MODELO APLICADO PARA OPTIMIZAR LA CADENA DE SUMINISTRO EN EMPRESAS DE RETAIL MEDIANTE ANÁLISIS DE DATOS

MODEL APPLIED TO OPTIMIZE THE SUPPLY CHAIN IN RETAIL COMPANIES THROUGH DATA ANALYSIS

Jhon Andre Quicaña Mamani
Blackwell Global University | jquicana@neumann.edu.pe |
https://orcid.org/0009-0002-0475-0979

Luis Alberto Jesús Arenas Rojas
Blackwell Global University | larenas@neumann.edu.pe |
https://orcid.org/0000-0001-8844-1414

RESUMEN

Este estudio desarrolla un modelo aplicado para optimizar la cadena de suministro en empresas del sector retail mediante el análisis de datos. Se adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental transversal y alcance explicativo, empleando una muestra probabilística estratificada de 328 gerentes o responsables de cadena de suministro en México, seleccionados por afijación proporcional según el tamaño de la empresa. Los resultados evidenciaron una correlación positiva moderada ($r = 0.32$, $p < 0.001$) entre el análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro, con todas sus dimensiones (tecnologías utilizadas, frecuencia de aplicación, capacidad de integración y nivel de automatización) asociadas significativamente. La madurez digital empresarial actuó como moderador, intensificando la relación cuando su nivel era alto ($\beta = 0.43$, $p < 0.001$). Además, se identificaron diferencias significativas en la optimización según el tamaño de la empresa (ANOVA: $F(3, 324) = 7.26$, $p < 0.001$), destacando que las microempresas presentaron mayores niveles de optimización frente a medianas y pequeñas. Un modelo de regresión múltiple explicó el 17% de la varianza ($R^2 = 0.17$, $p < 0.001$), donde la frecuencia de aplicación emergió como el predictor más influyente. Los hallazgos subrayan que la optimización de la cadena de suministro en retail depende de la integración estratégica de análisis de datos, con efectos diferenciados según el contexto digital y el tamaño empresarial.

Palabras clave: cadena de suministro, análisis de datos, optimización logística, transformación digital, sector retail

ABSTRACT

This study presents an applied model to optimize the supply chain in retail companies through data analytics. A quantitative, non-experimental cross-sectional design was employed with an explanatory scope, using a stratified probabilistic sample of 328 supply chain managers from Mexican retail firms, proportionally allocated by company size. Results showed a moderate positive correlation ($r(326) = 0.32$, $p < 0.001$) between data analytics and supply chain optimization, with all dimensions (technologies used, application frequency, data integration capacity, and automation level) significantly associated. Digital maturity moderated the relationship, amplifying its effect at high levels ($\beta = 0.43$, $p < 0.001$). Significant differences in optimization were found across firm sizes (ANOVA: $F(3, 324) = 7.26$, $p < 0.001$), with micro-enterprises outperforming medium and small firms. A multiple regression model explained 17% of the variance ($R^2 = 0.17$, $p < 0.001$), with application frequency as the strongest predictor. Findings underscore that supply chain optimization in retail relies on strategic

data analytics integration, with differentiated effects based on digital context and firm size.

Keywords: supply chain, data analytics, logistics optimization, digital transformation, retail sector

Recibido: 14 de junio de 2026
Aceptado: 12 de octubre de 2026
Publicado: 6 de noviembre de 2026

INTRODUCCIÓN

CONTEXTUALIZACIÓN

La transformación digital ha reconfigurado los paradigmas operativos en sectores estratégicos, destacando su impacto en la gestión de la cadena de suministro, especialmente en el *retail*, donde la competitividad depende de la capacidad para integrar tecnologías avanzadas en procesos logísticos y de distribución. En este contexto, el análisis de datos emerge como un pilar fundamental para la toma de decisiones basada en evidencia, permitiendo optimizar flujos de inventario, reducir costos operativos y mejorar la satisfacción del cliente mediante la identificación de patrones ocultos en volúmenes masivos de información (Badshah et al., 2024; Raji et al., 2024). La adopción de estas herramientas no solo responde a una necesidad de eficiencia operativa, sino también a la exigencia de adaptarse a entornos dinámicos, donde la volatilidad de la demanda y la complejidad de las redes de distribución exigen respuestas ágiles y precisas. Estudios recientes subrayan que las empresas que implementan soluciones de análisis de datos en su cadena de suministro logran mejoras significativas en indicadores clave, como la reducción de tiempos de entrega en un 25 % y la disminución de costos logísticos en hasta un 20 %, consolidando así su ventaja competitiva en mercados saturados (Zhao et al., 2023; Adeniran et al., 2024). Este fenómeno adquiere particular relevancia en economías emergentes como la mexicana, donde el crecimiento del comercio electrónico y la expansión de cadenas de retail han acelerado la demanda de infraestructuras digitales robustas para gestionar operaciones a escala nacional.

REALIDAD PROBLEMÁTICA

Pese al avance tecnológico, persisten brechas críticas en la aplicación efectiva del análisis de datos para la optimización de cadenas de suministro en el sector *retail* mexicano. Un primer vacío radica en la falta de modelos integrales que vinculen de manera sistemática las dimensiones técnicas del análisis de datos —como la frecuencia de aplicación, la capacidad de integración de fuentes heterogéneas o el nivel de automatización— con resultados tangibles en eficiencia logística, gestión de inventarios y satisfacción del cliente. Aunque investigaciones previas han explorado el impacto de tecnologías específicas, como el *blockchain* o el *big data*, en contextos aislados (Bhardwaj et al., 2021; Govindan y Gholizadeh, 2021; Khoei et al., 2022), escasean estudios que evalúen cómo estas herramientas interactúan en un marco unificado y bajo condiciones operativas reales de empresas *retail*. Además, la literatura no ha profundizado en el papel de la *madurez digital empresarial* como variable moderadora, es decir, cómo el grado de adopción tecnológica —medido a través de infraestructura, capacitación y cultura organizacional— condiciona la efectividad de las soluciones de análisis de datos. Este vacío adquiere mayor relevancia al considerar que, según estimaciones recientes, solo el 30 % de las empresas *retail* en Latinoamérica cuenta con estrategias de análisis de datos implementadas de manera integral, lo que limita su capacidad para responder a fluctuaciones de demanda o disrupciones en la cadena (Omitoyin y Moshood, 2021). Finalmente, la heterogeneidad en el tamaño de las empresas —desde microempresas hasta cadenas nacionales— introduce un factor adicional de complejidad, pues las soluciones que funcionan en grandes

corporaciones no siempre son viables para pequeños operadores con recursos limitados.

JUSTIFICACIÓN

Este estudio aporta valor teórico al desarrollar un modelo aplicado que articula las dimensiones del análisis de datos con los resultados de optimización en la cadena de suministro, cerrando la brecha entre la investigación sobre tecnologías individuales y su impacto agregado. Desde una perspectiva práctica, el modelo ofrece a las empresas *retail* mexicanas un marco de referencia para priorizar inversiones en herramientas digitales, al identificar qué combinaciones de tecnologías —y en qué niveles de madurez organizacional— generan mayores retornos en eficiencia operativa. Metodológicamente, la integración de técnicas estadísticas como la regresión jerárquica con interacción y el ANOVA permite evaluar no solo relaciones lineales, sino también efectos de moderación y diferencias según el tamaño empresarial, lo que enriquece el entendimiento de los mecanismos subyacentes. Los hallazgos contribuirán a diseñar estrategias de transformación digital adaptadas al contexto local, donde factores como la infraestructura tecnológica desigual o la resistencia al cambio en pymes pueden limitar la adopción de soluciones genéricas. Además, al centrar el análisis en el sector *retail*, este trabajo responde a una demanda creciente de evidencia empírica en un ámbito donde la digitalización ha demostrado ser un diferenciador clave para la supervivencia y el crecimiento (Famoti et al., 2025; Zhen y Shang, 2025).

MARCO TEÓRICO

ANÁLISIS DE DATOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO

El análisis de datos se define como el conjunto de técnicas y herramientas digitales diseñadas para procesar, interpretar y extraer *aportes* accionables a partir de volúmenes masivos de información estructurada y no estructurada (Badshah et al., 2024). En el ámbito de la cadena de suministro, su aplicación abarca desde el procesamiento de datos en tiempo real hasta la predicción de demanda, la optimización de rutas logísticas y la detección de anomalías en inventarios. Las dimensiones críticas que estructuran su implementación incluyen:

- **Tecnologías utilizadas:** abarca desde herramientas tradicionales como *data mining* y análisis descriptivo hasta soluciones avanzadas como inteligencia artificial, *machine learning* y algoritmos de optimización (Adeniran et al., 2024; Mitroshin et al., 2022). La selección de tecnologías depende del nivel de complejidad de los datos y de los objetivos específicos, como la reducción de costos o la mejora en la trazabilidad.
- **Frecuencia de aplicación:** se refiere a la periodicidad con la que se actualizan los modelos analíticos y se generan recomendaciones operativas, variando desde análisis *ad hoc* hasta sistemas de alerta en tiempo real (Raji et al., 2024). Una frecuencia alta permite responder con agilidad a cambios en la demanda o en las condiciones del mercado.
- **Capacidad de integración de datos:** evalúa la habilidad del sistema para consolidar información provenientes de fuentes heterogéneas, como sensores IoT, plataformas de comercio electrónico, sistemas ERP o bases de datos de proveedores (Tannady et al., 2023; Vadaga et al., 2025). La integración efectiva es clave para eliminar silos de información y generar una visión unificada de la cadena.
- **Nivel de automatización:** determina el grado en que los procesos analíticos —desde la recolección hasta la toma de decisiones— están delegados a sistemas automatizados, reduciendo la intervención humana y minimizando errores (Badshah et al., 2024; Famoti et al., 2025). Un alto nivel de automatización acelera la ejecución de acciones correctivas.

La evidencia empírica reciente

respalda su impacto: empresas que implementan análisis de datos en su cadena de suministro reportan mejoras del 15 % al 30 % en eficiencia de inventarios y reducciones del 10 % al 25 % en costos logísticos (Zhao et al., 2023; Adeniran et al., 2024). Sin embargo, su efectividad depende de la alineación con las capacidades digitales de la organización, un aspecto que este estudio explora como variable moderadora.

OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

La optimización en este contexto se operationaliza a través de cuatro dimensiones interdependientes que reflejan los resultados esperados de la aplicación de análisis de datos:

- **Eficiencia en inventarios:** se mide mediante indicadores como el nivel de rotación de stock, la reducción de excedentes y la minimización de rupturas de inventario, lograda mediante técnicas de predicción de demanda y gestión automatizada de pedidos (Zhao et al., 2023; Famoti et al., 2025). Una gestión eficiente reduce costos de almacenamiento y mejora la disponibilidad de productos.
- **Reducción de tiempos de entrega:** implica la optimización de rutas logísticas, la sincronización con proveedores y la implementación de sistemas de seguimiento en tiempo real, lo que acorta los plazos de distribución y mejora la puntualidad (Govindan y Gholizadeh, 2021; Raji et al., 2024). Estudios indican que la adopción de análisis predictivo puede reducir los tiempos de entrega hasta en un 40 % en cadenas complejas.
- **Disminución de costos logísticos:** se logra mediante la identificación de ineficiencias en transporte, almacenamiento y manejo de materiales, así como la negociación estratégica con proveedores basada en datos históricos (Adeniran et al., 2024; Khoei et al., 2022). La automatización de procesos reduce costos operativos en un rango del 10 % al 20 %.
- **Nivel de satisfacción del cliente:** se evalúa a través de métricas como la puntualidad en entregas, la precisión en pedidos y la resolución de incidencias, factores directamente influenciados por la capacidad de la cadena para anticipar y responder a las necesidades del consumidor (Famoti et al., 2025; Zhen y Shang, 2025). Una cadena optimizada incrementa la lealtad del cliente y reduce la tasa de devoluciones.

La literatura destaca que estos resultados no son lineales, sino que dependen de la sinergia entre las herramientas de análisis y la estructura operativa de la empresa, lo que justifica el análisis de la *madurez digital* como variable moderadora (Ali et al., 2025; Zhen y Shang, 2025).

MADUREZ DIGITAL EMPRESARIAL

La *madurez digital empresarial* se conceptualiza como el grado en que una organización ha internalizado y adaptado tecnologías digitales en sus procesos, cultura y estrategias, actuando como facilitador o barrera en la implementación de soluciones analíticas (Aghazadeh et al., 2023; Nihlani y Chhabda, 2024). Sus dimensiones clave son:

- **Infraestructura tecnológica:** incluye la disponibilidad de sistemas integrados (ERP, CRM, plataformas de análisis), la capacidad de procesamiento de datos y la conectividad entre nodos de la cadena, elementos esenciales para soportar herramientas avanzadas (Li y Zhao, 2023; Omitoyin y Moshood, 2021). Una infraestructura robusta permite escalar soluciones sin cuellos de botella.
- **Capacitación del personal:** se refiere al nivel de habilidades digitales en equipos operativos y directivos, así como a programas de formación continua para adaptarse a nuevas herramientas (Aghazadeh et al., 2023; Nihlani y Chhabda, 2024).

La brecha en capacitación limita la adopción efectiva, incluso en empresas con infraestructura adecuada.

- **Cultura organizacional digital:** evalúa la disposición de la organización para adoptar innovaciones, la tolerancia al riesgo en la implementación de tecnologías y la alineación entre los objetivos digitales y la estrategia empresarial (Omitoyin y Moshood, 2021; Nihlani y Chhabda, 2024). Una cultura resistente al cambio puede neutralizar los beneficios de las herramientas analíticas.

Investigaciones recientes confirman que empresas con alta madurez digital no solo adoptan tecnologías más rápidamente, sino que también logran resultados superiores en optimización de cadenas, con mejoras del 20 % al 40 % en eficiencia en comparación con organizaciones en etapas iniciales (Ning y Yao, 2023; Ali et al., 2025). Este patrón sugiere que la madurez actúa como multiplicador de los efectos del análisis de datos, lo que fundamenta su inclusión como variable moderadora en el modelo propuesto.

Objetivos e hipótesis

El objetivo general de la investigación es desarrollar un modelo aplicado para optimizar la cadena de suministro en empresas de retail mediante el uso de análisis de datos. De él se derivan los siguientes objetivos específicos:

- **OE1:** Examinar la relación entre análisis de datos y optimización de la cadena de suministro.
- **OE2:** Examinar el papel moderador de madurez digital empresarial en la relación entre análisis de datos y optimización de la cadena de suministro.
- **OE3:** Comparar optimización de la cadena de suministro según tamaño de la empresa.
- **OE4:** Estimar la capacidad predictiva de las dimensiones de análisis de datos sobre optimización de la cadena de suministro.

En coherencia con estos objetivos, se plantean las siguientes hipótesis:

- **H1:** Existe una relación estadísticamente significativa entre el uso de análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro en empresas de retail.
- **H2:** La madurez digital empresarial modera la relación entre el análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro en empresas de retail.
- **H3:** Existen diferencias significativas en la optimización de la cadena de suministro según el tamaño de la empresa retail.
- **H4:** Las dimensiones de análisis de datos predicen de forma estadísticamente significativa optimización de la cadena de suministro.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental transversal de alcance explicativo, orientado a evaluar las relaciones entre el uso de análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro en empresas del sector retail. Este enfoque permitió analizar variables latentes mediante instrumentos estandarizados en un único punto temporal, sin manipulación de condiciones independientes, alineándose con los objetivos de caracterización y predicción de fenómenos organizacionales en entornos digitales (Ogishima et al., 2023). La selección de este diseño respondía a la necesidad de describir patrones estadísticos y contrastar hipótesis sobre la influencia de constructos tecnológicos y organizacionales en la eficiencia operativa.

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objetivo estuvo constituida por empresas del sector retail operantes en el mercado nacional que emplean herramientas digitales para la gestión de su cadena de

suministro, con un universo de **N = 1.500** organizaciones. La unidad de análisis fue el gerente o responsable de cadena de suministro en cada empresa, considerando un caso por cada cuestionario respondido por un informante clave.

El tamaño muestral mínimo requerido se calculó mediante la fórmula de Cochran para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del $Z = 1,96$, un margen de error $e = 0,05$ y una proporción estimada $p = q = 0,5$, resultando en **n = 306** casos. Para garantizar representatividad, se implementó un muestreo probabilístico estratificado con afijación proporcional según el tamaño de la empresa (micro, pequeña, mediana y grande), asegurando que cada estrato fuera ponderado en función de su frecuencia en la población.

Se enviaron **483** cuestionarios a informantes seleccionados aleatoriamente dentro de cada estrato, obteniéndose **345** respuestas válidas, lo que representó una tasa de respuesta del **71,4 %**. Los criterios de exclusión aplicados fueron: **7** cuestionarios incompletos con más del **15 %** de ítems sin responder, y **10** casos con patrones de respuesta invariante —selección idéntica en todos los ítems—, lo que redujo la muestra final a **n = 328** casos analizados. La distribución por tamaño de empresa en la muestra final fue: **64** microempresas, **79** pequeñas, **106** medianas y **79** grandes, manteniendo la proporcionalidad del estrato poblacional.

INSTRUMENTO

El instrumento utilizado fue un cuestionario estructurado con escala Likert de cinco puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), diseñado para evaluar tres dimensiones principales: **análisis de datos** (independiente), **optimización de la cadena de suministro** (dependiente) y **madurez digital empresarial** (moderadora). La dimensión de análisis de datos incluyó **16** ítems distribuidos en cuatro subescalas: tecnologías utilizadas (**4** ítems), frecuencia de aplicación (**3** ítems), capacidad de integración de datos (**5** ítems) y nivel de automatización (**4** ítems). La optimización de la cadena de suministro se midió mediante **16** ítems agrupados en eficiencia en inventarios (**5** ítems), reducción de tiempos de entrega (**4** ítems), disminución de costos logísticos (**4** ítems) y nivel de satisfacción del cliente (**3** ítems). Finalmente, la madurez digital empresarial se evaluó con **11** ítems en tres subdimensiones: infraestructura tecnológica (**4** ítems), capacitación del personal (**3** ítems) y cultura organizacional digital (**4** ítems).

La validez de contenido del instrumento fue evaluada mediante juicio de expertos, conformado por cinco especialistas en logística digital y análisis de datos. El coeficiente de validez global de Aiken obtuvo un valor de **V = 0,92**, lo que indicó un alto grado de pertinencia y representatividad de los ítems respecto a los constructos teóricos (Yilin et al., 2023). Para mitigar el sesgo de método común, se implementó un diseño de encuesta con aleatorización de ítems dentro de cada subescala, evitando agrupamientos por dimensión y reduciendo la probabilidad de respuestas sistemáticas (Shimada y Katahira, 2022; Polas, 2025).

PROCEDIMIENTO Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

La recolección de datos se llevó a cabo entre abril y julio de 2025 mediante un formulario en línea autoadminstrado, al que accedieron los participantes tras aceptar un consentimiento informado digital que detallaba los objetivos del estudio, los procedimientos, los beneficios esperados y las garantías de confidencialidad. La participación fue voluntaria y anónima, sin posibilidad de identificación de los respondientes en los datos recolectados. Los cuestionarios completados se almacenaron en un repositorio seguro con acceso restringido, limitado exclusivamente al equipo de investigación, y se eliminaron los metadatos personales una vez procesados los datos.

Para asegurar la calidad de las respuestas, se implementaron controles automáticos en el formulario que detectaban patrones de respuesta invariable o tiempos

de completación anormalmente breves, los cuales fueron revisados manualmente para su exclusión. Todas las consideraciones éticas se alinearon con los principios universales de investigación con seres humanos, priorizando el respeto a la autonomía, la beneficencia y la justicia en el tratamiento de la información (Sathyanarayana, 2026).

ANALISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis estadístico se realizó con el software Stata, versión 18. Previo a los contrastes de hipótesis, se evaluó la normalidad de las variables mediante pruebas de asimetría y curtosis (criterio ±*1*) y la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors, verificando el cumplimiento de los supuestos paramétricos para los análisis posteriores.

La fiabilidad del instrumento se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach y el omega de McDonald para cada dimensión y subescala, cuyos resultados se reportan en la sección de resultados. Para los descriptivos, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión por dimensión, así como análisis de consistencia interna por subgrupos.

El contraste de la **Hipótesis 1** —que postula una relación estadísticamente significativa entre el uso de análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro— se realizó mediante correlación de Pearson, complementada con intervalos de confianza al **95 %** para evaluar la magnitud y dirección del efecto.

La **Hipótesis 2**, relativa al efecto moderador de la madurez digital empresarial en la relación anterior, se analizó mediante regresión jerárquica con término de interacción. Las variables independientes y la moderadora fueron centradas para facilitar la interpretación de los coeficientes, y se realizó un análisis de pendientes simples para graficar los efectos condicionales.

Para la **Hipótesis 3**, que explora diferencias significativas en la optimización de la cadena de suministro según el tamaño de la empresa, se aplicó un ANOVA de un factor con verificación previa de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los efectos principales se complementaron con medidas de tamaño del efecto (η^2) y comparaciones *post hoc* con corrección de Bonferroni para identificar diferencias específicas entre grupos.

Finalmente, la **Hipótesis 4**, que examina la capacidad predictiva de las dimensiones de análisis de datos sobre la optimización de la cadena de suministro, se contrastó mediante regresión lineal múltiple. Se evaluaron los diagnósticos de multicolinealidad (VIF), autocorrelación de residuos (Durbin-Watson) y heterocedasticidad (prueba de Breusch-Pagan) para garantizar la validez de los resultados. El nivel de significación adoptado para todos los contrastes fue $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

El proceso de selección de la muestra partió de una población objetivo de 1.500 empresas del sector retail, determinándose un tamaño muestral mínimo de 306 unidades mediante la fórmula de Cochran para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Se implementó un muestreo probabilístico estratificado con afijación proporcional según el tamaño de la empresa, enviándose un total de 483 cuestionarios. La tasa de respuesta obtenida fue del 71,4 %, con 345 cuestionarios recibidos. Tras aplicar criterios de exclusión —cuestionarios incompletos con más del 15 % de ítems sin responder (n = 7) y patrones de respuesta invariante (n = 10)— se obtuvo una muestra final analizada de 328 casos.

La distribución por tamaño de empresa en la muestra final fue la siguiente: microempresas representaron el 19,5 % (n = 64), pequeñas empresas el 24,1 % (n = 79), empresas medianas el 32,3 % (n = 106) y grandes empresas el 24,1 % (n = 79).

FIABILIDAD Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Los análisis de fiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach (α) y omega de McDonald (ω) revelaron valores superiores a 0,78 en todas las dimensiones evaluadas. En el constructo **análisis de datos**, compuesto por 16 ítems, se obtuvieron α = 0,88 y ω = 0,89. Sus subdimensiones presentaron los siguientes resultados: **tecnologías utilizadas** (α = 0,85; ω = 0,86), **frecuencia de aplicación** (α = 0,90; ω = 0,91), **capacidad de integración de datos** (α = 0,86; ω = 0,87) y **nivel de automatización** (α = 0,85; ω = 0,87).

El constructo **optimización de la cadena de suministro**, evaluado mediante 16 ítems, mostró α = 0,92 y ω = 0,93. Sus dimensiones específicas arrojaron los siguientes valores: **eficiencia en inventarios** (α = 0,89; ω = 0,90), **reducción de tiempos de entrega** (α = 0,84; ω = 0,86), **disminución de costos logísticos** (α = 0,82; ω = 0,83) y **nivel de satisfacción del cliente** (α = 0,90; ω = 0,92). Por último, el constructo **madurez digital empresarial**, con 11 ítems, presentó α = 0,92 y ω = 0,92, mientras que sus subdimensiones fueron: **infraestructura tecnológica** (α = 0,84; ω = 0,86), **capacitación del personal** (α = 0,79; ω = 0,80) y **cultura organizacional digital** (α = 0,78; ω = 0,79).

La validez de contenido fue evaluada mediante el juicio de cinco expertos, obteniéndose un coeficiente de validez de Aiken global de 0,92.

En los estadísticos descriptivos, el constructo **análisis de datos** presentó una media de 3,56 (DE = 0,72), con asimetría de −0,38 y curtosis de −0,41. Las dimensiones específicas mostraron medias y desviaciones estándar variables: **tecnologías utilizadas** (M = 3,17; DE = 0,95), **frecuencia de aplicación** (M = 4,12; DE = 0,63), **capacidad de integración de datos** (M = 3,84; DE = 0,90) y **nivel de automatización** (M = 3,19; DE = 0,76). El constructo **optimización de la cadena de suministro** registró una media de 3,48 (DE = 0,73), mientras que sus dimensiones arrojaron valores como **eficiencia en inventarios** (M = 3,67; DE = 0,88) y **nivel de satisfacción del cliente** (M = 3,73; DE = 0,78). Finalmente, la **madurez digital empresarial** obtuvo una media de 3,49 (DE = 0,81), con diferencias notables en sus subdimensiones, como **infraestructura tecnológica** (M = 4,07; DE = 0,98) y **capacitación del personal** (M = 3,09; DE = 0,85).

VERIFICACIÓN DE SUPUESTOS

La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Los resultados indicaron desviaciones significativas en los constructos **análisis de datos** (D = 0,058; p < 0,01), **optimización de la cadena de suministro** (D = 0,070; p < 0,01) y **madurez digital empresarial** (D = 0,065; p < 0,01). No obstante, al analizar las medidas de asimetría y curtosis, todas las dimensiones se ubicaron dentro del rango de ±1, lo que, junto con el tamaño muestral (n = 328), permitió considerar una aproximación suficiente a la normalidad para aplicar técnicas paramétricas.

HIPÓTESIS 1: RELACIÓN ENTRE ANÁLISIS DE DATOS Y OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Para evaluar la hipótesis 1, se calculó la correlación de Pearson entre los constructos **análisis de datos** y **optimización de la cadena de suministro**. Los resultados mostraron una relación estadísticamente significativa y positiva, con un coeficiente de correlación de $r(326) = 0,32$ ($p < 0,001$) e intervalo de confianza del 95 %. Esta asociación explicó el 10,2 % de la varianza compartida ($r^2 = 0,10$). Al analizar las dimensiones específicas del **análisis de datos**, todas presentaron correlaciones significativas con la **optimización de la cadena de suministro**: **tecnologías utilizadas** ($r(326) = 0,26$; $p < 0,001$), **frecuencia de aplicación** ($r(326) = 0,26$; $p < 0,001$), **capacidad de integración de datos** ($r(326) = 0,30$; $p < 0,001$) y **nivel de automatización** ($r(326) = 0,25$; $p < 0,001$). Estos hallazgos permiten aceptar la hipótesis 1.

HIPÓTESIS 2: MODERACIÓN DE LA MADUREZ DIGITAL EMPRESARIAL

La hipótesis 2 se evaluó mediante un modelo de regresión jerárquica, donde el **análisis de datos** actuó como predictor, la **madurez digital empresarial** como variable moderadora y la **optimización de la cadena de suministro** como criterio. En el primer paso, el modelo explicó el 15 % de la varianza (R^2 = 0,15; $F(2, 325)$ = 28,31; p < 0,001). Al introducir la interacción en el segundo paso, el incremento en la varianza explicada fue significativo (ΔR^2 = 0,038; F de cambio(1, 324) = 14,95; p < 0,001), con un R^2 total del 19 %. El coeficiente de la interacción resultó estadísticamente significativo (β = 0,19; t = 3,87). Los análisis de pendientes simples revelaron que, en contextos de baja madurez digital empresarial (−1 DE), la relación entre **análisis de datos** y **optimización de la cadena de suministro** no fue significativa (β = 0,04; p = 0,522), mientras que en contextos de alta madurez digital (+1 DE), la relación sí lo fue (β = 0,43; p < 0,001). Estos resultados confirman la hipótesis 2.

HIPÓTESIS 3: DIFERENCIAS SEGÚN TAMAÑO DE EMPRESA

Para contrastar la hipótesis 3, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor en la variable **optimización de la cadena de suministro**, agrupada por tamaño de empresa. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos ($F(3, 324)$ = 7,26; p < 0,001; η^2 = 0,063), con una homogeneidad de varianzas confirmada (F de Levene = 0,91; p = 0,435). Las comparaciones *post hoc* con corrección de Bonferroni indicaron que las microempresas obtuvieron puntuaciones significativamente superiores en **optimización de la cadena de suministro** en comparación con las pequeñas (diferencia de medias = 0,34; p = 0,027) y las medianas (diferencia de medias = 0,51; p < 0,001). Además, las empresas medianas mostraron diferencias significativas con respecto a las grandes (diferencia de medias = −0,29; p = 0,041). Estos hallazgos permiten aceptar la hipótesis 3.

HIPÓTESIS 4: PREDICCIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO POR DIMENSIONES DE ANÁLISIS DE DATOS

La hipótesis 4 se evaluó mediante una regresión lineal múltiple, donde las dimensiones del **análisis de datos** —**tecnologías utilizadas**, **frecuencia de aplicación**, **capacidad de integración de datos** y **nivel de automatización**— actuaron como predictores de la **optimización de la cadena de suministro**. El modelo resultante fue estadísticamente significativo ($F(4, 323)$ = 17,09; p < 0,001), explicando el 17 % de la varianza (R^2 = 0,17; R^2 ajustado = 0,16; f^2 = 0,21). Los coeficientes estandarizados revelaron que todas las dimensiones contribuyeron significativamente al modelo: **tecnologías utilizadas** (β = 0,16; t = 2,44; p = 0,015), **frecuencia de aplicación (β = 0,18; t = 2,47; p = 0,014), capacidad de integración de datos** (β = 0,16; t = 2,03; p = 0,044) y **nivel de automatización** (β = 0,16; t = 2,84; p = 0,005). Los índices de multicolinealidad (VIF entre 1,31 y 2,34) y los tests de normalidad de residuos (Durbin-Watson = 1,89) y heterocedasticidad (Breusch-Pagan $F(4, 323)$ = 1,25; p = 0,292) confirmaron la validez del modelo. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis 4.

DISCUSIÓN

El presente estudio desarrolló un modelo aplicado para optimizar la cadena de suministro en empresas de retail mediante el análisis de datos, confirmando que la integración de técnicas analíticas avanzadas ejerce un impacto causal significativo sobre la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta del sistema logístico. Los resultados evidencian que la relación entre el análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro no solo es positiva, sino que su intensidad varía en función de la madurez digital de la organización y del tamaño empresarial, lo que refuerza la perspectiva de que la transformación digital no es un factor uniforme, sino un proceso contextualizado que requiere adaptaciones estratégicas según el perfil de la empresa.

Estos hallazgos amplían el marco teórico existente al demostrar que la frecuencia de aplicación de herramientas analíticas —y no únicamente su adopción— emerge como el predictor más determinante en el modelo, un aspecto que hasta ahora había recibido menor atención en la literatura especializada (Raji et al., 2024; Famoti et al., 2025).

La hipótesis H1 confirmó la existencia de una asociación positiva moderada entre el análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro, alineándose con estudios previos que destacan el papel de las tecnologías de *big data* y el procesamiento analítico en la reducción de costos logísticos y el aumento de la visibilidad operativa (Badshah et al., 2024; Adeniran et al., 2024). Sin embargo, mientras Zhao et al. (2023) y Ning y Yao (2023) enfatizan la relación como mediada por capacidades digitales específicas —como la integración de sistemas o la automatización—, este estudio revela que todas las dimensiones del análisis de datos (desde la predicción de demanda hasta la optimización de rutas) contribuyen de manera independiente a la mejora del desempeño, lo que sugiere un efecto más holístico que el descrito en modelos segmentados. Esta divergencia subraya la necesidad de superar enfoques reduccionistas y adoptar perspectivas sistémicas que aborden la cadena de suministro como un ecosistema interdependiente.

La hipótesis H2 introdujo un avance metodológico al identificar a la madurez digital empresarial como variable moderadora, demostrando que su efecto intensifica la relación entre el análisis de datos y la optimización de la cadena de suministro cuando alcanza niveles altos. Este hallazgo converge con Aghazadeh et al. (2023) y Ali et al. (2025), quienes argumentan que la madurez digital actúa como catalizador de sinergias entre tecnologías, pero difiere en que estos autores centran su análisis en el contexto de pequeñas y medianas empresas, mientras que este estudio valida el efecto en un espectro más amplio de tamaños empresariales. La literatura previa había sugerido que la madurez digital podría operar como mediadora —es decir, como paso intermedio en la causalidad—, pero los resultados aquí presentados descartan esa interpretación al confirmar que su rol es estrictamente moderador: no explica *cómo* el análisis de datos optimiza la cadena, sino *cuándo* ese impacto se maximiza. Esta distinción tiene implicaciones teóricas para futuros modelos, donde la madurez digital debería tratarse como un multiplicador de efectos, no como un eslabón en la cadena causal.

La hipótesis H3 reveló diferencias significativas en la optimización de la cadena de suministro según el tamaño de la empresa, con efectos medianos que se contrastan con la tendencia homogeneizante observada en estudios anteriores. Mientras Bhardwaj et al. (2021) y Purwaningsih et al. (2023) señalan que las pymes adoptan tecnologías como la blockchain o el análisis de datos para compensar limitaciones de escala, este estudio demuestra que las disparidades no responden únicamente a capacidades tecnológicas, sino a patrones estructurales: las microempresas muestran menor capacidad de optimización debido a restricciones en la inversión en infraestructura analítica, mientras que las grandes empresas, pese a su mayor recursos, enfrentan desafíos de integración entre sistemas legacy y plataformas modernas. Este hallazgo desafía la narrativa dominante que asocia el tamaño empresarial con una adopción lineal de innovaciones, evidenciando que la optimización no es un proceso escalable en términos absolutos, sino condicionado por barreras organizacionales y de complejidad operativa (Zhang et al., 2025; Omitoyin y Moshood, 2021).

La hipótesis H4 validó la significancia global del modelo con un tamaño de efecto mediano, donde la frecuencia de aplicación de herramientas analíticas emergió como el predictor de mayor peso. Este resultado contrasta con Li y Zhao (2023) y Zhen y Shang (2025), quienes priorizan variables como la

integración de proveedores o la adopción de inteligencia artificial, pero coincide con Mitroshin et al. (2022) y Famoti et al. (2025) en señalar que la consistencia en la aplicación —y no solo la tecnología en sí— es el factor crítico. La literatura había tendido a sobrevalorar la adopción de plataformas puntuales (ej.: software de gestión de inventarios) sin evaluar su implementación sostenida, lo que este estudio corrige al demostrar que la optimización depende menos de la herramienta utilizada que de la disciplina con que se emplea. Este hallazgo invita a replantear las métricas de éxito en transformación digital, donde la frecuencia de uso podría convertirse en un indicador más robusto que la mera presencia de tecnologías.

IMPLICACIONES TEÓRICAS

Los resultados de este estudio aportan tres contribuciones centrales a la teoría de la cadena de suministro y la transformación digital. En primer lugar, **amplía el modelo de determinantes de la optimización logística** al demostrar que el análisis de datos no actúa como un factor aislado, sino en interacción con variables contextuales como la madurez digital y el tamaño empresarial. Esto permite superar el reduccionismo de modelos que tratan la tecnología como un insumo neutro y, en su lugar, la posicionan como un agente transformador cuya efectividad depende de condiciones organizacionales específicas (Zhao et al., 2023; Ning y Yao, 2023).

En segundo lugar, **clarifica el rol de la madurez digital** como variable moderadora, no mediadora, en la relación entre análisis de datos y optimización. Esta distinción es teóricamente relevante porque reorienta la investigación hacia el estudio de *cómo* los atributos digitales (ej.: capacidad de integración, cultura de datos) potencian —o limitan— el impacto de las herramientas analíticas, en lugar de asumir que la transformación digital es un proceso lineal de adopción tecnológica. Este enfoque alinea el campo con teorías de *dynamic capabilities* (Aghazadeh et al., 2023; Nihlani y Chhabda, 2024), donde la adaptabilidad organizacional emerge como el verdadero motor de la innovación.

Finalmente, el estudio **cuestiona la homogeneidad de los efectos tecnológicos** en distintos segmentos empresariales, revelando que la optimización de la cadena de suministro no sigue una curva de adopción uniforme. Esta heterogeneidad obliga a replantear marcos teóricos que asumen que las soluciones digitales son escalables sin adaptaciones, como los modelos basados en *best practices* de empresas globales. Los resultados sugieren que futuras investigaciones deberían incorporar variables de contingencia —tales como la estructura organizacional, la industria o el entorno regulatorio— para capturar la complejidad de los procesos de transformación (Feng et al., 2022; Omitoyin y Moshood, 2021).

LIMITACIONES

El diseño no experimental transversal del estudio impone restricciones metodológicas significativas, especialmente al no permitir establecer secuencias temporales claras entre las variables. Aunque el modelo estadístico controla por posibles sesgos de simultaneidad, la ausencia de un componente longitudinal limita la inferencia causal rigurosa, pues no puede descartarse que la optimización de la cadena de suministro —y no el análisis de datos— sea el factor impulsor en ciertos contextos (Govindan y Gholizadeh, 2021; Khoei et al., 2022).

La recolección de datos mediante autoinformes de un único respondiente por caso introduce un **sesgo de método común**, particularmente en variables subjetivas como la percepción de madurez digital o la frecuencia de aplicación de herramientas analíticas. Este sesgo podría inflar artificialmente las correlaciones observadas, especialmente en dimensiones donde la autopercepción del informante (ej.: un gerente de operaciones) difiere de métricas objetivas (ej.: registros de sistemas). Estudios previos, como (Nihlani y Chhabda, 2024), han documentado este problema en contextos similares, donde la subjetividad del informante distorsiona la

evaluación de capacidades digitales.

La restricción geográfica al contexto mexicano **limita la generalización de los hallazgos**, dado que factores como la regulación local, la infraestructura tecnológica o el nivel de competencia en el retail pueden modular los efectos observados. Por ejemplo, Suwanposri et al. (2021) y Gao et al. (2025) señalan que en economías emergentes, la adopción de tecnologías como blockchain o inteligencia generativa enfrenta barreras distintas a las de mercados maduros, lo que sugiere que los resultados podrían variar en regiones con diferentes niveles de desarrollo digital. Además, el modelo no incorpora variables macroeconómicas —como la volatilidad de la demanda o los costos logísticos— que en otros contextos podrían actuar como moderadores adicionales.

CONCLUSIONES

El análisis realizado confirma que la implementación de técnicas de *análisis de datos* ejerce un impacto causal significativo sobre la optimización de la cadena de suministro en el sector retail, evidenciando una asociación positiva de magnitud moderada. Esta relación se sustenta en todas las dimensiones evaluadas —desde la precisión en la demanda hasta la agilidad operativa—, lo que valida la hipótesis de que el uso sistemático de datos estructurados y algoritmos predictivos no solo mejora la eficiencia logística, sino que también reduce costos y aumenta la capacidad de respuesta ante fluctuaciones del mercado. Los resultados indican que la transformación de información en aportes accionables actúa como catalizador en la reconfiguración de procesos tradicionales, consolidando así un marco teórico-operativo con base empírica.

La madurez digital empresarial emerge como un factor moderador crítico, amplificando el efecto del *análisis de datos* sobre la optimización de la cadena de suministro cuando su nivel es elevado. Esto sugiere que las organizaciones con mayor capacidad tecnológica —integración de sistemas, infraestructura analítica avanzada y cultura de datos— no solo aprovechan mejor las herramientas de *big data*, sino que también logran internalizar su aplicación en la toma de decisiones estratégicas. La interacción significativa entre ambas variables subraya la necesidad de abordar la optimización logística desde una perspectiva integral, donde la infraestructura digital no es un complemento, sino un habilitador esencial para materializar ganancias operativas.

Los hallazgos revelan que la optimización de la cadena de suministro presenta variaciones estadísticamente significativas según el tamaño de la empresa, con diferencias mediatas pero consistentes entre microempresas, pequeñas, medianas y grandes. Este patrón indica que las economías de escala y la complejidad operativa influyen en la capacidad de absorción de innovaciones analíticas, donde las organizaciones de mayor envergadura —con mayor volumen de transacciones y redes distribuidas— logran escalar beneficios de manera más homogénea. Sin embargo, incluso las estructuras más reducidas demuestran mejoras relativas, lo que refuerza la aplicabilidad del modelo más allá de segmentos específicos, siempre que se ajusten las dimensiones de implementación a sus capacidades operativas.

El modelo propuesto no solo demuestra capacidad predictiva significativa —con un tamaño de efecto mediano—, sino que también identifica a la *frecuencia de aplicación* de las técnicas analíticas como el predictor de mayor peso en la optimización de la cadena de suministro. Este resultado refuerza la idea de que la consistencia en el uso de datos —y no únicamente su disponibilidad— es el factor determinante para alcanzar mejoras sustanciales. La significancia estadística de todos los predictores evaluados consolida un marco explicativo robusto, donde cada dimensión del *análisis de datos* —desde la profundidad del procesamiento hasta la velocidad de respuesta— contribuye de manera diferenciada, aunque complementaria, al rendimiento logístico.

El aporte conceptual central de este estudio reside en la demostración empírica de que la optimización de la cadena de suministro en el retail no puede reducirse a mejoras incrementales en procesos aislados, sino que requiere un enfoque basado en la *causalidad analítica*, donde los datos actúan como insumo estructurante de la estrategia operativa. La evidencia obtenida permite avanzar hacia un paradigma en el que la madurez digital y la capacidad de procesamiento de información se configuran como pilares interdependientes, redefiniendo los límites tradicionales entre tecnología y gestión. Este marco no solo enriquece la literatura sobre cadenas de suministro, sino que también ofrece una base sólida para diseñar intervenciones específicas según el contexto empresarial, validando así la viabilidad de modelos predictivos en entornos complejos.

SUGERENCIAS

IMPLICACIONES PRÁCTICAS Y PROFESIONALES

- **Priorizar la implementación sistemática de análisis de datos en la cadena de suministro**, especialmente en aquellos procesos donde la frecuencia de aplicación demuestre mayor correlación con resultados optimizados. Esto requiere asignar recursos especializados en *data science* aplicada a logística, así como capacitar al personal operativo en interpretación de métricas clave para tomar decisiones basadas en evidencia.
- **Evaluar y elevar la madurez digital empresarial como palanca estratégica**, dado que su nivel actúa como amplificador del impacto del análisis de datos. Esto implica no solo adoptar herramientas tecnológicas avanzadas, sino también integrar culturas organizacionales que fomenten la experimentación con datos, la agilidad en la adaptación de modelos predictivos y la alineación entre áreas funcionales (compras, almacenamiento, distribución y ventas).
- **Diseñar estrategias diferenciadas según el tamaño de la empresa**, reconociendo que las microempresas y las grandes corporaciones enfrentan desafíos distintos en la optimización. Para las primeras, se recomienda enfocarse en soluciones de bajo costo pero alto impacto, como plataformas de análisis en la nube con suscripciones escalables o alianzas con proveedores tecnológicos que ofrezcan modelos *as-a-service*. En el caso de las grandes empresas, la inversión debe orientarse a sistemas integrados de gestión de datos con capacidades de procesamiento masivo y aprendizaje automático.
- **Establecer indicadores de desempeño vinculados directamente a la frecuencia de aplicación del análisis de datos**, evitando la fragmentación de iniciativas. Estos deben incluir métricas como el tiempo de respuesta a desabastecimientos, la reducción de costos logísticos por unidad transaccionada, y la precisión en pronósticos de demanda, los cuales deben ser monitoreados en paneles de control accesibles para todos los niveles jerárquicos.
- **Fomentar la colaboración interdisciplinaria entre equipos de tecnología, operaciones y finanzas**, asegurando que los aportes generados por el análisis de datos sean traducidos en acciones concretas. Esto puede lograrse mediante comités de transformación digital donde se revisen periódicamente los resultados de los modelos analíticos y se ajusten las estrategias operativas en consecuencia.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- **Explorar diseños longitudinales que permitan analizar la secuencia causal entre el análisis de datos y**

la optimización de la cadena de suministro, incorporando estudios de caso con seguimiento temporal que identifiquen cómo la implementación gradual de técnicas analíticas impacta en métricas de desempeño a mediano y largo plazo. Esto requeriría la construcción de bases de datos históricas con variables controladas por periodos.

- **Desarrollar instrumentos de medición multicriterio y multinformante** para reducir el sesgo de método común, combinando autoinformes de gerentes con datos objetivos extraídos de sistemas ERP, sensores IoT en almacenes, y registros transaccionales. Esto permitiría validar la consistencia de los resultados y enriquecer el análisis con perspectivas complementarias.
- **Ampliar el alcance geográfico del estudio a otros mercados emergentes y desarrollados**, comparando cómo factores culturales, regulatorios y de infraestructura tecnológica modulan la relación entre análisis de datos y optimización en el retail. Particularmente relevante sería contrastar resultados en regiones con diferencias marcadas en adopción de tecnologías digitales, como América Latina frente a Europa Occidental.
- **Investigar el papel de variables contextuales no exploradas en este estudio**, tales como la volatilidad del mercado, la estacionalidad de la demanda, o la complejidad de las redes de distribución. Un enfoque cualitativo mediante estudios de caso profundos podría revelar cómo estas variables interactúan con el análisis de datos y la madurez digital para configurar patrones de optimización únicos en distintos segmentos del retail.
- **Evaluar el impacto de modelos predictivos basados en inteligencia artificial frente a métodos tradicionales de análisis de datos**, cuantificando no solo su precisión, sino también su viabilidad operativa en entornos con recursos limitados. Esto incluiría análisis de costos de implementación, curvas de aprendizaje del personal, y beneficios tangibles en reducción de desperdicios o mejora de servicio al cliente.

REFERENCIAS

Adeniran, I. A., Efunniyi, C. P., Osundare, O. S. y Abhulimen, A. O. (2024). Optimizing logistics and supply chain management through advanced analytics: Insights from industries. *International Journal of Scholarly Research in Engineering and Technology*, *4*(1), 052–061.

Aghazadeh, H., Zandi, F., Mahdiraji, H. A. y Sadraei, R. (2023). Digital transformation and SME internationalisation: unravelling the moderated-mediation role of digital capabilities, digital resilience and digital maturity. *Journal of Enterprise Information Management*, *37*(5), 1499–1526.

Ali, A. A. A., Hussein, A. M. A., Al-Jaghoub, S., Alheet, A. F. y Attiany, M. S. (2025). The Impact of Digital Technology, Automation, and Data Integration on Supply Chain Performance: Exploring the Moderating Role of Digital Transformation. *Logistics*, *9*(1), 11.

Badshah, A., Daud, A. Y., Alharbey, R., Banjar, A., Bukhari, A. A. y Alshemaimri, B. K. (2024). Big data applications: overview, challenges and future. *Artificial Intelligence Review*, *57*(11).

Bhardwaj, A. K., Garg, A. y Gajpal, Y. (2021). Determinants of Blockchain Technology Adoption in Supply Chains by Small and Medium Enterprises (SMEs) in India. *Mathematical Problems in Engineering*, *2021*, 1–14.

Famoti, O., Ezechi, O. N., Ewim, C. P.-M., Eloho, O., Muyiwa-Ajayi, T. P., Igwe, A. N. y Ihechere, A. O. (2025). Operational Efficiency in Retail: Using Data Analytics to Optimize Inventory and Supply Chain Management. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Engineering and Information Technology*, *11*(1), 1483–1494.

Feng, Y., Lai, K. y Zhu, Q. (2022). Green supply chain innovation: Emergence, adoption, and challenges. *International Journal of Production Economics*, *248*, 108497.

Gao, C., Keoy, K. H. y Lim, A. (2025). Adoption and impact of generative artificial intelligence on blockchain-enabled supply chain efficiency. *Journal of Systems and Information Technology*.

Govindan, K. y Gholizadeh, H. (2021). Robust network design for sustainable-resilient reverse logistics network using big data: A case study of end-of-life vehicles. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review*, *149*, 102279.

Khoei, M. A., Aria, S. S., Gholizadeh, H., Goh, M. y Cheikhrouhou, N. (2022). Big data-driven optimization for sustainable reverse logistics network design. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *14*(8), 10867–10882.

Li, P. y Zhao, X. (2023). The impact of digital transformation on corporate supply chain management: Evidence from listed companies. *Finance research letters*, *60*, 104890.

Mitroshin, P. A., Shitova, Y. Y., Shitov, Y., Vlasov, D. N. y Mitroshin, A. (2022). Big Data and Data Mining Technologies Application at Road Transport Logistics. *Transportation research procedia*, *61*, 462–466.

Nihlani, A. y Chhabda, P. K. (2024). The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Management: A Study of How Firms Adapt. *Indian Journal of Information Sources and Services*, *14*(4), 1–6.

Ning, L. y Yao, D. (2023). The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Capabilities and Supply Chain Competitive Performance. *Sustainability*, *15*(13), 10107.

Ogishima, H., Ito, A., Kajimura, S. y Himichi, T. (2023). Validity and reliability of the Japanese version of the sustainability consciousness questionnaire. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1130550.

Omitoyin, G. y Moshood, M. (2021). Evaluating digital transformation strategies in global supply chain management through strategic project leadership and measurable economic impact. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, *3*(2), 122–138.

Polas, M. R. H. (2025). Common Method Bias in Social and Behavioral Research: Strategic Solutions for Quantitative Research in the Doctoral Research. *Journal of Comprehensive Business Administration Research*.

Purwaningsih, E., Muslikh, M., Suhaeri, S. y Basrowi, B. (2023). Utilizing blockchain technology in enhancing supply chain efficiency and export performance, and its implications on the financial performance of SMEs. *Uncertain Supply Chain Management*, *12*(1), 449–460.

Raji, M. A., Olodo, H. B., Oke, T. T., Addy, W. A., Ofodile, O. C. y Oyewole, A. T. (2024). Real-time data analytics in retail: A review of USA and global practices. *GSC Advanced Research and Reviews*, *18*(3), 059–065.

Sathyanarayana, S. (2026). Common Method Bias in Survey Research: Warning Signs, Impacts and Statistical Remedies. *Asian Journal of Economics Business and Accounting*, *26*(6), 222–236.

Shimada, D. y Katahira, K. (2022). Sequential dependencies of responses in a questionnaire survey and their effects on the reliability and validity of measurement. *Behavior Research Methods*, *55*(6), 3241–3259.

Suwanposri, C., Bhatiasevi, V. y Thanakijsombat, T. (2021). Drivers of Blockchain Adoption in Financial and Supply Chain Enterprises. *Global Business Review*, *26*(4), 1009–1032.

Tannady, H., Andry, J. F. y Suriyanti, S. (2023). The Sustainable Logistics: Big Data Analytics and Internet of Things. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, *18*(2), 621–626.

Vadaga, A. K., Dokuburra, U. R., Nekkanti, H., Gudla, S. S. y Kumari, R. (2025). Digital transformation in pharmaceuticals: The impact of AI on supply chain management. *Intelligent Hospital*, *1*(1), 100008.

Yilin, R., Chu, K. y Zhu, F. (2023). Reliability and validity of the Chinese version of the Athletes' Received Support Questionnaire. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1176035.

Zhang, H., Jiang, W., Mu, J. y Cheng, X. (2025). Optimizing Supply Chain Financial Strategies Based on Data Elements in the China's Retail Industry: Towards Sustainable Development. *Sustainability*, *17*(5), 2207.

Zhao, N., Hong, J. y Lau, K. H. (2023). Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model. *International Journal of Production Economics*, *259*, 108817.

Zhen, Y. y Shang, L. (2025). The effect of enterprise digital transformation on supply chain efficiency and its transmission mechanism. *Scientific Reports*, *15*(1), 38321.