REVISTA INVECOM
ISSN en línea: 2739-0063

Digitalización básica y desempeño económico en la microempresa

Basic digitization and economic performance in micro-enterprises

Recibido: 15/06/2026 - **Aceptado:** 27/08/2026

Bruno Paolo Algalobo Távara
https://orcid.org/0000-0001-8563-0391
brunoalgalobo531@gmail.com
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú

Virginia Efigenia Mendoza Pescorán
https://orcid.org/0000-0002-3469-5969
vmendoza@unprg.edu.pe
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú

Elmer Williams Rodríguez Olazo
https://orcid.org/0000-0002-4631-5329
erodriguez@unc.edu.pe
Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú

Resumen

La presente investigación evalúa empíricamente la relación entre la digitalización básica y el desempeño económico de la microempresa peruana durante el periodo 2020-2024. Metodológicamente, se construyó un panel longitudinal desbalanceado a partir de microdatos de la ENAHO y se estimaron modelos agrupados, de efectos aleatorios y de efectos fijos con errores estándar robustos clusterizados por id_panel. La innovación digital se operacionalizó mediante tres dimensiones observables en el cuestionario ENAHO: uso de internet para vender productos o servicios, operaciones de banca electrónica o servicios financieros, y capacitación o educación formal. Los resultados muestran que el índice digital presenta una asociación positiva en el modelo OLS ($\beta = 0.167$; $p = 0.001$); sin embargo, dicha relación pierde significancia en efectos fijos ($\beta = -0.190$; $p = 0.137$). Asimismo, las tres dimensiones digitales consideradas por separado tampoco presentan significancia estadística en el modelo longitudinal. Como análisis complementario, la eficiencia productiva fue tratada como variable dependiente alternativa, evitando la circularidad de utilizar una razón construida con el ingreso para explicar el propio ingreso. En conjunto, los resultados sugieren que la prima digital observada en cortes transversales responde parcialmente a heterogeneidad no observada entre microempresarios, más que a un efecto longitudinal robusto de la digitalización básica.

Palabras clave: Microempresa, innovación digital básica, eficiencia productiva.

Abstract

This study empirically evaluates the relationship between basic digitalization and the economic performance of Peruvian microenterprises during the 2020–2024 period. Methodologically, an unbalanced longitudinal panel was constructed using microdata from the ENAHO, and clustered, random-effects, and fixed-effects models with robust standard errors clustered by id_panel were estimated. Digital innovation was operationalized using three dimensions observable in the ENAHO questionnaire: use of the internet to sell products or services, use of online banking or financial services, and training or formal education. The results show that the digital index has a positive association in the OLS model ($\beta = 0.167$; $p = 0.001$); however, this relationship loses significance in the fixed-effects model ($\beta = -0.190$; $p = 0.137$). Furthermore, the three digital dimensions considered separately also do not show statistical significance in the

longitudinal model. As a complementary analysis, productive efficiency was treated as an alternative dependent variable, thereby avoiding the circularity of using a ratio constructed from income to explain income itself. Taken together, the results suggest that the digital premium observed in cross-sectional data is partly due to unobserved heterogeneity among microentrepreneurs, rather than to a robust longitudinal effect of basic digitalization.

Keywords: Microenterprise, basic digital innovation, production efficiency.

Introducción

Entre 2020 y 2024, la transformación digital dejó de ser una inversión meramente técnica y se consolidó como un componente de la eficiencia, la competitividad y la continuidad empresarial (Zhang, 2025). La crisis sanitaria y las alteraciones posteriores en las cadenas de suministro aceleraron la reorganización de los procesos, especialmente en las empresas pequeñas. Su supervivencia dependió, en parte, de la capacidad para asimilar tecnologías y adaptar las operaciones (Katare et al., 2021). En este contexto, la resiliencia se entiende como una capacidad dinámica para responder a choques recurrentes (Hazarika et al., 2025), mientras que la adopción digital favorece la continuidad operativa y la toma de decisiones en escenarios de crisis (Gergely et al., 2024; Munyemana et al., 2024).

En América Latina, las micro y pequeñas empresas (MYPE), junto con los trabajadores independientes, sostienen una parte considerable del empleo y cumplen una función central en el crecimiento y la cohesión social (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2021). Sin embargo, afrontan baja productividad, restricciones de liquidez, debilidades de control interno (Alva Mellisho, 2023) y una informalidad persistente que limita el crédito, el desarrollo del capital humano y la expansión empresarial (Chirinos, 2020). Frente a estas barreras, los pagos digitales y las billeteras móviles pueden reducir costos transaccionales, mejorar la eficiencia y ampliar los ingresos (Shaikh et al., 2025), en línea con los ODS 8 y 9.

En el Perú, la adopción tecnológica posterior a la pandemia ha sido desigual entre territorios y sectores. Las MYPE todavía enfrentan brechas de alfabetización digital, conectividad y costos de transición hacia plataformas virtuales (Velásquez Chacón, 2025). A la vez, la interoperabilidad y las billeteras digitales han favorecido la inclusión financiera (Tambini et al., 2024). No obstante, estimar su efecto económico requiere diseños longitudinales que separen la adopción tecnológica de las características previas de los empresarios y sus unidades productivas.

La digitalización puede mejorar el desempeño empresarial mediante varios canales. Los sistemas contables automatizados reducen errores y elevan la transparencia de los informes financieros (Wiralestari et al., 2025); las plataformas de gestión agilizan pedidos, cadenas de suministro y previsiones de demanda (Zhang, 2025); y la automatización logística permite reasignar trabajo hacia actividades de mayor valor (Lam et al., 2024). Asimismo, las empresas con procesos digitalizados muestran mayor flexibilidad frente a restricciones externas (Feng et al., 2023). En las pymes, esta capacidad depende de una flexibilidad estratégica que permita reconfigurar recursos y responder al cambio aun con limitaciones financieras y tecnológicas (Liu, 2025).

Otro canal es la articulación entre innovación de productos y marketing digital. Las capacidades de marketing conectan la orientación emprendedora con la sostenibilidad de las empresas pequeñas (Olivia et al., 2026), aunque su aprovechamiento depende de la posición de la firma en su red y de la madurez del ecosistema (Anning-Dorson, 2026). También son necesarias capacidades de absorción y gestión del conocimiento para convertir información externa en ventajas operativas y financieras (Muraleedharan & Velmurugan, 2026). La adopción exige gestionar la resistencia al cambio y alinear cultura, aprendizaje y sistemas de información (Rismansyah et al., 2025). En conjunto, las estrategias ambidiestras equilibran el uso de tecnologías disponibles con la exploración de nuevas soluciones (Afful, 2024; Shrestha & Kumar Kc, 2026).

Pese al crecimiento de la producción académica sobre transformación digital en empresas de menor escala (Dequito & Mariñas, 2025), gran parte de la evidencia continúa basada en diseños transversales y correlacionales (Razavi Hajiagha et al., 2026). Estas aproximaciones son sensibles al sesgo por variables omitidas: atributos invariantes como la habilidad gerencial, la disposición al riesgo o la cultura organizacional pueden relacionarse tanto con la adopción digital como con el desempeño (Giannopoulos & Kariofyllas, 2025). Por ello, los modelos OLS agrupados pueden sobreestimar la prima digital al incorporar esa heterogeneidad en el error. Avanzar hacia explicaciones más sólidas requiere análisis que trasciendan la descripción y evalúen la estructura longitudinal de los datos (Supo Condori, 2025).

Para superar estas limitaciones metodológicas, el presente artículo estima la relación longitudinal entre digitalización básica y desempeño económico de las microempresas peruanas durante el periodo 2020-2024, controlando la heterogeneidad inobservable mediante modelos de efectos fijos. La contribución empírica radica en la explotación de un panel longitudinal desbalanceado construido con microdatos de la ENAHO. La especificación econométrica incorpora efectos fijos individuales y efectos temporales anuales para controlar características invariantes de cada unidad y choques macroeconómicos comunes. De manera complementaria, el estudio presenta evidencia descriptiva espacial sobre brechas regionales de desempeño y concentración microempresarial.

Metodología

La investigación adopta un enfoque cuantitativo y un alcance explicativo, orientado a estimar la relación neta entre adopción tecnológica y desempeño económico. Este nivel exige superar la descripción y analizar las relaciones presentes en los datos (Supo Condori, 2025).

Se empleó un diseño no experimental y longitudinal de panel (Hernández Sampieri & Fernández-Collado, 2014). Las variables no fueron manipuladas; se observó a las unidades económicas en su entorno habitual durante el periodo 2020-2024.

Datos y delimitación de la muestra

La base empírica se construyó con microdatos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). El periodo 2020-2024 permite observar el choque sanitario y la posterior reactivación económica.

Para garantizar consistencia en el análisis longitudinal, el procesamiento de los microdatos en Stata vinculó hogares e individuos mediante los códigos de control disponibles en ENAHO. La muestra final corresponde a un panel desbalanceado de microempresarios, dado que no todas las unidades permanecen observadas durante los cinco años del periodo. Esta decisión preserva información útil y evita una pérdida excesiva de observaciones. Los criterios de inclusión se acotaron a empleadores/patronos y trabajadores independientes, con aproximación al segmento de microempresa mediante la restricción de hasta nueve trabajadores cuando la variable estuvo disponible. Tras depurar observaciones con ingreso u horas inválidas y aplicar poda estadística al percentil 1 y 99 del ingreso real deflactado, la muestra final quedó conformada por 3,174 observaciones y 2,628 unidades de panel. El panel es desbalanceado: 69.44 % de las observaciones pertenecen a unidades observadas una sola vez, por lo que las estimaciones de efectos fijos se interpretan como evidencia longitudinal basada en la variación intrapanel disponible.

Previo a la interpretación del modelo longitudinal, se compararon estimaciones agrupadas, de efectos aleatorios y de efectos fijos. La prueba clásica de Hausman, estimada sin matriz clusterizada, rechazó la hipótesis nula de diferencias no sistemáticas entre FE y RE ($chi2(13) = 44.11$; $p < 0.001$), por lo que el modelo de efectos fijos fue mantenido como especificación principal. En paralelo, se reporta el modelo de efectos aleatorios como contraste, ya que este conserva la asociación transversal positiva del índice digital, mientras que el modelo FE permite evaluar si dicha asociación se mantiene al controlar heterogeneidad inobservable individual.

Definición y operacionalización de variables

Variable dependiente: Desempeño financiero (Y_it)

La variable dependiente es el logaritmo natural del ingreso mensual real deflactado de la unidad productiva (ln_ingreso). Esta medida aproxima el desempeño económico, reduce la asimetría de la distribución del ingreso y facilita la interpretación de los coeficientes como semi-elasticidades. Los valores nominales se ajustaron mediante el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

Variable independiente central: Eficiencia productiva (EF_it)

La eficiencia productiva se operacionalizó como el ingreso mensual real deflactado dividido entre las horas efectivas trabajadas al mes. Sin embargo, dado que esta razón incluye el ingreso en su numerador, no se utilizó como regresor principal para explicar el logaritmo del ingreso, porque ello generaría una relación mecánica y circular. En la versión corregida del análisis, la eficiencia productiva se estudia como variable dependiente alternativa mediante el logaritmo de la eficiencia, definido como ln(ingreso real / horas mensuales). Esta decisión mejora la coherencia econométrica del estudio y evita atribuir a la eficiencia un efecto que podría provenir directamente de su construcción matemática.

Variable independiente de interés: Innovación digital (Digital_it)

La innovación digital se operacionalizó mediante tres variables dicotómicas derivadas de la pregunta ENAHO 316 sobre uso de internet: venta de productos o servicios por internet, operaciones de banca electrónica u otros servicios financieros, y educación formal o actividades de capacitación. A partir de estas dimensiones se construyó un índice digital aditivo de 0 a 3, donde valores mayores indican mayor número de usos digitales relevantes para la actividad económica. Esta medición no debe interpretarse como adopción integral de software empresarial, comercio electrónico avanzado o transformación digital plena, sino como una proxy de digitalización básica observable en ENAHO.

Vector de variables de control (X_it)

Para reducir sesgo por variables omitidas, se incorporó un vector de controles compuesto por características individuales y productivas observables: edad centrada y su término cuadrático, estado civil, nivel educativo, sector económico y efectos fijos de año. La dimensión regional se analiza principalmente de forma descriptiva y espacial, porque en modelos de efectos fijos las variables geográficas invariantes tienden a ser absorbidas por el efecto individual.

Características del capital humano y del ciclo de vida

Edad del conductor del negocio, incorporada de forma centrada y con término cuadrático, además del nivel educativo agrupado en primaria o menos, secundaria y superior.

Características socioeconómicas y sectoriales

Estado civil del microempresario y sector económico principal de actividad, agrupado en agro/extractivo, manufactura/construcción, comercio y servicios.

Factores temporales y territoriales

Se incorporan efectos fijos de año para controlar choques comunes del periodo 2020-2024. La heterogeneidad territorial se examina de forma descriptiva mediante gráficos espaciales y, en la regresión FE, queda parcialmente absorbida por el efecto individual cuando no varía en el tiempo.

Especificación econométrica y estrategia de identificación

La estrategia de estimación inicia con un modelo base de Mínimos Cuadrados Ordinarios agrupado (Pooled OLS), cuyo objetivo es identificar la asociación promedio entre digitalización básica y desempeño económico antes de controlar heterogeneidad inobservable:

$$\ln(\text{Ingreso}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \text{IndiceDigital}_{it} + X'_{it}\gamma + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

Donde β_1 mide la asociación entre el índice digital y el logaritmo del ingreso mensual real; X'_{it} representa el vector de controles observables; δ_t captura efectos anuales comunes; y ε_{it} es el término de error idiosincrático.

No obstante, el modelo OLS puede estar sesgado si las unidades que adoptan herramientas digitales poseen características no observadas que también influyen en sus ingresos, como capacidad gerencial, redes comerciales, acceso a información o ubicación productiva. Por ello, el contraste central del estudio se realiza con efectos fijos.

De omitirse estos factores en la especificación, el término de error absorbería espuriamente esta heterogeneidad ($\varepsilon_{it} = \alpha_i + u_{it}$), violando el supuesto crítico de ortogonalidad y provocando un severo sesgo de endogeneidad por variable omitida (Wooldridge, 2010).

La especificación principal de efectos fijos se expresa como:

$$\ln(Ingreso_{it}) = \beta_1 IndiceDigital_{it} + X'_{it}\gamma + \alpha_i + \delta_t + u_{it}$$

En esta formulación, α_i captura la heterogeneidad inobservable e invariante de cada unidad de análisis; δ_t controla choques temporales comunes; y u_{it} representa el componente idiosincrático. El coeficiente β_1 se interpreta como la variación promedio del ingreso asociada a cambios en la digitalización dentro de una misma unidad observada en el tiempo.

Como modelo complementario, se estima una especificación alternativa en la que la variable dependiente es ln_eficiencia. Este modelo permite evaluar si la digitalización básica se relaciona con productividad por hora trabajada sin incurrir en circularidad entre ingreso y eficiencia.

Corrección de la matriz de varianzas-covarianzas y robustez

En los paneles de microdatos, los errores pueden presentar heterocedasticidad y correlación serial dentro de cada unidad (Baltagi, 2021). Ignorar estas propiedades puede subestimar los errores estándar y exagerar la significancia estadística.

Por ello, los modelos incorporan errores estándar robustos agrupados por id_panel, que permiten heterocedasticidad y correlación intragrupo. Esta corrección proporciona inferencias consistentes para el estimador de efectos fijos (Wooldridge, 2010).

Integración del análisis espacial y de brechas regionales

Como complemento del análisis longitudinal, se elaboró una descripción geoespacial en RStudio a partir de los códigos de ubicación de la ENAHO y cartografía regional. Los mapas muestran la distribución territorial de las unidades microempresariales y del ingreso promedio real.

El análisis espacial permite comparar concentración y desempeño entre regiones. Su función es descriptiva: ayuda a interpretar las brechas territoriales, pero no sustituye la identificación longitudinal ni implica por sí mismo relaciones causales.

Resultados y discusión

Tabla 1. *Estadísticos descriptivos de las variables principales.*

Variable	N	Media	Varianza	Desv. estándar
ln_ingreso	3,174	5.0475	1.6961	1.3023
ln_eficiencia	3,174	0.4176	2.2156	1.4885
Digital alguna	3,174	0.1144	0.1013	0.3183
Índice digital	3,174	0.1534	0.2201	0.4691
Venta digital	3,174	0.0485	0.0462	0.2149
Finanzas digitales	3,174	0.0649	0.0607	0.2464

Capacitación digital	3,174	0.0400	0.0384	0.1960
Edad	3,174	48.3554	163.4003	12.7828
Pareja	3,174	0.6238	0.2347	0.4845

Nota. La tabla presenta los estadísticos descriptivos de la muestra final usada en los modelos corregidos. Se incluyen el logaritmo del ingreso real, el logaritmo de la eficiencia, las dimensiones de digitalización básica, el índice digital, edad y estado civil.

Los descriptivos muestran que la muestra final contiene 3,174 observaciones. La adopción digital sigue siendo baja: solo el 11.44 % registra al menos una dimensión digital relevante, mientras que el índice digital promedio es 0.153 en una escala de 0 a 3. La dimensión más frecuente es la financiera digital (6.49 %), seguida por venta digital (4.85 %) y capacitación digital (4.00 %). La edad promedio del microempresario es 48.36 años y el 62.38 % declara tener pareja.

Tabla 2. *Asociación entre digitalización básica e ingreso real: modelo OLS.*

Número de observaciones: 3,174

F-statistic: 24.09, p < 0.001

R^2: 0.0889

Root MSE: 1.2456

Modelo: OLS con errores estándar robustos

Coeficientes y errores estándar:

Variable	Coeficiente	Error estándar	T	P	IC 95%
Índice digital	0.1669***	0.0508	3.29	0.001	0.0674 a 0.2665
Edad centrada	-0.0081***	0.0020	-4.07	0.000	-0.0119 a -0.0042
Edad centrada²	-0.0009***	0.0001	-8.20	0.000	-0.0011 a -0.0007
Con pareja/casado	0.2663***	0.0467	5.70	0.000	0.1746 a 0.3579
Secundaria	0.2308***	0.0536	4.31	0.000	0.1258 a 0.3358
Superior	0.5640***	0.0703	8.02	0.000	0.4262 a 0.7018
Manufactura/construcción	-0.4668***	0.0888	-5.26	0.000	-0.6409 a -0.2928
Comercio	-0.0963	0.1419	-0.68	0.497	-0.3746 a 0.1819
Servicios	-0.3702***	0.0498	-7.43	0.000	-0.4679 a -0.2725
2021	0.0474	0.0558	0.85	0.395	-0.0620 a 0.1568
2022	0.0585	0.0631	0.93	0.354	-0.0652 a 0.1823
2023	-0.0549	0.0747	-0.74	0.462	-0.2014 a 0.0916
2024	-0.0783	0.1218	-0.64	0.520	-0.3172 a 0.1605
Constante	5.0235***	0.0623	80.60	0.000	4.9013 a 5.1457

Nota. Se estima un modelo OLS sobre el logaritmo del ingreso mensual real de microempresarios. La variable explicativa principal es el índice digital de 0 a 3, construido a partir de venta digital, banca/servicios financieros digitales y capacitación digital. El modelo controla por edad centrada y su cuadrado, estado civil, educación, sector económico y efectos fijos de año.

El modelo OLS muestra una asociación positiva y estadísticamente significativa entre el índice digital y el ingreso real: cada dimensión digital adicional se asocia con un aumento aproximado de 18.2 % en el ingreso, manteniendo constantes los controles. Este resultado debe interpretarse como asociación transversal, no como efecto causal, porque puede capturar características no observadas de los microempresarios más digitalizados.

Tabla 3. *Estructura del panel y diagnóstico de multicolinealidad.*

Indicador	Valor	Fuente/modelo	Lectura metodológica	Decisión
Observaciones finales	3,174	Base corregida	Muestra útil posterior a depuración y poda p1-p99	Reportar N = 3,174
Unidades de panel	2,628	xtdescribe	Panel longitudinal desbalanceado	No afirmar panel balanceado
Unidades con una observación	2,204 (69.44 %)	tab n_obs_panel	Alta presencia de singletons	Usar robustez con n_obs_panel >= 2
VIF promedio	1.19	estat vif	Sin multicolinealidad relevante	Mantener máximo tres dimensiones digitales
VIF venta digital	1.17	estat vif	Bajo	Sin problema
VIF finanzas digitales	1.27	estat vif	Bajo	Sin problema
VIF capacitación digital	1.17	estat vif	Bajo	Sin problema

Nota. Esta tabla resume la estructura de la muestra final y el diagnóstico de multicolinealidad de las variables digitales. El VIF promedio fue 1.19 y los VIF individuales de las tres dimensiones digitales se ubicaron entre 1.17 y 1.27, por debajo de umbrales usuales de preocupación. Por ello, la baja significancia de las variables digitales en efectos fijos no se explica por multicolinealidad, sino por la ausencia de evidencia longitudinal robusta bajo la especificación corregida.

La estructura del panel confirma que la base es desbalanceada. Aunque se conservan 3,174 observaciones, 69.44 % corresponde a unidades observadas una sola vez. Por esta razón, el análisis principal se complementa con una estimación restringida a unidades con al menos dos observaciones, cuyos resultados mantienen la no significancia del índice digital.

Tabla 4. *Determinantes del ingreso de microempresarios: efectos fijos.*

	(1) ln_ingreso
Índice digital	-0.190
	(0.128)
Edad centrada	-0.126
	(0.077)
Edad centrada²	-0.001
	(0.002)
Soltero/Sin pareja	0.000
	(.)
Con pareja/casado	0.454**
	(0.182)
Primaria o menos	0.000
	(.)
Secundaria	-0.537*
	(0.277)
Superior	-0.106
	(0.503)
Agro/extractivo	0.000
	(.)
Manufactura/construcción	-0.852***
	(0.261)
Comercio	-0.932**
	(0.395)
Servicios	-1.021***
	(0.167)
2021	0.364***
	(0.134)
2022	0.381**
	(0.184)
2023	0.476*
	(0.253)
2024	0.895***
	(0.340)
Constante	5.545***
	(0.344)
R-sq within	0.111
Observaciones	3,174
Grupos	2,628
Errores estándar	Cluster id_panel

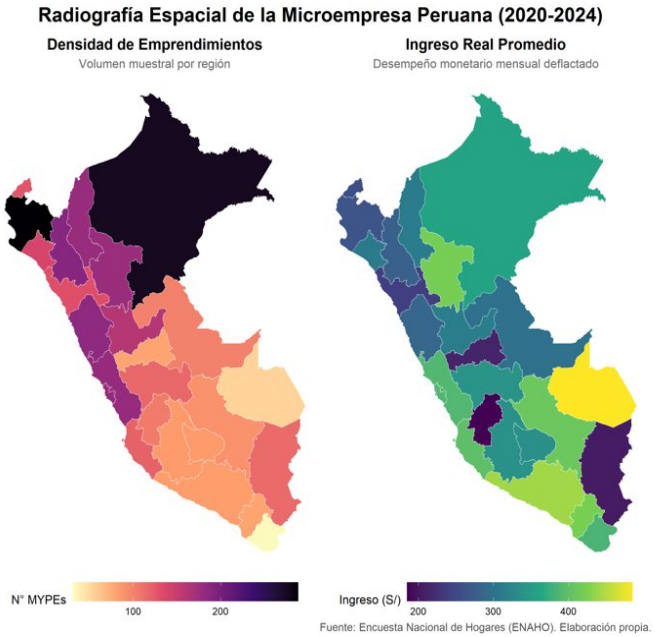
Errores estándar entre paréntesis.

Nota. Se estimó un modelo de efectos fijos con errores estándar robustos clusterizados por id_panel. La variable dependiente es el logaritmo del ingreso mensual real. La variable explicativa principal es el índice digital de 0 a 3. Se incluyen controles por edad, estado civil, educación, sector económico y efectos fijos de año.

Los asteriscos indican significancia estadística: * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

La estimación de efectos fijos muestra que el índice digital no presenta significancia estadística sobre el ingreso real (β = -0.190; p = 0.137). Este resultado contrasta con el coeficiente positivo del modelo OLS y sugiere que la prima digital observada transversalmente se explica parcialmente por heterogeneidad no observada entre microempresarios. Las penalizaciones sectoriales sí son persistentes: manufactura/construcción, comercio y servicios registran coeficientes negativos frente al sector agro/extractivo. Los efectos anuales positivos capturan la recuperación relativa posterior al choque inicial del periodo.

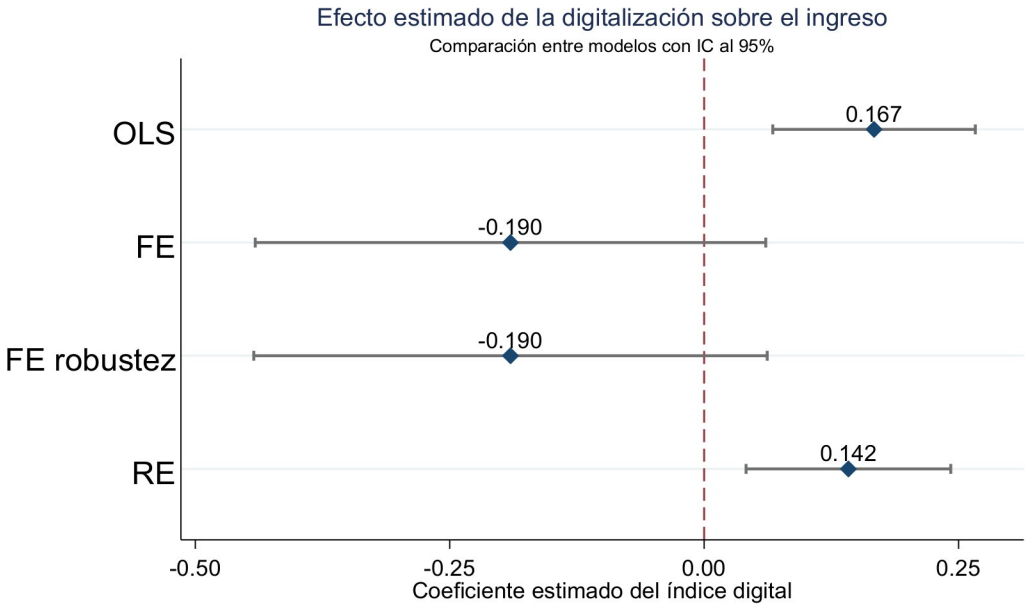
Gráfico 1. *Análisis cartográfico de la realidad de la microempresa en el Perú.*



Nota. Elaboración propia a partir de los microdatos del panel de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) para el periodo 2020-2024. El ensamblaje de la estructura de datos espaciales y el procesamiento de la muestra se realizó mediante el software estadístico Stata, mientras que la estandarización cartográfica y la visualización de los mapas descriptivos se ejecutaron en el entorno RStudio.

El análisis espacial de 2020-2024 muestra que una mayor concentración de microempresas no garantiza mejores resultados financieros. Lima Metropolitana y parte del eje andino reúnen numerosas unidades productivas, asociadas en gran medida al autoempleo; sin embargo, algunos territorios con menor densidad alcanzan ingresos promedio superiores. Esta diferencia sugiere que la integración a cadenas de valor y el poder adquisitivo de la demanda condicionan el desempeño. Los mapas complementan, de manera descriptiva, la interpretación de la heterogeneidad territorial.

Gráfico 2. *Efecto estimado de la digitalización sobre el ingreso*.



Nota. La comparación gráfica de coeficientes muestra que el índice digital presenta un efecto positivo en el modelo OLS (β = 0.167), mientras que en el modelo de efectos fijos el coeficiente cambia de signo y pierde significancia estadística (β = -0.190). El mismo patrón se mantiene en la estimación de robustez con paneles de al menos dos observaciones. Este contraste evidencia que la prima digital observada en el análisis transversal no constituye evidencia robusta de un efecto causal sobre el ingreso.

El Gráfico 2 resume el contraste central. En OLS, cada punto adicional del índice digital se asocia con 0.167 puntos logarítmicos de ingreso, aproximadamente 18.2 %. En efectos fijos, el coeficiente cambia a -0.190 y deja de ser significativo; el resultado se mantiene al restringir la muestra a paneles con al menos dos observaciones. Por tanto, la ventaja digital observada en OLS parece reflejar diferencias estructurales entre microempresarios y no un efecto longitudinal robusto.

La diferencia entre los estimadores agrupados y de efectos fijos orienta la discusión. El índice digital se asocia positiva y significativamente con el ingreso en OLS (β = 0.167; p = 0.001), resultado compatible con menores fricciones transaccionales y mayor alcance comercial. Sin embargo, la asociación desaparece al controlar la heterogeneidad individual inobservable.

En el panel 2020-2024, el índice digital presenta un coeficiente negativo y no significativo (β = -0.190; p = 0.137); la muestra con al menos dos observaciones produce un resultado similar (p = 0.140). Tampoco son significativas la venta digital (p = 0.477), las finanzas digitales (p = 0.188) ni la capacitación digital (p = 0.891). La evidencia, por tanto, no demuestra un aumento longitudinal robusto del ingreso.

La eficiencia productiva no se empleó como regresor del ingreso porque se calcula como ingreso real dividido entre horas mensuales, lo que generaría circularidad. En su lugar, se estimó un modelo alternativo con ln_eficiencia como variable dependiente. El índice digital tampoco fue significativo en esta especificación (β = -0.226; p = 0.140).

La edad centrada y su término cuadrático son significativos en OLS y describen una trayectoria cóncava. En efectos fijos pierden significancia, de modo que un máximo de ingreso alrededor de los 40 años solo puede presentarse como patrón transversal, no como conclusión longitudinal.

Las diferencias espaciales y sectoriales conservan valor descriptivo. En efectos fijos, manufactura/construcción, comercio y servicios muestran coeficientes negativos frente al sector

agro/extractivo, compatibles con atomización y menor captura de valor en actividades intensivas en autoempleo. Los mapas ilustran el componente territorial, mientras que la inferencia se apoya en la estimación con errores agrupados por id_panel.

Conclusiones

El análisis longitudinal indica que la digitalización básica observada en ENAHO no es un determinante autónomo y robusto del desempeño económico de la microempresa peruana. Aunque el índice digital se asocia positivamente con el ingreso en OLS, el efecto desaparece bajo efectos fijos. La prima transversal parece reflejar condiciones previas, como capacidad gerencial, redes, información o sector, más que un efecto limpio de la adopción digital.

Las diferencias sectoriales también son relevantes: manufactura/construcción, comercio y servicios presentan coeficientes negativos frente al sector agro/extractivo. El patrón cóncavo de la edad aparece en estimaciones agrupadas, pero no se sostiene con la misma fuerza en efectos fijos. Asimismo, los mapas evidencian brechas territoriales descriptivas, sin reemplazar la inferencia longitudinal.

Los resultados cuestionan que el acceso tecnológico, por sí solo, resuelva la fragilidad microempresarial en contextos de informalidad. La digitalización puede complementar las finanzas, las ventas y la capacitación, pero su efecto depende de capacidades organizativas y comerciales. La política pública debería combinar alfabetización digital aplicada, gestión empresarial, formalización gradual, acceso financiero útil y mejoras de productividad.

Referencias

Afful, C. R. (2024). Business Redemption in Recent Times: The Role of Dynamic Leadership, Digital Innovation, and Sustainable Performance in the VUCA World. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship, 19*(1), 871-880. https://doi.org/10.34190/ecie.19.1.2933

Alva Mellisho, A. T. (2023). Propuesta de mejora del control interno y la rentabilidad de las micro y pequeñas empresas comerciales del Perú: Caso microempresa Distribuidora Ferretería San Cayetano E.I.R.L. – Lima – 2023. *Divulgación científica de investigación y emprendimiento, 1(*2023), 1-19. https://doi.org/10.54798/KBVF3133

Anning-Dorson, T. (2026). Network centrality and marketing technology (MarTech) adoption in emerging markets: A network configuration perspective. I*nternational Marketing Review, 43*(7), 84-109. https://doi.org/10.1108/IMR-10-2024-0440

Baltagi, B. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data* | Springer Nature Link. Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-53953-5

Chirinos, A. (2020). *Informalidad laboral de la mypes en el Perú: una revisión sistemática de la literatura científica último 10 años*. Universidad Privada del Norte. https://repositorio.upn.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/51d74c4f-ce0b-44dc-a75d-947ede39205a/content

Dequito, A. P. D., & Mariñas, K. A. A. (2025). A*dvancement of Digital Information in SMEs Research: A Bibliometric Analysis.* En F. Lumban Gaol, Y. Xu, & Y. Dessouky (Eds.), Advances in Transdisciplinary Engineering. IOS Press. https://doi.org/10.3233/ATDE250562

Feng, T., Chen, X., Ma, J., Sun, Y., Du, H., Yao, Y., Chen, Z., Wang, S., & Mi, Z. (2023). Air pollution control or economic development? Empirical evidence from enterprises with production restrictions. *Journal of Environmental Management*, *336*, 117611. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117611

Gergely, O., Oborni, K., & Popovic Pantic, S. (2024). Digitalization as a resilience strategy for women owned SMEs during crises. *Society and Economy, 46*(4), 386-403. https://doi.org/10.1556/204.2024.00013

Giannopoulos, V., & Kariofyllas, S. (2025). When Models Fail: Credit Scoring, Bank Management, and NPL Growth in the Greek Recession. *International Journal of Financial Studies, 13*(3), 152. https://doi.org/10.3390/ijfs13030152

Hazarika, I., Saoji, S., Baijulal, R., Jorvekar, G., Rao, H., & Porwal, T. (2025). Mapping Resilience Pathways: A Conceptual Framework for Portfolio Risk Management in Microenterprise Lending During Economic Shocks. *Enterprise Development and Microfinance, 35*(1). https://doi.org/10.3362/edm.v35i1.5

Hernández Sampieri, R., & Fernández-Collado, C. F. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education. https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Katare, B., Marshall, M. I., & Valdivia, C. B. (2021). Bend or break? Small business survival and strategies during the COVID-19 shock. I*nternational Journal of Disaster Risk Reduction, 61*, 102332. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102332

Lam, H., Tang, V., & Wong, L. (2024). Raising logistics performance to new levels through digital transformation. I*nternational Journal of Engineering Business Management, 16*. https://doi.org/10.1177/18479790241231730

Liu, Z. (2025). Strategic flexibility of SMEs in the context of digital transformation. *Modern Economics & Management Forum, 6*(3), 399-401. https://doi.org/10.32629/memf.v6i3.4020

Munyemana, E., Mung'atu, J., & Ruranga, C. (2024). Analysis of Effects of COVID-19 Pandemic on Small- and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in Rwanda Using Wood Firm-Level Data. *Economies, 12*(8), 203. https://doi.org/10.3390/economies12080203

Muraleedharan, N. V., & Velmurugan, V. P. (2026). A Review Study on the Influence and Impact of Knowledge Management Practices on the Performance and Growth of SMEs. *International Review of Management and Marketing, 16*(3), 618-634. https://doi.org/10.32479/irmm.23083

Olivia, H., Nasution, S., Rahayu, S., Suvero Suyar, A., Yusrita, & Rahmami Anggina Pohan, S. (2026). Product innovation and digital marketing capabilities linking entrepreneurial orientation to sustainability in Indonesian artisanal food SMEs. *Problems and Perspectives in Management, 24*(1), 603-619. https://doi.org/10.21511/ppm.24(1).2026.40

Organización Internacional del Trabajo. (2021). MYPE digital: Cómo la digitalización puede generar un crecimiento productivo para las micro y pequeñas empresas.

Razavi Hajiagha, S. H., Amoozad Mahdiraji, H., Behnam, M., & Garza-Reyes, J. A. (2026). A comparative investigation of the impact of digitalisation and work-from-home policy on firm performance: MNEs vs international SMEs. *Technology in Society, 85*, 103169. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.103169

Rismansyah, Yunita, D., Najib, M., Agung, M., & Ardius, E. (2025). The impact of changes in online marketing information systems for business products. *Humanities and Social Sciences Letters, 13*(3), 855-873. https://doi.org/10.18488/73.v13i3.4313

Shaikh, A. A., Ramaswamy, S., Zhang, X., Patil, M. S., Kalkar, P., & Sathe, S. S. (2025). Mobile Wallet Adoption and Microenterprise Growth: Empirical Insights Supporting SDG 8 and SDG 9. *Enterprise Development and Microfinance,35*(2). https://doi.org/10.3362/edm.v35i2.569

Shrestha, A., & Kumar Kc, S. (2026). Ambidextrous management strategies in the tourism industry: A systematic literature review. *Journal of Hospitality and Tourism Insights, 9*(11), 20-37. https://doi.org/10.1108/JHTI-05-2025-0583

Supo Condori, J. A. (2025). *Niveles de investigación: Una clasificación emergente fundamentada en el análisis de datos para la investigación científica*. Sociedad Hispana de investigadores Científcos.https://bioestadistico.com/libro/Niveles_de_Investigacion_2025.pdf

Tambini, J., Paliza, M., & Ramírez, D. (2024). Digitalización e inclusión financiera en el Perú. *Banco Central de Reserva del Perú, 129*, 10-17. https://ideas.repec.org/a/rbp/moneda/moneda-197-02.html

Velásquez Chacón, E. (2025). Adopción digital en micro y pequeñas empresas post pandemia en Arequipa, Perú. *European Public & Social Innovation Review, 10*, 1-18. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1849

Wiralestari, Rosmeli, Ekasari, N., & Brilliant, A. B. (2025). Digitalized Accounting and Green Entrepreneurship: Drivers of Financial Reporting Quality in SMEs. *International Journal of Accounting and Economics Studies, 12*(2), 297-304. https://doi.org/10.14419/7xws2z93

Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. https://jrvargas.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/wooldridge_j-_2002_econometric_analysis_of_cross_section_and_panel_data.pdf

Zhang, Y. (2025). Design and Implementation of Intelligent Enterprise Resource Management Platform for SMEs. Proceedings of the 2025 International Conference on Economic Management and Big Data Application. *Association for Computing Machinery*, 799-804. https://doi.org/10.1145/3770177.3770309

Contribución de la autoría

Conceptualización: Bruno Paolo Algalobo Távara, Virginia Efigenia Mendoza Pescorán y Elmer Willians Rodríguez Olazo.

Curación de datos: Bruno Paolo Algalobo Távara,Virginia Efigenia Mendoza Pescorán y Elmer Willians Rodríguez Olazo.

Análisis formal: Bruno Paolo Algalobo Távara, Virginia Efigenia Mendoza Pescorán y Elmer Willians Rodríguez Olazo.

Investigación: Bruno Paolo Algalobo Távara.

Metodología: Bruno Paolo Algalobo Távara.

Software: Bruno Paolo Algalobo Távara y Elmer Willians Rodríguez Olazo.

Validación: Bruno Paolo Algalobo.

Visualización: Bruno Paolo Algalobo Távara.

Redacción del borrador original: Bruno Paolo Algalobo Távara y Virginia Efigenia Mendoza Pescorán.

Redacción, revisión y edición: Bruno Paolo Algalobo Távara, Virginia Efigenia Mendoza Pescorán y Elmer Willians Rodríguez Olazo.

Autor de correspondencia
Bruno Paolo Algalobo Távara
Correo electrónico: brunoalgalobo531@gmail.com