De la depuración de datos a la decisión logística: Modelo heurístico de cobertura de inventarios en el sector retail

From Data Cleansing to Logistics Decision-Making: A Heuristic Inventory Coverage Model for the Retail Sector

Juan Asterio Castillo-Salamín[1]
[1]Universidad de Panamá, Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad, juan.castillo-s@up.ac.pa, https://orcid.org/0000-0002-9254-1028, Panamá.

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 08-04-2026
Revisado 10-04-2026
Aceptado 15-06-2026

Palabras Clave:

Calidad de la información
Cadena de suministro
Reabastecimiento
Sistemas integrados
Analítica de operaciones

RESUMEN

Introducción: La deficiente calidad de información operativa entre sistemas informáticos en cadenas minoristas latinoamericanas genera inconsistencias que neutralizan la planificación eficiente del reabastecimiento, obligando a ejecutar análisis manuales prolongados y perpetuando ciclos de ineficiencia organizacional. **Objetivo:** Diseñar, implementar y evaluar un modelo de reabastecimiento para un entorno comercial, integrando un algoritmo de limpieza y un cálculo de revisión periódica para emitir órdenes en bultos cerrados que aseguren un horizonte de cuatro semanas. **Metodología:** Estudio cuantitativo, aplicativo y descriptivo, con diseño de caso único transversal. Se empleó un censo computacional de quinientas once referencias activas extraídas mediante consultas directas. La intervención consistió en programar un instrumento secuencial basado en lenguaje informático para integrar plataformas, sanear campos inconsistentes y aplicar heurísticas de abastecimiento. **Conclusiones:** Los resultados revelaron un sobrestock sistémico generalizado, optimizando compras prioritarias mediante ciento veinte unidades logísticas. Estos hallazgos demuestran viabilidad técnica para corregir asimetrías, evidenciando que sanear registros previamente es una variable estructural ineludible. Adoptar formulaciones determinísticas actúa como valioso puente transicional hacia la madurez analítica dentro de mercados emergentes, logrando dotar a toda la organización de sólidos procesos objetivos que consiguen erradicar las adquisiciones intuitivas y logran estandarizar el nivel de servicio al consumidor final.

Keywords:

Information quality
Supply chain
Replenishment
Integrated systems
Operations analytics

ABSTRACT

Introduction: Poor operational information quality between computer systems in Latin American retail chains generates inconsistencies that neutralize efficient replenishment planning, forcing prolonged manual analyses and perpetuating cycles of organizational inefficiency. **Objective:** To design, implement and evaluate a replenishment model for a commercial environment, integrating a cleansing algorithm and a periodic review calculation to issue closed box orders ensuring a horizon of exactly four weeks. **Methodology:** Quantitative, applicative, and descriptive study, featuring a transversal single case design. A computational census of five hundred eleven active references extracted via direct transactional queries was used. The main intervention consisted of programming a sequential computer instrument based on coding language to integrate platforms, cleanse inconsistent fields, and apply supply heuristics. **Conclusions:** The results revealed a widespread systemic overstock, optimizing priority purchases through exactly one hundred and twenty logistics units. These findings demonstrate technical viability for correcting asymmetries, evidencing that previously cleansing records is an inescapable structural variable. Adopting deterministic formulations acts as a valuable transitional bridge toward analytical maturity within emerging markets, succeeding in providing the entire organization with solid objective processes that effectively manage to

eradicate intuitive acquisitions and successfully standardize the final consumer service level.

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente del inventario constituye uno de los pilares fundamentales de la competitividad en el sector Retail. En un entorno donde los márgenes operativos son estructuralmente estrechos, la disponibilidad ininterrumpida de producto en el punto de venta determina directamente la experiencia del consumidor. En consecuencia, la capacidad organizacional para ejecutar decisiones de reabastecimiento oportunas y fundamentadas en datos precisos representa una ventaja competitiva de primer orden (Fisher & Raman, 2010).

Sin embargo, la realidad operativa del sector minorista moderno particularmente en los mercados emergentes y cadenas medianas de América Latina, que conforman el contexto de este estudio evidencia una paradoja persistente. Existe una coexistencia formal de sistemas de información logística, como el Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) y el Sistema de Gestión de Almacenes (WMS), con una calidad de datos crónicamente deficiente. El problema central radica en la desconexión arquitectónica entre ambas plataformas; al carecer de un modelo de datos unificado, se generan inconsistencias sistémicas como registros duplicados, campos nulos y existencias negativas que neutralizan la utilidad de estos sistemas para la planificación táctica (Acero-Chavez & Patiño-Rodríguez, 2020; Hazen et al., 2014).

Abordar esta problemática ostenta una justificación económica y operativa crítica. La literatura estima que las organizaciones pierden entre el 15% y el 25% de sus ingresos operativos como consecuencia directa de decisiones cimentadas en datos incorrectos (Redman, 2016). En el sector Retail latinoamericano, marcado por la alta rotación del catálogo y la sensibilidad de la demanda, esta brecha tecnológica obliga a los analistas logísticos a destinar un tiempo excesivo a tareas manuales de limpieza de datos en lugar de ejecutar análisis de valor, perpetuando un ciclo de ineficiencia (Salas-Navarro et al., 2019; Ilyas & Chu, 2019).

Para dar respuesta a este fenómeno, la presente investigación se fundamenta en la convergencia de dos marcos teóricos. Por un lado, la teoría de *Information Quality* (IQ) propuesta por Wang y Strong (1996), que define la calidad del dato como una variable multidimensional (exactitud, completitud y consistencia) indispensable para el éxito operativo. Por otro lado, la teoría de gestión de inventarios a través de la Política de Revisión Periódica con Nivel de Reposición Objetivo estático, o política *Base Stock* (Silver et al., 2017). Si bien autores como Axsäter (2015) validan su simplicidad matemática para generar órdenes en múltiplos discretos (bultos), Graves y Willems (2008) advierten sus vulnerabilidades sistémicas.

Al explorar los antecedentes investigativos recientes sobre la integración de ambos mundos teóricos, una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) ejecutada para este artículo aplicando el protocolo PRISMA (Page et al., 2021) sobre 27 estudios en bases de alto impacto como Scopus y Web of Science confirma un vacío de conocimiento: existen escasos reportes empíricos en la región que documenten el saneamiento previo de los datos antes de aplicar heurísticas de inventario.

En este sentido, la contribución a los estudios previos se articula en tres dimensiones. Primero, propone un Protocolo de Sanación de Datos replicable para la integración ERP-WMS. Segundo, implementa un modelo táctico de cobertura *Base Stock* operacionalizado íntegramente a través de un *pipeline* en Python (Pandas). Tercero, aporta evidencia empírica cuantificable sobre el impacto de la limpieza algorítmica en la toma de decisiones reales.

A partir de este recorrido, se plantea la siguiente proposición de investigación: la implementación de un *pipeline* ETL (Extracción, Transformación y Carga) provisto de un protocolo de sanación de datos, aplicado previamente a un modelo heurístico *Base Stock*, incrementa la proporción de referencias con cobertura calculable y estandariza el inventario hacia un objetivo predefinido. Consecuentemente, el objetivo general del estudio es diseñar, implementar y evaluar un modelo táctico de reabastecimiento para un entorno Retail, integrando un algoritmo de sanación y cálculo de revisión periódica para emitir órdenes en bultos cerrados que aseguren un horizonte de cobertura de cuatro semanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque, Tipo y Diseño de Investigación

El presente estudio adopta un enfoque eminentemente cuantitativo, puesto que centra su análisis en la extracción, transformación y medición numérica de variables operativas de inventario existencias físicas y demanda histórica con el fin de generar parámetros discretos de reabastecimiento (Hernández-Sampieri et

al., 2014). Respecto al tipo de investigación, se clasifica como aplicativo-descriptivo. Es aplicativo porque interviene una realidad organizacional concreta implementando un modelo matemático para resolver una disfunción operativa; y es descriptivo porque caracteriza de forma estructurada el estado del inventario y la tipología de errores informáticos antes y después de la intervención (Arias, 2012). El diseño metodológico corresponde a un estudio de caso único de carácter transversal y observacional. Se enmarca en el horizonte táctico de operaciones y analiza un corte temporal específico correspondiente a un ciclo de revisión semanal (Cachon & Terwiesch, 2013).

Población, Muestra y Criterios de Selección

La población de estudio está constituida por la totalidad de las Unidades de Mantenimiento de Inventario (SKUs) activos en el sistema integrado ERP-WMS de una organización Retail mediana operando en América Latina. Dado que el modelo heurístico requiere integralidad en los datos para evitar distorsiones en las órdenes, se ejecuta un muestreo censal computacional (Silver et al., 2017), prescindiendo de reducciones aleatorias.

Los *criterios de inclusión* exigen: (a) registro activo en el ERP; (b) historial de venta mayor a cero en al menos un período; (c) tamaño de bulto de proveedor parametrizado; y (d) consistencia de código entre ERP y WMS. Los *criterios de exclusión* descartan: (a) referencias obsoletas; (b) registros duplicados no resolubles algorítmicamente; y (c) SKUs con demanda nula perpetua.

Técnicas de Recolección e Instrumentos

La técnica principal de recolección es asimilable a un censo de observación estructurada y automatizada (Kimball & Ross, 2013), ejecutando consultas SQL directas sobre las bases transaccionales para exportar los datos en formato tabular (.csv). Como técnica complementaria se emplea la revisión documental de los maestros de artículos logísticos.

El instrumento primario de intervención es un *pipeline* ETL (Extracción, Transformación y Carga) programado en lenguaje Python (librería Pandas) y ejecutado en el entorno de desarrollo Google Colaboratory. Este instrumento consta de tres módulos secuenciales: integración de sistemas, sanación algorítmica de campos nulos/negativos, y cálculo heurístico *Base Stock*. Matemáticamente, el instrumento calcula la demanda semanal estática (Ds), la cobertura en semanas (Stock / Ds), y emite una orden aplicando la función techo para garantizar envíos en bultos cerrados (Axsäter, 2015).

Consideraciones Éticas y Limitaciones

En resguardo de la confidencialidad, la identidad corporativa de la organización analizada se mantiene bajo estricto anonimato. Los volúmenes operacionales han sido normalizados para prevenir la inferencia de información comercial sensible, y su tratamiento responde exclusivamente a fines de investigación académica con la autorización formal de la dirección de operaciones.

Como limitaciones estructurales, se reconoce que el modelo asume una demanda de carácter determinístico, ignorando la varianza probabilística y la estacionalidad del mercado. Asimismo, no contempla la fluctuación temporal en las entregas de los proveedores (*Lead Time*) ni asume restricciones de capacidad física de almacenamiento o presupuesto financiero de compra (Graves & Willems, 2008).

RESULTADOS

El procesamiento del conjunto de datos logísticos a través del *pipeline* ETL confirmó la eficacia del diseño aplicativo. La fase inicial de auditoría arrojó un censo de 512 registros activos, garantizando la eliminación total de valores nulos o inconsistencias en los campos críticos de volumen y demanda. Un único caso centinela (SKU-1262) fue excluido del análisis estadístico central por presentar demanda y existencia nula simultánea, lo cual el sistema parametrizó algorítmicamente para evitar la división por cero. En consecuencia, el universo efectivo que posibilitó un análisis íntegro quedó consolidado en 511 referencias operativas.

Sobre esta base saneada, el cálculo heurístico evidencia una concentración sistémica del inventario muy por encima del objetivo táctico estipulado de cuatro semanas. Como se observa en la Tabla 1, la variabilidad de la cobertura muestra una dispersión amplia, indicando que una proporción mayoritaria del catálogo mantiene existencias holgadas, desplazando los valores del cuartil superior hacia un escenario de sobrestock operativo crónico en este ciclo temporal.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos del indicador de cobertura de inventario (n = 511 SKUs).

Estadístico	Valor
N (SKUs)	511
Media	7.06 semanas
Desviación estándar	2.95 semanas
Mínimo	0.00 semanas
Q1 (Percentil 25)	4.35 semanas
Mediana (Percentil 50)	7.25 semanas
Q3 (Percentil 75)	9.67 semanas
Máximo (sin outlier)	12.23 semanas

Esta radiografía estadística se comprende de manera más nítida al agrupar los datos por nivel de criticidad. La categorización del catálogo refleja una asimetría altamente marcada a favor del rango de seguridad. La Tabla 2 expone cómo la sumatoria de las referencias con riesgo crítico o moderado representa un segmento operacional acotado, demostrando que, al momento del corte de información, menos de un tercio de la población requiere una intervención de compra inmediata, mientras que la franja de seguridad concentra el volumen más robusto del sistema.

Tabla 2: Distribución del catálogo por rangos de cobertura de inventario (n = 511 SKUs).

Rango de Cobertura	N° SKUs	% del Catálogo	Semáforo
< 2 semanas	1	0.2%	Rojo
2 – 3 semanas	49	9.6%	Amarillo
3 – 4 semanas	54	10.6%	Amarillo
4 – 6 semanas	97	19.0%	Verde
6 – 8 semanas	101	19.7%	Verde
8 – 10 semanas	95	18.6%	Verde
> 10 semanas	115	22.5%	Verde
Total	512	100.0%	—

Como consecuencia lógica de esta distribución, el motor del modelo matemático focalizó su capacidad de optimización en el segmento minoritario con déficit de semanas de cobertura. El plan de reabastecimiento resultante totalizó un volumen consolidado de compras equivalente a 120 bultos logísticos. La distribución de estas necesidades netas priorizó un núcleo concentrado de referencias operativas, cuyo volumen físico a solicitar asegura la corrección del quiebre estático en este ciclo de revisión.



Fig. 1: Dashboard de control logístico: Semáforo de cobertura e indicadores clave

Para dimensionar las urgencias logísticas derivadas del modelo, la Tabla 3 desglosa los requerimientos específicos para el decil prioritario del catálogo. La conversión del déficit de demanda semanal en unidades comerciales (bultos) evidencia una notable prevalencia de productos de alta rotación y volumen denso, subrayando la efectividad del modelo para traducir necesidades matemáticas de cobertura en unidades de compra ajustadas a las restricciones del proveedor.

Tabla 3. Top 10 SKUs prioritarios por volumen de reabastecimiento sugerido.

SKU	Descripción	Cobertura Actual (sem)	Nec. Neta(unid)	Bultos Sugeridos	Unidades Compra
SKU-1284	Harina de Trigo Pack x3	2.82	71.60	5	60
SKU-1050	Azúcar Morena Galón	3.12	50.45	4	48
SKU-1125	Desinfectante Multiusos Pk x3	2.95	44.20	3	36
SKU-1118	Jabón de Baño 1 Litro	2.20	38.90	2	24
SKU-1209	Bebida Isotónica Rollo x6	3.45	85.87	2	24
SKU-1033	Agua Purificada Bidón	3.10	32.40	2	24
SKU-1176	Shampoo Anticaspa 750ml	2.88	29.75	2	24
SKU-1241	Aceite Vegetal Garrafa	3.22	41.30	2	24
SKU-1058	Papel Higiénico Bulto x12	2.65	36.80	2	24

SKU-1197	Crema Corporal Pack x6	3.38	28.50	2	24

Nota. Elaboración propia. Ordenado por Bultos Sugeridos (descendente). Color de celda: rojo = 5 bultos; amarillo = 4 bultos; gris = 2–3 bultos.

Finalmente, una agregación taxonómica de las referencias activadas en el plan de reabastecimiento indica una concentración estructural del déficit de cobertura en segmentos específicos del negocio. La Figura 2 ilustra la presencia mayoritaria de bienes pertenecientes a las familias de higiene y cuidado personal, perfilando a este grupo como el principal impulsor de la varianza en el comportamiento del inventario y justificando su preponderancia dentro del horizonte de reposición del caso estudiado.

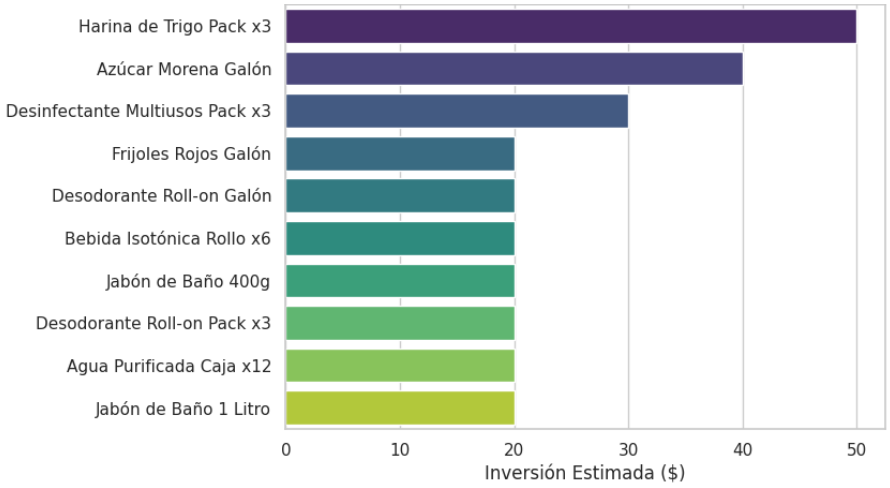


Fig. 2: Análisis de Pareto: Categorías de producto con mayor frecuencia en el plan de reabastecimiento.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos validan empíricamente el sustento teórico del modelo, al tiempo que demarcan con precisión sus fronteras de aplicabilidad en entornos logísticos reales. El hito primario de la intervención radica en evidenciar que la producción de un conjunto de datos con integridad total lograda mediante la supresión de valores nulos y existencias negativas sobre los 512 registros iniciales constituye el catalizador indispensable para la investigación de operaciones. Este hallazgo respalda contundentemente el postulado central de Hazen et al. (2014), quienes advierten que la calidad del dato en la cadena de suministro trasciende el dominio puramente informático para convertirse en una variable estratégica rectora. Sin el filtro previo del algoritmo de sanación, las métricas de cobertura habrían heredado los sesgos sistémicos del sistema ERP-WMS, neutralizando cualquier intento de planificación.

Al contrastar el comportamiento del inventario saneado con los antecedentes del sector, emerge una divergencia analítica significativa. Mientras que Bijvank y Vis (2011) documentan que los entornos Retail exhiben patrones crónicos de desabastecimiento en segmentos de alta rotación, el presente estudio reveló una mediana de cobertura de 7.25 semanas, un valor que prácticamente duplica el objetivo táctico establecido. La interpretación de esta regularidad operativa sugiere que el inventario del minorista estudiado no sufre de escasez global, sino de un sobrestock asimétrico impulsado por referencias de baja rotación que enmascaran las urgencias reales. En este escenario, la implementación de una política *Base Stock* estática (Silver et al., 2017) demuestra su pertinencia táctica: su función algorítmica no es drenar el excedente histórico de forma inmediata, sino identificar y blindar el déficit de los productos críticos para estandarizar el nivel de servicio.

Esta dinámica conduce al aspecto más controversial de la investigación: el uso del supuesto de demanda determinística. Al calcular los requerimientos basándose en un promedio estático, el modelo excluye explícitamente la estacionalidad, la tendencia y la varianza intrínseca del mercado. Graves y Willems (2008) demuestran matemáticamente que este enfoque genera vulnerabilidades sistémicas, produciendo niveles de protección insuficientes ante perturbaciones agudas de la demanda o demoras del proveedor. Sin

embargo, la perspectiva teórica de este estudio asume dicha limitación estructural como una etapa de transición metodológica ineludible. Tal como argumentan Rossi et al. (2015), las organizaciones con una madurez analítica incipiente carecen del historial de datos limpios que exigen los modelos estocásticos. En consecuencia, el determinismo heurístico se postula aquí no como una solución definitiva, sino como un principio ordenador de corto plazo que estabiliza el sistema y prepara el terreno arquitectónico para futuras sofisticaciones probabilísticas.

Finalmente, la novedad científica más relevante del trabajo reside en su dimensión de aplicabilidad práctica. El aporte no se encuentra en el descubrimiento de la ecuación *Base Stock* un instrumento extensamente documentado en la literatura clásica (Axsäter, 2015; Zipkin, 2000), sino en la demostración empírica de su viabilidad en mercados emergentes. Al ensamblar la heurística matemática con un *pipeline* ETL programado en herramientas de código abierto, el estudio desafía la brecha de madurez tecnológica que históricamente ha frenado la adopción analítica en empresas medianas latinoamericanas (Salas-Navarro et al., 2019). Las órdenes de compra emitidas, discretizadas en bultos cerrados y focalizadas en las familias de higiene y cuidado personal, evidencian la superación del paradigma de compras intuitivas (Acero-Chavez & Patiño-Rodríguez, 2020), dotando a la organización de un proceso de decisión objetivo, parametrizado y auditable.

CONCLUSIÓN

La evidencia empírica generada por esta investigación permite sostener una postura categórica respecto a la gestión logística en mercados emergentes: la calidad de los datos no es un mero prerrequisito informático, sino la variable estructural que define la viabilidad operativa de cualquier política de inventario. El estudio demuestra que, en contextos organizacionales caracterizados por una integración deficiente entre sistemas transaccionales, la implementación de un modelo heurístico determinístico no representa una falencia analítica o metodológica, sino una intervención tácticamente legítima y transicional. Esta postura se sustenta en la comprobación fáctica de que la ingeniería de datos ejecutada algorítmicamente logró aislar las anomalías sistémicas, proporcionando la base objetiva necesaria para emitir decisiones de reabastecimiento estandarizadas que superan el sesgo de la compra intuitiva.

En este sentido, la asimetría observada en el perfil del inventario con una marcada tendencia a la sobreprotección generalizada en contraste con déficits agudos en categorías de alta rotación refuerza la necesidad de comprender la analítica de operaciones como un proceso escalonado. El uso de promedios estáticos y políticas de reposición en bultos indivisibles corrige las urgencias logísticas inmediatas, pero revela simultáneamente sus fronteras conceptuales. Reconocer que la heurística aplicada encubre una heterogeneidad operativa incapaz de absorber la varianza del mercado no invalida los hallazgos, sino que los delimita con rigor científico, evidenciando que la estandarización de la cobertura a corto plazo es tan solo el primer peldaño hacia la madurez analítica.

Desde esta perspectiva crítica, surgen tareas pendientes fundamentales que trazan la ruta para futuras investigaciones. La transición natural de este trabajo exige la incorporación de arquitecturas estocásticas que calculen existencias de seguridad probabilísticas fundamentadas en la distribución real de la demanda y la volatilidad en los tiempos de entrega de los proveedores. Para lograr este salto, el protocolo de sanación de datos estructurado en este estudio se posiciona como la infraestructura habilitante indispensable. Asimismo, el diseño de modelos de optimización multicriterio que integren restricciones ineludibles como el presupuesto financiero y la capacidad volumétrica del almacén resulta imperativo para aproximar la modelación matemática a la complejidad financiera del sector Retail. Finalmente, la validación cruzada de estos ensambles algorítmicos en diversos contextos organizacionales latinoamericanos representa una invitación abierta para consolidar un cuerpo de conocimiento empírico que estandarice la adopción tecnológica en la logística de la región.

REFERENCIAS

Acero-Chavez, R., & Patiño-Rodríguez, C. E. (2020). Modelo de gestión de inventarios para empresas del sector retail en Colombia. *DYNA, 87*(212), 25–33. https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.81982

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Episteme.

Axsäter, S. (2015). *Inventory control* (3rd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15729-0

Bijvank, M., & Vis, I. F. A. (2011). Lost-sales inventory theory: A review. *European Journal of Operational Research, 215*(1), 1–13. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.02.004

Cachon, G. P., & Terwiesch, C. (2013). *Matching supply with demand: An introduction to operations management*(3rd ed.). McGraw-Hill Education.

Fisher, M., & Raman, A. (2010). *The new science of retailing*. Harvard Business Review Press.

Graves, S. C., & Willems, S. P. (2008). Strategic safety-stock placement in supply chains. *Manufacturing & Service Operations Management, 10*(2), 204–219. https://doi.org/10.1287/msom.1070.0189

Hazen, B. T., Boone, C. A., Ezell, J. D., & Jones-Farmer, L. A. (2014). Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management. *International Journal of Production Economics, 154*, 72–80. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.01.019

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill Education.

Ilyas, I. F., & Chu, X. (2019). *Data cleaning*. ACM Books / Morgan & Claypool. https://doi.org/10.1145/3310205

Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling* (3rd ed.). Wiley.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Gluud, C., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLOS Medicine, 18*(3), Artículo e1003583. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583

Redman, T. C. (2016). *Data driven: Profiting from your most important business asset*. Harvard Business Review Press.

Rossi, R., Kilic, O. A., & Tarim, S. A. (2015). Piecewise linear approximations for the static–dynamic uncertainty strategy in stochastic lot-sizing. *Omega, 50*, 126–140. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.09.007

Salas-Navarro, K., Meza, J. A., Obredor-Baldovino, T., & Mercado-Caruso, N. (2019). Evaluación de la cadena de suministro para mejorar la competitividad y productividad en el sector metalmecánico. *Información Tecnológica, 30*(2), 25–32. https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200025

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and production management in supply chains* (4th ed.). CRC Press / Taylor & Francis. https://doi.org/10.1201/9781315374406

Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems, 12*(4), 5–33. https://doi.org/10.1080/07421222.1996.11518099

Zipkin, P. H. (2000). *Foundations of inventory management*. McGraw-Hill.