su posicionamiento y aumentar su participación en mercados asiáticos exigentes. En conjunto, estas tecnologías contribuyen a un comercio internacional más ágil.

Factores históricos que condicionan al banano ecuatoriano, estrategias para aumentar la competitividad.

En 2024, las exportaciones de banano ecuatoriano hacia otros países disminuyeron debido a la baja demanda, el aumento de competidores centroamericanos y el mayor costo generado por el precio mínimo de sustentación en Ecuador. Factores internos como el clima adverso redujeron la producción y limitaron la oferta exportable. Además, la estructura de los canales de distribución mostró que los puntos de venta más influyentes, seguidos por supermercados y, en menor grado, hipermercados (Cuesta, 2025).

La situación descrita evidencia que la falta de información predictiva y análisis profundo del mercado afectó la capacidad competitiva del banano ecuatoriano, aspecto que podría reforzarse mediante IA. Mientras factores externos e internos redujeron exportaciones, el uso de modelos inteligentes permitiría anticipar variaciones de demanda, costos y riesgos climáticos. Asimismo, la IA puede optimizar la selección de canales de distribución, se posiciona como un recurso estratégico difícil de imitar que fortalece la diferenciación y mejora decisiones logísticas. En el contexto de Machala, El Oro Ecuador–Shanghái.

La inteligencia artificial, especialmente el aprendizaje automático y la visión artificial, ha experimentado un notable avance, permitiendo desarrollar algoritmos que han impulsado el reconocimiento de imágenes mediante redes neuronales, métodos estadísticos y técnicas supervisado y no supervisado, emplean imágenes multiespectrales, análisis de color, textura y morfología, logrando precisiones superiores al 90%, en el caso del banano, estas metodologías permiten clasificar niveles de madurez, predecir parámetros fisicoquímicos y optimizar procesos de cosecha y postcosecha, aportando herramientas rápidas, objetivas y no invasivas para la industria agroexportadora (López, 2025).

La interpretación automatizada de imágenes reduce errores humanos y acelera la toma de decisiones, con la alta precisión alcanzada por estas técnicas confirma su potencial para integrarse en cadenas de valor orientadas a la exportación, donde la calidad del fruto es un criterio crítico de competitividad. Su adopción

no solo mejora la trazabilidad y disminuye pérdidas, posicionando a la IA como un recurso estratégico para países productores como Ecuador, que dependen de estándares rigurosos en mercados internacionales.

Para aprovechar plenamente el potencial de la IA, las organizaciones deben implementar un enfoque integral que considere cómo la inteligencia artificial está transformando la ingeniería industrial, especialmente en la automatización, mejora la eficiencia, optimiza procesos y reduce costos, aunque también presenta retos como la capacitación del personal, la transparencia de los algoritmos y el impacto ambiental, ofrece una visión completa y recomendaciones para una integración responsable y sostenible de la IA. (Zambrano, 2025).

Cantos y Velasco mencionan que, los pequeños productores agrícolas enfrentan importantes barreras para adoptar tecnologías, principalmente por la resistencia cultural al cambio y la falta de conocimientos digitales. La investigación evidencia una débil cultura tecnológica, la creciente conectividad rural y las aplicaciones móviles representan oportunidades, su uso aún es limitado. Una de las estrategias es la educación en transformación digital que incluyan capacitación, financiamiento y acompañamiento técnico (2024, p. 3).

La incorporación de tecnologías digitales como herramientas con sistemas de monitoreo, aplicaciones móviles y plataformas de gestión agrícola ayudan a optimizar recursos, reducir pérdidas y tomar decisiones basadas en datos reales, siendo la automatización y la inteligencia artificial una fortaleza al facilitar procesos más precisos, ágiles y sostenibles. Para los pequeños productores, la adopción tecnológica no solo representa una oportunidad para modernizar sus operaciones, y para los grandes productos ayuda a reducir costos y agilizar procesos en menor tiempo convirtiéndose en una vía estratégica para mantenerse vigentes en un sector altamente exigente.

La exportación de banano, desde Machala hacia Shanghái, enfrenta creciente exigencias de calidad, eficiencia, logística y sostenibilidad en un contexto de alta competitividad internacional. Los métodos tradicionales de clasificación predicción de rendimiento y gestión logística. Presentan limitaciones que generan pérdidas, postcosecha, rechazos en destino y mayores costos operativos. Ante esta situación surge la necesidad de responder a la pregunta: ¿Cómo puede la interpretación de datos y resultados generados por modelos de inteligencia artificial contribuir al incremento de la competitividad de las exportaciones de banano desde Machala hacia Shanghái?. La problemática se centra en identificar si la integración de la IA en la cadena exportadora puede transformar los procesos productivos y logísticos, garantizando calidad uniforme, optimización de tiempos y reducción de costos, elementos esenciales para sostener la posición de Ecuador, en el mercado asiático.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque documental-bibliográfico con análisis descriptivo de datos secundarios, para examinar fenómenos abordados desde el contexto local, como el análisis de la aplicación de herramientas de Inteligencia Artificial en el proceso exportación del banano. Este tipo de estudio permite identificar y caracterizar varios elementos que intervienen en la competitividad del sector bananero, así como comprender cómo la interpretación de datos y resultados generados por la IA influye en la toma de decisiones estratégicas con destino a Shanghái.

El estudio se enmarca dentro del paradigma con enfoque cualitativo, que facilita la comprensión profunda de los procesos, prácticas y percepciones vinculadas con la innovación tecnológica en el ámbito agrícola. Este enfoque es apropiado para analizar la adopción de tecnologías emergentes, permitiendo observar narrativas, interacciones y cómo los actores del sector exportador interpretan, aplican y valoran la información generada por sistemas basados en IA. A través del análisis cualitativo es posible captar las dinámicas, significados y contextos que rodean la modernización productiva.

La población está constituida por artículos científicos, informes institucionales y bases estadísticas relacionadas con la exportación de banano y aplicaciones de inteligencia artificial. Debido a la naturaleza cualitativa del estudio, seleccionando documentos, informes, artículos científicos, bases de datos institucionales y estudios previos relevantes que permiten profundizar en el uso de IA, la cadena logística del banano y las exigencias comerciales del mercado de Shanghái con la muestra documental para recabar información suficiente para comprender el fenómeno desde distintas perspectivas.

Para sustentar el análisis se utilizaron diversos métodos teóricos, entre ellos:

- **Análisis documental:** Para examinar literatura a través de la investigación científica, estudios institucionales, revistas científicas y normativas relacionadas con innovación agrícola y comercio internacional.

- Método analítico-sintético: Para analizar la información en elementos clave para realizar síntesis de párrafos o textos relevantes como productividad, logística, IA, trazabilidad y competitividad para integrarlos para obtener conclusiones globales.
- Método inductivo: Para conocer datos o hechos específicos para identificar patrones y tendencias sobre la modernización tecnológica del sector bananero.

Para sustentar el análisis se utilizaron diversos métodos empíricos con los materiales utilizados, entre ellos:

- Revisión documental empírica: Con la evidencia práctica sobre la implementación de IA en procesos agrícolas, logísticos y comerciales en Ecuador y otros países competidores.
- Observación: A través de registros audiovisuales, reportes técnicos y sistemas de monitoreo utilizados en la producción bananera.
- Análisis comparativo de experiencias que han llevado al éxito con la incorporación de tecnologías digitales en cadenas agroexportadoras internacionales.

Se aplicaron herramientas estadísticas descriptivas elementales para analizar los datos secundarios obtenidos de reportes oficiales, registros agrícolas y documentos relacionados con las exportaciones. Dentro de estas herramientas se incluyeron:

- Tabulación: En la organización de la información sobre exportaciones, productividad y tendencias de mercado.
- Porcentajes y distribuciones: Interpretar variaciones en la demanda internacional, volúmenes exportados y estándares de calidad.

Análisis de tendencias: De datos de producción, logística y comercio entre Machala y Shanghái

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica de las exportaciones de banano hacia Asia, refleja la creciente importancia de China como destino estratégico, en contraste con la disminución de la participación de otros mercados, como Japón y Corea del Sur. Estos cambios responden a factores de competitividad, vinculados con calidad, eficiencia, logística y capacidad de respuesta frente a la demanda internacional. En este contexto, la interpretación de datos estadísticos oficiales se convierte en un recurso fundamental para comprender las tendencias del comercio exterior y evaluar cómo la incorporación de herramientas tecnológicas como la IA pueden potenciar la posición de Machala y la provincia de El Oro en el mercado asiático.

Tabla 1: Cajas (millones) de 18.14 kg. Y participación en marzo 2025 y 2026 por país (Asia).

País	2025	2026	Participación 2025	Participación 2026	Variación absoluta	Variación porcentual
China	4.13	4.86	61.41%	74.10%	0.72	17.46%
Japón	1.36	1.2	20.15%	19.62%	-0.16	-11.61%
Corea del Sur	1.24	0.48	18.41%	6.00%	-0.76	-61.38%
Singapur	0.0	0.01	0.03%	0.27%	0.01	563.37%
Total	6.73	6.55	100%	100%	-0.18	-2.73%

Fuente: Observatorio Estadístico de Banano (OEB), DATACOMEX

Elaborado por: Observatorio Estadístico de Banano (OEB)

El control de calidad del banano constituye un eje crítico en la competitividad internacional, dado que los mercados de destino como Shanghái exigen estándares estrictos de uniformidad y ausencia de defectos, tradicionalmente la clasificación se ha caracterizado mediante inspección visual manual, lo que genera pérdidas, postcosecha, significativas y errores, en la detección de madurez o plagas. Frente a estas limitaciones de los modelos de IA ofrecen alternativas basadas en visión artificial y algoritmos de aprendizaje profundo, capaces de incrementar la precisión, reducir rechazos y garantizar trazabilidad. De modo que la comparación entre métodos, manuales y técnicas digitales permite evidenciar como la IA se convierte en un recurso estratégico para optimizar la calidad del banano exportado.

Tabla 2: Clasificación y control de calidad de banano

Fuente	Sin IA (métodos manuales)	Con IA (visión artificial/algoritmos)
(Jaramillo & Pizarro, 2026)	Inspección visual dependiente de experiencia; pérdidas postcosecha >30%	Técnicas de imagen no destructiva y procesamiento digital reducen pérdidas y mejoran uniformidad
(Nieto & Rangel, 2022)	Clasificación manual lenta, errores en madurez	<i>Deep learning</i> + imágenes térmicas: precisión >95% en clasificación
(Nieto & Rangel, 2022)	Evaluación manual de madurez y plagas	CNN y SVM aplicados a banano: detección de enfermedades y madurez con alta precisión

Fuente: Elaboración propia

La logística y la cadena de suministro del banano representan un componente decisivo en la competitividad internacional, especialmente en exportaciones de larga distancia, como las dirigidas desde Machala hacia Shanghái. Los métodos tradicionales basados en rutas manuales y gestión de inventarios poco precisa suelen generar mayores costos, tiempos de entrega prolongados y pérdidas postcosecha. En contraste, la incorporación de modelos de inteligencia artificial en la planificación logística permite optimizar rutas, mejorar la predicción de demanda y fortalecer la trazabilidad, contribuyendo a incrementar la eficiencia operativa y a consolidar la sostenibilidad de la cadena exportadora, asegurando que el producto llegue en condiciones óptimas a mercados altamente exigentes.

Tabla 3: Logística y cadena de suministro de frutas

Fuente	Sin IA (logística tradicional)	Con IA (optimización digital)
(Castillo y otros, 2023)	Rutas manuales, mayores tiempos y costos	Algoritmos genéticos optimizan rutas de exportación de frutas frescas, reduciendo tiempos y costos
(Jaramillo M. , 2026)	Inventarios manuales, errores en predicción de demanda y baja resiliencia	IA mejora <i>forecasting</i> y gestión de inventarios en exportación perecible
(Jaramillo & Pizarro, 2026)	Procesos tradicionales con baja eficiencia	IA aplicada a <i>supply chain</i> agrícola: reducción de pérdidas y mejora de trazabilidad

Fuente: Elaboración propia

La competitividad en las exportaciones de banano hacia China, depende de múltiples factores, entre ellos la capacidad de cumplir con estándares fitosanitarios, optimizar la logística y responder a las variaciones de la demanda internacional. Los modelos tradicionales basados en procesos manuales y tendencias de tarifas han limitado la eficiencia y generado pérdidas por rechazo en destino, mientras que la integración de IA en la cadena exportadora permite anticipar escenarios productivos, mejorar la trazabilidad y fortalecer la calidad del producto.

Tabla 4: Competitividad en exportaciones hacia China

Fuente	Sin IA (modelos tradicionales)	Con IA (optimización productiva y logística)
(Enríquez & Benitez, 2025)	Exportaciones afectadas por costos y clima; pérdidas por rechazos	IA permite anticipar demanda y cumplir estándares fitosanitarios
(CAMA, 2025)	Dependencia de tarifas y logística tradicional	IA + FTA proyecta duplicar exportaciones a china mejora la competitividad

(Zurita et al. 2025)

Problemas de calidad y logística manual

IA aplicada a control de residuos y trazabilidad mejora acceso al mercado chino

Fuente: Elaboración propia

La evidencia estadística muestra que la provincia de El Oro mantiene un rol central en la exportación de banano, con más de 30% de la producción nacional y un crecimiento sostenido hacia mercados asiáticos, especialmente China (ACORBANEC, 2026). Este incremento reflejado en un + 44.64% de crecimiento en el primer semestre de 2025, confirma la importancia estratégica de Shanghái como destino comercial, sin embargo, los rechazos en destino y las pérdidas postcosecha continúan siendo un desafío, lo que coincide con estudios que señalan que la inspección manual genera errores superiores al 20% de la clasificación de calidad (Jaramillo & Pizarro, 2026) En este contexto, la incorporación de sistemas de visión artificial y aprendizaje profundo, se presenta como una alternativa para garantizar uniformidad y reducir pérdidas

Los resultados comparativos entre procesos tradicionales y optimizados con IA evidencian, mejoras sustanciales en la cadena logística, mientras la trazabilidad manual y la predicción de demanda generan ineficiencias y costos elevados, además la integración de algoritmos predictivos permite reducir pérdidas postcosecha hasta un 30% y mejorar la residencia frente a variaciones climáticas (Enríquez & Benítez, 2025). En el caso de exportaciones perecibles como el banano, la optimización de rutas marítimas mediante IA contribuye a disminuir tiempos de entrega y costos de transporte, aspectos críticos para destinos lejanos como Shanghái, estos hallazgos se alinean con la (Mora y otros, 2024), que destaca la necesidad de digitalizar las cadenas agroalimentarias para sostener la competitividad global.

La competitividad del banano, ecuatoriano hacia China, no depende únicamente de volúmenes exportados, sino de la capacidad de cumplir con estándares de calidad y trazabilidad, exigidos por los compradores internacionales. (CMAE, 2025) muestra que la aplicación de IA en la clasificación de frutas logra precisiones superiores al 95% reduciendo falsos positivos y fortaleciendo la confianza de los importadores. Esto es particularmente relevante para Machala, donde la resistencia cultural y la falta de capacitación digital en pequeños productores, aún limita la adopción tecnológica, lo que evidencia que la IA no sólo mejora procesos operativos, sino que también se convierten en un recurso estratégico para sostener la posición de Ecuador, en mercados, altamente exigentes

CONCLUSIÓN

El estudio confirma que la inteligencia artificial aplicada a la prevención del rendimiento, detección de calidad y optimización logística, constituye un recurso estratégico para fortalecer la competitividad del banano, exportado desde Machala hacia Shanghái. La IA permite anticipar escenarios productivos, reducir pérdidas y garantizar estándares de calidad, superando las limitaciones de los métodos manuales tradicionales

En el ámbito de la predicción de rendimiento. Los modelos de aprendizaje automático ofrecen una ventaja significativa al integrar datos, climáticos y productivos, lo que facilita una planificación más precisa y reduce riesgos en la oferta exportable. Esto se producen en una mayor capacidad de respuestas frente a las exigencias de mercados internacionales, altamente competitivos.

Respecto a la detección de calidad, los sistemas de visión artificial y clasificación automática, aseguran uniformidad en el producto, disminuyen errores humanos y fortalece la confianza de los compradores, esta mejora es crítica para Machala, donde la calidad homogénea del fruto es un factor decisivo para sostener la presencia en Shanghái.

En cuanto a la optimización logística, la integración de IA en la cadena de suministro, contribuye a reducir tiempos de entrega y costos de transporte, aspectos necesarios en exportaciones de larga distancia. Además, la digitalización de inventarios y rutas fortalece la trazabilidad y la eficiencia consolidando la posición de Ecuador, en el mercado asiático.

La incorporación de modelos de IA en la cadena exportadora de Machala, no sólo mejora la eficiencia operativa, sino que también consolida la sostenibilidad y competitividad del banano, ecuatoriano. Esta investigación demuestra que la IA es un recurso estratégico, indispensable para garantizar calidad, confianza y liderazgo en la exportación

El aporte práctico de esta investigación consiste en que, a través de un enfoque documental-bibliográfico se ofrece una visión clara y fundamentada de cómo la IA puede fortalecer la competitividad de las exportaciones de banano desde Machala hacia Shanghái. La utilidad concreta está en proporcionar un referente académico y técnico que sintetiza evidencia científica y estadística, orientando a productores, gremios y empresas exportadoras sobre las ventajas de aplicar inteligencia artificial en predicción de rendimiento, control de calidad y optimización logística para de esta manera, proporcionar orientaciones

prácticas que pueden servir como base para futuras decisiones estratégicas en el sector bananero de la provincia de El Oro..

REFERENCIAS

- Acaro Chamba, L. (2021). Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011 - 2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo. *Polo de Conocimiento*, 6(8), 257-277. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i8>
- ACORBANEC. (2026). *Ecuador exportó más de 345 millones de cajas de banano entre enero y noviembre de 2025*. <https://acorbanec.com/2025/12/30/ecuador-exporto-mas-de-345-millones-de-cajas-de-banano-entre-enero-y-noviembre-de-2025/>
- Calle García, J. (2024). Uso estratégico de la Inteligencia Artificial en la gestión de cadena de suministro empresarial. *Revista UAP*, 267-276. file:///C:/Users/IMPORT-GAMING/Desktop/JOEL%20M/Dialnet-UsoEstrategicoDeLaInteligenciaArtificialEnLaGestio-9604364.pdf
- CAMAE. (30 de Julio de 2025). *CAMAE*. China, el nuevo gran destino del banano ecuatoriano: <https://www.camae.org/ecuador/china-el-nuevo-gran-destino-del-banano-ecuatoriano/>
- Cantos Luces, V., & Velasco Don, A. (2024). Transformación Digital en el Sector Bananero: Análisis de Adopción Tecnológica y Barreras en. *Revista Multidisciplinar Generando*. file:///C:/Users/IMPORT-GAMING/Desktop/JOEL%20M/125.+ARTICULO.+V5-N2.+24++ENRO-JUNIO+%20(1).pdf
- Castillo, R., Valiente, A., & Aguilar, L. (2023). Plan estratégico de exportación de banano en la empresa Banorpal S.A de Machala hacia Alemania. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(3), 245-256. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9124157>
- Cuesta Landín, M. (2025). Estrategias competitivas para la exportación de Banano Ecuatoriano: Fortaleciendo su posicionamiento en el mercado Alemán. *Ciencia Multidisciplinar*, 9(3). https://doi.org/https://doi.org/10.37811/el_rem.v9i1
- Enríquez, J., & Benitez, F. (2025). Nuevas Tendencias Logísticas en la Exportación de Pitahaya Frente a las Amenazas del Cambio Climático. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(5), 6020-6036. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.19965
- Jara Obregón, L. (Octubre de 2024). Inteligencia Artificial: Desafíos y Oportunidades Para Las Pymes Ecuatorianas. *Revista Científica Internacional*, 11(3063-3077). <https://doi.org/https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.485>
- Jaramillo, L., & Pizarro, J. (2026). Trazabilidad del banano en Machala mediante tecnología blockchain para mejorar control y exportaciones, 2025. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 6(3), 4490–4509. <https://doi.org/https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i3.1160>
- Jaramillo, M. (2026). EMPRENDIMIENTO EN ECONOMÍA CIRCULAR MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN CADENAS DE SUMINISTRO AGRÍCOLAS. *Revista Científica Arbitrada Reporte Climatológico*, 2(1), 50-66. <https://doi.org/https://doi.org/10.36390/nds47b84>
- León Ajila, J. (Febrero de 2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Revista Ciencia Latina*, 7(1). https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Lima Basurto, A. (2025). El impacto de la inteligencia artificial para la automatización en las cadenas de suministro de las empresas exportadoras de banano. *Dominio de la Ciencia*, 11(3), 1025-1046. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4504>
- López Jiménez, C. (2025). Evaluación de la madurez del banano usando aprendizaje de máquinas basado en el reconocimiento de imágenes. *Revista UIS Ingenierías*. <https://doi.org/https://doi.org/10.18273/revuin.v24n3-2025003>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones. (29 de Noviembre de 2025). *El Nuevo Ecuador*. Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones: <http://produccion.gob.ec/ecuador-lider-en-exportaciones-de-banano-organico-hacia-la-union-europea/>
- Mora, M., Geldes, C., & Morales, C. (2024). *Innovación en agronegocios en cadenas de valor en territorios con alto potencial de crecimiento. Los casos de Ecuador, Paraguay y Nicaragua*. Roma, FAO: Economía del desarrollo agrícola de la FAO. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cd0158es>
- Nasser, F. (junio de 2024). Un repaso a la historia de la inteligencia artificial: acordes y desacuerdos. *EdUVA*, 7-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.24197/trp.36.2024.7-1>
- Nieto, B., & Rangel, J. (2022). Sistema de visión artificial para gestión de calidad del Banano Cavendish en etapa de postcosecha. *Revista De Iniciación Científica*, 8(2), 32-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.33412/rev-ric.v8.2.3670>

- Quevedo Carranza, E., Prado Carpio, E., Valarezo Macías, C., & Renteria Minuche, J. (2024). Anàlisis de los beneficios económicos y ambientales; producción de banano organico. *Revista Científica Multidisciplinar*. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10031
- Subieta, L. B. (Julio de 2024). El uso de la inteligencia artificial . *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 26(43), 1-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.9757/Rhela>
- Valle García, G. (2025). IMPACT OF INTERNATIONAL TRADE ON ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN BANANA ESPOITS FROM THE CITY OF MACHALA. *Revista ITVR*, 1(1). <https://revista.istvr.edu.ec/wp-content/uploads/2025/03/IMPACTO-DEL-COMERCIO-INTERNACIONAL-EN-LA-SOSTENIBILIDAD-AMBIENTAL-EN-EXPORTACIONES-DE-BANANO-DE-LA-CIUDAD-DE-MACHALA.pdf>
- Vera Valdiviezo , N. (abril de 2025). Competitividad en el Sector Bananero del Ecuador,Un anàlisis de su evolución. *Ciencia Latina, Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 1-21. https://doi.org/tpps://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17127
- Zambrano Burgo, V. (2025). El rol de la inteligencia artificial en la automatización y la gestión de la cadena de suministro. *Revista Redgade*, 390-414. <file:///C:/Users/IMPORT-GAMING/Desktop/JOEL%20M/607-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1804-2-10-20250324.pdf>
- Zurita, M. (2025). Perspectivas sobre la Implementación de la Inteligencia Artificial en la Cadena de Suministro de las Exportadoras de Harina de Plátano. *Sociologia y Tècnociencia*, 111-128. <file:///C:/Users/IMPORT-GAMING/Desktop/JOEL%20M/Dialnet-PerspectivasSobreLaImplementacionDeLaInteligenciaA-10274708.pdf>