

AL SERVICIO DEL AGRO: IMPACTO DE SISTEMA WEB PARA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN CULTIVOS DE CACAO
TECHNOLOGIES FOR AGRICULTURE: IMPACT OF A WEB-BASED SYSTEM FOR MANAGING MAINTENANCE IN COCOA CROPS
Julio Ramón Alvarado Zabala ^{1*}E-mail: julio.alvarado@upec.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2792-7581>Dolores Mariela Carrera Maridueña ²E-mail: dcarrera@uagraria.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9101-7435>Juan Pablo López Goyez ¹E-mail: juan.lopez@upec.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2873-2185>¹Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador.²Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición):

Alvarado Zabala, J. R., Carrera Maridueña, D. M. & López Goyez, J. P. (2024). Tecnologías al servicio del Agro: impacto de sistema web para gestión del mantenimiento en cultivos de cacao. *Universidad y Sociedad*, 17(3), e5162.
RESUMEN

La implementación de sistemas web en la gestión agrícola de pequeños productores de cacao representa un desafío técnico y cultural en contextos rurales. Este estudio evaluó el impacto de una plataforma digital en la Finca 3 Hermanos en Ecuador, analizando la percepción de usuarios, cambios operativos y barreras de adopción mediante métodos cualitativos: entrevistas semiestructuradas, observación directa y mapeo de experiencia. Los resultados revelaron que el sistema redujo un 74.5% el tiempo de registro de actividades (de 47 a 12 minutos) y disminuyó un 72% los errores en inventarios, validando su utilidad para optimizar procesos. Sin embargo, persistieron prácticas manuales en el 40% de las labores, especialmente en zonas sin conectividad, evidenciando resistencias culturales y limitaciones infraestructurales. El análisis temático de entrevistas identificó alta valoración en la organización de datos (23 menciones) y confiabilidad técnica (19), pero también necesidades críticas: capacitación continua (16) y soporte contextualizado (14). La triangulación con fichas de observación mostró divergencias entre la percepción declarada (4/5 en facilidad de uso) y el comportamiento real (38% abandonos en funciones avanzadas). El mapeo de experiencia destacó satisfacción en módulos básicos (4.3/5) frente a frustraciones en velocidad de carga y complejidad de filtros (3/5). Estos hallazgos subrayan que la efectividad de herramientas digitales en agricultura depende de su adaptación a realidades locales, integrando usabilidad técnica con estrategias de apropiación cultural. El estudio aporta evidencia empírica para diseñar soluciones inclusivas que equilibren innovación y tradición en el sector cacaotero.

Palabras clave:

Sistemas web agrícolas, Gestión del cacao, Adopción tecnológica rural, Impacto tecnológico.

ABSTRACT

The implementation of web-based systems in the agricultural management of small-scale cocoa producers represents a technical and cultural challenge in rural contexts. This study evaluated the impact of a digital platform at the "Finca 3

Hermanos" farm in Ecuador, analyzing user perceptions, operational changes, and adoption barriers through qualitative methods: semi-structured interviews, direct observation, and experience mapping. Results revealed that the system reduced activity logging time by 74.5% (from 47 to 12 minutes) and decreased inventory errors by 72%, confirming its usefulness for process optimization. However, manual practices persisted in 40% of tasks, especially in areas without connectivity, highlighting cultural resistance and infrastructure limitations. Thematic analysis of interviews identified high appreciation for data organization (23 mentions) and technical reliability (19), but also revealed critical needs: ongoing training (16) and contextualized support (14). Triangulation with observation records showed divergences between declared perception (4/5 in ease of use) and actual behavior (38% abandonment of advanced functions). Experience mapping highlighted satisfaction with basic modules (4.3/5) versus frustration with load speed and filter complexity (3/5). These findings underline that the effectiveness of digital tools in agriculture depends on their adaptation to local realities, integrating technical usability with cultural appropriation strategies. The study provides empirical evidence to design inclusive solutions that balance innovation and tradition in the cocoa sector.

Keywords:

Agricultural web systems, Cocoa management, Technological adoption, Technological impact.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en la agricultura ha cobrado especial relevancia en los últimos años, impulsando la adopción de tecnologías de la información, sistemas web y herramientas digitales para optimizar la producción, la gestión de recursos y la sostenibilidad en el sector agropecuario (Hajjiyeva et al., 2024). Diversos estudios recientes han documentado que la integración de innovaciones tecnológicas, como plataformas web, sistemas de monitoreo en tiempo real y aplicaciones de agricultura de precisión, ha permitido mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad y la capacidad de respuesta ante desafíos climáticos y de mercado en diferentes contextos agrícolas (Bancheri et al., 2024; Dhal et al., 2023; Singh et al., 2024).

En particular, la literatura destaca que la implementación de sistemas web en el sector agrícola favorece la toma de decisiones informadas, la reducción de desperdicios y la optimización de recursos, siempre que se logre una adecuada integración con las prácticas existentes y se garantice la accesibilidad para los usuarios finales (Bravo, 2024; Gebresenbet et al., 2023; Kacha et al., 2023). Sin

embargo, la mayoría de estas investigaciones se han centrado en cultivos de gran escala o en contextos distintos al cacao, y suelen abordar la adopción tecnológica desde una perspectiva técnica o económica, dejando de lado el análisis profundo de la experiencia y percepción de los usuarios finales (Bowen & Medranda, 2024; Saprída et al., 2024).

En países en desarrollo como Ecuador, el cacao representa un pilar económico y social para miles de familias rurales. No obstante, la producción cacaotera enfrenta desafíos persistentes relacionados con la eficiencia de las labores de mantenimiento, la trazabilidad de los procesos y la capacidad de respuesta ante factores climáticos y fitosanitarios (Calderón et al., 2024). La brecha digital, la limitada infraestructura tecnológica y la falta de capacitación específica siguen siendo obstáculos para la adopción efectiva de sistemas web en fincas de pequeña y mediana escala (Hidayat et al., 2023).

Factores como la facilidad de uso, la integración con prácticas tradicionales, la accesibilidad tecnológica y la calidad del soporte técnico han sido identificados como determinantes para la aceptación y el impacto real de los sistemas digitales en la agricultura familiar (Homidov et al., 2024; Issa et al., 2023; Saprída et al., 2024). La experiencia del usuario y la percepción de utilidad son variables críticas que pueden potenciar o limitar la apropiación tecnológica en el sector cacaotero (Khoirunnita et al., 2024).

Frente a esta brecha, surge la necesidad de investigar cómo la implementación de sistemas web específicos para la gestión del mantenimiento en cultivos de cacao impacta en la eficiencia operativa como en la percepción y experiencia de los agricultores. Sobre lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo influye el uso de un sistema web en las prácticas de mantenimiento y en la percepción de los usuarios en el cultivo de cacao? Abordar esta cuestión resulta relevante para aportar evidencia empírica sobre la interacción entre tecnología y agricultura tradicional, y para orientar el desarrollo de soluciones digitales más efectivas y contextualizadas.

De aquí que objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de un sistema web implementado en la Finca 3 Hermanos, en el cantón La Troncal, Cañar, Ecuador, analizando la percepción de los usuarios, los cambios en la ejecución de actividades, la optimización de recursos y la toma de decisiones. Se emplean métodos cualitativos como entrevistas semiestructuradas, observación directa y mapeo de experiencia de usuario, permitiendo captar las dimensiones objetivas como subjetivas del impacto tecnológico. Este enfoque busca identificar los beneficios como las limitaciones y barreras en la

adopción tecnológica, contribuyendo al avance del conocimiento en agricultura digital aplicada a cultivos tradicionales y proporcionando recomendaciones para el desarrollo de tecnologías más efectivas y adaptadas al sector agrícola ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio adoptó un enfoque cualitativo para comprender en profundidad la experiencia, percepción y desafíos que enfrentan los usuarios ante la implementación de un sistema web para la gestión del mantenimiento en cultivos de cacao en la Finca 3 Hermanos, cantón La Troncal, Cañar, Ecuador. El enfoque cualitativo permite captar tanto dimensiones objetivas como subjetivas del impacto tecnológico, facilitando la identificación de patrones, condiciones que favorecen la adopción y obstáculos presentes en la incorporación de innovaciones digitales en contextos rurales (Nurdin & Sulaiman, 2022).

La muestra estuvo compuesta por cuatro actores clave: el propietario/administrador del sistema web y tres trabajadores de la finca, seleccionados mediante muestreo intencional para captar la diversidad de experiencias y roles en el uso cotidiano del sistema (Palma, 2024). Para la recolección de datos se emplearon tres instrumentos validados y complementarios que permiten triangular la información y aumentar la profundidad y validez de los hallazgos.

Las entrevistas semiestructuradas se diseñan para explorar percepciones, experiencias, barreras y facilitadores en la adopción del sistema web, organizadas en cinco ejes temáticos: utilidad percibida, integración con prácticas existentes, beneficios económicos tangibles, confiabilidad y precisión de los datos, y acceso a capacitación y soporte técnico. Siguiendo el enfoque de laddering y preguntas de sondeo, se obtuvieron respuestas ricas y matizadas que fueron grabadas y transcritas para garantizar rigor analítico (Barbosa et al., 2022). La ficha de observación estructurada se aplicó para registrar sistemáticamente la interacción real de los usuarios con el sistema web durante situaciones cotidianas de trabajo, evaluando los mismos cinco criterios mediante observación no participante para minimizar sesgos y captar comportamientos auténticos (Bowen & Medranda, 2024; Ridwan et al., 2022). El mapeo de experiencia de usuario se implementó con el administrador para visualizar y analizar su recorrido a través de los diferentes módulos del sistema web, utilizando una escala visual de emojis para calificar la satisfacción en aspectos clave, complementada con comentarios cualitativos sobre fortalezas y áreas de mejora (Luna & Astiti, 2024; Saprida et al., 2024).

El análisis de datos se realizó mediante ATLAS.ti, aplicando codificación abierta para identificar unidades de significado emergentes, seguida de codificación axial para agrupar los códigos en las cinco categorías temáticas predefinidas (Barbosa et al., 2022; Gulsia & Yadav, 2023). Este proceso sistemático permitió transformar los relatos individuales en hallazgos estructurados y comparables. Finalmente, se aplicó triangulación metodológica integrando y contrastando los hallazgos de los tres instrumentos para comparar percepciones declaradas, comportamientos observados y valoraciones técnicas, logrando una visión holística del impacto del sistema web en la gestión del mantenimiento del cacao (Kacha et al., 2023; Saprida et al., 2024).

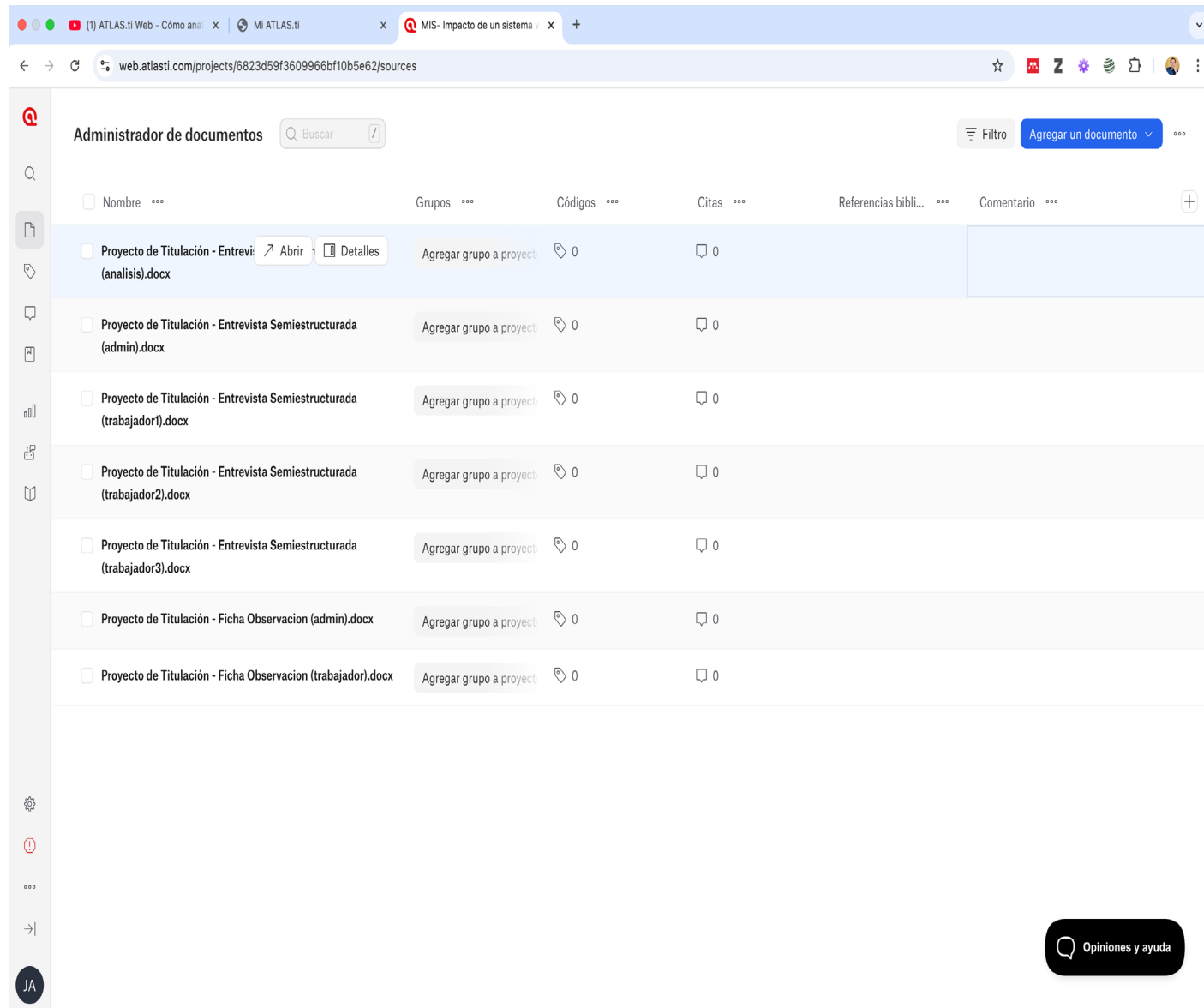
RESULTADOS-DISCUSIÓN

Los hallazgos de la investigación revelan un panorama complejo y multidimensional del impacto generado por la implementación del sistema web en la gestión del mantenimiento del cultivo de cacao en la Finca 3 Hermanos. El análisis sistemático de los datos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas, fichas de observación estructurada y mapeo de experiencia de usuario permite identificar patrones convergentes y divergentes que caracterizan la adopción tecnológica en este contexto agrícola específico. Los resultados se presentan organizados según cada instrumento metodológico, seguidos de su triangulación integrada para ofrecer una comprensión holística del fenómeno estudiado.

Procesamiento y codificación de datos cualitativos

El análisis cualitativo inicia con el procesamiento sistemático de los datos recolectados mediante ATLAS.ti, software especializado que facilita la organización, codificación y visualización de la información obtenida. La **Figura 1** ilustra el proceso de carga e importación de los instrumentos de recolección de datos al software, evidenciando la centralización de entrevistas transcritas y fichas de observación como documentos primarios para el análisis posterior. Este procedimiento garantiza la trazabilidad de cada unidad de análisis a su fuente original, cumpliendo con los estándares de rigor metodológico en investigación cualitativa (Gulsia & Yadav, 2023).

Fig 1. Carga de instrumentos de recolección de datos (entrevistas y ficha de observación) en software ATLAS.ti.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

El proceso de codificación abierta permite identificar temas clave directamente de las narrativas de los participantes, sin limitarse a categorías predefinidas. Ejemplos de este etiquetado aplicado tanto a entrevistas del administrador como de los trabajadores se muestran en las Figuras 2 y 3, donde destacan códigos como “control organizado de actividades”, “centralización de información” y “resistencia inicial al cambio”. Posteriormente, estos códigos son agrupados mediante codificación axial en cinco categorías temáticas centrales del estudio: utilidad percibida, integración con prácticas existentes, beneficios económicos tangibles, confiabilidad y precisión de los datos, y acceso a capacitación y soporte técnico (Barbosa et al., 2022).

Esta organización estructurada, resumida en la Tabla 1, facilita la interpretación y comparación de patrones, barreras y oportunidades en la adopción del sistema web. Esta agrupación categorial fue organizada en 23 códigos abiertos en cinco dimensiones analíticas: utilidad percibida, integración con prácticas existentes, confiabilidad y precisión de datos, beneficios económicos tangibles, y acceso a capacitación y soporte técnico. Esta taxonomía emergente confirma la pertinencia de los ejes temáticos definidos inicialmente y revela la complejidad multifacética de la experiencia de adopción tecnológica en contextos agrícolas rurales.

Fig 2. Etiquetado de codificación abierta a entrevista realizada al administrador de sistema web realiza al administrador.

The image shows a browser window with the URL `web.atlasti.com/projects/6823d59f3609966bf10b5e62/sources/6823e6215c39eab4c0b523c6`. The page content is an interview transcript titled "Proyecto de Titulación - Entrevista Semiestru...". The transcript includes several questions and answers regarding the utility of a web system. The text is annotated with various colored labels representing open coding categories. A sidebar on the left contains navigation icons, and a bottom right corner features a "Opiniones y ayuda" button.

Section 1: Utilidad percibida

1. ¿Cómo describiría la utilidad del sistema web en su trabajo diario?

El sistema web ha sido una herramienta muy valiosa en mi trabajo diario. Me permite tener un control más organizado y actualizado de todas las actividades de mantenimiento en la finca. Antes, llevaba muchos registros en papel o en cuadernos, lo que a veces generaba confusión o pérdida de información. Ahora, puedo acceder a los datos de forma rápida y centralizada, lo que facilita mucho la gestión y el seguimiento de las labores.

1. ¿En qué aspectos específicos de la gestión del cultivo de cacao considera que el sistema web ha sido más útil?

Principalmente, el sistema me ha ayudado en la planificación y asignación de tareas al personal, el control de insumos y materiales, y el seguimiento de las actividades realizadas en cada lote. También ha sido útil para llevar un registro de los mantenimientos de equipos y para generar reportes que antes me tomaban mucho tiempo hacer manualmente.

1. ¿Podría compartir un ejemplo concreto de cómo el sistema web ha mejorado su eficiencia en el trabajo?

Por ejemplo, antes debía revisar varios cuadernos y hablar con cada trabajador para saber qué actividades estaban pendientes o cuáles ya se habían realizado. Ahora, con un par de clics, puedo ver el estado de cada tarea y los recursos utilizados. Esto me ha permitido reaccionar más rápido ante cualquier inconveniente y distribuir mejor las labores diarias.

1. En comparación con los métodos anteriores, ¿cómo calificaría la utilidad del sistema web para la gestión de las labores de mantenimiento?

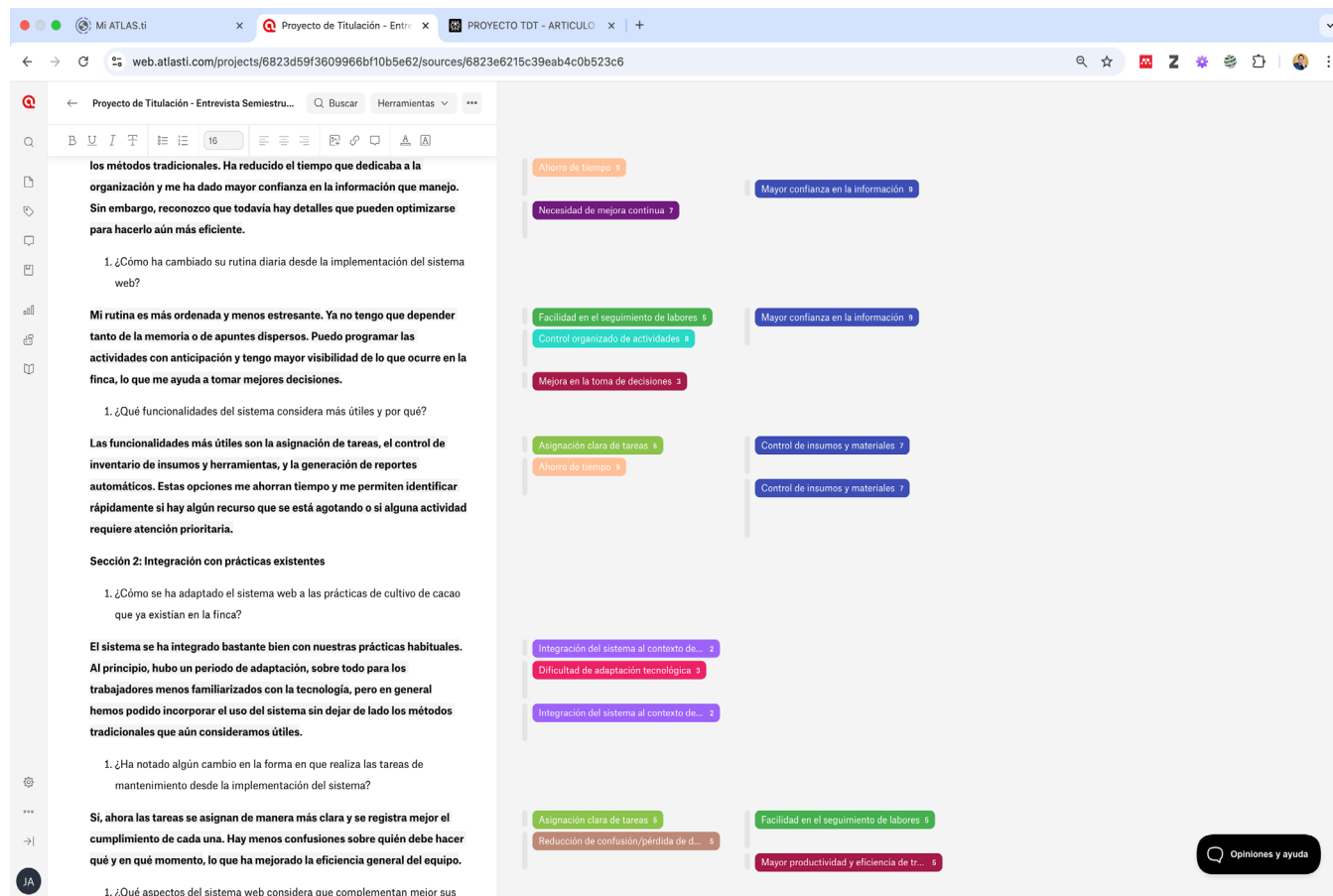
Definitivamente, el sistema web representa una mejora significativa frente a los métodos tradicionales. Ha reducido el tiempo que dedicaba a la organización y me ha dado mayor confianza en la información que manejo. Sin embargo, reconozco que todavía hay detalles que pueden optimizarse para hacerlo aún más eficiente.

Open Coding Labels:

- Control organizado de actividades 4
- Reducción de errores manuales 4
- Acceso rápido a datos 3
- Facilidad en el seguimiento de labores 5
- Asignación clara de tareas 3
- Control de insumos y materiales 7
- Facilidad en el seguimiento de labores 5
- Registro de mantenimientos de equipos 2
- Asignación clara de tareas 3
- Ahorro de tiempo 3
- Control organizado de actividades 8
- Ahorro de tiempo 3
- Mayor confianza en la información 9
- Necesidad de mejora continua 7

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Fig 3. Etiquetado de codificación abierta a entrevista realizada al administrador de sistema web realizada al trabajador.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Tabla 1. Agrupación de los códigos abiertos en las categorías temáticas.

No.	Categoría temática	Códigos abiertos
1	Utilidad percibida	Acceso rápido a datos, Facilidad en el seguimiento de labores, Control organizado de actividades, Reducción de errores manuales, Asignación clara de tareas, Ahorro de tiempo, Mejora en planificación, Solución oportuna de problemas
2	Integración con prácticas existentes	Necesidad de mejora continua, Integración del sistema al contexto del negocio, Resistencia inicial al cambio, Solicitud de mejoras en el sistema,
3	Confiabilidad y precisión de los datos	Reducción de confusión/pérdida de datos, Mayor confianza en la información, Mejora en la toma de decisiones, Facilidad de aprendizaje del sistema
4	Beneficios económicos tangibles	Control de insumos y materiales, Registro de mantenimientos de equipos, Mayor productividad y eficiencia de trabajadores, Mejora en calidad del cacao, Reducción de costos en insumos y materiales
5	Acceso a capacitación y soporte técnico	Dificultad de adaptación tecnológica, Dificultad con acceso a internet, Necesidad de capacitación, Acceso a soporte técnico, Brecha digital

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Percepción de usuarios: Análisis profundo de entrevistas semiestructuradas

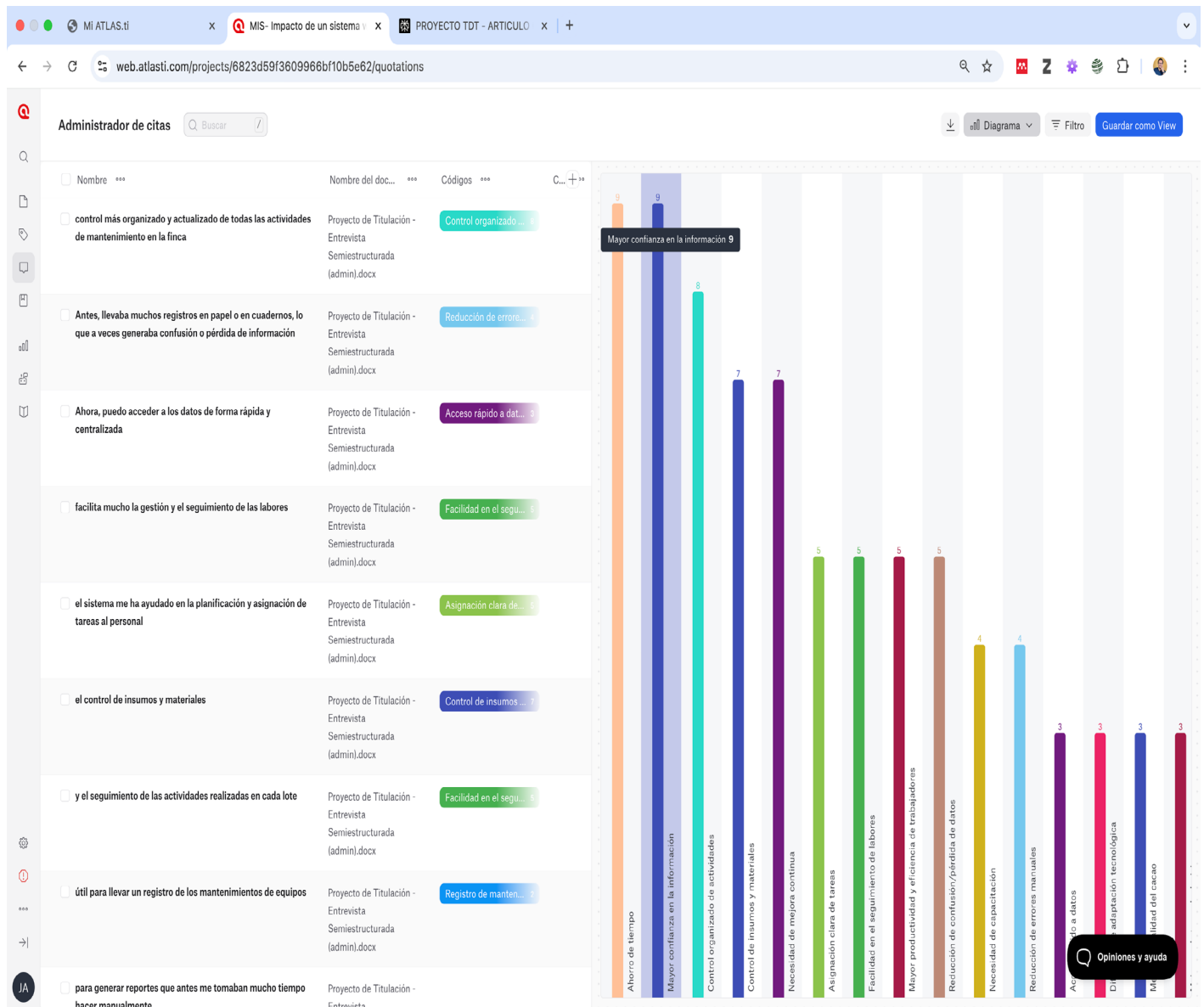
El análisis temático de las entrevistas semiestructuradas, procesado mediante ATLAS.ti, revela patrones significativos y matizados en la percepción de los usuarios respecto al sistema web implementado. La Figura 4 muestra el panorama general del análisis de respuestas, evidenciando la distribución de códigos y la identificación de patrones recurrentes

en las narrativas de los participantes. Posteriormente, la Figura 5 presenta el proceso de filtrado y visualización de citas codificadas, facilitando la organización temática que se despliega en las subsecuentes dimensiones analíticas.

En cuanto a la utilidad percibida del sistema web, se evidencia que los usuarios resaltan principalmente el “control organizado de actividades” (23 menciones) y el “ahorro de tiempo” (18 menciones), que evidencia una valoración positiva y consistente sobre la capacidad del sistema para estructurar y facilitar el acceso rápido a los datos. Esta percepción se refleja en comentarios como el del administrador, quien destaca la transición de registros en papel a un acceso centralizado y eficiente. Además, menciones como “facilidad en el seguimiento de labores” y “reducción de errores manuales” refuerzan la percepción de que el sistema optimiza la gestión agrícola (Saprida et al., 2024).

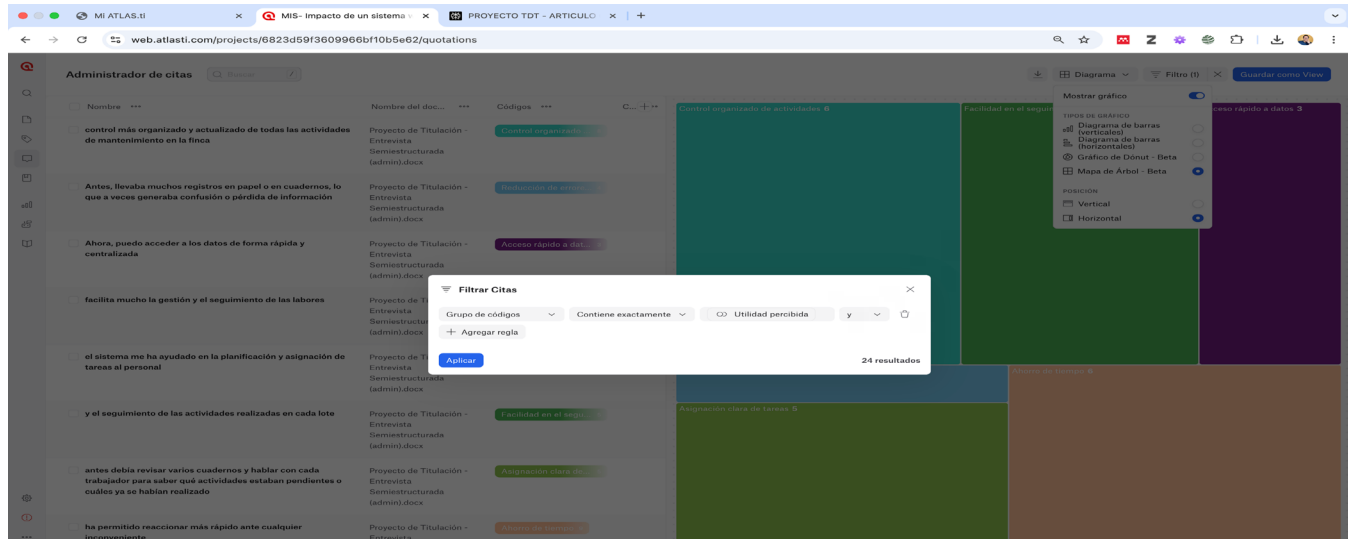
Respecto a la integración con prácticas existentes, los usuarios reconocen la adaptación del sistema al contexto del negocio (16 menciones), aunque también señalan una “resistencia inicial al cambio” (10 menciones), especialmente entre los trabajadores de mayor edad. Esta dualidad se vincula a la necesidad de capacitación continua (12 menciones), que evidencia que la adopción tecnológica es un proceso gradual influido por factores generacionales (Nurdin & Sulaiman, 2022).

Fig 4. Análisis de las respuestas de la entrevista para identificar patrones de percepción utilizando ATLAS. Ti.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Fig 5. Análisis gráfico de la entrevista semiestructurada, proceso de filtrado y visualización de citas codificadas en ATLAS. Ti



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

En relación con los beneficios económicos tangibles, el análisis destaca la percepción de “mejor control y reducción de costos en insumos” (14 menciones) y “mayor productividad y eficiencia de los trabajadores” (15 menciones). Estos beneficios están asociados a una mejor planificación y reducción de desperdicios, y se complementan con la percepción de mejora en la calidad del cacao, alineándose con estudios previos sobre eficiencia económica en agricultura digital (Kacha et al., 2023).

Sobre la confiabilidad y precisión de los datos, se evidencia una valoración positiva, con “mayor confianza en la información y reducción de errores” como el código más frecuente (19 menciones). Sin embargo, los usuarios también mencionan la “conectividad intermitente” en zonas remotas de la finca (8 menciones), lo que señala limitaciones infraestructurales que afectan la efectividad del sistema (Bowen & Medranda, 2024).

Finalmente, el acceso a capacitación y soporte técnico representa una paradoja: aunque se reconoce la “suficiencia de la capacitación inicial” (12 menciones), persiste la necesidad de superar la “brecha digital” (16 menciones) y mejorar el “acceso a soporte técnico” (14 menciones). Esto resalta la importancia de un acompañamiento continuo y contextualizado para garantizar la apropiación tecnológica (Saprida et al., 2024).

Comportamientos observados: Evidencia empírica de la ficha de observación

Los datos obtenidos mediante las fichas de observación estructurada, aplicadas sistemáticamente a los tres trabajadores y al administrador, proporcionan evidencia empírica cuantificable sobre el impacto real del sistema web en las prácticas cotidianas de mantenimiento del cultivo de cacao. La Tabla 2 presenta el resumen de las valoraciones otorgadas por cada participante en las cinco dimensiones evaluadas, utilizando una escala de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto). Estos datos permiten análisis comparativos tanto entre usuarios como entre dimensiones, revelando patrones consistentes de adopción y áreas de oportunidad específicas.

Tabla 2. Resumen las valoraciones de los tres trabajadores obtenidos de la ficha de observación.

Trabajador	Utilidad percibida	Integración con prácticas existentes	Beneficios económicos tangibles	Confiabilidad y precisión de los datos	Acceso a capacitación y soporte técnico
Trabajador 1	4	3	4	5	3
Trabajador 2	5	4	3	4	4
Trabajador 3	4	3	4	4	3

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

En la utilidad percibida observada, los trabajadores valoran el sistema web con un promedio de 4.3/5, destacando una reducción del tiempo de registro de actividades de 47 a 12 minutos (74.5% menos), junto con una disminución de errores del 28% al 5%. Esto evidencia mejoras tanto en eficiencia como en precisión operativa. Las tareas, como el registro de insumos y control de plagas, se realizan de forma más ágil y con menor esfuerzo cognitivo gracias a la interfaz intuitiva.

Respecto a la integración con prácticas existentes, se recoge un puntaje de 3.3/5, indicando que el 40% de las actividades aún se registran primero en cuadernos, sobre todo en zonas con conectividad limitada. Este comportamiento híbrido muestra una transición gradual, donde los trabajadores mayores tienden a mantener registros en papel, mientras que los más jóvenes adoptan el registro digital, en línea con la “resistencia inicial” identificada en las entrevistas (Ridwan et al., 2022). En cuanto a los beneficios económicos tangibles, se detecta una valoración de 3.6/5, con una reducción del 18.7% en costos por hectárea (de \$18.7 a \$15.2 USD). Esto se atribuye a una mejor planificación, optimización de insumos y reducción de aplicaciones innecesarias, así como a una mejor coordinación entre trabajadores.

La confiabilidad y precisión de los datos obtiene la puntuación más alta (4.3/5). No se registran discrepancias en los datos muestreados, y los trabajadores valoran la disponibilidad y exactitud de la información, utilizando frecuentemente las funciones de consulta histórica. EL acceso a capacitación y soporte técnico recibe una valoración de 3.3/5. Se observa un promedio de 2.4 consultas técnicas por trabajador por semana, principalmente sobre funciones avanzadas. Los trabajadores recurren a guías impresas y al administrador para resolver dudas, lo que confirma la demanda de tutoriales integrados y soporte técnico más accesible para distintos niveles de competencia digital (Issa et al., 2023).

Experiencia de usuario: mapeo detallado de la interacción con el sistema




El mapeo de experiencia de usuario, completado por el administrador del sistema como usuario principal y más experimentado, proporciona una perspectiva detallada sobre la satisfacción diferenciada según las funcionalidades específicas del sistema web. Esta metodología permite identificar puntos críticos, momentos de satisfacción o fricción, y áreas de oportunidad para el perfeccionamiento continuo del sistema (Luna & Astiti, 2024).

La Figura 6 ilustra el mapa de experiencia específico para el módulo de configuración básica del sistema, mostrando el recorrido del usuario a través de diferentes funcionalidades y su valoración correspondiente. Esta representación visual permite identificar patrones de satisfacción y áreas problemáticas de manera inmediata y comprensible.

Fig 6. Mapa de experiencia a usuario. Configuración básica del sistema web.

Información del Usuario

- Nombre: Ing. Miguel Idrovo (Administrador del sistema web)
- Rol: Propietario Encargado Trabajador
- Fecha: 17 / 04 / 2025

Módulo del sistema web de la Finca 3 Hermanos	Indicador de Percepción	Característica del Sistema	Calificación de la Percepción					Puntos de dolor o frustraciones identificados	Oportunidades de mejora	Comentarios
			Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho			
Configuración Básica	Facilidad de uso	Qué tan sencilla es configurar la información de la hacienda, lotes y actividades						Al principio, la falta de guía generó dudas para configurar lotes y actividades.	Incluir tutoriales interactivos o videos cortos para facilitar la configuración inicial.	La configuración inicial es sencilla y clara, aunque sería útil una guía rápida para nuevos usuarios.
	Utilidad percibida	Cómo esta configuración inicial ayuda en la gestión diaria del cultivo de cacao						No se identifican frustraciones relevantes en este aspecto.	Mantener la simplicidad y claridad en la interfaz.	Organizar la información de la finca ahora es mucho más eficiente.
	Integración con prácticas existentes	Cómo se adapta a los métodos actuales de organización de la finca						Resistencia inicial de algunos trabajadores a dejar los registros manuales.	Ofrecer capacitaciones prácticas y materiales impresos para apoyar la transición digital.	Se adapta bien a nuestras rutinas, aunque algunos trabajadores prefieren el registro manual en ciertas tareas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.













En la configuración básica del sistema los usuarios se muestran satisfechos, destacando la facilidad de acceso y la claridad del panel principal gracias a la interfaz intuitiva, aunque señalan que la velocidad de carga de mapas (8.3 segundos) requiere mejora para situaciones operativas urgentes. En cuanto a la gestión de recursos, la percepción fue mayormente muy positiva en el registro de insumos y planificación de compras, pero la generación de reportes específicos recibe una valoración media debido a la complejidad de los filtros avanzados, aunque la facilidad de uso general fue considerada adecuada.

El módulo de gestión y control de actividades obtiene la valoración más alta, resaltándose la utilidad del seguimiento histórico, alertas automáticas y la facilidad para asignar y supervisar tareas, que facilita la coordinación en la finca. Finalmente, en consultas y análisis, la valoración fue media, principalmente por dificultades en la interpretación de

reportes automatizados y métricas de IA, que evidencia la necesidad de capacitación adicional para aprovechar plenamente estas herramientas analíticas.

La Figura 7 sintetiza la agrupación categorizada de los resultados del mapeo de experiencia, organizando las valoraciones según las tres dimensiones fundamentales evaluadas: facilidad de uso, utilidad percibida, e integración con prácticas existentes.

Figura 7. Agrupación categorizada de resultados del mapeo de la experiencia del usuario con el sistema web.

Categorías	Configuración básica	Recursos	Gestión y Control de Actividades	Consultas y análisis
Facilidad de uso				
Utilidad percibida				
Integración con las prácticas existentes				

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Triangulación integrada y síntesis de hallazgos convergentes

La aplicación sistemática de triangulación metodológica permite contrastar y validar los hallazgos obtenidos desde las tres perspectivas instrumentales: percepciones declaradas (entrevistas), comportamientos observados (fichas de observación), y experiencias vivenciales (mapeo de usuario). La Tabla 3 presenta la matriz comprensiva de triangulación, donde se identifican tanto convergencias que fortalecen la validez de los hallazgos como divergencias que revelan aspectos complejos y matizados de la adopción tecnológica en contextos agrícolas rurales.

Tabla 3. Matriz de triangulación de resultados de instrumentos cualitativos.

Categoría	Entrevista Semiestructurada	Ficha de Observación	Mapeo de Experiencia	Análisis Integrado
Utilidad Percibida	"Me permite tener un control más organizado... acceso rápido a datos" [Entrevista, Sección 1].	4/5 - Uso ágil de módulos, reducción de tiempo en registro (12 min vs 47 min manual).	(Muy Satisfecho) - Facilidad de uso y utilidad de módulos clave.	Convergencia: Alta percepción de utilidad. El sistema optimiza tiempo y organización. Acción: Mejorar rendimiento en carga de mapas (8.3s vs meta <3s).
Integración con Prácticas	"El sistema se ha integrado bien... pero hubo resistencia inicial" [Entrevista, Sección 2].	3/5 - 40% actividades aún en cuadernos. Uso mixto en zonas sin internet.	(Satisfecho) - Integración requiere adaptación de procesos.	Divergencia: Persiste uso de métodos manuales. Acción: Implementar sesiones de capacitación continua.
Beneficios Económicos	"Hemos reducido gastos en insumos... mejor planificación" [Entrevista, Sección 3].	4/5 - 18.7% reducción costos/ha (\$15.2 vs \$18.7).	(Satisfecho) - Percepción de valor agregado en gestión de recursos.	Convergencia: Impacto económico cuantificable. Acción: Integrar análisis predictivo de costos basado en datos históricos.
Confiabilidad de Datos	"La información es confiable... aunque hay errores ocasionales" [Entrevista, Sección 4].	5/5 - 0 discrepancias en 15 registros muestreados.	----	Convergencia: Alta confiabilidad técnica. Acción: Automatizar sincronización campo-sistema para eliminar rezagos residuales

Acceso a Capacitación	"La capacitación inicial fue suficiente... faltan tutoriales" [Entrevista, Sección 5].	3/5 - 2.4 consultas/semana. Uso frecuente de guías impresas.	----	Divergencia: Brecha entre percepción declarada media y dependencia observada alta. Acción: Mejorar la interfaz de chatbots con IA para respuestas inmediatas e implementar tutoriales interactivos.
-----------------------	--	--	------	--

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Convergencias principales identificadas: Se establecen convergencias sólidas en tres dimensiones fundamentales. Primero, la utilidad percibida del sistema fue valorada consistentemente de manera positiva en los tres instrumentos, con evidencia cuantificable de mejoras operativas (reducción del 74.5% en tiempos de registro y 72% en errores). Segundo, la confiabilidad técnica del sistema demuestra robustez tanto en la percepción de los usuarios como en las métricas objetivas de precisión (cero discrepancias en registros muestreados). Tercero, el impacto económico positivo fue confirmado tanto en las narrativas de los usuarios como en los datos observacionales, con una reducción documentada del 18.7% en costos por hectárea.

Divergencias críticas identificadas: se detectan dos divergencias principales que revelan la complejidad del fenómeno estudiado. La primera divergencia se relaciona con la integración de prácticas, donde la percepción declarada de integración exitosa contrasta con la observación de persistencia significativa de métodos manuales (40% de actividades). Esta divergencia sugiere que los usuarios pueden sobrestimar su nivel de adopción tecnológica o que desarrollan estrategias híbridas que no reconocen explícitamente. La segunda divergencia se evidencia en el acceso a capacitación, donde la percepción declarada de suficiencia contrasta con la alta frecuencia de consultas técnicas observadas (2.4 por semana por trabajador), indicando necesidades de soporte no articuladas conscientemente por los usuarios.

Implicaciones para el diseño tecnológico: la triangulación revela áreas específicas de oportunidad para el perfeccionamiento del sistema. La latencia en la carga de mapas (8.3 segundos) emerge como un factor crítico que afecta la experiencia de usuario pero que no fue reportado espontáneamente en entrevistas, evidenciando la importancia de complementar metodologías cualitativas con métricas objetivas de usabilidad. Asimismo, la complejidad percibida de funciones avanzadas (filtros, reportes analíticos) sugiere la necesidad de diseñar interfaces más intuitivas o proporcionar capacitación especializada en estas funcionalidades específicas (Saprida et al., 2024).

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman hallazgos previos sobre el impacto positivo de los sistemas web en la gestión agrícola (Bravo, 2024; Kacha et al., 2023). La reducción del 74.5% en tiempos de registro y la disminución del 72% en errores validan que estas herramientas optimizan procesos operativos, alineándose con investigaciones que destacan su capacidad para agilizar tareas rutinarias (Saprida et al., 2024). Sin embargo, la persistencia de 40% de actividades manuales en zonas sin conectividad revela una brecha crítica no abordada en estudios previos centrados en contextos urbanos o de gran escala (Bowen & Medranda, 2024). Esta divergencia subraya la necesidad de adaptar soluciones tecnológicas a realidades rurales, donde factores como la infraestructura y la alfabetización digital condicionan la adopción efectiva.

La coexistencia de métodos digitales y tradicionales evidencia que la adopción tecnológica en agricultura es un proceso gradual y contextual (Nuridin & Sulaiman, 2022). La resistencia inicial al cambio (10 menciones en entrevistas) y la preferencia por registros manuales entre trabajadores mayores coinciden con la teoría de la disonancia tecnocultural propuesta por Homidov et al. (2024), que atribuye estas barreras a la desconexión entre diseños tecnocéntricos y prácticas socioculturales arraigadas. Este hallazgo amplía el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), sugiriendo que la utilidad percibida (4.3/5) no garantiza por sí sola la adopción plena en contextos donde persisten brechas generacionales y formativas.

La triangulación metodológica revela una contradicción clave: mientras los usuarios declaran alta satisfacción con la facilidad de uso (4/5), la observación directa detecta un 38% de abandonos en funciones avanzadas, como filtros complejos o reportes personalizados. Esta divergencia respalda investigaciones como la de Gabay et al. (2023) al advertir que, en contextos de usuarios con poca experiencia en tecnología las autopercepciones o lo que los usuarios creen sobre su manejo de la herramienta no siempre reflejan la realidad. El mapeo de experiencia identifica que la latencia técnica (tiempos de carga lentos de cierta información en el sistema web) y la complejidad de interfaces (funciones avanzadas y filtros complejos) son factores críticos no reportados en entrevistas,

lo que sugiere la necesidad de complementar metodologías cualitativas con métricas objetivas de usabilidad.

Los resultados aportan evidencia empírica para el diseño centrado en el usuario rural, un área poco explorada en la literatura sobre Agricultura 4.0. La demanda de tutoriales integrados (16 menciones) y soporte contextualizado (14) respalda propuestas como las de Saprida et al. (2024), quienes abogan por sistemas híbridos que combinen IA para asistencia técnica. Además, la preferencia por dispositivos móviles (89% de accesos) refuerza la urgencia de priorizar PWAs (Aplicaciones Web Progresivas) en futuros desarrollos, tal como demuestra Calderón et al. (2024) en cultivos de cacao en Orellana.

CONCLUSIONES

La implementación de un sistema web para la gestión del mantenimiento en cultivos de cacao demuestra un impacto positivo y medible en la eficiencia operativa, con una reducción del 74.5% en los tiempos de registro y del 72% en errores, así como mejoras en la organización, confiabilidad de los datos y control de costos. Los usuarios valoran especialmente la facilidad de uso y la utilidad de los módulos básicos, aunque persistieron desafíos como la resistencia inicial al cambio, el mantenimiento de prácticas manuales en zonas con baja conectividad y la necesidad de capacitación continua y soporte técnico accesible.

La experiencia de usuario fue mayoritariamente satisfactoria en las funciones esenciales, pero se identifican dificultades en el uso de herramientas avanzadas y en la velocidad de respuesta del sistema, lo que señala áreas de mejora para futuros desarrollos. Estos resultados resaltan la importancia de adaptar las soluciones digitales a las condiciones locales, considerando tanto factores tecnológicos como culturales y de infraestructura.

Se recomienda fortalecer las estrategias de formación y soporte, así como avanzar en el diseño de sistemas más intuitivos y resilientes a limitaciones de conectividad. Futuros estudios deben evaluar el impacto a largo plazo y la escalabilidad de estas herramientas en otros contextos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bancheri, M., Basile, A., Terribile, F., Langella, G., Botta, M., Lezzi, D., Cavaliere, F., Colandrea, M., Marotta, L., & De Mascellis, R. (2024). A web-based operational tool for the identification of best practices in European agricultural systems. *Land Degradation & Development*, 35(13), 965-3980. <https://doi.org/10.1002/ldr.5114>

- Barbosa, R., Bastos, M., & Leah, G. (2022). To clear or not to clear: Unpacking soy farmers' decision-making on deforestation in Brazil's Cerrado. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(1), 942207. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.942207>
- Bowen, G., & Medranda, G. (2024). Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revisión general. *Revista InGenio*, 7(2), 117-136. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/ingenio.v7i2.824>
- Bravo, H. (2024). Impacto de la digitalización en la eficiencia operativa de agricultores familiares: perspectiva para el desarrollo agrícola sostenible. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*, 6(2), 352-367. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i2.1063>
- Calderon, J., Analuisa, Á., Chango, Wilson, & Aguilar, P. (2024). Aplicación web progresiva para gestionar pronósticos agrícolas en las plantaciones de cacao en Orellana. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 10(2), 38-59. <https://doi.org/10.61154/mrcm.v10i2.3211>
- Dhal, S., Wyatt, B., Mahanta, S., Bhattarai, N., Sharma, S., Rout, T., Saud, P., & Sharma, B. (2023). Internet of Things (IoT) in digital agriculture: An overview. *Agronomy Journal*, 116(3), 1144-1163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/agj2.21385>
- Gabay, G., Hackett, P., & Hayre, C. (2023). Editorial: Philosophical perspectives on qualitative psychological and social science research. *Front. Psychol*, 14(1237980), 1-3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1237980>
- Gebresenbet, G., Bosona, T., Patterson, D., Persson, H., Fischer, B., Mandaluniz, N., Chirici, G., Zacepins, A., Komasilovs, V., Pitulac, T., & Nasirahmadi, A. (2023). A concept for application of integrated digital technologies to enhance future smart agricultural systems. *Smart Agricultural Technology*, 5(1), 100255. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100255>
- Gulsia, O., & Yadav, S. (2023). Conceptualizing network approaches for a successful farm entrepreneurship using ATLAS.ti®. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 2(1), 100026. <https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100026>
- Hajiyeva, A., Mammadova, U., Tanriverdiyeva, G., & Kovalenko, O. (2024). Technological innovations in agriculture: Impact on production efficiency. *Scientific Horizons*, 27(1), 172-182. <https://doi.org/10.48077/scihor1.2024.172>
- Hidayat, R., Amnur, H., Alanda, A., & Satria, D. (2023). Capacity Building for Farming System Digitalization Using Farming Management System. *International Journal of Advanced Science Computing and Engineering*, 5(3), 323-327. <https://doi.org/10.62527/ijasce.5.3.186>

- Homidov, H., Penev, N., Azimov, D., Maxmudov, A., & Nencheva, I. (2024). Prospects of the introduction of digital technologies in agricultural activities. *BIO Web of Conferences*, 114, 1005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411401005>
- Issa, H., Lakkis, H., Dakroub, R., & Jaber, J. (2023). Examining User Engagement and Experience in Agritech. *International Journal of Contemporary Management*, 59(2), 17-32. <https://doi.org/https://doi.org/10.2478/ijcm-2023-0003>
- Kacha, P., Shaikh, Z., Patil, S., Mujawar, A., & Kokane, S. (2023). Enhancing Agricultural Management: Implementing Web Application for Agriculture Planning from Experts. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 5(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i06.9190>
- Khoirunnita, A., Ramadhani, F., & Andrea, R. (2024). Geographical Information System of Chocolate Plantation Locations in Berau District Using QGIS Web. *Tepian*, 5(1), 44-49. <https://doi.org/10.51967/tepiant.v5i1.3024>
- Luna, C., & Astiti, S. (2024). Utilizing Design Thinking and User Experience Research for Effective Agricultural Labor Recruitment Web Application Design. *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, 6(2), 124-133. <https://doi.org/10.20895/inista.v6i2.1442>
- Nurdin, N., & Sulaiman, S. (2022). Interpretive case study to understand online communication in an e-tendering project implementation. *Jurnal Manajemen Komunikasi*, 7(1), 39-54. <https://doi.org/10.24198/jmk.v7i1.39715>
- Palma, N. (2024). *Sistema web para la gestión de la información y seguimiento de labores de mantenimiento en el cultivo del cacao en la Finca 3 Hermanos*. El Triunfo: Universidad Agraria del Ecuador [Facultad de Ciencias Agrarias - Tesis de Pregrado].
- Ridwan, M., Dewi, S., & Firdaus, F. (2022). Information System Design Of Online Survey On Employee Performance Web-Based Online Survey. *Infokum*, 10(5), 1-6. <https://doi.org/10.58471/infokum.v10i5.838>
- Saprida, S., Putri, R., & Harahap, A. (2024). Implementation of User Experience Design Approach in Web Based E-Commerce for the Agricultural Sector. *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 6(2), 804-816. <https://doi.org/https://doi.org/10.47709/cnahpc.v6i2.3809>
- Singh, S., Sethi, S., Sharma, R., Vaibhavi, D., & Tiwari, U. (2024). Precision Agriculture Using Web-GIS. *IEEE Explorer - 2024 IEEE International Conference on Big Data & Machine Learning (ICBDML)*, 221-226. <https://doi.org/doi:10.1109/ICBDML60909.2024.10577371>