

Modelos y perspectivas en la adopción de tecnologías digitales disruptivas en pequeñas empresas rurales

Models and perspectives on the adoption of disruptive digital technologies in small rural enterprises

César Orlando Garita-Rodríguez¹, Jorge Alfaro-Velasco²,
Gaudy Gabriela Esquivel-Vega³, Abel Méndez-Porras⁴,
Eileen Barrantes-Barrantes⁵, Cynthia López-Valerio⁶, Jean
Carlos Miranda-Fajardo⁷, Cristian Campos-Agüero⁸

Fecha de recepción: 19 de agosto, 2025

Fecha de aprobación: 20 de enero, 2026

Garita-Rodríguez, C. O; Alfaro-Velasco, J; Esquivel-Vega, G.G;
MéndezPorras, A; Barrantes-Barrantes, E; López-Valerio, C;
Miranda-Fajardo, J.C; Campos-Agüero, C. Models and perspectives on the adoption of disruptive digital technologies in small rural enterprises. *Tecnología en Marcha*. Vol. 39 N° 3. Julio-Setiembre, 2026. Pág. 32-44.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v39i3.8154>

- 1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 cesar@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-4592-3266>
- 2 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 joalfaro@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-3076-4346>
- 3 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 gesquivel@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0009-0008-9735-1208>
- 4 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 amendez@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-8038-7839>
- 5 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 ebarrantes@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-3159-3024>
- 6 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 cylopez@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-5632-339X>
- 7 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 jcmiranda@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0009-0004-4136-7201>
- 8 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
 crcampos@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0009-0008-8039-4404>



Palabras clave

Transformación digital; pequeña empresa; revisión sistemática; tecnología avanzada; trabajo de investigación.

Resumen

La adopción de tecnologías novedosas por parte de pequeñas empresas rurales es un proceso necesario para lograr una mayor competitividad en los agresivos mercados de la actualidad. Muchas empresas requieren incrementar a corto plazo su nivel de madurez digital mediante la adopción de tecnologías disruptivas tales como inteligencia artificial, aplicaciones móviles, redes sociales, análisis de datos, internet de las cosas y servicios en la nube. Este artículo explora diferentes modelos y perspectivas sobre la adopción de tecnologías digitales disruptivas en pequeñas empresas rurales a nivel global. El artículo presenta una revisión sistemática de literatura de artículos científicos realizada con base en preguntas de investigación utilizadas para realizar una búsqueda bibliográfica en la base de datos SCOPUS. Los artículos resultantes fueron luego seleccionados y organizados en categorías para facilitar su análisis. Consecuentemente, el artículo resume los hallazgos más importantes de la revisión con respecto a: los principales retos que enfrentan las empresas con respecto a la adopción de nuevas tecnologías; las metodologías más usadas para evaluar la madurez digital; las métricas encontradas para medir el impacto de la adopción de nuevas tecnologías; las tecnologías innovadoras más comúnmente aplicadas para promover la transformación digital; y los casos de estudio relevantes sobre la adopción exitosa de tecnologías innovadoras. En particular, la información presentada sirve de apoyo a las pequeñas empresas rurales que enfrentan el reto de la transformación digital en países en desarrollo.

Keywords

Digital transformation; small enterprise; systematic review; advanced technology; research work.

Abstract

The adoption of novel technologies by small rural enterprises is a necessary process to achieve greater competitiveness in today's aggressive markets. These companies need to increase their digital maturity level in the short term through the adoption of disruptive technologies such as artificial intelligence, mobile applications, social networks, data analysis, the internet of things, and cloud services. This article explores different models and perspectives on the adoption of disruptive digital technologies in small rural enterprises worldwide. The article presents a scientific systematic literature review carried out based on specific research questions, which served as a base to perform a bibliographic search on the SCOPUS database. The resulting articles were selected and organized into specific categories to facilitate their analysis. Consequently, the most important findings of the review are summarized in regards to: the main challenges that companies face regarding the adoption of new technologies; the most used methodologies to assess digital maturity; the metrics designed to measure the impact of the adoption of new technologies; the most commonly applied innovative technologies to promote digital transformation; and relevant case studies regarding the successful adoption of innovative technologies. The presented work aims to assist small rural enterprises facing the challenge of digital transformation in developing countries.

Introducción

La Transformación Digital (TD) se ha convertido en un aspecto crucial para las organizaciones que buscan adaptarse a mercados globales que evolucionan aceleradamente. Incluso algunas empresas tradicionales han colapsado debido al crecimiento de empresas con el uso de competencias digitales. Por tanto, obtener y adaptar adecuadamente Tecnologías Digitales Disruptivas (TDD) se convierte en una necesidad real para mejorar la competitividad y la resiliencia de las empresas ante desafíos constantes.

Aunque la Transformación Digital ha tenido un impacto positivo en el desempeño y el crecimiento empresarial, también existen muchos obstáculos que pueden impedir que una pequeña empresa adopte e implemente tecnologías digitales disruptivas. En particular, las pequeñas empresas rurales de Costa Rica enfrentan retos significativos tales como: limitaciones en infraestructura, altos costos de implementación y falta de conocimiento técnico. Estos factores dificultan el acceso a tecnologías clave como servicios en la nube, inteligencia artificial, internet de las cosas, analítica de datos avanzada, entre otras.

En este contexto, este artículo se deriva del proyecto de investigación “Desarrollo de Capacidades Tecnológicas en Empresas Rurales de la Zona Norte de Costa Rica mediante la Adopción de Tecnologías Digitales Disruptivas”, cuyo objetivo principal es fortalecer las capacidades tecnológicas de las empresas rurales de la zona norte de Costa Rica (ver también [1], [2]). Para alcanzar este objetivo, una de las primeras actividades propuestas consiste en realizar una revisión sistemática de literatura científica y estudios de caso previos sobre digitalización en zonas rurales, así como analizar marcos teóricos existentes para definir capacidades digitales y tecnologías disruptivas aplicables a las empresas rurales.

En particular, este artículo presenta una revisión sistemática de diferentes metodologías, modelos y perspectivas aplicadas para la adopción de tecnologías digitales disruptivas en pequeñas empresas rurales a nivel global. El resto del artículo está estructurado de la siguiente forma. La segunda sección describe la metodología tomada como referencia para realizar la revisión de literatura, incluyendo: la definición de preguntas de investigación, conformación de cadenas de búsqueda sobre una base de literatura científica, y selección y clasificación de artículos examinados. La tercera sección provee un análisis de los principales resultados obtenidos al analizar las respuestas a las preguntas de investigación aplicadas a todos los artículos revisados. Finalmente, la cuarta sección resume las conclusiones y hallazgos más importantes que se derivan de la revisión general, así como las perspectivas del trabajo futuro en el seno del proyecto de investigación mencionado.

Metodología

Para realizar la revisión sistemática de literatura con el enfoque antes mencionado, primero se definieron las preguntas de investigación que sirven de guía para el estudio. Concretamente, las preguntas establecidas fueron las siguientes:

- P1. ¿Cuáles son los principales desafíos de las pequeñas y medianas empresas rurales con respecto a la adopción de nuevas tecnologías digitales?
- P2. ¿Cuáles son las principales metodologías para medir la madurez digital de pequeñas y medianas empresas rurales?
- P3. ¿Qué métricas se utilizan para medir el impacto de la adopción de nuevas tecnologías en pequeñas y medianas empresas rurales?
- P4. ¿Cuáles son las principales tecnologías innovadoras que se utilizan para promover la transformación digital de las empresas objetivo?

- P5. ¿Qué casos de estudio se identifican con respecto a la adopción exitosa de tecnologías innovadoras en empresas rurales en áreas productivas relevantes?

Con base en el texto de estas preguntas, se conformó una cadena de búsqueda con términos en inglés para cada una de ellas. Las cadenas de búsqueda fueron revisadas y probadas preliminarmente sobre la base de datos a utilizar: Scopus [3]. Se escogió esta base de datos principalmente por su extensa cobertura de fuentes de artículos de calidad relacionados con tecnología, además de que se cuenta con una suscripción institucional disponible para los autores. Teniendo en cuenta la cadena de búsqueda construida mediante la unión de las cadenas de las preguntas individuales, se realizó la consulta en Scopus y se revisaron alrededor de 150 artículos utilizando estos criterios de inclusión:

- Periodo: artículos publicados en los últimos 5 años.
- Idioma: publicaciones en inglés y en español.
- Tipo de documento: artículos científicos, revisiones de literatura, estudios de caso y documentos relevantes como tesis de posgrado.
- Temática central: artículos indexados por palabras clave en la cadena de búsqueda.
- Base de datos: trabajos indexados en Scopus.

Con base en este conjunto inicial, se aplicaron criterios de exclusión tales como:

- Falta de relevancia: documentos que no tienen una relación directa con la transformación digital en el ámbito rural.
- Tamaño de las empresas: trabajos más enfocados en empresas grandes.
- Accesibilidad: documentos que no estén disponibles a través de suscripción institucional o fuentes abiertas.

De esta forma, se seleccionaron 25 trabajos que cumplen con los criterios anteriores. También se complementó la lista original de artículos con otros artículos o documentos adicionales, como, por ejemplo, tesis de posgrado almacenadas en repositorios institucionales, obtenidos mediante la técnica de búsqueda hacia adelante, es decir, identificando artículos más recientes que han sido citados por un artículo seleccionado. Los artículos finalmente seleccionados (30 en total) fueron examinados en detalle y se elaboró una tabla resumen con las respuestas a las preguntas de investigación previamente establecidas, así como con información adicional de referencia para cada artículo. Los documentos fueron clasificados de acuerdo con las siguientes categorías según el propósito principal de la investigación:

- Revisión de literatura: el artículo busca sintetizar y evaluar el conocimiento existente sobre un tema en particular relacionado con la adopción de tecnologías en las empresas.
- Estudio de caso: describe un ejemplo y las lecciones aprendidas de un proceso de transformación tecnológica en un contexto real en un sector o región industrial determinado.
- Metodologías y modelos: propone, introduce o describe nuevas estrategias, modelos, marcos o herramientas relacionados con la adopción de TI en empresas.
- Análisis específico: tiene como objetivo diagnosticar, explorar, analizar, examinar o investigar diferentes aspectos de la transformación digital en las empresas.
- A continuación, en el Cuadro 1 se presenta una tabla que resume el flujo de selección de los artículos para la revisión sistemática de literatura, estructurada según las fases metodológicas descritas.

Cuadro 1. Resumen de metodología de selección de artículos.

Fase	Actividad	Descripción / criterios principales	Resultados
Identificación	Búsqueda inicial en Scopus	Aplicación de cadenas de búsqueda en inglés basadas en las preguntas P1-P5.	~150 artículos
Selección Inicial	Aplicación de criterios de inclusión	Periodo: últimos 5 años. Idiomas: inglés y español. Documento: artículos, revisiones, casos y tesis. BD: Scopus.	Artículos potenciales
Evaluación de Elegibilidad	Aplicación de criterios de exclusión	Falta de relevancia: sin relación con lo rural. Tamaño: enfoque en grandes empresas. Acceso: sin disponibilidad de texto completo.	25 artículos seleccionados
Ampliación	Búsqueda hacia adelante	Identificación de artículos recientes que citan a los seleccionados y búsqueda en repositorios institucionales.	+5 documentos adicionales
Inclusión Final	Muestra Total	Artículos seleccionados y clasificados para análisis detallado subsecuente.	30 artículos

Resultados

En esta sección se describen los principales resultados obtenidos al analizar los artículos seleccionados según la clasificación de artículos definida, es decir, esta sección se divide en las siguientes subsecciones: revisiones de literatura, estudios de casos, metodologías de referencia y análisis de aspectos específicos.

Revisiones de literatura

A pesar de que es posible encontrar múltiples revisiones de literatura sobre el tema, aún existe mucha incertidumbre acerca del significado de “Transformación Digital” y lo que este concepto abarca. Por tanto, es importante basarse en conocimiento previo sobre cambio organizacional para comprenderlo adecuadamente e identificar mejores prácticas y enfoques con el fin de gestionarlo de forma adecuada.

En ese sentido, en el artículo [4] se realiza una revisión sistemática en el área de transformación digital con el propósito de identificar implicaciones para estrategias de cambio organizacional. El estudio define varias perspectivas o lentes, como por ejemplo, impacto tecnológico, para clarificar el problema o las limitaciones para investigar el concepto de transformación digital desde la perspectiva del cambio organizacional. Además, se revisa la necesidad de acelerar la transformación digital para sobrellevar cambios turbulentos en los ecosistemas de negocios, como lo evidenció la pandemia. Estos cambios incluyen nuevos modelos de entrega de servicio y de manejo de relación con el cliente, participar en ecosistemas para desarrollar productos digitales novedosos y satisfacer altas demandas de órdenes de compra en línea.

Según el enfoque seguido en [5], a través de una revisión sistemática de la literatura, se identifican factores determinantes según el marco TOE (Tecnología, Organización, Entorno), que explican por qué las PYMES se quedan atrás de las grandes empresas en la adopción de la industria 4.0 (I4.0). Como resultado, se desarrolla una hoja de ruta de digitalización que describe las condiciones necesarias para facilitar la transformación digital de las PYMES bajo la I4.0, destacando factores cruciales como las competencias en términos de conocimiento y la disposición para la digitalización de la cadena de valor. Algunos de los factores identificados que pueden afectar la adopción de tecnologías nuevas incluyen: barreras de carácter sociocultural, la falta de conectividad en las zonas rurales, el costo de la tecnología, y cuestiones regulatorias (gobernanza).

En [6], se provee una revisión sistemática de literatura de cerca de 300 publicaciones en alemán e inglés referentes a modelos de madurez existentes para la Industria 4.0. Se identifica una lista de modelos específicos que luego son categorizados y evaluados según su enfoque y aplicabilidad en las PYMES. El uso de estos modelos es valioso para las empresas, pues les permite implementar una estrategia de digitalización con base en los recursos y capacidades disponibles. El estudio permite identificar características clave de los modelos de madurez de la Industria 4.0 que pueden servir como base para desarrollar una evaluación específica hacia la adopción de la siguiente Industria 5.0.

Finalmente, en [7] se presenta un estudio relacionado con la digitalización en zonas rurales que aborda la intersección entre políticas públicas, tecnología e infraestructura. Destaca el rol de la colaboración intersectorial y el acceso a recursos digitales como catalizadores para superar las limitaciones de las áreas rurales. Se analizan los desafíos de construir ecosistemas emprendedores en lugares periféricos, vinculando la literatura sobre ecosistemas emprendedores con estudios sobre regiones periféricas. Además, presenta un marco conceptual para el desarrollo de ecosistemas en estas regiones, destacando los desafíos de recursos limitados, lejanía y falta de conectividad, pero resaltando cómo las tecnologías digitales pueden mitigar estas barreras a través de un enfoque colaborativo. En [8] y [9] también se presentan modelos clásicos pero aún vigentes de redes de colaboración entre empresas pequeñas que se unen para desarrollar un nuevo producto o servicio, así como soluciones de integración tecnológica basadas en flujos de trabajo.

Finalmente, el trabajo descrito en [10] tiene como objetivo alcanzar una comprensión más clara de la adopción de TI en las PYMES mediante una revisión de la literatura, incluyendo teorías, estudios empíricos y estudios de caso provenientes de varias bases de datos bibliográficas. Se destaca que las PYMES adoptan TI para aprovechar beneficios para sus negocios, pero su proceso de adopción difiere de las organizaciones más grandes debido a las limitaciones de recursos. El estudio también propone un modelo de adopción de TI eficaz para ayudar a gerentes, proveedores, consultores y gobiernos a integrar con éxito la TI dentro de las PYMES.

Estudios de casos

Según los estudios de casos analizados, la transformación digital representa una oportunidad determinante para fortalecer la competitividad y sostenibilidad de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en contextos rurales. Sin embargo, su implementación no depende exclusivamente de la disponibilidad de tecnologías, sino también de factores estructurales, organizativos y culturales que condicionan su adopción de forma efectiva.

Diversos estudios coinciden en que una de las principales limitaciones para avanzar en procesos de transformación digital en PYMES es la falta de alineación entre la visión estratégica de los líderes empresariales y las herramientas tecnológicas que se implementan en las empresas. Por ejemplo, en [11] a partir de una encuesta a más de 1.500 gerentes en Suiza, se identifica una desconexión entre los niveles directivos y operativos en cuanto a la adopción digital, destacando la necesidad de una comprensión organizacional profunda para avanzar en la madurez digital.

Desde un enfoque más estructural, los autores de [12] exploran cómo la brecha digital impacta la adopción tecnológica en empresas agroindustriales en Gales. Mediante un análisis de clúster, clasifican a las empresas según su nivel de integración digital y concluyen que sin infraestructura de banda ancha adecuada, incluso las iniciativas con mayor potencial pueden estancarse.

Complementando este enfoque, en [13] se analiza la correlación entre estructura organizacional y adopción tecnológica en PYMES italianas, concluyendo que la implementación de tecnologías 4.0 exige estructuras ágiles y una fuerte inversión en competencias interpersonales. Este análisis invita a considerar la transformación digital no solo desde la tecnología, sino desde la gestión del cambio humano.

Desde una perspectiva estratégica, los autores de [14] exploran cómo las PYMES de sectores tradicionales italianos utilizan herramientas digitales para innovar en sus modelos de negocio y crear mayor valor para el cliente. Este enfoque resalta que la transformación digital también puede ser una oportunidad para repensar la identidad de marca, reforzar la narrativa territorial y diferenciarse globalmente.

La experiencia de Finlandia, documentada por [15], muestra cómo talleres adaptados a la realidad rural de las empresas pueden fomentar actitudes positivas hacia la tecnología. La confianza, el liderazgo local y la comunicación son factores clave para generar impacto más allá de las herramientas tecnológicas utilizadas. Esto sugiere que los procesos de adopción deben construirse desde abajo, con metodologías inclusivas y contextualizadas.

Ante visiones tecnocéntricas o guiadas por disrupciones externas, en [16] se plantea una reflexión crítica sobre la importancia de adaptar la transformación digital a los procesos reales de las PYMES, priorizando intervenciones progresivas y tecnologías simples alineadas con las capacidades internas. En este estudio, se demuestra cómo soluciones accesibles tales como macros en hojas de cálculo o lectores de códigos QR, pueden generar avances significativos en eficiencia y madurez digital, si se implementan de forma coherente con la operación diaria de la empresa.

Esta perspectiva se alinea con los hallazgos de [17] en el contexto cafetero colombiano, donde se destaca que la transformación digital no puede desligarse del territorio, la cultura y las capacidades operativas locales. En este trabajo se indica que las políticas públicas deben ser integrales, contemplando la conectividad, la alfabetización digital y la identidad regional como dimensiones clave para cerrar la brecha tecnológica rural.

Estos estudios refuerzan la necesidad de replantear el enfoque de la transformación digital desde una lógica centrada en la empresa, en donde el éxito no reside en la sofisticación de la tecnología adoptada, sino en la capacidad de su integración con sentido y coherencia al tejido productivo y social de las regiones.

Metodologías y modelos

En la revisión de literatura también se identificaron diversas metodologías de referencia orientadas a evaluar, guiar o facilitar la adopción de tecnologías digitales disruptivas en pequeñas empresas. Estas metodologías comparten un enfoque estructurado que permite valorar el nivel de madurez digital, identificar brechas tecnológicas y diseñar estrategias adaptadas al contexto específico de las organizaciones, especialmente en entornos rurales con recursos limitados [5].

Por ejemplo, en [18] el trabajo se centra en los desafíos que enfrentan las PYMES en la India durante el proceso de implementación de Tecnologías de la Información. La investigación pone de manifiesto que la literatura existente no aborda adecuadamente los factores de disposición organizacional (“readiness factors”, en inglés) específicos de este contexto. Para suplir esta carencia, se empleó una metodología mixta —que incluyó entrevistas y encuestas— con el fin de desarrollar y validar un marco conceptual que analiza los antecedentes de dicha disposición. Un hallazgo clave fue la influencia determinante del impulso y la motivación de los propietarios

o líderes empresariales para iniciar la preparación tecnológica. El marco conceptual propuesto ofrece implicaciones prácticas para que las PYMES fortalezcan su competitividad a través de una adopción estratégica de TI.

Otro trabajo destacado descrito en [19], tiene como propósito proporcionar lineamientos o guías para que las PYMES identifiquen y aprovechen oportunidades de crecimiento impulsadas por la digitalización. El marco metodológico desarrollado constituye una herramienta práctica que permite a los propietarios o gerentes evaluar el estado actual de madurez digital de sus empresas. La guía provista establece una línea base clara desde la cual se pueden diseñar planes de acción y priorizar iniciativas de transformación tecnológica.

Asimismo, en [20] se realizó un estudio centrado en el análisis de los factores que influyen en la adopción de TIC en PYMES de países en desarrollo, tomando como caso de estudio Bangladesh. Este trabajo propone un modelo conceptual que integra el marco TOE (Tecnológico, Organizacional y del Entorno) con la teoría de Difusión de la Innovación (DOI). A partir de una muestra de más de 500 PYMES, se concluye que variables como el beneficio relativo, la complejidad percibida, el costo, el respaldo de la alta dirección, la presión competitiva y el apoyo gubernamental desempeñan un papel decisivo en el proceso de adopción tecnológica.

Por otra parte, un artículo centrado en empresas manufactureras japonesas analiza los retos de la adopción de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 [21]. En este caso, se diseñó un modelo de adopción tecnológica que fue validado empíricamente con 38 empresas. Los resultados indican que la incertidumbre del mercado actúa como un motor clave en las decisiones de adopción tecnológica. Además, la ventaja competitiva de una empresa es especialmente influyente en el corto plazo, mientras que el compromiso de la alta dirección adquiere mayor relevancia en el largo plazo.

Por último, en [22] se señala que los modelos actuales de madurez tecnológica no resultan adecuados para evaluar a muchas PYMES que se encuentran en etapas iniciales de digitalización. En respuesta a esta limitación, se propone un modelo de madurez específico para este tipo de empresas, capaz de ofrecer una evaluación detallada en todas las dimensiones de la Industria 4.0. Este modelo se destaca por su nivel de especificidad en los niveles iniciales, lo cual facilita diagnósticos más precisos.

Análisis específicos

Existen muchos artículos que buscan explorar o investigar aspectos específicos de la transformación digital en las empresas. En particular, según una de las experiencias identificadas en la revisión de literatura, se resalta la importancia de aplicar la digitalización en todas las áreas del negocio para mejorar la competitividad de las PYMES [23]. Para esto se plantea la necesidad de una visión holística, con una estrategia de digitalización que integre los esfuerzos para una transformación integral y sostenible a largo plazo. Una visión estratégica que faculte a las PYMES a identificar necesidades y superar los desafíos para aprovechar las oportunidades les permitirá mantenerse en el mercado para continuar su crecimiento. El estudio se enfoca en la identificación de la existencia de esta estrategia en las empresas y la forma en que la han estructurado.

Por otro lado, con un enfoque en los procesos de negocios de PYMES manufactureras ubicadas en la región de Apulia en Italia, en este artículo se analiza el impulso que han tenido las tecnologías digitales en las empresas [24]. Como parte de los resultados, se identifican como determinantes para la adopción digital, los siguientes cuatro niveles: conciencia, colaboración, consulta y transformación digital. Asimismo, se destaca la necesidad de plantear una hoja de ruta para esta transformación, impulsada desde las gerencias y los emprendedores. Este planteamiento aplica de manera particular cuando el nivel de madurez digital identificado es bajo.

Desde otro punto de vista, un estudio aplicado a 190 PYMES en Dinamarca arrojó que el principal obstáculo para la adopción de la industria 4.0 no está tan relacionado con barreras técnicas, sino más bien con las percepciones limitadas de los directivos sobre los beneficios que podrían obtener con estos procesos de transformación [5]. Se señala también que la adopción de la industria 4.0 se facilita cuando hay claridad en la percepción del valor de estas transformaciones tecnológicas en los negocios.

Por otra parte, esta investigación analizó los factores que influyen en la decisión de las PYMES del estado de Brandeburgo, Alemania, para implementar eficazmente tecnologías digitales [25]. Con base en una encuesta a cincuenta PYMES en el área de manufactura, y un estudio de caso en tres de ellas, se encontró que la gran mayoría de las empresas prioriza la implementación de sistemas de planificación de recursos empresariales al invertir en tecnologías rentables.

Finalmente, en un estudio aplicado a empresas relacionadas con el turismo cultural cafetero en la región de Quindío en Colombia, se identificaron factores clave para aplicar tecnologías innovadoras viables y pertinentes en este sector [26]. Cabe destacar que el estudio incluyó también casos de éxito en otros destinos culturales para determinar qué sistemas digitales eran viables en el sector de interés. El estudio plantea que con los resultados obtenidos, no solo se pretende apoyar a las empresas del sector, sino también a los profesionales encargados de diseñar y mantener las tecnologías necesarias.

Para reforzar los resultados obtenidos, se resumen a continuación los principales hallazgos identificados en cuanto a convergencias, divergencias y vacíos en la literatura revisada:

- Existe un consenso en que la transformación digital no es un fenómeno puramente tecnológico, sino un proceso multidimensional donde el factor humano y la visión estratégica son determinantes. La literatura coincide en que el compromiso y la motivación de la alta dirección actúan como uno de los motores principales para iniciar el cambio. Además, la falta de infraestructura básica y las limitaciones financieras representan barreras universales que frenan la competitividad de las PYMES rurales en diversas regiones.
- El análisis revela enfoques diferentes con respecto a la adopción de soluciones con diversos grados de complejidad inherente. Por ejemplo, algunos casos estudiados se orientan hacia enfoques sofisticados basados en marcos de referencia como la Industria 5.0, en tanto que otros prefieren adoptar herramientas simples y accesibles adaptadas a la operación de empresas con recursos más limitados.
- Se observa una carencia de modelos de madurez específicos para organizaciones en etapas iniciales de digitalización, ya que la mayoría de los marcos existentes son demasiado avanzados para la realidad de muchas empresas pequeñas. Además, existe un vacío en la medición de indicadores clave del impacto real a largo plazo de la adopción de la transformación digital en las empresas.

Conclusiones

Con base en la revisión detallada de los artículos seleccionados, se pueden concluir las siguientes respuestas a las preguntas de investigación formuladas inicialmente:

- Respuesta a P1. Los principales desafíos a los que se enfrentan las pequeñas y medianas empresas rurales en lo que respecta a la adopción de nuevas tecnologías digitales pueden clasificarse en aspectos TOE (tecnológicos, organizacionales y ambientales). Aspectos tecnológicos incluyen principalmente la falta de infraestructura, la alta complejidad y la difícil integración de las tecnologías. En el ámbito organizacional resaltan

los retos asociados con conocimientos informáticos limitados, limitaciones financieras, falta de estrategia y poca cultura de innovación para hacer frente a cambios turbulentos. En cuanto al ambiente se pueden identificar retos relacionados con normativas estrictas, la amplia brecha digital entre zonas urbanas y rurales, y la escasez de proveedores de TI.

- Respuesta a P2. Las metodologías más comúnmente encontradas para medir la madurez digital en las pequeñas y medianas empresas rurales se basan en modelos con una serie de componentes o indicadores asociados a diferentes niveles de madurez. La valoración de estos componentes permite diagnosticar el nivel de madurez asociado a una empresa con el fin de diseñar estrategias y acciones de adopción tecnológica que permitan incrementar el nivel de madurez a corto, mediano o largo plazo.
- Respuesta a P3. Las métricas utilizadas para medir el impacto de la adopción de nuevas tecnologías en las PYMES suelen utilizar las dimensiones de modelos de madurez para medir el nivel antes y después de la implementación de nuevas tecnologías digitales. Encuestas o cuestionarios aplicados en las empresas involucradas en la adopción de nuevas tecnologías también son utilizados para evaluar parámetros de impacto, como la satisfacción de usuarios, el beneficio percibido por la administración y el grado de implementación de medidas adoptadas tras el plan de adopción tecnológica. También se pueden utilizar otras métricas asociadas al rendimiento empresarial e.g. la rentabilidad o la reducción de costes operativos, pero estas requieren períodos más largos para su medición.
- Respuesta a P4. Las tecnologías más influyentes para desarrollar la transformación digital de las pequeñas y medianas empresas incluyen: redes sociales, dispositivos móviles, análisis de datos, nube, internet de las cosas e inteligencia artificial. En todo caso, la selección y adopción de estas tecnologías deben valorarse en función de las necesidades y capacidades reales de las empresas particulares.
- Respuesta a P5. Los estudios de caso más relevantes y detallados encontrados en la literatura revisada incluyen el proyecto finlandés sobre el desarrollo de talleres para la difusión y adopción de innovaciones digitales, así como el diagnóstico de la transformación digital en empresas rurales del sector cafetero en Antioquia, Colombia. El enfoque de transformación digital en pequeñas empresas rurales seguido en estos casos resulta muy relevante para esta investigación.
- Los resultados obtenidos confirman aspectos señalados en la literatura existente, como que la transformación digital en las PYMES rurales trasciende la adquisición de infraestructura y que el compromiso de la alta gerencia y la cultura organizacional son habilitadores críticos universales. Se valida también, en concordancia con estudios previos en diversos contextos geográficos, que las barreras financieras y la brecha de competencias técnicas continúan siendo obstáculos importantes que limitan la competitividad de estas organizaciones frente a sus contrapartes urbanas.
- Además, este trabajo plantea respuestas a preguntas de investigación con un enfoque específico hacia las realidades estructurales de las pequeñas empresas en zonas rurales en un país en vías de desarrollo como Costa Rica, lo cual constituye un factor diferenciador del planteamiento. Por otro lado, la revisión de la literatura existente buscando trabajos relevantes aplicados en zonas rurales y empresas pequeñas representa un insumo significativo para el diseño de planes estratégicos de adopción de tecnología para pequeñas empresas rurales con niveles básicos de madurez tecnológica.

- Finalmente, como revisión sistemática, este trabajo también presenta limitaciones inherentes a la metodología adoptada. Por ejemplo, el uso de Scopus como base de datos principal podría omitir estudios relevantes indexados en otros repositorios. El análisis está sujeto a cierto sesgo temporal y de idioma, al restringirse a publicaciones de los últimos cinco años en inglés y español, así como a un sesgo temático derivado de las palabras clave específicas utilizadas en las cadenas de búsqueda. El alcance se limita a una muestra final de 30 documentos, la cual, si bien es representativa para los objetivos del proyecto, constituye una base que podría ser ampliada en investigaciones futuras para obtener una perspectiva aún más completa.

Agradecimientos

Los autores desean reconocer el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica al proyecto “Desarrollo de Capacidades Tecnológicas en Empresas Rurales de la Zona Norte de Costa Rica mediante la Adopción de Tecnologías Digitales Disruptivas” (Código 2188021), del cual se deriva este artículo.

Referencias

- [1] López-Valerio, Cynthia, Mendez-Porras, Abel, Garita, Cesar, y Miranda-Fajardo, Jean-Carlos, «Using artificial intelligence for business creation and development: a case study in the real estate and education sectors», presentado en 20th Iberian Conference on Information Systems and Technologies - CISTI 2025, Lisbon, Portugal, jun. 2025.
- [2] Mendez-Porras, Abel *et al.*, «AI-Based Real-Time Security Monitoring System for Violet Tourism», presentado en 20th Iberian Conference on Information Systems and Technologies - CISTI 2025, Lisbon, Portugal, jun. 2025.
- [3] Elsevier, «Scopus: Abstract and citation database», [www.elsevier.com](https://www.elsevier.com/products/scopus). Accedido: 7 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/products/scopus>
- [4] A. Hanelt, R. Bohnsack, D. Marz, y C. Antunes Marante, «A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change», *J. Manag. Stud.*, vol. 58, n.º 5, pp. 1159-1197, jul. 2021.
- [5] M. Ghobakhloo, M. Iranmanesh, M. Vilkas, A. Grybauskas, y A. Amran, «Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: a systematic review and transformation roadmap», *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 33, n.º 6, pp. 1029-1058, 2022.
- [6] F. Hein-Pensel *et al.*, «Maturity assessment for Industry 5.0: A review of existing maturity models», *J. Manuf. Syst.*, vol. 66, pp. 200-210, 2023.
- [7] Z. Xu y S. Dobson, «Challenges of building entrepreneurial ecosystems in peripheral places», *J. Entrep. Public Policy*, vol. 8, n.º 3, pp. 408-430, sep. 2019.
- [8] L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, C. Garita, y C. Lima, «Towards an Architecture for Virtual Enterprises», *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 9, pp. 189-199, 1998.
- [9] H. Afsarmanesh, C. Garita, L. M. Camarinha-Matos, y C. Lima, «Workflow Support for Management of Information in PRODNET II», presentado en 5th International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems - IMS, Gramado, Brazil, 1998.
- [10] M. Ghobakhloo, T. S. Hong, M. S. Sabouri, y N. Zulkifli, «Strategies for successful information technology adoption in small and medium-sized enterprises», *Inf. Switz.*, vol. 3, n.º 1, pp. 36-67, 2012.
- [11] C. Kraft, J. P. Lindeque, y M. K. Peter, «The digital transformation of Swiss small and medium-sized enterprises: insights from digital tool adoption», *J. Strategy Manag.*, vol. 15, n.º 3, pp. 468-494, 2022.
- [12] R. Bowen y W. Morris, «The digital divide: Implications for agribusiness and entrepreneurship. Lessons from Wales», *J. Rural Stud.*, vol. 72, pp. 75-84, 2019.
- [13] C. Cimini, A. Boffelli, A. Lagorio, M. Kalchschmidt, y R. Pinto, «How do industry 4.0 technologies influence organisational change? An empirical analysis of Italian SMEs», *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 32, n.º 3, pp. 695-721, 2021.

- [14] M. Matarazzo, L. Penco, G. Profumo, y R. Quaglia, «Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective», *J. Bus. Res.*, vol. 123, pp. 642-656, 2021.
- [15] J. Räisänen y T. Tuovinen, «Digital innovations in rural micro-enterprises», *J. Rural Stud.*, vol. 73, 2020.
- [16] A. Amaral y P. Peças, «SMEs and Industry 4.0: Two case studies of digitalization for a smoother integration», *Comput. Ind.*, vol. 125, 2021.
- [17] J. J. A. Noriega, «Análisis de transformación digital en empresas rurales del sector cafetero en el municipio de Santa Fe de Antioquia», PhD Thesis, Universidad Cooperativa de Colombia, 2024.
- [18] J. Nair, A. Chellasamy, y B. N. B. Singh, «Readiness factors for information technology adoption in SMEs: testing an exploratory model in an Indian context», *J. Asia Bus. Stud.*, vol. 13, n.º 4, pp. 694-718, 2019.
- [19] K. North, N. Aramburu, y O. J. Lorenzo, «Promoting digitally enabled growth in SMEs: a framework proposal», *J. Enterp. Inf. Manag.*, vol. 33, n.º 1, pp. 238-262, 2020.
- [20] M. M. H. Shahadat, M. Nekmahmud, P. Ebrahimi, y M. Fekete-Farkas, «Digital Technology Adoption in SMEs: What Technological, Environmental and Organizational Factors Influence SMEs' ICT Adoption in Emerging Countries?», *Glob. Bus. Rev.*, 2023.
- [21] M. Prause, «Challenges of Industry 4.0 technology adoption for SMEs: The case of Japan», *Sustain. Switz.*, vol. 11, n.º 20, 2019.
- [22] A. Amaral y P. Peças, «A framework for assessing manufacturing smes industry 4.0 maturity», *Appl. Sci. Switz.*, vol. 11, n.º 13, 2021.
- [23] W. Becker y O. Schmid, «The right digital strategy for your business: an empirical analysis of the design and implementation of digital strategies in SMEs and LSEs», *Bus. Res.*, vol. 13, n.º 3, pp. 985-1005, 2020.
- [24] A. Garzoni, I. D. Turi, G. Secundo, y P. D. Vecchio, «Fostering digital transformation of SMEs: a four levels approach», *Manag. Decis.*, vol. 58, n.º 8, pp. 1543-1562, 2020.
- [25] P. Kilimis, W. Zou, M. Lehmann, y U. Berger, «A survey on digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany», en *IFAC-PapersOnLine*, 2019, pp. 2140-2145.
- [26] J. N. P. Rosero, «Los sistemas digitales y el turismo en el paisaje cultural cafetero, Departamento del Quindío, Colombia», 2018.

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial (IA)

En este estudio empleamos la herramienta de IA *Gemini* integrado en *Google Sheets* para resumir y analizar información sobre artículos revisados. Los autores verificamos que la información suministrada fuera válida y coherencia con el objetivo del estudio.

