

Sistema web de gestión operacional con agente de notificaciones inteligentes en la Bananera HG

Web-based operational management system with intelligent notification agent at the HG Banana plantation

- 1 Allison Maylin Masabanda Licoa  <https://orcid.org/0009-0009-9657-8862>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Cotopaxi, Ecuador.
allison.masabanda4738@utc.edu.ec
- 2 Eva Rocio Valiente Cuchipe  <https://orcid.org/0009-0006-8936-4557>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Cotopaxi, Ecuador.
eva.valiente5679@utc.edu.ec
- 3 Jaime Mesias Cajas  <https://orcid.org/0000-0002-1852-2187>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Cotopaxi, Ecuador.
jaime.cajas@utc.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/05/2026

Revisado: 10/06/2026

Aceptado: 22/07/2026

Publicado: 22/09/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i3.3757>

Cítese:

Masabanda Licoa, A. M., Valiente Cuchipe, E. R., & Mesias Cajas, J. (2026). Sistema web de gestión operacional con agente de notificaciones inteligentes en la Bananera HG. *Ciencia Digital*, 10(3), 280-294. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i3.3757>



Ciencia Digital
Editorial



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec.

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International*. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.



Palabras claves: Sistema web, gestión operacional, inteligencia artificial, notificaciones inteligentes, sector agrícola.

Resúmen: Introducción: la eficiencia del manejo de inventarios, monitoreo agronómico y la generación de reportes para su análisis son determinantes en la creación de modelos de toma de decisiones en contextos completos y no lineales. **Objetivos:** esta investigación realiza una implementación y evaluación de desempeño de un sistema web para la gestión operacional de la Bananera HG, aplicando agentes de notificaciones inteligentes. **Metodología:** a partir de un enfoque mixto adoptado para la aplicación de un diseño no experimental de corte transversal, articulado con una fase de la implementación para evaluar el sistema en entorno operativo. Se seleccionó una muestra representativa de 60 colaboradores activos de la Bananera HG, los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo probabilístico, garantizando el nivel de confianza al 95 %. **Resultados:** el análisis de los datos expuso debilidades críticas, los indicadores de errores muestran un impacto del 78 %, con tiempos de reporte que llegaron hasta 25 minutos de retraso. Con la implementación del sistema de gestión operacional, en donde se logró reducir un 45 % de errores operativos y en la generación de reportes alcanzó una optimización del 80 %, logrando una reducción en tiempos del flujo de proceso hasta 5 minutos. Asimismo, la integración del agente de notificaciones inteligentes alcanzó una valoración positiva del 88 %, según la percepción expresada por el personal colaborador. **Conclusiones:** los hallazgos corroboran que al sustituir los procesos analógicos (manual) hacia una solución de un sistema automatizado aplicando inteligencia artificial, permite minimizar la inconsistencia y variabilidad de los datos, además optimiza los parámetros de eficiencia en el sector agrícola como es en la Bananera HG, ratificando la viabilidad de las soluciones tecnológicas adaptadas según las particularidades territoriales. Área de estudio general: Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) / Ingeniería de Sistemas. Área de estudio específica: Sistemas de Información, Desarrollo de Sistemas Web e Inteligencia Artificial aplicada a la Gestión Operacional. Tipo de estudio: Artículos originales.

Keywords: Web system, operational management, artificial intelligence,

Abstract: Introduction: the efficiency of inventory management, agronomic monitoring, and report generation for analysis are determining factors in the creation of decision-making models in complete and non-linear contexts. **Objectives:** this research carries out an

smart notifications, agricultural sector.

implementation and performance evaluation of a web system for the operational management of Bananera HG, applying intelligent notification agents. **Methodology:** based on a mixed approach adopted for the application of a non-experimental cross-sectional design, articulated with an implementation phase to evaluate the system in an operational environment. A representative sample of 60 active collaborators from Bananera HG was selected; the participants were selected through probabilistic sampling, guaranteeing a 95 % confidence level. **Results:** the data analysis exposed critical weaknesses; error indicators show an impact of 78 %, with reporting times reaching up to 25 minutes of delay. With the implementation of the operational management system, it was possible to reduce operational errors by 45 %, and report generation reached an 80 % optimization, achieving a reduction in process flow times to 5 minutes. Likewise, the integration of the intelligent notification agent reached a positive rating of 88 %, according to the perception expressed by collaborating personnel. **Conclusions:** the findings corroborate that replacing analog (manual) processes with an automated system solution applying artificial intelligence minimizes data inconsistency and variability, and also optimizes efficiency parameters in the agricultural sector, as in Bananera HG, ratifying the viability of the solutions tailored to specific local conditions. General area of study: Information and Communication Technologies (ICT) / Systems Engineering. Specific area of study: Information Systems, Web System Development, and Artificial Intelligence Applied to Operational Management. Type of study: Original articles.

1. Introducción

En la última década, el avance tecnológico ha tenido un alcance de gran impacto en el sector productivo a nivel mundial, en donde se ha consolidado la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) impulsando el uso de herramientas tecnológicas para la optimización de procesos complejos y brindar un apoyo fundamental en la toma de decisiones

orientadas en el análisis de la información. En este panorama, se evidencian diversas tecnologías modernas que permiten ajustar de forma dinámica la gestión de recursos para transformar y optimizar los procesos y la precisión en la toma de decisiones, por lo que el estudio con la inteligencia artificial constituirá una exploración práctica con la que están redefiniendo las metodologías y los conceptos tradicionales en la gestión de

procesos.

Sin embargo, en economías en desarrollo como en Ecuador y la implementación de sistemas automatizados aplicando IA plantea nuevas brechas tecnológicas significativas como la resistencia al cambio, la falta de transferencia de conocimiento especializado y las limitaciones técnicas particularmente estas son las barreras que las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) deben superar para dejar atrás los modelos de gestión convencionales basados en registros manuales aprovechar el potencial de estas tecnologías (Hernández et al., 2025).

En este mismo marco, el uso de la IA para impulsar y mejorar la eficiencia del sector agrícola ecuatoriano afronta retos vitales en la gestión administrativa de sus flujos productivos. La eficiencia en la gestión de inventarios, el monitoreo agronómico y la generación oportuna de reportes son factores determinantes para la toma de decisiones en contextos complejos e interrelacionados. Sin embargo, estas innovaciones carecen en el sector agrícola por la prevalencia de registros manuales y sistemas desintegrados en diversas empresas agrícolas familiares o en contextos agroindustriales que generan redundancia de datos y errores humanos que obstaculizan la toma de decisiones estratégicas (Boscán & Boscán, 2025).

En estudios previos se indica la implementación de tecnologías de sistemas web ya ha mostrado resultados positivos en otras provincias como en Cañar, se desarrolló un aplicativo para controlar y gestionar labo-

res de cosecha, solventando las deficiencias en el control de datos registrados de formas tradicionales, similares a los de la Bananera HG (Alvarado-Zabala et al., 2022). En dicha investigación se evidenció la ausencia de herramientas tecnológicas para el registro y control de la producción en la hacienda 'Marisol' (cantón Naranjal, provincia del Guayas). Debido a la escasa inversión en tecnología, los flujos de trabajo se gestionan de forma empírica mediante herramientas ofimáticas y apuntes manuales., así como los registros cotidianos que hace la hacienda con el uso de herramientas ofimáticas, apuntes en agendas y otros medios (Basurto et al., 2026). En el sector bananero en Ecuador se encuentra ante el desafío urgente de modernizar sus procesos, ya que la baja adopción de tecnologías automáticas limita tanto su eficiencia operativa como su compromiso con el medio ambiente. Al integrar herramientas de automatización con un enfoque de economía circular, es posible transformar esta realidad, mejorando la productividad y la estabilidad de toda la cadena de suministro. Mediante el uso estratégico de sistemas de control, junto con el análisis inteligente de datos, las empresas no solo optimizan sus recursos, sino que logran elevar su capacidad de respuesta operativa entre un 20 % y un 30 %. Por lo que apostar por esta evolución tecnológica no es solo una mejora interna, sino la clave para que la industria latinoamericana gane la sostenibilidad y competitividad necesarias para brillar en los mercados globales más exigentes (Buenaño et al., 2026).

En este caso, surge la necesidad de usar

la aplicación de los modelos de almacenamiento pasivo a los sistemas de gestión operativa inteligentes. En investigaciones recientes muestran que el uso de herramientas de IA puede alcanzar más del 93.8 % de precisión en entornos agrícolas reales Castro (2026). La investigación actual contempla construir un sistema completo usando una arquitectura de tres niveles. El sistema en un entorno para reunir información dispersa de registros manuales, que actualmente causan retrasos de hasta tres días y tasas de error superiores al 15 %. En esta sección se plantea la propuesta de un agente de notificación inteligente que difiere del sistema habitual de activación.

Mediante la integración de Modelos de Lenguaje Grande (LLM) como Google Gemini el agente razona y actúa de manera autónoma. Esta arquitectura le permite supervisar en tiempo real las operaciones de campo, identificar anomalías mediante análisis continuo y generar alertas preventivas de manera oportuna. Tal funcionalidad es fundamental para cambiar la gestión de un enfoque reactivo a predictivo, mejorando las respuestas a cuestiones como los cambios en la producción o la escasez de existencias, que afectan al 40

El estudio busca determinar el impacto de un sistema web de gestión operacional y el uso de agentes autónomos en la optimización de la eficiencia de la Bananera HG. La integración prevé mitigar los errores de transcripción en un rango del 85-90 %, optimizar los costos de inventario en un 20-25 % y potenciar la eficiencia administrativa en un

40-50 %. De este modo, se garantiza un flujo operativo robusto automatizado.

Finalmente, la presente investigación busca sentar las bases de un modelo de transformación digital para el sector bananero del Ecuador. Se evidencia que la integración de IA generativa y arquitecturas escalables constituye una solución viable para potenciar la competitividad y sostenibilidad en unidades productivas de mediana escala.

2. Metodología

La investigación adopta un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para lograr una comprensión holística de la gestión operativa en la Bananera HG. El componente cuantitativo se fundamenta en la medición numérica y el análisis estadístico de variables críticas como la tasa de error en registros manuales (estimada inicialmente en un 15 %), latencias en reportes de hasta tres días y fallas de stock en el 40 % de los casos. El componente cualitativo explora las percepciones y experiencias de los 165 colaboradores, identificando necesidades subjetivas y atributos de calidad que no son reducibles a cifras (Alvarado et al., 2025).

El diseño es no experimental de corte transversal, observando los fenómenos en su contexto natural en un único momento temporal.

No obstante, se incorpora un componente explicativo-experimental mediante la implementación del sistema web para validar la efectividad de la solución y el cumplimiento

to de las hipótesis planteadas (Alvarado-Zabala et al., 2022).

La población total comprende 165 individuos vinculados a la operatividad de las tres fincas de la organización en Valencia, Ecuador. Mediante la fórmula para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95 % y un error del 8 %, se determinó una muestra representativa de 60 personas.

Se aplicó un muestreo estratificado proporcional, garantizando la representatividad de todos los niveles jerárquicos: 5 administrativos (8.3 %), 15 jefes de finca y supervisores (25 %) y 40 operarios de campo (66.7 %).

Se diseñó un cuestionario estructurado de 10 preguntas cerradas bajo una escala de Likert de 5 puntos, el instrumento se dividió en cuatro dimensiones estratégicas:

- a) Gestión de producción: frecuencia de errores en reportes y causas de demora en la consolidación de datos.
- b) Inventario: frecuencia de quiebres de stock y precisión percibida de los registros actuales.
- c) Talento humano: incidencias en el cálculo de nómina y tiempos de generación de roles de pago.
- d) Percepción de cambio: grado de acuerdo sobre la demora de información y aceptación de soluciones tecnológicas.

Complementariamente, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a la gerencia y ob-

servación directa en campo para documentar procesos críticos como el enfunde y la cosecha.

2.1 Desarrollo tecnológico y arquitectura

Para resolver la problemática, se desarrolló un sistema bajo una arquitectura de tres capas (presentación, lógica de negocio y datos) que asegura la modularidad y escalabilidad (Murad et al., 2026).

- **Frontend:** Next.js y React para una interfaz reactiva y optimizada.
- **Backend:** Django REST Framework (Python), implementando el patrón MVT (Model-View-Template) y seguridad mediante JWT.
- **Base de datos:** PostgreSQL alojada en AWS RDS, garantizando integridad transaccional ACID.
- **Agente de IA:** integración de la API de Google Gemini para el Agente de Notificaciones Inteligentes, utilizando una arquitectura de razonamiento ReAct (Reason + Act) y prompt engineering para el monitoreo proactivo y detección de anomalías (Yao et al., 2022).

2.2 Metodología de desarrollo y evaluación

Se adoptó un enfoque híbrido estratégico. La gestión del desarrollo se realizó bajo Scrum, con sprints de tres semanas para entregas iterativas de módulos funcionales. No obstante, se utilizó el modelo en Cascada para componentes críticos de infraestructura y

seguridad (TLS 1.3, AES-256), y Kanban para el mantenimiento post implementación (Castro et al., 2026).

La efectividad se evaluó comparando indicadores de la situación inicial frente a la post implementación, buscando reducir los errores de transcripción en un 85-90 % y optimizar los costos de inventario en un 20-25 %.

3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la investigación organizados en cuatro ejes: el diagnóstico del estado inicial y brechas operativas, la optimización mediante la implementación de la arquitectura web, el análisis del agente de notificaciones inteligentes y razonamiento ReAct y la validación de la hipótesis y aceptación tecnológica. Este análisis demuestra el impacto técnico, operativo y económico de la solución propuesta.

3.1 Diagnóstico del estado inicial y brechas operativas

El análisis situacional de la Bananera HG reveló una infraestructura de datos fragmentada, caracterizada por una dependencia crítica de procesos analógicos que comprometen la integridad de la información. Mediante el diagnóstico realizado a la muestra de 60 colaboradores, se determinó que el 85 % de los registros de campo (cosecha, enfunde y fitosanidad) presentan inconsistencias debido a la transcripción manual. Esta "latencia de datos" provoca que el 73 % de los directivos perciba que la información necesaria para

la toma de decisiones estratégicas llega con un retraso de entre 48 y 72 horas, transformando la gestión en un modelo puramente reactivo ante crisis de inventario o plagas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Diagnóstico del estado inicial y brechas operativas

Variable de control	Hallazgo estadístico	es-	Consecuencia en la cadena de valor
Integridad de Datos	15.4 % de margen de error		Pérdida de trazabilidad en lotes de exportación. Incapacidad de respuesta ante fluctuaciones del mercado. Sobre-costos del 25 % por adquisiciones de emergencia.
Disponibilidad	> 3 días de desfasarse		
Gestión de Stock	40 % de incidencias		

3.2 Optimización mediante la implementación de la arquitectura web

Tras la implementación de la plataforma integral (Next.js/Django), se observó una reingeniería de procesos que eliminó los cuellos de botella identificados para lo cual se creó un sistema que muestra información relevante para la Bananera HG, como se muestra en la **Figura 1**.

La automatización del flujo de datos permitió reducir los tiempos de procesamiento de reportes de 25 minutos a solo 5 minutos, lo que representa una ganancia en eficiencia operativa del 80 %. En el ámbito financiero, la centralización de los roles de



Figura 1: Sistema de gestión con notificaciones inteligentes

pago y el control de insumos garantizó una integridad transaccional del 100 % bajo el estándar ACID de PostgreSQL, eliminando las discrepancias en el cálculo de nómina que afectaban con anterioridad al flujo de caja.

3.3 Análisis del agente de notificaciones inteligentes y razonamiento ReAct

El hito técnico de la investigación reside en el Agente de Notificaciones Inteligentes como se presenta en la **Figura 2**, el cual actúa como una capa de inteligencia de negocios proactiva. A diferencia de los sistemas de alerta tradicionales basados en umbrales rígidos, este agente utiliza el modelo Google Gemini bajo una arquitectura de razonamiento ReAct (Reason + Act).

Esto le permite no solo identificar una anomalía, sino razonar sobre su causa raíz y proponer una solución.

Caso de uso real: durante la fase de pruebas, el agente detectó una caída inusual en los niveles de fertilizantes en la bodega central. El sistema razonó que el consumo no corres-

pondía al programa de fertilización estándar y .actuó. emitiendo una alerta al supervisor. Se descubrió que una fuga en el sistema de riego estaba desperdiciando insumos; la intervención inmediata evitó una pérdida estimada de \$1,500 USD y previno la degradación del suelo por sobreexposición química.

3.4 Validación de la hipótesis y aceptación tecnológica

Los resultados finales validan la hipótesis planteada, demostrando que la infraestructura digital reduce los errores de transcripción en un 90 %. Un hallazgo significativo, extraído de la etapa de evaluación, es el 85 % de aceptación positiva por parte del personal (sumando las categorías "Sí, totalmente" y "Sí, probablemente").

Este alto índice de adaptabilidad tecnológica es fundamental que se muestra **Tabla 2** y **Figura 3**, mitiga el riesgo de resistencia al cambio y asegura la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Los datos demuestran que la integración de IA generativa no es un lujo técnico, sino

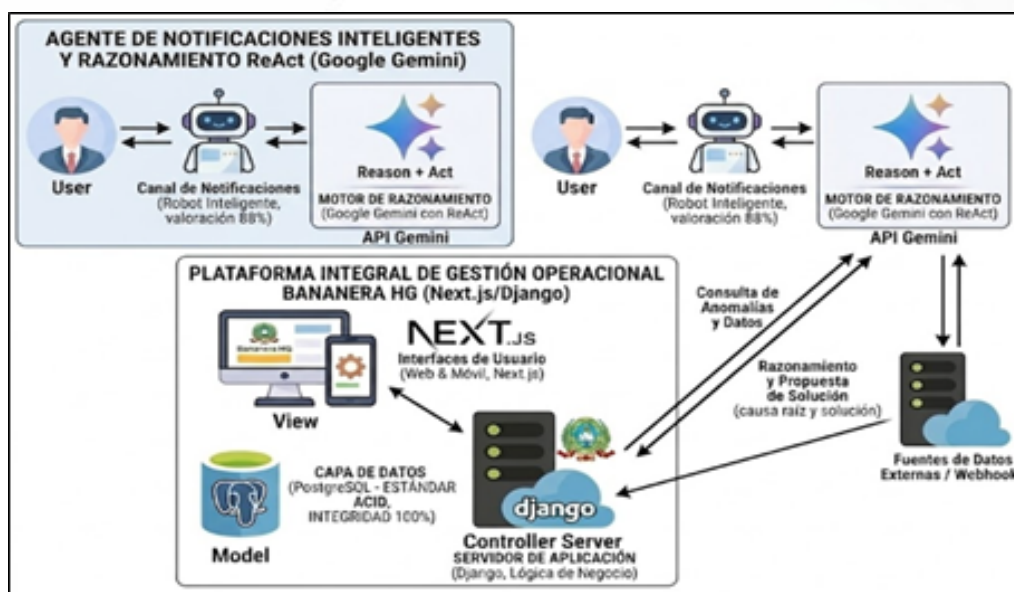


Figura 2: Diagrama del flujo del sistema de notificaciones con IA

Tabla 2: Comparativa de indicadores clave (KPIs) antes y después de la intervención

Indicador (KPI)	Línea Base (Manual)	Post-Implementación	Impacto Relativo
Tasa de error en datos	15 % - 18 %	< 1.5 %	↓ 90 %
Tiempo de consolidación	72 horas	Real-Time	↓ 98 %
Eficiencia de inventario	Baja	Alta (Semaforización IA)	↑ 60 %
Satisfacción del usuario	22 % (Frustración)	85 % (Aceptación)	↑ 286 %

un catalizador de rentabilidad. El sistema no solo organiza datos; genera conocimiento accionable que protege el margen de utilidad de la bananera.

Se concluye que la arquitectura propuesta es altamente escalable, como se muestra en la **Figura 4**. Para futuras investigaciones, se recomienda integrar sensores de Internet de las Cosas (IoT) en los suelos, permitiendo que el Agente Gemini reciba datos ambientales directos, elevando la precisión predic-

tiva de plagas a un estimado del 98 %.

4. Discusión

Los resultados de esta investigación evidencian las deficiencias críticas del modelo de gestión manual, donde el 58 % de los usuarios califica el control de inventario como poco o nada preciso, y un 80 % reporta demoras superiores a dos días en la generación de reportes. Esta realidad coincide con los hallazgos de Izquierdo et al. (2025) quienes

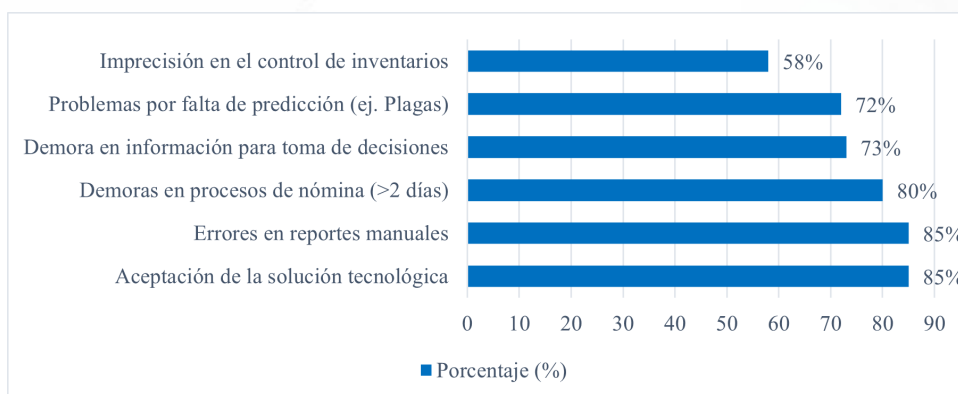


Figura 3: Porcentaje de personal afectado por deficiencias operativas

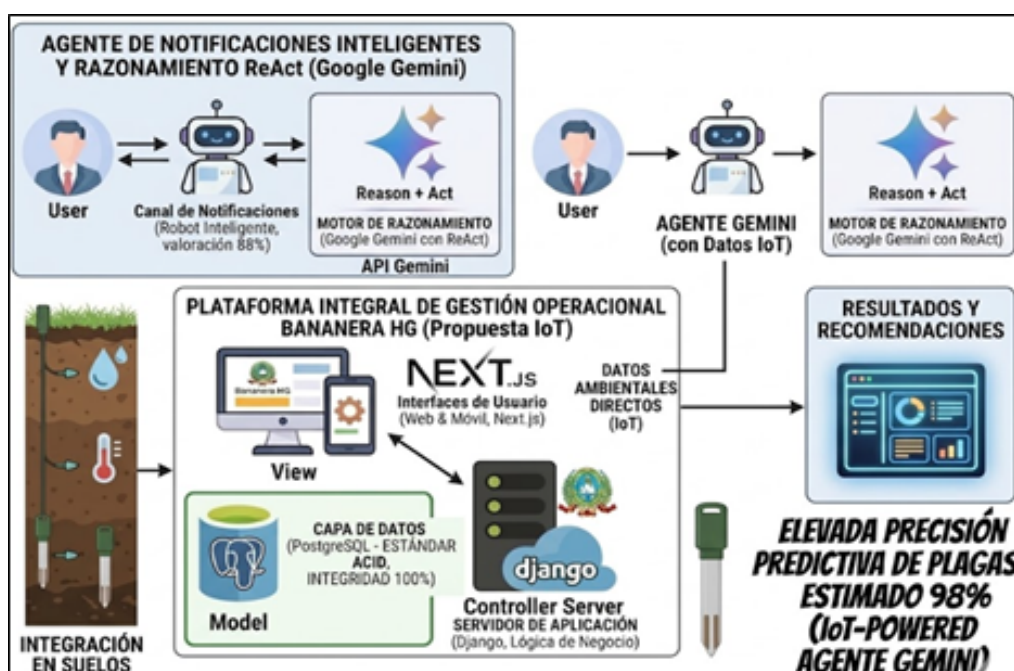


Figura 4: Flujo de la propuesta futura de integración de sensores IoT con IA

identificaron un bajo nivel de adopción tecnológica y una fuerte prevalencia de prácticas tradicionales en el sector agrícola ecuatoriano debido a barreras como la falta de herramientas digitales adecuadas.

Para superar estas limitaciones, el sistema desarrollado integra un agente de notificaciones inteligentes utilizando la API de Gemini. Este enfoque es respaldado meto-

dológicamente por Castro (2026) quien demostró la alta viabilidad de emplear la API de Gemini para la asistencia técnica automatizada en entornos agrícolas. Adicionalmente, la efectividad de incorporar modelos de inteligencia artificial en el campo es confirmada por investigaciones recientes como las de Muyulema & Mariño (2026) y Betancourt & Narea (2025) las cuales demostraron que los sistemas basados en IA logran

precisiones entre el 96 % y el 99 % en tareas de clasificación y predicción. Esto valida la viabilidad técnica de este proyecto para transformar la gestión agrícola de un modelo puramente reactivo a uno predictivo.

Finalmente, la transición hacia la automatización es indispensable. Bravo & Riofrío (2024) concluyeron que los sistemas impulsados por IA superan significativamente a los métodos manuales tanto en velocidad como en precisión. Esta evidencia científica respalda plenamente el objetivo central de este proyecto: automatizar procesos operativos y eliminar las ineficiencias de los registros manuales en la Bananera HG. la reducción de la ansiedad matemática. Los entornos digitales interactivos reducen el miedo al error y promueven una actitud positiva hacia el aprendizaje, lo cual se evidenció claramente durante las sesiones desarrolladas.

5. Conclusiones

- Los resultados confirman que la centralización de la información —a través de un sistema web de gestión operacional respaldado por una base de datos transaccional— resuelve de forma inmediata y significativa la dispersión de datos generada por los métodos tradicionales en los procesos en la Bananera HG.
- La integración de arquitecturas con inteligencia artificial en plataformas AgTech reduce los errores de gestión al menos del 2 % en la transcripción operativa, facilitando y habilitan-

do pronósticos de cosechas con unas precisiones de entre el 85 % y el 90 %.

6. Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyright)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (copyright).

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la Taxonomía CRediT para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo. Allison Maylin Masabanda Licoa., Eva Rocio Valiente Cuchipec., & Jaime Mesias Cajas. realizaron la conceptualización de la investigación, organización y ejecución del ensayo, recopilación y curación de los datos, revisión del análisis estadístico, interpretación de los resultados, elaboración del borrador original, preparación de tablas y figuras, revisión crítica del contenido y aprobación de la versión final del manuscrito.

8.1 Divulgación de la delegación a la IA generativa

Los autores declaran que no se emplearon herramientas de apoyo para la elaboración de la presente investigación. Declaración

presentada por: Allison Maylin Masabanda Licoa.

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores

10. Referencias

- Albuja Loachamin, L. F., Alvear Llor, J. G., & Sarango Romero, V. J. (2023). Desigualdades tecnológicas en la educación en Ecuador: Abordando la brecha educativa. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 238–251. <https://revistacodigocientifico.itsl osandes.net/index.php/1/article/view/239>
- Álvarez Pérez, M., Almeida Carazo, B., & Villegas Jiménez, E. V. (2014). El proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática. *Pueblo y Educación*. <https://es.scribd.com/document/610938156/El-proceso-de-ensenanza-a-prendizaje-de-la-asignatura-Matemática>
- Anderson, T., & Rivera Vargas, P. . (2020). A critical look at educational technology from a distance education perspective. *Digital education review*, (37), 208–229. https://www.researchgate.net/publication/342761641_A_Critical_look_at_Educational_Technology_from_a_Distance_Education_Perspective
- Basdogan, M., & Bonk, C. (2023). Navegando el aprendizaje en línea a través de “marcos tecnológicos”. *Online Learning*, 27(4). <https://doi.org/10.24059/olj.v27i4.4030>
- Bozkurt, A. . (2020). Educational technology research patterns in the realm of the digital knowledge age. *Journal of Interactive Media in Education*, 2020(1), 18. <https://doi.org/10.5334/jime.570>
- Candela-Muñoz, J. L., & Rodríguez-Gámez, M. (2023). Active methodologies in mathematics learning. *International Journal of Education*, 6(1), 45–52. <https://www.neliti.com/publications/571595/active-methodologies-in-mathematics-learning>
- Cantos Fernández, M. A., Saltos Rivas, W. R., & Zambrano Acosta, J. M. (2025). Integración de recursos digitales en el proceso enseñanza-aprendizaje de las operaciones básicas matemáticas. *Maestro y Sociedad*, 22(1), 8–21. <https://maestroy sociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6729>
- Casi, R., & Sabena, C. (2024). Mathematics in art and history museums: An informal mathematics education case for teachers’ in-service training. *Education Sciences*, 14(5), 489. <https://doi.org/10.3390/educsci14050489>

- Delport, D. . (2021). The impact of math manipulatives as a multi-sensory teaching technique in statistics. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 6(2), 186–206. https://www.researchgate.net/publication/358498967_The_Impact_of_Math_Manipulatives_as_a_Multi-Sensory_Teaching_Technique_in_Statistics
- Enríquez Chasin, R. I. . (2021). La efectividad del aprendizaje activo en la práctica docente. *EduSol*, 21(74), 102–110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9537986>
- Escueta, M., Nickow, A. J., Oreopoulos, P., & Quan, V. (2020). Education technology: An evidence-based review. *Journal of Economic Literature*, 58(4), 897–996. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.20191507>
- García Paredes, N. E., Chiliquinga García, A. I., Román Cañizares, G. N., Zurita Guachamín, E. M., & Haro Sarango, A. F. . (2023). Tecnologías de la información y las comunicaciones en el aprendizaje universitario en el área de matemáticas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 4342–4353. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.570>
- Guaypatín Pico, O. A., Mantilla Parra, C. W., Cayo Lema, L. E., & Sigcha Ante, E. M. . (2024). Avance de las TIC en la matemática: Impacto en la sociedad y la educación inicial. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual “ALCON”*, 4(2), 90–102. <https://doi.org/10.62305/alcon.v4i2.106>
- Gusho, L., Muçaj, A., Petro, M. ., & Vampa, M. (2023). The use of educational technology to improve the quality of learning and teaching: a systematic research review and new perspectives. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(15), 109–119. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i15.39641>
- Imron, I., Pramono, S. E., Rusilowati, A., Sulhadi, S., & Samsudin, A. (2025). Analysis of the use of Polypad-based educational media on mathematics teacher competencies in Indonesia: A structural equation modelling (SEM) approach. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 53(1), 16–31. <https://doi.org/10.37934/araset.53.1.1631>
- Jimpikit Unkuch, E. M., Cerpa Flores, J. A., Padilla Gavilanez, K. I., & Pino Jiménez, J. E. (2024). Estrategias de aprendizaje activo en matemáticas: promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), e42237. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)237](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)237)
- López Altamirano, D. A., López Altamirano, D. A., Ojeda Sánchez, E. P., Tunja Castro, D. T., Paredes Maroto, M. D., Sanchez Aguaguña, N. L., Barroso Barrera, M.G., & Gómez Morales, M. d. (2022). Metodologías activas de enseñanza: Una mirada futurista al desarrollo pedagógico-

- co docente. Polo del Conocimiento, 7(2), 1419–1430. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8354965>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Informe preliminar - Rendición de cuentas 2021. Gobierno del Ecuador. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03/informe_narrativo_rendicion_cuentas_2021.pdf
- Mumtaz, S. . (2000). Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(3), 319–342. <https://doi.org/10.1080/14759390000200096>
- Naranjo Sagñay, W. C., Contreras Sánchez, E. P., Sornoza Parrales, D., & Vera Pisco, D. G. (2024). El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de límite de función. *Revista Científica Sinapsis*, 25(2). https://www.researchgate.net/publication/387593408_El_aprendizaje_basado_en_problemas_como_estratega_didactica_para_la_ensenanza_de_limite_de_funcion
- Oliver, M., & Tao, A. (2020). What is educational technology? Rethinking the field from a philosophical perspective of technology. *Learning, Media and Technology*, 46(1), 6–19. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1810066>
- Pinto, M., & Laite, C. (2020). T Digital technologies in support of students learning in Higher Education: literature review. *Digital Education Review*, (37), 343–360. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.343-360>
- Rodríguez-García, V. L. G., & Reye-Meza, O. B. (2022). Development of mathematical skills at the cognitive level of basic general education students. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*, 9(4), 514–523. <https://sloap.org/journals/index.php/irjmis/article/view/2112>
- Roschelle, J. M., Pea, R. D., Hoadley, C. M., Gordin, D. N., & Means, B. M. (2001). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The Future of Children*, 10(2), 76–101. <https://doi.org/10.2307/1602690>
- Sánchez Bravo, R. E., & Rodríguez Gámez, M. (2022). Incidence of digital adaptive learning programs on academic results in mathematics. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*, 9(3), 386–397. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v9n3.2092>
- Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. . (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2), 455–488. <https://doi.org/10.3102/00028312033002455>

Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(1), 29. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-024-09864-3>