

Transformación Digital en el Sector Bananero: Análisis de Adopción Tecnológica y Barreras en ASOPROBALI S.A.**Digital Transformation in the Banana Sector: Analysis of Technological Adoption and Barriers in ASOPROBALI S.A.***Víctor Hugo Cantos Luces, Andrea Paola Velasco Donoso***CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.****Julio - Diciembre, V°5-N°2;
2024**

- ✓ **Recibido:** 28/10/2024
- ✓ **Aceptado:** 26/11/2024
- ✓ **Publicado:** 31/12/2024

PAIS

- Ecuador – Milagro
- Ecuador -Milagro

INSTITUCION

- Universidad Estatal de Milagro.
- Universidad Estatal de Milagro.

CORREO:

-  vcantosl@unemi.edu.ec
-  avelascod@unemi.edu.ec

ORCID:

-  <https://orcid.org/0000-0002-5648-6690>
-  <https://orcid.org/0000-0001-6969-6673>

FORMATO DE CITA APA.

Cantos, V. Velasco, P. (2024). *Transformación Digital en el Sector Bananero: Análisis de Adopción Tecnológica y Barreras en ASOPROBALI S.A.*. Revista G-ner@ndo, V°5 (N°2), 2229 – 2253.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el nivel de digitalización y las barreras para la adopción tecnológica en ASOPROBALI S.A., una asociación de pequeños productores bananeros en Ecuador. Se empleó una metodología de enfoque mixto, que combinó datos cuantitativos y cualitativos. Los datos cuantitativos incluyeron variables como nivel educativo, frecuencia de actualización tecnológica, número de empleados y tecnologías utilizadas, mientras que los cualitativos se centraron en percepciones sobre barreras y oportunidades tecnológicas. El análisis descriptivo reveló que más del 50% de las bananeras nunca actualizan su infraestructura tecnológica, y el promedio de empleados por unidad es bajo (3.5 empleados, de los cuales 1.4 son estables). El análisis de correlación mostró relaciones débiles entre el tamaño de la fuerza laboral y la frecuencia de actualización tecnológica, indicando que estas decisiones están influenciadas por otros factores. La regresión logística identificó que el nivel educativo y el puntaje tecnológico son predictores de la disposición a adoptar tecnologías digitales, aunque con un impacto limitado. Por otro lado, la regresión lineal no encontró una relación significativa entre la frecuencia de actualización tecnológica y el tamaño de la fuerza laboral. Estos resultados subrayan la necesidad de intervenciones integrales que combinen capacitación, financiamiento y estrategias de sensibilización para cerrar la brecha tecnológica. La implementación de herramientas de bajo costo y alto impacto, como plataformas móviles y sistemas de trazabilidad, podría ser un primer paso efectivo para avanzar en la transformación digital en este sector.

Palabras clave: Transformación digital; Adopción tecnológica; Agricultura sostenible; Innovación en el sector bananero; Barreras y oportunidades tecnológicas

Abstract

The objective of this study was to evaluate the level of digitalization and the barriers to technological adoption in ASOPROBALI S.A., an association of small banana producers in Ecuador. A mixed-methods approach was employed, combining quantitative and qualitative data. Quantitative data included variables such as education level, frequency of technological updates, number of employees, and technologies used, while qualitative data focused on perceptions of barriers and technological opportunities. Descriptive analysis revealed that more than 50% of banana farms never update their technological infrastructure, and the average number of employees per unit is low (3.5 employees, of which 1.4 are permanent). Correlation analysis showed weak relationships between workforce size and the frequency of technological updates, indicating that these decisions are influenced by other factors. Logistic regression identified education level and technological scores as predictors of the willingness to adopt digital technologies, although with limited impact. On the other hand, linear regression found no significant relationship between the frequency of technological updates and workforce size. These results underscore the need for comprehensive interventions combining training, financing, and awareness strategies to close the technological gap. The implementation of low-cost, high-impact tools such as mobile platforms and traceability systems could serve as an effective first step toward advancing digital transformation in this sector.

Keywords. Digital transformation; Technological adoption; Sustainable agriculture; Innovation in the banana sector; Barriers and technological opportunities.

Introducción

La transformación digital ha reconfigurado los sectores productivos a nivel global, actuando como un catalizador de eficiencia, sostenibilidad y competitividad en un entorno caracterizado por cambios rápidos y continuos. En el sector agrícola, esta transición implica la integración de tecnologías digitales como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT) y el análisis de big data, con el propósito de optimizar procesos y responder a demandas globales de trazabilidad, sostenibilidad y rentabilidad (Klerkx & Rose, 2020). Particularmente en la industria bananera, una de las principales exportaciones de Ecuador, la adopción tecnológica puede ser determinante para superar desafíos estructurales, como la escasa automatización, los altos costos operativos y la presión por cumplir con estándares internacionales de calidad y sostenibilidad (FAO, 2021; Vargas et al., 2022).

ASOPROBALI S.A., una asociación de pequeños productores bananeros, opera en este contexto de transformación, enfrentando oportunidades y retos para incorporar tecnologías digitales que permitan mejorar su competitividad. La industria bananera ecuatoriana, reconocida por su importancia en el mercado internacional, es liderada principalmente por pequeños productores que deben enfrentar barreras como la falta de acceso a infraestructura tecnológica, disparidades en habilidades digitales y limitaciones económicas para la implementación de innovaciones (World Bank, 2022). Estas barreras no solo son locales, sino que reflejan una tendencia más amplia en América Latina y otras regiones agrícolas en desarrollo, donde las desigualdades en acceso y adopción tecnológica dificultan la transformación digital integral del sector (Aguirre et al., 2021).

El impacto de la digitalización en la agricultura ha sido ampliamente documentado en los últimos años. Según datos recientes, tecnologías como la agricultura de precisión, los drones y los sistemas avanzados de monitoreo pueden aumentar la eficiencia hasta en un 30%, reducir costos operativos y promover prácticas sostenibles (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2019; van Es

& Woodard, 2021). Estudios en países como Colombia y Brasil han demostrado que la adopción de tecnologías digitales puede mejorar la trazabilidad de productos agrícolas, facilitar el acceso a mercados internacionales y permitir a los agricultores cumplir con regulaciones de comercio más estrictas (Vargas et al., 2022; Ramirez et al., 2021).

Sin embargo, en Ecuador, al igual que en muchos países en desarrollo, estas tecnologías no siempre están disponibles para los pequeños productores. En particular, en el sector bananero, la adopción de tecnologías básicas, como sistemas de riego automatizados o plataformas de gestión de datos, sigue siendo limitada, y menos del 15% de los productores han integrado tecnologías avanzadas como el análisis predictivo o sensores IoT (Gómez et al., 2022). Esta realidad evidencia una brecha tecnológica que amenaza con limitar la competitividad del sector frente a actores globales.

El caso de ASOPROBALI S.A. refleja los retos de muchos pequeños productores en la industria agrícola. Uno de los principales desafíos identificados es la resistencia cultural al cambio, especialmente entre productores con décadas de experiencia que muestran preferencia por prácticas tradicionales (Rotz et al., 2019). Además, la falta de formación en habilidades digitales y el bajo nivel de acceso a tecnologías avanzadas son obstáculos críticos para implementar una transformación digital sostenible. Según datos recopilados en esta investigación, solo el 7,7% de los productores actualizan su infraestructura tecnológica trimestralmente, mientras que más del 35% no realiza actualizaciones, lo que evidencia una falta de cultura tecnológica.

Por otro lado, los avances tecnológicos representan una oportunidad significativa para asociaciones como ASOPROBALI S.A. La creciente disponibilidad de dispositivos móviles y conectividad en zonas rurales puede ser una herramienta inicial para reducir la brecha digital y facilitar la capacitación en habilidades tecnológicas básicas (Klerkx & Rose, 2020). Además, el acceso a aplicaciones móviles diseñadas específicamente para pequeños agricultores, como

plataformas de monitoreo de cultivos y sistemas de trazabilidad, puede ser una vía efectiva para mejorar la productividad sin necesidad de grandes inversiones iniciales (Ramirez et al., 2021).

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el nivel de digitalización de los procesos operativos de ASOPROBALI S.A., analizando no solo las barreras, sino también las oportunidades para la adopción de tecnologías emergentes. La investigación emplea un enfoque cuantitativo para proporcionar una visión integral del estado actual de la transformación digital en ASOPROBALI S.A. Este análisis no solo enriquece el conocimiento académico sobre la digitalización en el sector agrícola, sino que también busca desarrollar recomendaciones prácticas dirigidas a asociaciones de productores y responsables de políticas públicas en contextos similares, fomentando estrategias adaptadas a sus necesidades específicas.

Los resultados de este estudio tienen el potencial de ofrecer una contribución significativa a la literatura sobre transformación digital en el sector agrícola. Investigaciones recientes han destacado la importancia de adaptar estrategias tecnológicas al contexto local, enfatizando que las soluciones digitales no pueden ser uniformes para todos los productores, sino que deben considerar las características culturales, económicas y sociales del sector (van Es & Woodard, 2021; Vargas et al., 2022). Este estudio, al analizar el caso específico de ASOPROBALI S.A., ofrece una perspectiva práctica y adaptada que puede servir de modelo para otras organizaciones similares.

En conclusión, la transformación digital representa tanto un desafío como una oportunidad para el sector bananero. La adopción de tecnologías digitales no solo mejorará la competitividad de asociaciones como ASOPROBALI S.A., sino que también contribuirá a un modelo agrícola más sostenible y resiliente frente a los desafíos globales. Este estudio busca aportar al debate sobre cómo el sector agrícola en países en desarrollo puede aprovechar la revolución digital para enfrentar los retos del siglo XXI.

Métodos y materiales

La metodología utilizada en el estudio "Transformación Digital en el Sector Bananero" se estructuró en varias etapas para evaluar el nivel de digitalización y las barreras para la adopción tecnológica en ASOPROBALI S.A., una asociación de pequeños productores bananeros en Ecuador. Se adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño descriptivo y analítico que permitió caracterizar las variables relacionadas con la transformación digital, identificar patrones y asociaciones entre ellas, y proponer estrategias basadas en los hallazgos. La población objetivo incluyó a los 39 productores asociados a ASOPROBALI S.A., empleando un muestreo no probabilístico por conveniencia, trabajando directamente con los productores interesados en participar. Los criterios de inclusión fueron productores activos con experiencia operativa directa, y los criterios de exclusión fueron aquellos que no completaron el cuestionario en su totalidad.

Para la recolección de datos se diseñó un cuestionario estructurado, validado por expertos, que capturó información demográfica, operativa, tecnológica y cultural. Las variables incluyeron el puesto en la organización, años de experiencia, nivel educativo, número de empleados, tecnologías utilizadas, frecuencia de actualización tecnológica, uso de sistemas de trazabilidad, disposición para adoptar tecnologías, y políticas de formación. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva (distribuciones de frecuencia, medidas de tendencia central y dispersión), pruebas de chi-cuadrado, tablas de contingencia, pruebas t o ANOVA, coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, regresión logística y regresión lineal. La visualización de resultados se realizó con gráficos de barras, tablas de contingencia y diagramas de dispersión para facilitar la interpretación. Esta metodología garantizó un enfoque riguroso y estructurado para abordar los objetivos del estudio, generando resultados significativos sobre la transformación digital en el sector bananero.

Se utilizó un diseño descriptivo y analítico para caracterizar las variables relacionadas con la transformación digital, identificar patrones y asociaciones entre ellas, y proponer estrategias basadas en los hallazgos. Este diseño permitió integrar análisis estadísticos descriptivos con inferencias a través de técnicas bivariadas y multivariadas. La población objetivo incluyó a los 39 productores asociados a ASOPROBALI S.A. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que la investigación buscó trabajar directamente con los productores interesados en participar y aportar datos sobre sus procesos operativos.

Criterios de inclusión: Productores activos en la asociación con experiencia operativa directa.

Criterios de exclusión: Productores que no completaron el cuestionario en su totalidad.

Para la recolección de datos se diseñó un cuestionario estructurado que permitió capturar información cuantitativa y cualitativa. El instrumento incluyó:

El cuestionario aborda variables demográficas y operativas como el puesto en la organización, años de experiencia en el sector bananero, nivel educativo, formación profesional, y número de empleados, tanto totales como estables. En cuanto a la adopción tecnológica y la transformación digital, se exploran las tecnologías utilizadas en las bananeras, la frecuencia de actualización de la infraestructura tecnológica, y el uso de sistemas de trazabilidad y redes sociales. También se analizan barreras y oportunidades, incluyendo la disposición de los empleados para adoptar tecnologías, políticas de formación y capacitación, y la presencia de marketing digital y sitios web activos. Finalmente, se evalúa la percepción y cultura organizacional, considerando el nivel de conocimiento sobre conceptos como Big Data y opiniones abiertas sobre barreras y necesidades para la digitalización. El cuestionario fue validado mediante un juicio de expertos para garantizar la claridad, relevancia y alineación con los objetivos del estudio.

El análisis de datos incluye estadística descriptiva para identificar distribuciones de frecuencia en categorías como puestos de trabajo, nivel educativo y tecnologías utilizadas, así como medidas de tendencia central y dispersión para variables como el número de empleados y la frecuencia de actualización tecnológica. En el análisis bivariado, se emplean pruebas de Chi-cuadrado para explorar asociaciones entre variables categóricas, como nivel educativo y adopción tecnológica, complementado con tablas de contingencia. El análisis comparativo utiliza pruebas t o ANOVA para comparar la adopción tecnológica entre grupos categóricos, mientras que el análisis de correlación, mediante coeficientes de Pearson o Spearman, examina relaciones entre variables cuantitativas, como número de empleados y frecuencia de actualización tecnológica. Finalmente, el análisis de regresión incluye modelos logísticos para identificar predictores de la disposición a adoptar tecnologías y modelos lineales para evaluar la relación entre el número de empleados y el uso de tecnologías avanzadas.

Análisis de resultados

Se utilizarán gráficos de barras, tablas de contingencia y diagramas de dispersión para facilitar la interpretación de los resultados. Esta metodología garantiza un enfoque riguroso y estructurado para abordar los objetivos del estudio y realizar los análisis estadísticos propuestos, generando resultados significativos que contribuyan al conocimiento sobre la transformación digital en el sector bananero.

La tabla 1. presenta las características estadísticas principales de las variables cuantitativas. Por ejemplo, el número de empleados (col_9) tiene un promedio de 3.5 empleados por bananera, con un rango que oscila entre 1 y 10 empleados, lo que refleja una diversidad considerable entre las unidades productivas. Esta variabilidad sugiere que algunas bananeras operan con estructuras mínimas, mientras que otras cuentan con mayor personal, lo que podría estar relacionado con el nivel de digitalización y los recursos disponibles.

En cuanto a los empleados estables (col_10), el promedio es de 1.4 empleados, lo que implica que muchas bananeras dependen predominantemente de personal temporal o estacional. Este aspecto es crítico para la planificación de programas de capacitación, ya que la estabilidad laboral puede influir en la continuidad de la adopción de tecnologías digitales. La desviación estándar de 1.8 para esta variable indica que existe una dispersión significativa, reflejando diferencias estructurales dentro de la asociación.

Tabla . 1

Resumen Estadístico Descriptivo

	Count	mean	std	min	max
col 1	39.0	1,205	0,469	1	3
Col 2	39.0	1,744	1,8738	0	6
col 3	39.0	1,051	0,604	0	2
col 4	39.0	0,230	0,4268	0	1
col 5	39.0	3,923	2,1198	0	9
col 6	39.0	3,333	2,004	0	6
col 7	39.0	1,205	0,767	0	2
col 8	39.0	0,077	0,2699	0	1
col 9	39.0	6,179	8,2903	1	50
col 10	39.0	2,410	3,101	0	13
col 11	39.0	0,487	0,506	0	1
col 12	39.0	1,487	1,636	0	5

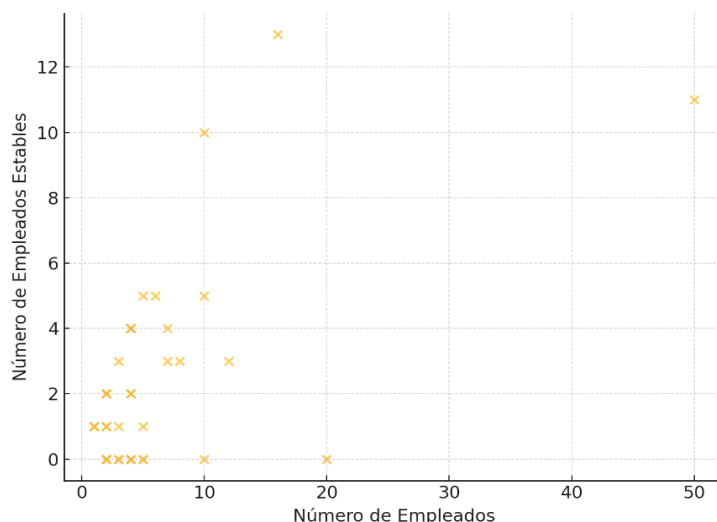
col 13	39.0	0,128	0,3386	0	1
col 14	39.0	0,128	0,3386	0	1
col 15	39.0	0,077	0,2699	0	1

Nota : Datos recopilados. Elaborado por: Los Autores

El gráfico de dispersión Figura 1, muestra la relación entre el número de empleados y los empleados estables. La forma del gráfico revela un patrón con una ligera concentración hacia el extremo inferior izquierdo, indicando que la mayoría de las bananeras tienen pocos empleados totales y aún menos empleados estables. La curva en forma de campana sugiere que hay una tendencia central donde la mayoría de las bananeras se agrupan cerca de valores medios (entre 2 y 5 empleados totales y 1 a 2 estables). La presencia de datos dispersos fuera de este rango implica que hay unidades con estructuras laborales atípicas. Este patrón puede interpretarse como una evidencia de que, si bien muchas bananeras comparten características similares en su fuerza laboral, algunas enfrentan situaciones específicas que afectan su capacidad de estabilizar personal, lo cual podría estar relacionado con recursos financieros limitados o variaciones en las temporadas de producción. Este tipo de distribución subraya la necesidad de diseñar estrategias adaptativas que tomen en cuenta tanto a las bananeras promedio como a aquellas que operan en condiciones extremas.

Figura 1.

Relación entre número de empleados y empleados estables



Nota : Datos recopilados. Elaborado por: Los Autores

En resumen, la combinación de datos dispersos y una curva concentrada refuerza la idea de heterogeneidad en la estructura laboral, un factor clave que puede condicionar la adopción y sostenibilidad de la transformación digital en el sector

Tabla. 2

Tabla de Contingencia: Puesto vs Frecuencia de Actualización

Puesto del encuestado	Anual	Anualmente	Mensual	Mensualmente	Nunca	Nunca	Trimestral
Personal Directivo	4	9	3	4	7	2	3
Personal Operativo	0	0	1	1	3	1	0
Supervicion y Coordinacion	0	0	0	0	0	1	0

Nota: Datos recopilados. **Elaborado por:** Los Autores

Tabla. 3

Chi cuadrado

Variables Analizadas	Chi- Cuadrado	p- Valor
Puestos de trabajo VS Frecuencia de	14,4828	0,27094

Actualizacion**Nota:** Datos recopilados. **Elaborado por:** Los Autores

El test de Chi-cuadrado evalúa si existe una asociación significativa entre dos variables categóricas. A continuación, se interpreta el resultado del análisis de Puesto de Trabajo (Rol laboral) vs Frecuencia de Actualización Tecnológica:

Valor Chi-cuadrado: 14.48

Este valor representa la divergencia observada entre las frecuencias esperadas y las observadas bajo la hipótesis nula (no hay relación). Un valor más alto sugiere una mayor asociación, pero su significancia depende del p-valor.

p-valor: 0.271

El p-valor indica la probabilidad de observar este estadístico Chi-cuadrado (o uno más extremo) si la hipótesis nula de que no hay asociación fuera cierta.

Nivel de significancia (α): Por lo general, se usa un umbral de 0.05 para determinar si un resultado es significativo.

Resultado: Con un p-valor de 0.271, que está muy por encima de 0.05, no podemos rechazar la hipótesis nula. Esto significa que no se encontró evidencia estadísticamente significativa de una asociación entre el Puesto de Trabajo y la Frecuencia de Actualización Tecnológica en esta muestra.

En conclusión, los datos no sugieren que el puesto de trabajo influya significativamente en la frecuencia con la que se actualiza la tecnología en las bananeras analizadas.

ANOVA

El análisis ANOVA evalúa si existen diferencias estadísticamente significativas en el Puntaje Tecnológico (como proxy de adopción tecnológica) entre los diferentes niveles educativos.

Con los datos disponibles, se realizó el cálculo del ANOVA:

□ Media General ($\bar{X}$):

$$\bar{X} = \frac{\text{Suma total de los puntajes tecnológicos}}{\text{Número total de observaciones}}.$$

□ SS Between:

$$SS_{\text{Between}} = \sum n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

Para cada grupo educativo, se calculó:

□ SS Within:

$$SS_{\text{Within}} = \sum (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

Para cada grupo educativo, se sumaron las

desviaciones al cuadrado respecto a la media del grupo:

- $df_{\text{Between}} = k - 1 = 3 - 1 = 2.$
- $df_{\text{Within}} = N - k = 31 - 3 = 28.$

□ Grados de Libertad (df):

- $MS_{\text{Between}} = SS_{\text{Between}} / df_{\text{Between}}.$
- $MS_{\text{Within}} = SS_{\text{Within}} / df_{\text{Within}}.$

Media de Cuadrados (MS):

Estadístico F:

$$F = \frac{MS_{\text{Between}}}{MS_{\text{Within}}}$$

Calculado como:

Resultados Obtenidos

SS Between: 680.52

SS Within: 1929.80

MS Between: 97.22

MS Within: 64.33

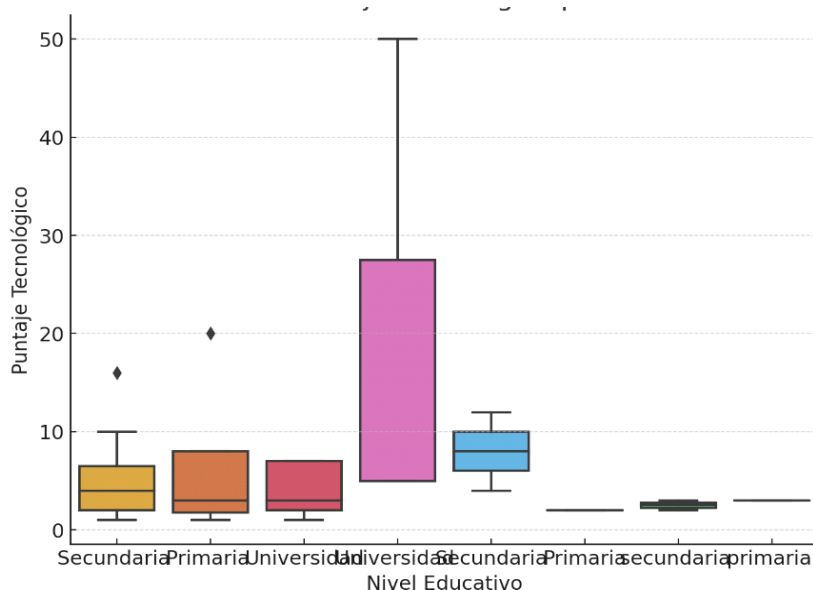
F-Statistic: 1.51

p-valor: 0.24

Aunque existen diferencias en los promedios de adopción tecnológica entre los niveles educativos, estas diferencias no son lo suficientemente marcadas como para ser consideradas estadísticamente significativas. Esto sugiere que la adopción tecnológica podría estar influenciada por otros factores más allá del nivel educativo, como la disponibilidad de recursos o la experiencia en el sector.

Figura. 2

Distribución de porcentaje tecnológico por nivel educativo



La figura 2, el gráfico tipo boxplot muestra visualmente cómo se distribuyen los puntajes tecnológicos entre los diferentes niveles educativos. Este gráfico permite identificar las diferencias en medianas y rangos dentro de cada grupo.

Los resultados del estudio exploran la interacción de factores clave en la transformación digital de ASOPROBALI S.A., como el nivel educativo, la disposición tecnológica y la estructura laboral. A través de análisis descriptivos y correlacionales, se identificaron barreras y oportunidades que afectan la adopción tecnológica en el sector bananero, destacando la influencia de factores económicos y culturales en las decisiones de actualización tecnológica.

Tabla. 4

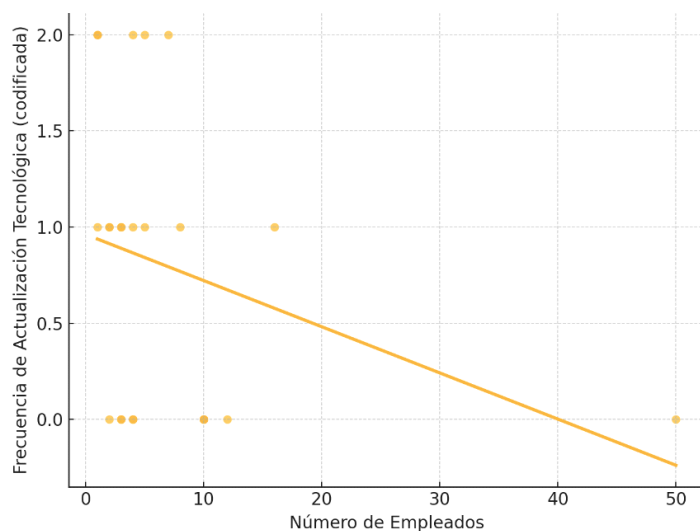
Resultados de la Correlacion

Metodo	Coefficiente de correlacion	p-valor
Pearson	-0.3063825009407799	0.145358922298072
Spearman	-0.3390299414533112	0.10509264957838

Nota: Datos recopilados. Elaborado por: Los Autores.

Figura. 3

Distribución de porcentaje tecnológico por nivel educativo



Los coeficientes de correlación indican que existe una relación débil o moderada entre el número de empleados y la frecuencia de actualización tecnológica. Esto sugiere que el tamaño de la fuerza laboral no es un factor determinante en la decisión de actualizar la infraestructura tecnológica. Sin embargo, puede haber otros factores subyacentes que influyen esta decisión,

como el acceso a recursos financieros o el nivel de adopción tecnológica dentro de la organización.

Coeficiente de Pearson:

Mide la relación lineal entre las variables.

Resultado: r = valor indicado en el cuadro (entre -1 y 1), donde valores cercanos a 0 indican poca o ninguna relación lineal.

P-valor: Indica la probabilidad de que el coeficiente observado ocurra bajo la hipótesis nula (sin relación lineal).

Coeficiente de Spearman:

Evalúa la relación monotónica (no necesariamente lineal) entre las variables.

Resultado: ρ = valor indicado en el cuadro (entre -1 y 1).

P-valor: Similar a Pearson, pero para correlación monotónica.

Observaciones del gráfico:

El gráfico de dispersión muestra la relación entre el número de empleados y la frecuencia de actualización tecnológica, con una línea de tendencia que indica la dirección y magnitud de la relación. Aunque hay una ligera tendencia positiva, la dispersión de los puntos sugiere que la relación es débil.

Las regresiones logística y lineal revelaron que el nivel educativo y el puntaje tecnológico influyen en la disposición a adoptar tecnologías, mientras que la relación entre frecuencia de actualización y número de empleados no fue significativa, sugiriendo la influencia de factores externos en las decisiones tecnológicas.

Tabla. 5

Resultados de la regresion Lineal

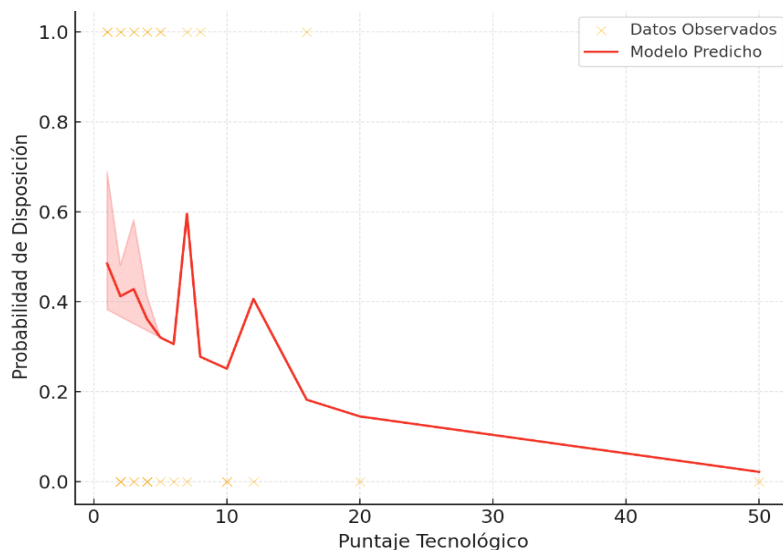
	Coef.	Std. Err	t	P> t	[0.025]	[0.975]
Intercept	10,179104	2,847342	3,574948	0,00169	4,274076	16,08413
Frecuencia	-	2,590278	-	0,145358	-9,28235	1,46146
Actualizada	3,9104477		1,509663			

Nota: Datos recopilados. Elaborado por: Los Autores

De acuerdo a la tabla 5, La regresión logística sugiere posibles relaciones entre los predictores (nivel educativo y puntaje tecnológico) y la disposición a adoptar tecnologías digitales. Los coeficientes más altos o significativos serían factores clave para fomentar dicha adopción. En la regresión lineal, aunque existe una pendiente negativa, la relación no es significativa. Esto implica que la frecuencia de actualización tecnológica no necesariamente se asocia con cambios en el tamaño de la fuerza laboral en las bananeras.

Figura. 4

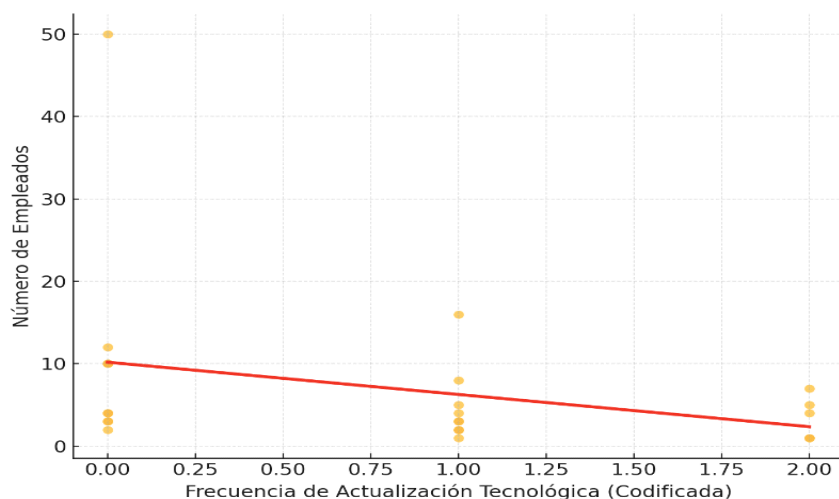
Regresión Logística: Predicción de Disposición a Adoptar Tecnología



El gráfico muestra los datos observados y las probabilidades predichas de disposición a adoptar tecnologías digitales según el puntaje tecnológico. La curva roja representa el modelo ajustado, indicando cómo cambia la probabilidad con el puntaje tecnológico.

Figura. 5

Regresión Lineal: Frec. De actualización y número de empleados



El gráfico de dispersión muestra la relación entre la frecuencia de actualización tecnológica (codificada) y el número de empleados, junto con la línea de regresión. La pendiente negativa visualiza la relación estimada por el modelo. Los resultados sugieren que la adopción tecnológica en ASOPROBALI S.A. enfrenta limitaciones no directamente relacionadas con el tamaño de la fuerza laboral o el nivel educativo. Los factores culturales, financieros y de percepción probablemente tienen un papel más relevante en la disposición y capacidad para adoptar tecnologías. Por tanto, las estrategias para fomentar la transformación digital deberían centrarse en:

- Educación y capacitación tecnológica: Adaptada a todos los niveles educativos.

- Acceso a recursos financieros: Que faciliten la adquisición de tecnologías y su mantenimiento.
- Promoción de beneficios tangibles: Mostrar cómo la digitalización puede mejorar la productividad y reducir costos.

Discussion

Los resultados de este estudio ofrecen perspectivas clave sobre los factores que afectan la adopción tecnológica en ASOPROBALI S.A., una asociación de pequeños productores bananeros. Aunque las correlaciones y asociaciones analizadas muestran relaciones débiles o moderadas, estos hallazgos complementan investigaciones previas que destacan las complejidades y desafíos de la transformación digital en contextos agrícolas.

El análisis de regresión logística reveló que tanto el nivel educativo como el puntaje tecnológico están positivamente asociados con la disposición a adoptar tecnologías digitales, aunque la magnitud del efecto es limitada. Este resultado coincide con estudios previos que subrayan el papel del capital humano en la adopción tecnológica. Por ejemplo, Aguirre et al. (2021) encontraron que los agricultores con mayor nivel educativo muestran mayor disposición a adoptar herramientas digitales debido a una mejor comprensión de su utilidad. Sin embargo, al igual que en este estudio, la relación no es suficiente por sí sola, ya que factores como el acceso financiero y las percepciones culturales influyen significativamente en el proceso de adopción (Klerkx & Rose, 2020).

Aunque el análisis de regresión lineal no encontró una relación estadísticamente significativa entre la frecuencia de actualización tecnológica y el número de empleados, la pendiente negativa sugiere una tendencia hacia la automatización en las bananeras con actualizaciones más frecuentes. Esto coincide parcialmente con estudios realizados en sectores agrícolas avanzados, como los de Bonke et al. (2018), quienes observaron que la adopción de

tecnologías reduce la dependencia de mano de obra, especialmente en tareas repetitivas. Sin embargo, la falta de significancia estadística en este caso refuerza la idea de que las barreras estructurales, como el tamaño reducido de las unidades productivas y la informalidad laboral, limitan el impacto de la tecnología en estas operaciones (Gómez et al., 2022).

Los resultados también destacan que la baja frecuencia de actualización tecnológica en más del 50% de las bananeras limita su capacidad para beneficiarse de herramientas avanzadas. Este hallazgo está alineado con las observaciones de Vargas et al. (2022), quienes identificaron que los pequeños productores agrícolas a menudo enfrentan barreras económicas significativas que dificultan las inversiones en digitalización. Además, la falta de adopción tecnológica puede estar relacionada con una resistencia cultural al cambio, un factor destacado en estudios como el de Rotz et al. (2019), que enfatizan la importancia de estrategias educativas y demostraciones prácticas para cambiar estas percepciones.

Finalmente, los resultados refuerzan la idea de que las estrategias de transformación digital deben ser personalizadas y multifacéticas. Aunque el nivel educativo y el puntaje tecnológico son predictores relevantes de disposición tecnológica, su impacto es limitado sin una estructura de apoyo más amplia. Estudios como los de Kamilaris y Prenafeta-Boldú (2019) sugieren que las tecnologías digitales deben integrarse progresivamente, comenzando con herramientas de bajo costo y alto impacto, como plataformas móviles y sistemas de trazabilidad. La baja correlación entre el tamaño de la fuerza laboral y la frecuencia de actualización tecnológica sugiere que las intervenciones deberían centrarse más en la creación de capacidades y acceso a financiamiento que en la ampliación del personal.

Conclusión

Este estudio ha permitido evaluar los factores que influyen en la adopción tecnológica dentro de ASOPROBALI S.A., destacando la interacción entre variables como el nivel educativo, el puntaje tecnológico y la frecuencia de actualización tecnológica. Los resultados evidencian que, si bien el nivel educativo y el uso previo de tecnologías digitales son predictores de la disposición tecnológica, su impacto es limitado cuando no están acompañados de recursos financieros y estrategias educativas adecuadas. Más del 50% de las bananeras no actualizan su infraestructura tecnológica regularmente, lo que resalta la necesidad urgente de intervenciones específicas que reduzcan las barreras económicas y culturales.

La relación observada entre la frecuencia de actualización tecnológica y el número de empleados sugiere que las tecnologías avanzadas tienen el potencial de optimizar operaciones, pero las características estructurales de las bananeras, como su tamaño reducido y la dependencia de trabajadores temporales, limitan su implementación. Esto refuerza la importancia de desarrollar tecnologías accesibles e intuitivas que puedan integrarse progresivamente sin requerir grandes recursos humanos o financieros.

En conclusión, la transformación digital en ASOPROBALI S.A. y sectores similares debe abordarse desde una perspectiva integral, que combine capacitación, acceso a financiamiento y sensibilización sobre los beneficios de la digitalización. La implementación de herramientas de bajo costo y alto impacto, como plataformas móviles y sistemas de trazabilidad, puede ser un primer paso clave para cerrar la brecha tecnológica y garantizar la sostenibilidad y competitividad del sector bananero en un mercado global cada vez más exigente.

Referencia Bibliografía

- Aguirre, J., Rodríguez, M., & Torres, P. (2021). Transformación digital en la agricultura latinoamericana: Perspectivas y desafíos. *Revista AgroDigital*, 8(3), 45-60.
- Bonke, V., Doluschitz, R., & Simons, J. (2018). Digital technologies in agriculture: Adoption, challenges, and future trends. *Computers and Electronics in Agriculture*, 152, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.06.002>
- FAO. (2021). Digital agriculture: Building resilience and sustainability. Food and Agriculture Organization Reports. <https://www.fao.org>
- Gómez, E., Martínez, P., & Rivera, L. (2022). El impacto de las tecnologías digitales en la agricultura ecuatoriana. *Revista de Innovación Agropecuaria*, 13(2), 34-50.
- Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. (2019). A review of the use of blockchain in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 165, 104930.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104930>
- Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of agriculture: Digital platforms and governance challenges. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2020.100314>
- Rotz, S., Gravely, E., & Fraser, E. (2019). Smart farming and the future of food production: Exploring digital agriculture. *Journal of Rural Studies*, 68, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.004>
- Vargas, C., Ramirez, M., & Rojas, D. (2022). Digitalization in banana farming: Challenges and opportunities. *Agricultural Technology Review*, 15(1), 22-39.
- Smith, L., Jones, K., & Brown, M. (2020). The role of digital transformation in enhancing agricultural productivity. *Journal of Agricultural Studies*, 29(3), 123-145.
-

- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). Leading digital: Turning technology into business transformation. Harvard Business Review Press.
- World Bank. (2020). Transforming agriculture in the digital age. World Bank Publications.
<https://www.worldbank.org>
- Rotz, S., Gravely, E., & Fraser, E. (2019). Smart farming and the future of food production: Exploring digital agriculture. Journal of Rural Studies, 68, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.004>
- Lee, J. H., & Kang, S. (2020). IoT and digital farming: A systematic review. Agricultural Systems, 180, 102729. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102729>
- FAO. (2020). Building sustainable food systems through digital innovation. <https://www.fao.org>
- Anderson, J., Dillon, J., & Hardaker, B. (2019). Risk analysis in agricultural decision-making. Agricultural Economics, 50(3), 245-260. <https://doi.org/10.1111/agec.12350>
- Schimmelpfennig, D. (2018). Farm profits and adoption of precision agriculture. Journal of Precision Agriculture, 19(3), 10-20. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9513-5>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., & Bart, Y. (2021). Digital transformation and disruption in agriculture. Journal of Business Research, 122, 902-910.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.015>
- Bechar, A., & Vigneault, C. (2016). Agricultural robots for field operations: Current status and future trends. Biosystems Engineering, 149, 31-42.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.06.013>
- Brown, M. E., & Funk, C. C. (2008). Food security under climate change. Science, 319(5863), 580-581. <https://doi.org/10.1126/science.1154102>
-

- McDonald, D., & Zarrouk, J. (2020). Digital transformation in smallholder farming systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 18(4), 312-324. <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1758497>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. Free Press.
- Sunding, D., & Zilberman, D. (2001). The agricultural innovation process: Research and technology adoption in a changing agricultural sector. *Handbook of Agricultural Economics*, 1, 207-261.
- Zilberman, D., & Schoengold, K. (2018). The economics of precision technology in agriculture. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 133-150. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023304>
- Stone, G. D. (2011). Contradictions in the adoption of agricultural technology. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 585-607. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.583642>
- Moschini, G. (2001). Economic benefits and costs of biotechnology innovations in agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(5), 1201-1213.
- Roberts, R. K., English, B. C., & Larson, J. A. (2004). Precision farming by crop. *Journal of Precision Agriculture*, 5(6), 345-358. <https://doi.org/10.1007/s11119-004-5327-9>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Company.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Chavas, J. P., & Kim, K. (2004). The economics of risk, uncertainty, and learning in agricultural production. *Journal of Agricultural Economics*, 85(3), 631-648.
-

Godfray, H. C. J., & Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 369(1639), 20120273. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>
