

INGENIERÍA Y GESTIÓN INDUSTRIAL

Revista Científica

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad Ciencias Químicas

ENERO - DICIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Dr. med. Santos Guzmán López
RECTOR

Dr. Mario Alberto Garza Castillo
SECRETARIO GENERAL

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo
SECRETARIO ACADÉMICO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Dra. Yolanda Araceli Gracia Vásquez
DIRECTORA

INGENIERÍA Y GESTIÓN INDUSTRIAL

INGENIERIA Y GESTIÓN INDUSTRIAL, año 1, No. 2, Enero-Diciembre 2025, es una publicación anual, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Ciencias Químicas Ave. Universidad s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México CP 66455. Teléfono: (81) 83294000 ext. 6307, 6305, <https://ingenieriaygestion.uanl.mx>, ingenieriaygestion@uanl.mx, Editora Responsable: Arlethe Yari Aguilar Villarreal. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2024-031510073400-102, de fecha 15 de Marzo de 2024. ISSN: En trámite, ambos otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Arlethe Yari Aguilar Villarreal, Ave. Universidad s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México CP 66455, 13 de Marzo de 2026.

Derechos reservados, todos lo publicado es responsabilidad de los autores y editor responsable.

Reservados todos los derechos conforme la ley. Prohibida la reproducción total y parcial de este texto sin previa autorización por escrito del autor responsable.

Hecho en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

Presentación

Ingeniería y Gestión Industrial, es una revista científica anual editada y publicada por la Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Ciencias Químicas, que surge a través de la oportunidad de crear una plataforma científica para publicar artículos de alto impacto de las áreas de Ingeniería dando cobertura a las diferentes áreas del conocimiento de Ingeniería, Tecnología, Administración y Ciencias Sociales, atendiendo áreas multidisciplinarias y orientadas a la gestión empresarial.

Esta iniciativa surge como respuesta a la evolución científica del área académica de ingeniería industrial y como fuente de difusión de conocimiento para investigadores interesados en publicar trabajos originales y contribuciones inéditas de carácter científico tales como; artículo científico, caso aplicado y reporte técnico, con el propósito de dar a conocer los avances en investigación y tecnología como parte de una nueva forma de crear conocimiento en su más amplio contexto para los investigadores, académicos, tecnólogos y profesionales de las áreas afines, estudiantes y público en general a nivel local, nacional e internacional.

La revista Ingeniería y Gestión Industrial, es una publicación científica dirigida a quienes están interesados en compartir y difundir sus contribuciones científicas en las siguientes áreas temáticas;

- Producción, planeación y programación.
- Logística y administración de la cadena de suministros e inventarios.
- Mercadotecnia verde, Marketing Social y neuromarketing
- Estrategias de sistemas de información.
- Educación en ingeniería y negocios.
- Administración, control y gestión de la calidad
- Industria 4.0, Big data y analítica de datos, Internet de las cosas (IoT), Realidad virtual y realidad aumentada, Manufactura aditiva.
- Ingeniería Industrial y de sistemas.
- Ciencia de decisiones.
- Factores Humanos y ergonómicos.
- Administración, investigación y simulación de operaciones.
- Administración del recurso humano y comportamiento organizacional.
- Negocios
- Manufactura sostenible
- Materiales, componentes y sistemas de performance
- Administración de Riesgos y seguridad industrial
- Responsabilidad Social y ambiental
- Emprendimiento
- Innovación de procesos y productos
- Optimización de procesos
- Mejora continua
- Manufactura esbelta
- Planeación y control de sistemas productivos
- Distribución / Localización de la planta y sistemas de manejo de materiales, Gestión del Mantenimiento
- Diseño y estandarización del trabajo
- Manufactura integrada por computadora
- Ecoeficiencia y productividad en procesos productivos
- Simulación/modelación de procesos
- Six Sigma
- Investigación de operaciones
- Sustentabilidad en los negocios y la cadena de suministro
- Administración y evaluación económica de proyectos
- Liderazgo y comportamiento organizacional

- Planeación estratégica y competitividad
- Benchmarking, E-Business & E-Commerce
- Inteligencia artificial,
- Automatización y Robótica
- Machine learning
- Transformación digital
- Tecnología de información

Esta edición, presenta contribuciones científicas de alto impacto, las cuales fueron revisadas, evaluadas por destacados dictaminadores, después de un proceso editorial cuidadoso, se publican en esta edición. Agradezco a todos los involucrados por su confianza en este invaluable proyecto.

Atentamente

Dra. Arlethe Yari Aguilar Villarreal

Editor Responsable

Editorial

El área de la ingeniería, así como sus diversas ramas, aparece a lo largo de la historia de la humanidad, se ha explorado sobre el impacto que tiene si se combina con la gestión, resultados de esto, se han creado diferentes ramas de la ingeniería, tales como la ingeniería industrial, la cual es la ingeniería que construye una simbiosis entre ambas ramas y combina en una mezcla perfectible ambas áreas, la ingeniería como ciencia exacta y la gestión como parte de las ciencias sociales, amalgamadas en una comunidad científica la cual desea difundir sus conocimientos y aportaciones en una plataforma científica que combine el pensamiento científico, lógico, creativo y crítico en aportaciones científicas de alto impacto a la comunidad académica y empresarial.

Por tal razón, con gran iniciativa, compromiso, inquietud y conocimiento, el comité editorial involucrado en este proyecto comienza la exploración de la convergencia entre la ingeniería industrial y la gestión, por lo que este es el fruto de su arduo trabajo dentro de esta área.

En esta quinta edición de la revista Ingeniería y Gestión Industrial se busca continuar ampliando el panorama en dicha convergencia, con las aportaciones de los autores quienes comparten sus contribuciones de alto impacto y materiales inéditos. Además de la participación de los revisores y del comité dictaminador formado por expertos en su área quienes participan con el objetivo de enriquecer las aportaciones de los autores.

El objetivo de esta plataforma científica es abrir paso a futuras investigación, así como trabajos científicos, que aspiren a seguir indagando en este campo y que deseen difundir sus aportaciones a la ciencia de la Ingeniería y Gestión, las personas que han contribuido a la construcción y creación de la Revista Ingeniería y gestión industrial cuentan con el más alto nivel de especialización y conocimientos en dichas áreas. Con la colaboración de profesores universitarios de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL, y en conjunto con colegas de diversas instituciones educativas nacionales e internacionales quienes apoyaron y confiaron en este proyecto les presento una cuidadosa selección de los artículos fundamentales dentro de los temas que cultiva la Revista Ingeniería y Gestión Industrial.

Atentamente

Dra. Arlethe Yari Aguilar Villarreal

Editor Responsable

ÍNDICE

Presentación.....	3
Editorial.....	5
Índice.....	6

Errores humanos en el registro de inventario: Problemas en los conteos manuales y su repercusión.....7

Dávila Rodríguez Daniel Humberto, Velázquez Chantaca Sofía Zaret, Ochoa Cantú Jesús Gerardo, Castillo Méndez Adriana Daniela, Solís Peña Carolina, Hernández Ramos Juan Manuel.
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Técnica y Tamaño de la Muestra: Principal Fuente de Confiabilidad de los Datos.....17

Iván Guillermo González Palomo y Azucena Minerva García León
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Campañas de Greenwashing en la Intención de compra frente al eco-etiquetado personas de las generaciones Millennials y Centennials).....29

Ruth Isela Martínez Valdez, Elí Samuel González Trejo, María del Carmen Catache Mendoza, Dora Ivonne Martínez Valdez
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Explorando las Habilidades de los Estudiantes en la Integración de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje de Ingeniería Industrial: Un Enfoque en Ingeniería Económica y Estadística.....38

Leonardo Gabriel Hernández Landa, Elva Patricia Puente Aguilar, Argelia Vargas Moreno, Daniel Humberto Dávila Rodríguez
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Elaboración de dulce de cáscara de Musa x Paradisiaca para aprovechamiento de residuos de snack de plátano, Talara 2025.....48

Carlos Abraham Carranza García, Cordero Canales Karim Junek
Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Piura-Perú.

Comité Editorial.....	61
-----------------------	----

Errores humanos en el registro de inventario: Problemas en los conteos manuales y su repercusión.

Dávila Rodríguez Daniel Humberto, Velázquez Chantaca Sofia Zaret, Ochoa Cantú Jesús Gerardo, Castillo Méndez Adriana Daniela, Solís Peña Carolina, Hernández Ramos Juan Manuel.

^{1,2,3,4,5,6} Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México

* daniel.davilard@uanl.edu.mx

Abstract

This research analyzes human errors in industrial inventory recording, identifying their causes, frequency, and consequences. A survey of 40 workers found that 60% use SAP, 30% Excel, and only 10% use advanced tools such as RFID, even though the latter reduce errors by up to 90%. Lack of training (47% without ongoing training) and reliance on manual processes are key factors in the occurrence of errors. Statistical analyses such as PCA were applied, revealing that those who combine modern technologies with training have a lower impact on errors. The research concludes that it is urgent to standardize process and promote technological adoption to improve operational efficiency.

Keywords

Stock, Human Errors, RFID, Technology, Training

Resumen

Esta investigación analiza los errores humanos en el registro de inventarios industriales, identificando sus causas, frecuencia y consecuencias. Mediante una encuesta aplicada a 40 trabajadores, se encontró que un 60% utiliza SAP, 30% Excel y solo 10% herramientas avanzadas como RFID, pese a que estas últimas reducen errores hasta en un 90%. La falta de capacitación (47% sin formación constante) y la dependencia de procesos manuales son factores clave en la ocurrencia de errores. Se aplicaron análisis estadísticos como PCA, revelando que quienes combinan tecnologías modernas con capacitación presentan menor impacto de errores. La investigación concluye que es urgente estandarizar procesos y fomentar la adopción tecnológica para mejorar la eficiencia operativa.

Palabras clave

Inventario, Errores humanos, RFID, Tecnología, Capacitación

1. Introducción

En la industria actual, la gestión eficiente del inventario es clave para asegurar la continuidad operativa, reducir costos y mantener la satisfacción del cliente. Sin embargo, muchas organizaciones aún dependen de procesos manuales para el registro y conteo de inventarios, lo que incrementa el riesgo de errores humanos como duplicaciones, omisiones o registros incorrectos. Estos errores impactan directamente en la precisión de los datos, afectando la toma de decisiones estratégicas y la rentabilidad del negocio.

A pesar de la disponibilidad de herramientas tecnológicas como sistemas ERP (por ejemplo, SAP) y tecnologías automatizadas como RFID o escáneres de códigos de barras, la falta de capacitación adecuada, la presión laboral y la implementación incompleta de estas soluciones siguen siendo factores críticos que favorecen la aparición de errores. La literatura especializada señala que, en empresas con fuerte dependencia del registro manual, las tasas de error pueden representar pérdidas significativas en inventario, retrasos en la producción y sobrecostos logísticos.

Ante este panorama, la presente investigación busca analizar las causas y consecuencias de los errores humanos en el registro de inventarios, así como evaluar la efectividad percibida de las tecnologías utilizadas. Esto permitirá generar propuestas concretas que ayuden a reducir dichos errores, mejorar los procesos de control de inventarios y fortalecer la eficiencia operativa de las organizaciones industriales.

Objetivos

Analizar los errores humanos en el registro de inventarios en entornos industriales, identificando sus causas, consecuencias y el impacto de las tecnologías y prácticas actuales, con el fin de proponer acciones que mejoren la precisión y eficiencia del proceso.

Objetivos Particulares

- Identificar los tipos más comunes de errores en el registro de inventarios.
- Evaluar los factores que contribuyen a la ocurrencia de dichos errores (capacitación, presión laboral, procesos manuales, entre otros).
- Analizar el uso de tecnologías como ERP, RFID y escáneres, y su relación con la reducción de errores.
- Determinar las principales consecuencias operativas de los errores de inventario.
- Recopilar y sistematizar propuestas de mejora percibidas por el personal operativo y administrativo.

Alcance de la Investigación

La investigación se limita al análisis de errores humanos en el registro de inventarios a partir de encuestas aplicadas a personal industrial, enfocándose en causas, consecuencias y percepción del uso de tecnologías. No se incluye una evaluación técnica de sistemas ni un análisis financiero detallado, por lo que los resultados no son generalizables, pero sí orientativos para contextos similares.

2. Marco Teórico

La gestión de inventarios es un proceso esencial en las operaciones logísticas de las organizaciones industriales. Su correcta administración permite garantizar la disponibilidad de productos, reducir costos innecesarios y mantener la continuidad operativa. Sin embargo, cuando los registros de inventario se realizan de forma manual o sin herramientas tecnológicas adecuadas, se incrementa la probabilidad de errores humanos. Estos errores, como duplicaciones, omisiones o cantidades mal ingresadas, afectan directamente la precisión de los datos, dificultando la planificación y la toma de decisiones informadas (García et al., 2022).

Las investigaciones indican que los errores humanos en inventarios pueden tener diversas causas, entre ellas: falta de capacitación, presión laboral, procedimientos manuales y ausencia de controles internos. En empresas donde se depende exclusivamente del conteo físico, se han reportado tasas de error que oscilan entre el 5% y el 15%, lo que genera discrepancias entre los registros contables y el inventario real (Nava, 2024). Esto provoca costos por reposiciones innecesarias, retrasos en la producción y pérdida de confianza por parte del cliente (Sahin & Dallery, 2009).

El desarrollo de tecnologías como los sistemas ERP (por ejemplo, SAP), el uso de RFID y escáneres de códigos de barras ha permitido reducir significativamente estos errores al automatizar tareas clave del proceso de inventario. Estas herramientas mejoran la del personal que las utiliza (García, Martínez & López, 2021). Las empresas que combinan automatización con procesos definidos y capacitación continua logran mejores resultados y mayor control sobre sus inventarios (World Economic Forum, 2023).

Comprender las causas de los errores desde la perspectiva del personal involucrado en el proceso puede aportar información útil para desarrollar estrategias efectivas de mejora. Este enfoque resulta especialmente relevante en organizaciones que todavía presentan un alto grado de dependencia en procesos manuales, donde el factor humano sigue desempeñando un papel decisivo en la calidad del registro de inventarios.

3. Metodología

3.1 Diseño de la Investigación

Esta investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, descriptivo y no experimental, con un diseño transversal. El enfoque cuantitativo permite obtener datos objetivos y medibles sobre la frecuencia, causas y consecuencias de los errores humanos en el registro de inventarios, lo cual es clave para identificar patrones generales en un fenómeno que afecta directamente la operación industrial (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

El diseño descriptivo busca detallar y caracterizar la realidad observada sin manipular variables, permitiendo entender cómo los errores se manifiestan y cuáles son los factores percibidos por los trabajadores que los provocan. Al ser no experimental, el estudio observa los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural (Sampieri et al., 2022), lo que es adecuado dado que los registros de inventario forman parte de las rutinas diarias de trabajo. El carácter transversal del diseño implica que los datos fueron recolectados en un único momento temporal, lo que facilita obtener una “fotografía” actual del estado del problema (Bisquerra, 2009).

Recolección de Datos

Se diseñó un cuestionario estructurado como instrumento de medición, aplicado en formato digital a través de Microsoft Teams Forms. El instrumento fue elaborado tomando como base estudios previos sobre errores humanos en entornos industriales y recomendaciones metodológicas para investigaciones aplicadas (García et al., 2022; Kumar

& Sharma, 2021).

El cuestionario incluyó preguntas cerradas (de opción múltiple, escala Likert y dicotómicas) orientadas a recolectar datos sobre:

- Perfil del encuestado (edad, cargo, años de experiencia).
- Frecuencia y tipo de errores en inventario.
- Uso de herramientas tecnológicas (ERP, RFID, escáneres).
- Nivel de conocimiento y capacitación recibida.
- Percepción del impacto de los errores en la empresa.
- Sugerencias para la mejora de procesos.

El instrumento fue validado a través de una revisión por parte de profesionales en logística y académicos del área de ingeniería industrial, garantizando la claridad, pertinencia y coherencia de las preguntas con los objetivos de la investigación (Colás & Buendía, 1992).

3.2 Procedimiento

La recolección de datos se llevó a cabo entre el 10 y el 20 de mayo de 2025. El cuestionario se distribuyó electrónicamente a trabajadores de diferentes áreas industriales relacionados con la gestión de inventarios. La participación fue anónima, voluntaria y bajo consentimiento informado.

Una vez recopiladas las respuestas, se realizó una limpieza y validación de datos para eliminar registros incompletos o inconsistentes. Posteriormente, los datos se organizaron en una hoja de cálculo en Microsoft Excel, donde se codificaron las variables según sus categorías (por ejemplo, 1 = “nunca”, 2 = “raramente”, etc.) para facilitar el análisis estadístico. El proceso se ejecutó siguiendo principios éticos de confidencialidad, respeto al participante y transparencia en el uso de los datos, en línea con las recomendaciones de la investigación aplicada en ingeniería (Creswell, 2013).

3.3 Análisis de Datos

El análisis de resultados se basó en un enfoque cuantitativo-descriptivo con apoyo de herramientas gráficas y estadística exploratoria para identificar tendencias, relaciones y patrones en los datos recolectados mediante una encuesta aplicada a personal involucrado en procesos de inventario en entornos industriales. Se utilizó Microsoft Excel para la limpieza inicial de datos y Python (librerías pandas, matplotlib, seaborn y sklearn) para el procesamiento, análisis multivariado y visualización. La transformación de datos incluyó codificación de variables categóricas, estandarización de valores y tratamiento de valores faltantes.

Para la representación visual y comprensión de los fenómenos observados, se generaron diversos tipos de gráficas: diagramas de pastel (para proporciones de tecnologías utilizadas), diagramas de caja y bigotes (para evaluar la distribución del impacto de errores humanos en función de la experiencia y capacitación), diagramas de barras segmentadas (para observar la distribución del uso tecnológico según la experiencia), una superficie de respuesta (para identificar interacciones entre la capacitación y su frecuencia respecto al impacto de errores) y un análisis de componentes principales (PCA), que permitió reducir la dimensionalidad y visualizar relaciones latentes entre múltiples variables. Este enfoque ha sido validado en estudios similares donde se busca evaluar el comportamiento humano en procesos industriales a través del análisis estadístico y visual (Montgomery, 2020; Field, 2018).

Para facilitar la interpretación, los resultados se agruparon temáticamente en función de los objetivos particulares del estudio. En primer lugar, se identificaron los tipos y frecuencia de

errores humanos en el registro de inventarios, luego se abordaron los factores contribuyentes como la capacitación y la experiencia. Posteriormente, se analizó el uso de tecnologías de gestión y automatización, su distribución y relación con la experiencia. Finalmente, se exploraron las consecuencias percibidas del error humano en la operación y las propuestas de mejora. Esta estructura permitió abordar cada dimensión del problema con una visualización coherente y un análisis relacionado, tal como se recomienda en estudios con diseño de encuesta y análisis correlacional (Hernández et al., 2014)..

4. Resultados

Los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada al personal que participa en procesos de inventario industrial ofrecen información clave sobre la frecuencia y tipo de errores humanos, sus causas percibidas, el nivel de capacitación, el uso de tecnologías y las consecuencias operativas. El análisis cuantitativo permitió identificar patrones relevantes en la gestión del inventario, revelando cómo variables como la experiencia, el acceso a tecnologías ERP o RFID y la formación continua influyen directamente en la aparición o disminución de errores. El estudio también proporciona una base sólida para reflexionar sobre prácticas actuales y proponer mejoras enfocadas en la reducción de fallos operativos relacionados con el registro manual.

4.1 Distribución de tecnologías utilizadas

El acceso y uso de herramientas tecnológicas para el control de inventarios presenta importantes variaciones entre los trabajadores. Estas diferencias permiten identificar patrones asociados al nivel de experiencia y a las prácticas tecnológicas predominantes en los entornos industriales analizados.



Figura 1. Distribución de tecnologías utilizadas en la gestión de inventario

El análisis mostró que un 65% de los participantes utiliza sistemas ERP como SAP, mientras que el 35% emplea herramientas más básicas como Excel, y solo el 10% reportó el uso de sistemas más avanzados integrados con tecnologías como RFID, lo cual puede ser observado en la figura 1.

Este patrón sugiere una penetración moderada de tecnologías de automatización en la muestra, lo que concuerda con lo descrito por García et al. (2022), quienes destacan que muchas empresas todavía operan con soluciones parciales. La baja adopción de RFID evidencia una oportunidad de mejora en digitalización, considerando que estas tecnologías reducen errores hasta en un 90% (García, Martínez & López, 2021).

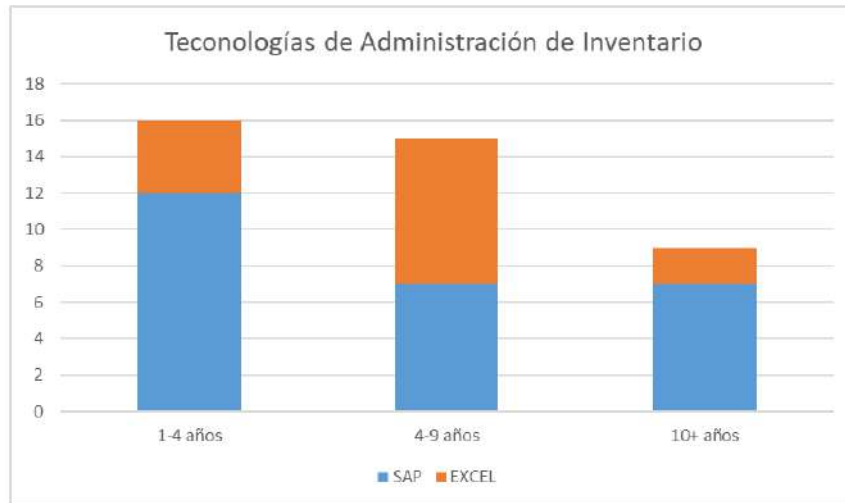


Figura 2. Distribución del uso de SAP y Excel según años de experiencia del personal.

El tipo de herramienta utilizada para la gestión de inventarios varía en función de la experiencia del trabajador. Aquellos con menor antigüedad (1 a 4 años) tienden a utilizar con mayor frecuencia sistemas ERP como SAP, mientras que en el grupo con más de 10 años se incrementa el uso de herramientas más básicas como Excel. Esto se puede observar en la figura 2, donde el uso de SAP decrece proporcionalmente con la experiencia. Este comportamiento sugiere una brecha generacional o una falta de actualización tecnológica para el personal más veterano, lo que puede generar inconsistencias en los procesos si no se homogenizan los sistemas empleados.



Figura 3. Proporción de uso de tecnologías automatizadas de inventario (escáneres, RFID).

A pesar de las ventajas que ofrecen tecnologías como los escáneres o RFID en la reducción de errores, su adopción aún no supera el 50% entre los encuestados. Esto se puede observar en la figura 3, donde el 53% del personal industrial manifiesta no emplear herramientas automatizadas para el control de inventario. Esta situación evidencia una oportunidad de mejora considerable, ya que la literatura especializada indica que estas soluciones pueden reducir errores hasta en un 90% (García, Martínez & López, 2021). La falta de implementación generalizada puede deberse a costos, resistencia al cambio o falta de capacitación específica.

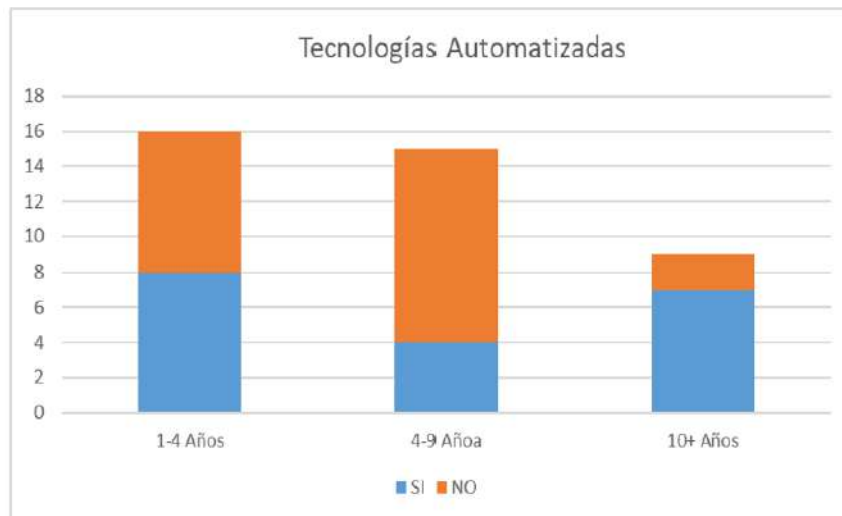


Figura 4. Distribución del uso de tecnologías automatizadas según años de experiencia.

El uso de herramientas automatizadas también está relacionado con la experiencia del personal. Los empleados con menor antigüedad (1 a 4 años) muestran una mayor integración de estas tecnologías en sus actividades, en comparación con aquellos con más de 10 años. Esto se puede observar en la figura 4, donde los grupos con menos experiencia presentan una proporción notablemente mayor de uso de tecnologías como RFID o escáneres. Esto podría interpretarse como un efecto de la transformación digital, en la que los nuevos ingresos se adaptan más rápidamente a entornos tecnológicos, mientras que los trabajadores de larga trayectoria pueden enfrentar más barreras para adoptarlas.

4.2 Factores relacionados con la capacitación

La preparación del personal en temas de gestión de inventarios revela niveles desiguales de capacitación y actualización. Este apartado explora cómo esas diferencias formativas se relacionan con la incidencia de errores y con la percepción que los trabajadores tienen sobre su impacto operativo.

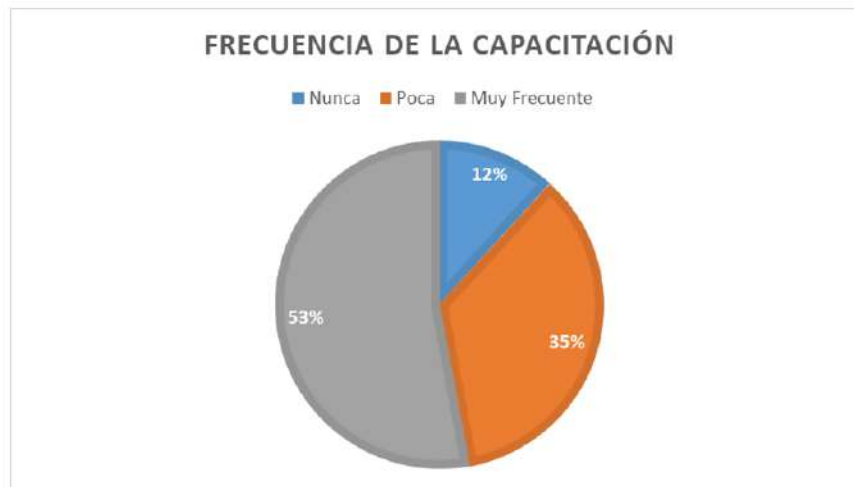


Figura 5. Frecuencia percibida de capacitación entre los trabajadores encuestados.

Aunque la mayoría de los participantes señala recibir capacitación con frecuencia, un porcentaje significativo todavía carece de actualizaciones regulares. Esto se puede observar en la figura 5, donde el 53% indica recibir formación constante, pero el 47% restante reporta poca o nula capacitación. Esta disparidad sugiere una necesidad urgente de estandarizar los programas de formación, ya que la falta de capacitación ha sido identificada como una causa crítica en la aparición de errores humanos, especialmente en procesos de registro manual y gestión de inventario.

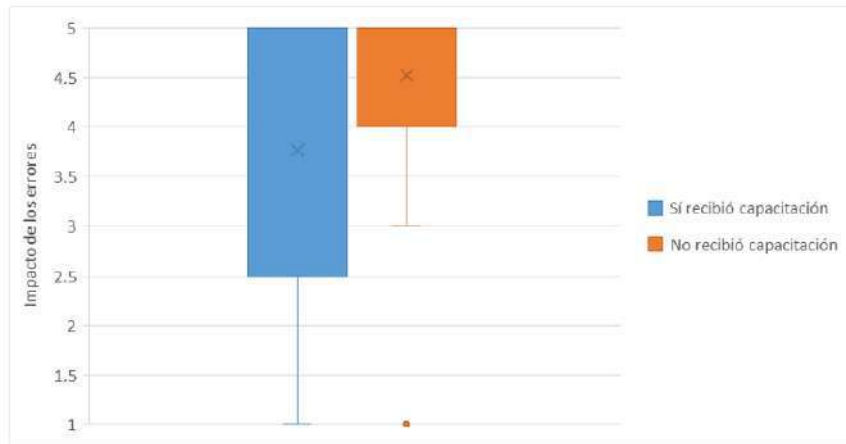


Figura 6. Comparación del impacto percibido de errores según si se recibió capacitación.

La percepción del impacto de errores difiere significativamente entre quienes han sido capacitados y quienes no. Esto se puede observar en la figura 6, donde los encuestados sin formación reportan un impacto medio más elevado y mayor variabilidad en sus respuestas. Por el contrario, quienes recibieron capacitación tienden a ubicar el impacto en niveles más bajos y consistentes. Esta diferencia resalta la efectividad de los programas formativos no solo para reducir errores, sino también para generar una mayor comprensión de los riesgos y consecuencias operativas de los fallos en el registro de inventario.

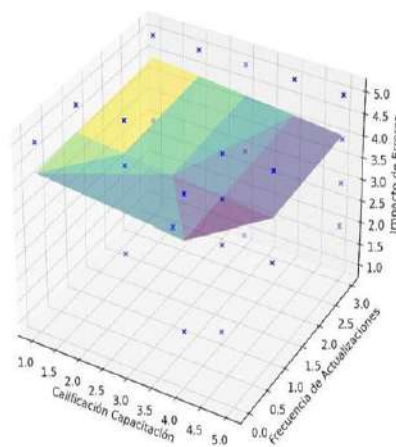


Figura 7. Modelo de superficie de respuesta: capacitación, actualización y su efecto en el error humano.

La superficie de respuesta generada para evaluar el efecto conjunto de la capacitación y la frecuencia de actualizaciones sobre el impacto de los errores humanos en inventario revela una correlación muy débil ($R^2 = 0.0183$). Esto sugiere que, aunque intuitivamente se esperaría que una mejor preparación reduzca el impacto de los errores, en esta muestra no se evidencia una relación estadísticamente significativa.

4.3 Relación Multivariable

El análisis de componentes principales (PCA) se aplicó con el objetivo de identificar patrones latentes entre variables clave relacionadas con el impacto de los errores humanos en el registro de inventario. Se incluyeron variables como la frecuencia de capacitación, actualizaciones de conocimientos, tecnologías de gestión utilizadas (SAP, Excel u otros), el uso de tecnologías de automatización (como escáneres o RFID) y la calificación del impacto de los errores. Los dos primeros componentes explicaron el 61.8% de la varianza total (PC1: 36.4%, PC2: 25.4%), lo que indica una buena capacidad del modelo para resumir la información principal del conjunto de datos. El componente 1 (PC1) mostró altas cargas positivas en el uso de SAP (+0.74) y actualizaciones frecuentes (+0.68), y una carga negativa en el impacto percibido de errores (-0.62), representando una dimensión de madurez tecnológica y formativa. El componente 2 (PC2) agrupó la varianza asociada al uso de tecnologías de automatización y diferencias individuales

en la percepción de errores. En la gráfica resultante, los individuos que reportaron mayor capacitación y el uso de tecnologías avanzadas se agruparon en el cuadrante que refleja menor impacto de errores, mientras que quienes dependen de procesos manuales y presentan menor formación se ubicaron en la zona opuesta. Estos hallazgos refuerzan la importancia de la capacitación continua y la adopción tecnológica para la reducción de errores operativos, en concordancia con estudios previos en logística y gestión industrial (Christopher, 2016; Montgomery, 2020), que destacan el papel de estos factores en la mejora de la precisión de procesos críticos como el inventario.

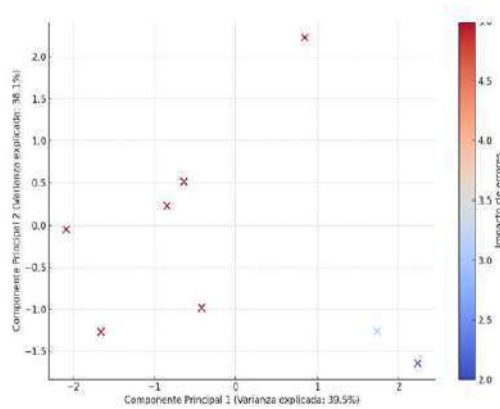


Figura 8. Análisis de Componentes Principales de Factores Asociados al Impacto de Errores Humanos en el Registro de Inventario.

4.4 Limitaciones de la investigación

El análisis presenta limitaciones asociadas principalmente al tamaño reducido de la muestra ($n = 40$), lo cual restringe la generalización de los resultados a otros contextos industriales.

La investigación permitió cumplir los objetivos propuestos al identificar los errores humanos más comunes en el registro de inventarios, sus causas, consecuencias y la relación con el uso de tecnologías y la capacitación. Se evidenció que la falta de formación adecuada, la presión laboral y la prevalencia de procesos manuales son factores clave en la ocurrencia de errores, los cuales generan impactos operativos importantes como retrasos en la producción, costos adicionales y afectación en la satisfacción del cliente. Estos hallazgos coinciden con lo expuesto por García et al. (2022) y Sahin & Dallery (2009), quienes destacan cómo las fallas en los registros inciden directamente en la eficiencia empresarial.

Los resultados también confirmaron que el uso de herramientas tecnológicas como SAP, RFID o escáneres, junto con la capacitación continua, se asocia con una menor percepción del impacto de los errores.

El análisis de componentes principales (PCA) permitió visualizar cómo los individuos que combinan tecnologías avanzadas con actualización formativa constante presentan mejores indicadores operativos. Esto refuerza la necesidad de que las empresas no solo adopten tecnología, sino que aseguren su integración con el desarrollo de habilidades del personal, tal como plantean Christopher (2016) y Montgomery (2020).

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran el tamaño reducido de la muestra ($n = 40$) y la naturaleza perceptiva de los datos, lo cual restringe la generalización de los resultados y su validación con evidencia operativa. Sin embargo, estos hallazgos representan un punto de partida sólido para futuras investigaciones más amplias que incluyan datos reales del sistema ERP y análisis inferenciales. Se recomienda ampliar el alcance del estudio a distintos sectores industriales y profundizar en la evaluación del impacto económico y logístico de los errores, para así avanzar hacia una gestión de inventarios más precisa, digitalizada y resiliente.

5. Conclusiones

La investigación permitió cumplir los objetivos propuestos al identificar los errores humanos más comunes en el registro de inventarios, sus causas, consecuencias y la relación con el uso de tecnologías y la capacitación. Se evidenció que la falta de formación adecuada, la presión laboral y la prevalencia de procesos manuales son factores clave en la ocurrencia de errores, los cuales generan impactos operativos importantes como retrasos en la producción, costos adicionales y afectación en la satisfacción del cliente. Estos hallazgos coinciden con lo expuesto por García et al. (2022) y Sahin & Dallery (2009), quienes destacan cómo las fallas en los registros inciden directamente en la

eficiencia empresarial.

Los resultados también confirmaron que el uso de herramientas tecnológicas como SAP, RFID o escáneres, junto con la capacitación continua, se asocia con una menor percepción del impacto de los errores.

El análisis de componentes principales (PCA) permitió visualizar cómo los individuos que combinan tecnologías avanzadas con actualización formativa constante presentan mejores indicadores operativos. Esto refuerza la necesidad de que las empresas no solo adopten tecnología, sino que aseguren su integración con el desarrollo de habilidades del personal, tal como plantean Christopher (2016) y Montgomery (2020).

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran el tamaño reducido de la muestra ($n = 40$) y la naturaleza perceptiva de los datos, lo cual restringe la generalización de los resultados y su validación con evidencia operativa. Sin embargo, estos hallazgos representan un punto de partida sólido para futuras investigaciones más amplias que incluyan datos reales del sistema ERP y análisis inferenciales. Se recomienda ampliar el alcance del estudio a distintos sectores industriales y profundizar en la evaluación del impacto económico y logístico de los errores, para así avanzar hacia una gestión de inventarios más precisa, digitalizada y resiliente.

6. Referencias

- Bisquerra, R. (2009). Metodología de la investigación educativa. La Muralla.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2022). Supply chain management: Strategy, planning, and operation (8th ed.). Pearson.
- Christopher, M. (2016). Logistics & Supply Chain Management (5th ed.). Pearson Education.
- Colás, P., & Buendía, L. (1992). Investigación educativa. Alfar.
- Coyle, J. J., Langley, C. J., Novack, R. A., & Gibson, B. (2020). Supply chain management: A logistics perspective (11th ed.). Cengage Learning.
- Creswell, J. W. (2013). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage.
- Deloitte. (2023). Digital transformation in inventory management: SAP adoption challenges and benefits. <https://www2.deloitte.com/insights>
- EOXS. (2024). Minimizing human error: Strategies for enhancing accuracy in warehouse management. https://eoxs.com/new_blog/minimizing-human-error-strategies-for-enhancing-accuracy-in-warehouse-management/
- FasterCapital. (s.f.). Recuentos de inventario físico: contar con la precisión: el papel del inventario físico en la reducción de las pérdidas. <https://fastercapital.com/es/contenido/Recuentos-de-inventario-fisico--contar-con-la-precision--el-papel-del-inventario-fisico-en-la-reduccion-de-las-perdidas.html>
- García, D., Fernández, E., & Ruiz, M. (2022). Errores humanos en la gestión de inventarios: Un análisis cuantitativo en la industria 4.0. *Journal of Supply Chain Optimization*, 18(3), 112–130. <https://doi.org/10.1016/j.jSCO.2022.04.005>
- García, D., Martínez, R., & López, M. (2021). Tecnologías emergentes en la gestión de inventarios: RFID y Big Data. *Revista de Logística Industrial*, 15(2), 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.rli.2021.04.005>
- Harris, L., Thompson, R., & Clark, P. (2020). The cost of manual inventory errors in mid-sized manufacturing firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(5), 689–710. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2019-0654>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Islam, S. S., Pulungan, A. H., & Rochim, A. (2019). Inventory management efficiency analysis: A case study of an SME company. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(2), 022040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/2/022040>
- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065). <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Karim, N. A., Nawawi, A., & Salin, A. S. A. P. (2018). Inventory control weaknesses – A case study of lubricant manufacturing company. *Journal of Financial Crime*, 25(2), 436–449. <https://doi.org/10.1108/JFC-11-2016-0077>
- Kembro, J., & Näslund, D. (2014). Information sharing in supply chains, myth or reality? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 44(3), 179–200.
- Kumar, S., & Sharma, R. (2021). Human errors in warehouse management: A case study on manual vs. automated systems. *Logistics and Transportation Review*, 57(2), 45–63. <https://doi.org/10.1016/j.ltr.2021.100876>

- Kwak, J. K., & Gavirneni, S. (2015). Impact of information errors on supply chain performance. *Journal of the Operational Research Society*, 66(2), 288–298. <https://doi.org/10.1057/jors.2013.175>
- Montgomery, D. C. (2020). *Design and analysis of experiments* (10th ed.). Wiley.
- Nava, R. (2024). Hacer inventario manual y los efectos en tu personal. *Sizes and Colors*. <https://www.sizesandcolors.com/inventario-manual-y-los-efectos/>
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge University Press.
- Sahin, E., & Dallery, Y. (2009). Assessing the impact of inventory inaccuracies within a Newsvendor framework. *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1108–1118. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.03.042>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Senders, J. W., & Moray, N. (1991). *Human error: Cause, prediction, and reduction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- UNITS. (2024). Reducing human errors in warehouse management. <https://units.sa/reducing-human-errors-in-warehouse-management/>
- World Economic Forum. (2023). *The future of industrial supply chains: Sustainability and resilience*. <https://www.weforum.org/reports/sustainable-supply-chains>
- Zhao, B., & Tu, C. (2021). Research and development of inventory management and human resource management in ERP. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 3132062. <https://doi.org/10.1155/2021/31320>

Técnica y Tamaño de la Muestra: Principal Fuente de Confiabilidad de los Datos

Technique and Sample Size: Main Source of Data Reliability

Iván Guillermo González Palomo^{1*} & Azucena Minerva García León²

^{1y2} Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México.

* ivan.gonzalezpl@uanl.edu.mx

Abstract

The results and conclusions of a research study constitute key aspects of the structure of a scientific work, as they demonstrate the degree to which the objectives established at the beginning of the project have been achieved. The theoretical framework provides the conceptual foundation of the study by integrating empirical evidence and contributions from the specialized scientific literature. However, the methodological section also requires a detailed description of the experimental design, the procedures followed, as well as the sampling technique and sample size. The sampling technique determines the method used to select the study participants or experimental units, while the sample size must be statistically significant in order to ensure valid and reliable estimates of the population. Both elements are fundamental in social science research, as they directly influence the validity, reliability, and generalizability of the results. The objective of this study is to present a review of the literature on the most commonly used sampling techniques and sample sizes, as well as the procedures for validation testing, reliability estimation, and the construction of confidence intervals, with the aim of addressing researchers' methodological challenges in providing statistical and mathematical support for the selected sampling technique and sample size.

Keyword

Sampling technique, Sample size, Validity, Reliability, and Confidence interval.

Resumen

Los resultados y conclusiones de una investigación constituyen aspectos clave en la estructura de un trabajo científico, dado que evidencian el grado de cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del proyecto. El marco teórico proporciona el sustento conceptual del estudio al integrar evidencia empírica y aportes de la literatura científica especializada. Sin embargo, la sección metodológica también requiere una descripción detallada del diseño experimental, del procedimiento seguido, así como de la técnica de selección y el tamaño de la muestra. La técnica muestral determina el tipo de selección de los participantes de estudio o de las unidades experimentales, mientras que el tamaño de la muestra debe ser estadísticamente significativo para garantizar estimaciones válidas y confiables de la población. Ambos elementos son fundamentales en las investigaciones en ciencias sociales, dado que influyen directamente en la validez, confiabilidad y capacidad de generalización de los resultados. El objetivo de este trabajo es presentar una revisión de la literatura con respecto a las técnicas de muestreo y tamaños muestrales más utilizados, así como los procedimientos de las pruebas de validación, estimación de la confiabilidad y de intervalos de confianza; esto para resolver la problemática de los investigadores de darle soporte metodológico y matemático al tamaño y técnica de muestro aplicado.

Palabras clave

Técnica de muestreo, Tamaño muestral, Validez, Confiabilidad, Intervalo de confianza.

1. Introducción

Uno de los desafíos frecuentes en la investigación en ciencias sociales radica en la inclusión de componentes observacionales que requieren trabajo de campo. En esta etapa, un aspecto crítico en esta etapa es la definición de la muestra adecuada a la cual se aplicará el instrumento de recolección de datos diseñado, como un cuestionario. Dicho instrumento suele estructurarse en diferentes secciones que contienen reactivos que representan diversas variables, las cuales serán posteriormente sometidas a análisis estadísticos. Se espera que los resultados derivados de éstos análisis contribuyan de manera significativa al desarrollo del conocimiento científico. En ese sentido, la determinación adecuada del tamaño de la muestra y la aplicación rigurosa de una técnica de muestreo apropiada son fundamentales

para garantizar la validez de los estimadores poblacionales derivados de la muestra. Decisiones metodológicas incorrectas, ya sea en la estrategia de muestreo o en la selección de los sujetos de estudio, pueden introducir sesgos que comprometan la confiabilidad y la capacidad de generalización de resultados.

La técnica de selección define cómo se eligen los participantes o unidades experimentales, su relevancia radica en la representatividad, ya que garantiza que la muestra refleje de manera adecuada a la población de estudio; la reducción del sesgo, ya que un muestreo correcto (probabilístico) evita que las conclusiones estén influenciadas por decisiones subjetivas. También la técnica de selección aporta a la validez externa, debido a que entre más representativa sea la muestra, mayor será la capacidad de generalizar los hallazgos a toda la población.

El tamaño de la muestra se refiere al número de casos incluidos en el estudio. Su importancia se centra en la precisión estadística, porque un tamaño adecuado reduce el error muestral y mejora la confiabilidad de las estimaciones. Además, se aporta a la potencia del estudio, dado que una muestra demasiado pequeña puede no detectar efectos reales (error tipo II), mientras que una demasiado grande puede detectar diferencias irrelevantes. Elegir el tamaño óptimo evita desperdicio de tiempo, esfuerzo y presupuesto.

A continuación, se presenta una recopilación de literatura clásica, que profundizan en la relevancia del tema de la técnica y tamaño muestral:

- Cochran (1977), escribió una de las obras clásicas en estadística de muestreo; contiene capítulos dedicados tanto a los distintos tipos de muestreo (aleatorio simple, estratificado, por conglomerados, etc.) como a la estimación del tamaño de muestra.
- Desu & Raghavarao (1990), los autores se centran explícitamente en cómo determinar el tamaño adecuado de muestra para diferentes tipos de diseños y problemas (estimación, pruebas de hipótesis, entre otros).
- Henry (1990) aborda teoría y práctica del muestreo de encuestas, con casos prácticos, análisis complejo, variantes modernas de muestreo e incluye reflexiones sobre diseño y representatividad.
- Chaudhuri & Pal (2023) abordan tanto teoría como práctica del muestreo de encuestas, con casos prácticos, análisis complejo, variantes modernas de muestreo. Incluye reflexiones sobre diseño y representatividad.

Hernández Sampieri et al. (2014) mencionan que, en investigaciones cuantitativas, la encuesta es una de las herramientas principales para recolectar información, su elección depende de los objetivos, el diseño de investigación, el presupuesto y el tipo de población que se desea estudiar. La diferencia entre la encuesta cuantitativa con la encuesta cualitativa, es que ésta última utiliza análisis más descriptivos de manera textual o de entrevista; mientras que la cualitativa busca obtener un métrico que pueda ser utilizado para poder concluir alguna hipótesis o afirmación de la población, de acuerdo a Buckingham & Saunders (2004).

2. Metodología

Este estudio empleó una metodología de revisión narrativa de la literatura centrada en el análisis de referencias relacionadas con las técnicas de muestreo y la determinación del tamaño de muestra. La revisión narrativa se consideró adecuada dado que el objetivo fue describir, comparar y sintetizar conceptos, métodos y enfoques teóricos reportados en la literatura especializada. El proceso metodológico incluyó un análisis descriptivo de la literatura, la síntesis teórica y la comparación conceptual de enfoques metodológicos. Para el análisis de las fuentes seleccionadas se aplicaron técnicas cualitativas, entre las que se incluyeron el análisis de contenido, el análisis temático, el mapeo conceptual y el análisis comparativo, lo que permitió la identificación, clasificación e interpretación sistemática de patrones y tendencias metodológicas relevantes en los estudios revisados.

3. Variables

Kerlinger & Lee (2002) mencionan que una variable es un constructo o característica que puede tomar diferentes valores. Asimismo, Namakforoosh (2005) concluye que las variables son características o atributos que se miden en los sujetos de estudio y que pueden adoptar diferentes modalidades o valores. Además, una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse, de acuerdo a los trabajos de Hernández Sampieri et al. (2014). De acuerdo a la pregunta o afirmación realizada, la variable a considerar puede tener principalmente las siguientes escalas en los trabajos de investigación cuantitativa, esto de acuerdo a la literatura revisada de autores como Hernández Sampieri et al. (2014), Gravetter & Wallnau (2017) y Likert (1932); la información se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables en Investigación Cuantitativa en Ciencias Sociales.

Tipo	Naturaleza	Ejemplos de pregunta	Tipos de análisis
Dicotómica	Cualitativa nominal: sólo dos posibles valores	¿Trabaja actualmente? (Sí / No)	Porcentajes, tablas de frecuencia, Chi-cuadrada

Numérica	Cuantitativa: número que puede ser discreto o con decimal.	¿Cuántos trabajos tiene actualmente?, ¿Cuál es su ingreso mensual?	Media, desviación estándar, regresión, ANOVA
Likert	Cualitativa ordinal: a veces tratada como intervalo.	Califique su satisfacción: 1 a 5, donde 1 es insuficiente y 5 es excelente.	Medias de escala, análisis de confiabilidad (Alfa de Cronbach), análisis factorial

Casos con Variable Dicotómica

De acuerdo a Rositas Martínez (2014), si se tiene una población prácticamente infinita y se desea calcular el tamaño de la muestra para concluir acerca de proporciones (porcentajes) se deberá utilizar la ecuación [1].

$n = \frac{(Z_{\alpha})^2(p)(1 - p)}{e^2}$	[1]
--	-----

La variable p será la proporción previa de un estudio; por ejemplo, si en la validación del instrumento se encontró que 80% de las mujeres sufren de *burnout*, éste será el valor correspondiente a p utilizado como un estimador puntual. Aunque, si no se tiene el dato o se desea desprestigiar el de la muestra por algún sesgo o diseño experimental, el valor p recomendado deberá ser 0.5, lo que lleva a la cantidad máxima de encuestas posibles en vista de que tanto $p=0.5$ como $1-p=0.5$, en donde se considera balanceado el éxito y fracaso de la variable a medir. Por otra parte, e es el error máximo tolerable en la proporción. Si se tiene una idea de comprobación, por ejemplo, el demostrar que el 80% de las mujeres sufren *burnout*, ¿cuál es el porcentaje de error máximo que el investigador considera aceptable para la conclusión? Por ejemplo, si es 3%, la $e=0.03$. El valor de Z_{α} se obtendrá con la tabla de la distribución normal, la cual corresponde al nivel de confianza que se quiere mostrar en el cálculo de la muestra, por lo general si se desea el 95% de confianza de la, el $\alpha=0.05$ y por lo tanto $z=1.96$; mientras que para 99% de confianza $z=2.54$.

De acuerdo a González Palomo et al. (2023), en la Tabla 2, se muestran más valores para esta constante proveniente de la distribución normal; e representa el error del muestreo aceptable, error que el investigador acepta y tolera para que la muestra no sea significativa, habitualmente $0.05 < e < 0.10$.

Tabla 2. Valores de la constante Z_{α} según el nivel de confianza.

Z_{α}	1.645	1.96	2.24	2.576
Nivel de confianza	0.90	0.95	0.975	0.99

A continuación, se presenta la Figura 1 con el comparativo para valores de p . En ésta se demuestra que cuando $p=0.5$, al mantener el resto de las variables constantes ésta generará el mayor número de muestras requeridas. Se consideró $z=1.96$ (confianza del 95%) y $e=0.03$.



Figura 1. Número de encuestas modificando p , con N infinito.

Si se tiene el tamaño de la población (N), éste será tomado en cuenta, por lo que la expresión para el cálculo de la muestra deberá ser la ecuación [2]. Además, en la Figura 2, se presenta la expresión suponiendo una población $N=1,000$.

$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p (1 - p)}{e^2 (N) + Z_{\alpha}^2 p (1 - p)}$	[2]
---	-----

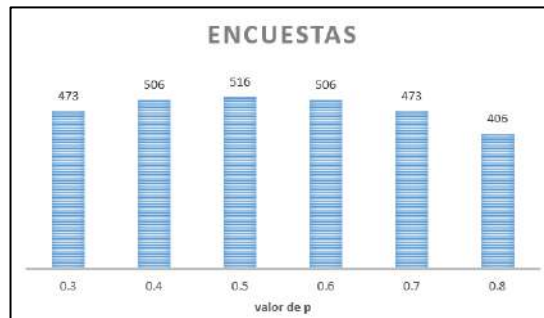


Figura 2. Número de encuestas modificando p, con valor de N=1000.

Casos con Variable Numérica

En el ámbito de la investigación, cuando se analiza una variable de tipo numérica, ésta puede clasificarse como discreta o continua, dependiendo de la naturaleza de los valores que puede asumir. Para obtener la mejor aproximación a la muestra representativa de la población se utilizan las siguientes expresiones, de igual manera separadas si se conoce o no la población. Aquí se incluye un nuevo término que habla de la desviación estándar de la muestral piloto o conocida. Esta dimensión representa la lejanía promedio que hay de un dato aleatorio con el promedio obtenido, es decir, la desviación estándar. En el caso anterior, de proporciones la $\sigma = pq = p(1-p)$. Enseguida se muestran las dos ecuaciones [3] y [4] apropiadas para el calcular el tamaño muestral dependiendo del conocimiento del tamaño de la población.

Se desconoce la población (población infinita)		Se conoce la población (población finita)	
$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \sigma^2}{e^2}$	[3]	$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N \sigma^2}{(N - 1)e^2 + Z_{\alpha}^2 \sigma^2}$	[4]

Casos con Variable Likert

La desviación estándar, como se comentó anteriormente, puede estimarse por algún estudio previo, mediante los resultados de la prueba piloto o a partir del rango total entre seis. Esto último aplica en caso de escala Likert, donde si se tienen valores de 1 a 5, donde el rango es 4 y la desviación $\sigma=4/6=0.66$. El seis proviene del supuesto de normalidad donde la regla empírica menciona que en 6 desviaciones estándar ($\bar{x} \pm 3s$) se encuentran todos los datos. Para escalas Likert largas (más de 10 reactivos), se recomienda tener 5 a 10 participantes por reactivo (regla de Nunnally & Bernstein, 1994) para tomarse de preferencia como muestra piloto. Por otro lado, Hernández Sampieri et al. (2014) sugieren utilizar fórmulas de muestreo y considerar el poder estadístico, por lo que recomienda muestras mayores a 30 sujetos por grupo para análisis comparativos.

4. Consideraciones Adicionales

Diversos autores concluyen sobre algunos de los elementos base que se deberán tomar en cuenta en todo momento al realizar su muestreo, dado que una muestra equivocada conlleva una mala conclusión acerca de lo que se piensa de la población.

- La población o universo se define según la unidad de análisis: personas, organizaciones, productos, etc.
- La muestra es un subconjunto de la población, que debe reflejar sus principales características para que los resultados puedan generalizarse.
- Para el nivel de confianza, suelen tomarse valores de 95% y 99%; cuanto más alto sea este nivel, mayor deberá ser la muestra.
- El error máximo tolerable o margen de error, será la desviación del verdadero valor poblacional que aceptará el investigador, considerando que un error menor requiere una muestra más grande.

De acuerdo al tipo de estudio a realizar, el tamaño muestral recomendado varía. Esto se basa en recomendaciones de varios autores reconocidos en metodología de investigación, psicometría y análisis estadístico. En la Tabla 3, se muestra qué autores respaldan qué consideración.

Tabla 3. Tipo de estudio y muestra recomendada.

Muestreo	Justificación
Uso de fórmula de muestreo para poblaciones grandes	Cochran (1977) explica y justifica el uso de la fórmula clásica de muestreo para poblaciones grandes y por qué aproximadamente 384 casos es suficiente con 95% de confianza y $\pm 5\%$ de error.

Al menos 30 sujetos por grupo para comparaciones	Hernández Sampieri et al. (2014) recomiendan al menos una muestra de 30 por grupo para análisis paramétricos comparativos (<i>t</i> -test, ANOVA). También apoyado por Roscoe (1975).
5–10 sujetos por reactivo de la escala (análisis factorial / Likert)	Nunnally & Bernstein (1994) proponen mínimo 5 participantes por reactivo, idealmente 10, para garantizar estabilidad de cargas factoriales.
Al menos 200 casos para modelos multivariados complejos	Hair et al. (2019) recomiendan entre 200 y 300 casos para análisis multivariados robustos.
Guía práctica de interpretación del tamaño de muestra	Comrey & Lee (1992) proponen la clasificación cualitativa del tamaño de muestra para análisis factorial, donde 50 es pobre y 300 es adecuada.
Tablas de Sudman para estudios regionales y nacionales	Sudman (1976) sugiere que muestras nacionales suelen rondar entre 1,500–2,500 casos, mientras que estudios regionales pueden trabajar con 400–600 casos, dependiendo del nivel de precisión deseado.

5. Técnicas de Muestreo

La técnica del muestro permite que los resultados sean representativos de la población de interés, lo que proporciona una mayor validez externa a los hallazgos. Además, esto ayuda a reducir sesgos de selección, ya que una muestra bien diseñada evita que ciertos grupos queden sub-representados, mejora la precisión estadística dado que una muestra adecuada reduce el error muestral, aumenta la confiabilidad de las estimaciones como medias, proporciones, correlaciones. Se debe tener en cuenta que seleccionar una muestra eficaz permite ahorrar tiempo y costos, evitando tener que estudiar toda la población y facilitando la generalización de resultados, lo que es esencial en estudios cuantitativos con objetivos de inferencia.

5.1 Técnicas Probabilísticas y No Probabilísticas

Una muestra probabilística significa que todos los posibles sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos, en contrario de la no probabilística, en la que por algún tema se preseleccionó, se otorgó prioridad o existe una característica a cumplir por el sujeto para que éste sea seleccionado. Cabe mencionar que el muestreo probabilístico algunos investigadores optan por no seleccionarlo, ya sea por su alto costo o porque el sujeto debe cumplir con ciertas características para ser considerado en la muestra. En la Tabla 4 se presenta un breve contraste de estas técnicas. Además, se presentan posteriormente algunas de las técnicas específicas, detallando cómo podrían aplicarse en una investigación orientada a evaluar la percepción de la calidad del servicio bancario en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

Tabla 4. Características del Muestreo Probabilístico y No Probabilístico.

Característica	Muestreo Probabilístico	Muestreo No Probabilístico
Definición	Cada unidad de la población tiene una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionada.	Las unidades se seleccionan sin usar un mecanismo de selección al azar, muchas veces basado en conveniencia, juicio, cuotas, etc.
Ventajas	Representatividad, permite estimar el error muestral, inferior riesgo de sesgo, generalización de los hallazgos.	Menor costo, rapidez, practicidad, más fácil de aplicar cuando el muestreo probabilístico no es viable.
Desventajas	Requiere marco muestral completo, puede ser costoso, más complejo de ejecutar y procesar los datos.	Falta de representatividad, mayor riesgo de sesgo, dificultad para generalizar, error muestral desconocido.

5.1.1 Probabilística: Aleatorio Simple (Simple Random Sampling)

Este tipo de muestro selecciona unidades al azar de la población, de modo que cada unidad tenga la misma probabilidad de ser elegida, para ello se puede utilizar un generador de números aleatorios o sorteos. Dentro de sus ventajas está el alto grado de representatividad cuando el muestreo es grande, es sencillo de entender y de explicar, además, permite estimaciones con confianza estadística y margen de error bien definidos (McCombes, 2023). Por otra parte, requiere un marco muestral completo, no siempre práctico si la población está muy dispersa geográficamente y puede ser costoso en términos de tiempo y recursos si la población es grande.

En el caso del estudio de calidad del servicio bancario, se tendría que obtener una base de datos de todos los clientes que tengan cuenta bancaria en el AMM. En dicho listado, los sujetos deben ser enumerados o codificados de alguna forma, posteriormente, seleccionados de manera aleatoria mediante un sorteo, con el fin de obtener la cantidad de muestra solicitada. Enseguida, se busca al cliente seleccionado para que complete la encuesta.

5.1.2 Probabilística: Sistemático (*Systematic Sampling*)

Se debe elegir una unidad inicial al azar i ($1 \leq i \leq N/n$) y enseguida seleccionar cada k -ésima unidad de la población ($k = N/n$), según un intervalo fijo; por ejemplo, cada décimo individuo de una lista. Una de las principales ventajas de este muestro es que es más simple que el aleatorio simple, especialmente si la población está listada, es menos costoso en términos de organizar la selección y puede ofrecer buen grado de representatividad si la lista no tiene sesgos. Por el contrario, si hay algún patrón en la lista (por ejemplo, orden por sección, por nivel socioeconómico etc.) puede introducir sesgos; asimismo, es menos flexible si el tamaño del marco o el orden de la lista no permiten un intervalo uniforme.

En el caso del estudio de calidad del servicio bancario, se inicia seleccionando aleatoriamente un individuo y, a partir de éste, se procede a identificar cada la k -ésimo participante conforme a un intervalo previamente definido. Por ejemplo, suponiendo que la población es de 10,000 clientes en el AMM y que el tamaño de muestra debe ser 250, entonces, se selecciona un cliente inicial al azar entre el número 1 y el 40 ($k=10,000/250=40$) y después se seleccionarán los clientes cada 40 personas en el listado.

5.1.3 Probabilística: Estratificado (*Stratified Sampling*)

Esta técnica divide la población en subgrupos homogéneos (estratos), tales como edad, género, nivel educativo, etc., y enseguida tomar muestras aleatorias (o sistemáticas) dentro de cada estrato. Esto permite aumentar la precisión de las estimaciones (menos error) si los estratos son internamente homogéneos y distintos entre ellos; asegura que cada subgrupo importante de la población esté representado y mejora la eficiencia si cierto estrato requiere más casos para análisis (Elfil & Negida, 2017). En cambio, existe mayor complejidad en el diseño, se requiere conocimiento previo de la población para estratificar adecuadamente, puede requerir tamaños de muestra mayores si hay muchos estratos pequeños y si los estratos están mal definidos o poco homogéneos, la ventaja puede perderse. Por otra parte, el tamaño muestral dentro de cada estrato, puede seleccionarse de manera proporcional o desproporcional en relación con el tamaño poblacional de dicho estrato, dependiendo de los objetivos del estudio y de la variabilidad esperada en cada subgrupo. La selección de los elementos de la muestra en cada estrato, se puede utilizar el muestreo aleatorio simple o sistemático.

En el caso supuesto de la calidad del servicio bancario, la población es de 10,000 clientes en el AMM, pero el investigador quiere mantener balanceado la distribución de clientes, debido a que se conoce que el 45% de los clientes son de tarjeta de crédito, 35% de débito y 20% de aplicación. Entonces, por estratificación deberá tener el tamaño y técnica de muestro que no dé prioridad a ninguno de este sector y que el tamaño se distribuya de manera igualitaria. Suponiendo que el tamaño muestral requerido total es de 250 clientes, entonces $250(0.45)=113$ clientes de tarjeta de crédito, $250(0.35)=88$ clientes de tarjeta de débito y $250(0.20)=50$ clientes de aplicación deberán ser encuestados. En este momento, se selecciona la técnica de aleatoria simple o sistemática para obtener los sujetos de la muestra.

5.1.4 Probabilística: Por Conglomerados (*Cluster Sampling*)

Esta técnica es a gran escala, dado que distribuye la población en grupos naturales (conglomerados), como escuelas, barrios, comunidades, etc., enseguida, selecciona aleatoriamente un cierto número de conglomerados, ya sea todos los elementos o una parte de ellos de forma aleatoria simple o sistemática. También, este tipo de muestreo puede realizarse siguiendo un procedimiento en múltiples etapas. Es económico y práctico cuando la población está muy dispersa geográficamente, menos costoso en transporte y logística si se visita conglomerados y útil en estudios grandes nacionales o regionales. Aunque la variabilidad entre conglomerados puede aumentar el error muestral (mayor error comparado con muestreo estratificado si los conglomerados no son homogéneos), requiere corrección en el cálculo del error estándar (efecto del diseño) y puede necesitar muestras mayores para compensar la homogeneidad dentro de conglomerados.

En el caso supuesto de calidad del servicio, se deberá dividir todos los clientes en sectores, tal vez por municipio o región, después de cada uno de ellos se deberá seguir un muestreo sistemático o aleatorio, aunque la muestra sigue siendo complicada de conseguir.

5.1.5 No Probabilística: Muestreo por Cuotas (*Quota Sampling*)

La población se divide en grupos o categorías (similares a estratos), pero la selección dentro de esos grupos se hace sin azar; se establecen cuotas a cumplir en cada categoría (*Publications*, ICI UMN). Es un muestreo no probabilístico, aunque permite controlar la representación de ciertos grupos importantes de la población, es más rápido y menos costoso que métodos probabilísticos y es útil cuando no se tiene un marco muestral completo. Deberá tenerse en cuenta que existe riesgo de sesgo, ya que quienes llenan la cuota pueden no ser representativos del grupo, es imposible calcular margen de error confiable asociado a la muestra y hay generalización limitada de los resultados.

En el caso supuesto de la calidad del servicio, el investigador tiene una "cuota" que es una característica que deberá conseguir. Por ejemplo, si se desea encuestar a clientes que hayan ido a la sucursal por alguna reclamación a la institución, la cuota a cumplir será que la muestra contenga solo clientes "reclamando". Entonces, el investigador seleccionará aquellos clientes que cumplan con esta característica únicamente.

5.1.6 No Probabilística: Muestreo Bola de Nieve (Snowball Sampling)

Se comienza con unos pocos sujetos, que cumplen los criterios y quienes recomiendan o refieren a otros participantes y así sucesivamente. Es muy utilizado cuando la población es difícil de localizar. Dentro de las **ventajas está que es útil** para poblaciones ocultas o difíciles de acceder (por ejemplo, grupos marginales, redes clandestinas), además, permite construir la muestra aun cuando no haya marco muestral. Aunque deberá tener en cuenta el alto riesgo de sesgo de red (los sujetos tienden a referir a otros como ellos), existe falta de representatividad, es difícil estimar el error y la confiabilidad estadística y presenta dependencia de los contactos iniciales, lo que puede limitar la diversidad de la muestra.

En el caso supuesto de la calidad del servicio bancario, el investigador encuesta a un cliente, pidiendo referenciarlo con otro para que éste sea el que continúe con otra encuesta y, así sucesivamente, hasta completar el tamaño muestral sugerido.

5.1.7 No Probabilística: Muestreo Intencional o de Conveniencia (Purposive / Convenience Sampling)

Se seleccionan los participantes según criterios de facilidad o pertinencia, porque están disponibles o cumplen algunas condiciones específicas de interés. Es la técnica de muestreo más común en las ciencias sociales. Se encuesta a quienes más cercanos estén, más fácil sea y que, sobre todo, cumplan con alguna característica que el investigador deseé. Dentro de las ventajas está que es muy económico, rápido de implementar, útil en fases exploratorias de investigación o cuando los recursos son limitados y funciona para obtener datos preliminares o generar hipótesis. Debe tomarse en cuenta su alta probabilidad de sesgo, muy baja representatividad, que es imposible generalizar los resultados a toda la población con confianza estadística y puede omitir grupos importantes que no estén disponibles o visibles.

En el caso del servicio bancario supuesto, el investigador acude a diversas instituciones y encuesta a los clientes que permiten aplicarles la encuesta hasta conseguir el tamaño muestral sugerido.

5.1.8 No Probabilística: Muestreo por juicio o discrecional (Judgmental / Purposive Sampling)

El investigador selecciona deliberadamente casos que considera representativos o clave para el estudio, basándose en su conocimiento, experiencia o criterio. Esta técnica de muestreo es muy cercana al muestreo intencional, permite focalizarse en casos con información rica o relevante, es útil cuando se busca profundidad, no necesariamente generalización y puede ser más eficiente cuando se tienen expertos, casos especiales o muestras pequeñas. Dentro de las **desventajas está la** subjetividad del investigador, dado que puede introducir sesgo, la representatividad es dudosa y de generalización limitada, difícil de estimar confiabilidad inferencial. Este muestreo se utiliza típicamente cuando el investigador busca una respuesta en específico, lo cual puede sesgar o dirigir el resultado, por lo que está muy lejos de representar los principios de una encuesta.

En el caso del estudio bancario, el investigador desea comprobar en su investigación que el servicio bancario es deficiente, de ahí que éste solo busca encuestar a clientes que cumplan con un perfil de salir enojados de la sucursal o que tengan malas opiniones de ésta. No significa que esta técnica busque cosas negativas, pero sí trata de encontrar la manera de comprobar lo que el investigador desea que se concluya.

6. Validez

La validez de un instrumento de investigación, como la encuesta, constituye un aspecto clave en la metodología, ya que garantiza que las mediciones realizadas correspondan efectivamente a los constructos que se pretende evaluar. Si un cuestionario no es válido, los resultados pueden ser engañosos, conducir a conclusiones equivocadas y toma de decisiones erróneas. La validez de una encuesta se refiere al grado en que sus preguntas representan de manera precisa la variable o el concepto teórico que se pretende estudiar. Sin una adecuada validez, la confiabilidad (entendida como la consistencia de los resultados) pierde relevancia metodológica, de acuerdo a Anastasi & Urbina (1997). Según Carmines & Zeller (1979), la validación del instrumento debe abordarse cumpliendo tres dimensiones fundamentales:

1. Validez de contenido, implica la revisión de expertos para asegurar que los reactivos representen adecuadamente el constructo teórico.
2. Validez de criterio, se evalúa mediante la comparación del instrumento con una medida externa (criterio) reconocida, para observar la correlación entre ambas.
3. Validez de constructo, se determina a través de métodos estadísticos, como análisis factorial, para confirmar que los reactivos se alineen con la dimensión teórica que se pretende medir.

Pedrosa et al. (2013) hacen una revisión literaria con algunos métodos de validación del instrumento de investigación. Algunos de ellos validan precisamente la coherencia, relevancia y claridad de cada reactivo, cómo éste ayuda a formar el constructor y a medirlo. Aquí también se realizan adecuaciones de la redacción, ortografía y sintaxis de los preguntas o afirmaciones. Estas revisiones de validación y construcción de reactivos se recomiendan realizar por un grupo de expertos, investigadores y profesionistas de campo.

Por ejemplo, si se está investigando sobre la percepción de la calidad del servicio bancario, una buena práctica es reunir al menos 3 expertos en el campo de investigación y al menos 3 expertos en el sector bancario. A continuación, se presentan técnicas de validación de contenido mediante juicios de expertos. Cada uno tiene un enfoque ligeramente diferente, pero su propósito común es garantizar que los reactivos de un instrumento de investigación (tal como, una encuesta tipo Likert) representen adecuadamente el constructo que se quiere medir.

Análisis Factorial – Tucker (1961)

Se utiliza para identificar la estructura subyacente de las variables y verificar si los reactivos se agrupan de manera coherente en los factores o dimensiones teóricas que el investigador planteó. Se realiza un análisis factorial exploratorio con el propósito de examinar las cargas factoriales asociadas a cada reactivo. Un reactivo se considera válido cuando presenta una carga significativa en el factor correspondiente, lo que indica que contribuye adecuadamente a la dimensión teórica que se pretende medir. Esta técnica es ampliamente utilizada para validar constructos en cuestionarios aplicados en ciencias sociales y psicometría. Para facilitar la reducción de dimensiones y mejorar la interpretación de los factores, se recomienda emplear el método de componentes principales en conjunto con la rotación VARIMAX.

Índice de Validez de Contenido (CVI) – Lawshe (1975)

El procedimiento consiste en solicitar a un panel de expertos que clasifiquen cada reactivo como “esencial”, “útil pero no esencial” o “no esencial”. Posteriormente, se aplica el índice de razón de contenido (CVR), la cual considera la proporción de jueces que calificaron el reactivo como esencial en relación con el total de evaluadores. Este valor se compara contra los valores críticos establecidos por Lawshe; aquellos reactivos que no alcanzan el umbral mínimo son susceptibles de ser eliminados o modificados.

Índice de Congruencia Reactivo-Objetivo – Rovinelli y Hambleton (1977)

Este procedimiento se centra en evaluar la congruencia de cada reactivo con el objetivo de aprendizaje o el constructo que se desea medir. Para ello, los jueces asignan una puntuación a de “+1” si consideran que el reactivo es congruente, “0” si no están seguros o “-1” si lo consideran no congruente. A partir de estas valoraciones, se calcula un coeficiente que oscila entre -1 a +1; en donde, los valores cercanos a +1 indican un alto nivel de congruencia entre el reactivo y el constructo evaluado.

Índice de Congruencia – Hambleton (1980)

Este enfoque amplía trabajos previos, enfocándose específicamente en la correspondencia entre los reactivos y las dimensiones del constructo. Los jueces deben indicar a qué dimensión o categoría pertenece cada reactivo y, posteriormente, se calcula la proporción de coincidencia entre sus clasificaciones y la asignación teórica propuesta. Este procedimiento permite evaluar la coherencia entre la estructura conceptual del instrumento y la percepción experta sobre la ubicación de cada reactivo.

V de Aiken – Aiken (1980)

Se utiliza para evaluar la relevancia o pertinencia de cada reactivo en una escala ordinal, comúnmente de 1 a 5. El cálculo del coeficiente considera la diferencia entre la puntuación asignada y la mínima posible, el número de jueces y el número de categorías de respuesta disponibles. El valor resultante, que oscila entre 0 y 1, refleja el grado de validez de contenido, siendo los valores cercanos a 1 indicativos de una alta pertinencia del reactivo evaluado.

Escalamiento Multidimensional y Análisis de Clúster – Sireci & Geisenger (1992)

El enfoque propuesto prioriza la utilización de técnicas estadísticas avanzadas, como el escalamiento multidimensional y el análisis de clúster, para representar gráficamente las relaciones entre los reactivos y agruparlos en clúster o conjuntos según su similitud. El objetivo principal es verificar si los reactivos se organizan en agrupamientos coherentes con la estructura teórica: por ejemplo, si los reactivos de “motivación” se agrupan de forma distinta a los reactivos de “satisfacción”. Esta metodología resulta especialmente útil cuando se tiene un gran número de reactivos y múltiples dimensiones teóricas.

Coefficiente de Validez de Contenido – Hernández-Nieto (2002)

Este coeficiente representa una actualización del índice de Aiken, incorporando además la evaluación de aspectos como la claridad, coherencia y relevancia de cada reactivo. Este ampliamente considerado como una opción óptima si se está cuando se trabaja con escalas tipo Likert, debido a su aplicabilidad y robustez. El coeficiente obtenido oscila entre 0 y 1, siendo valores ≥ 0.80 indicativos de una validez aceptable. Su uso se ha extendido en investigaciones recientes en Latinoamérica, gracias a su sencillez metodológica y amplia documentación.

7. Confiabilidad

La confiabilidad se refiere a la estabilidad y **consistencia interna** de un instrumento de medición; es decir, su capacidad para generar resultados similares cuando se aplica en condiciones equivalentes. Medir la confiabilidad es fundamental, dado que sin ella no se puede garantizar que los datos obtenidos reflejen con precisión el constructo que se pretende estudiar; en cambio, los resultados podrían estar distorsionados por errores de medición. La confiabilidad permite distinguir entre la variación real del fenómeno observado y el “ruido” o error inherente al instrumento. Cuanto mayor sea la confiabilidad del instrumento, mayor será la precisión de las estimaciones estadísticas, como medias, correlaciones, entre otras. Además, un instrumento confiable fortalece la interpretación de los resultados, aporta credibilidad al estudio y facilita tanto su replicación como la comparación con estudios similares. Cabe destacar que, sin confiabilidad, la validez entendida como la capacidad del instrumento para medir lo que realmente se propone, tampoco puede ser evaluada apropiadamente.

El coeficiente Alfa de Cronbach es una medida estadística utilizada para evaluar la consistencia interna de un conjunto de reactivos que se supone están diseñados para medir un mismo constructo teórico (Nunnally & Bernstein, 1994). Su cálculo se basa en el número de reactivos, la varianza individual de cada reactivo y la varianza total del puntaje compuesto. En términos generales, cuanto mayor sea la correlación entre los reactivos y mayor sea el número de reactivos, más elevado será el valor de alfa. Esta métrica resulta especialmente útil en instrumentos que emplean escalas tipo Likert u otros formatos con reactivos relacionados, donde se espera que todos reflejen una misma dimensión latente. En la Tabla 5 se presentan algunos criterios ampliamente aceptados y consideraciones relevantes para la interpretación del alfa de Cronbach, respaldados por autores como González & Pazmiño (2015), Oviedo & Campo-Arias (2005) y Frías-Navarro (2005).

Tabla 5. Interpretación del Alfa de Cronbach.

Rango de Alfa de Cronbach	Interpretación usual	Consideraciones
≥ 0.90	Excelente	Un valor muy alto de alfa, podría sugerir que existe redundancia de reactivos en la escala. Sin embargo, esto no garantiza necesariamente que la escala sea unidimensional, ni que los reactivos estén evaluando con precisión el constructo deseado (validez). Por ello, es recomendable complementar el análisis con técnicas como el análisis factorial, que permite explorar la estructura subyacente de la escala y aportar evidencia adicional de validez.
0.80 – 0.89	Bueno	Este nivel se considera generalmente aceptable o adecuado para investigaciones o estudios concluyentes que persiguen resultados definitivos.
0.70 – 0.79	Aceptable	Este nivel puede considerarse suficiente, especialmente en el desarrollo de nuevas escalas o en investigaciones de carácter exploratorio.
0.60 – 0.69	Cuestionable / Mínimo aceptable	En investigaciones exploratorias, este nivel puede ser considerado aceptable; no obstante, es fundamental examinar si ciertos reactivos están afectando negativamente la consistencia interna del instrumento.
< 0.60	Bajo / Poco confiable	El instrumento requiere una revisión integral, que podría incluir la reformulación de reactivos, la eliminación de aquellos que presentan baja calidad psicométrica y, en caso contrario, la ampliación del número de reactivos para mejorar su consistencia y representatividad.

El Alfa de Cronbach es el indicador de consistencia interna más usado, pero no es el único. De hecho, hay críticas a su uso exclusivo porque puede sobreestimar o subestimar la confiabilidad dependiendo del número de reactivos y su dimensionalidad (véase Tabla 6). Si el cuestionario es unidimensional y con reactivos tipo Likert, el coeficiente Alfa de Cronbach suele ser suficiente. Si el instrumento es multidimensional o hay duda sobre la homogeneidad de los reactivos, se recomienda Omega de McDonald o consistencia compuesta. Para reactivos dicotómicos (sí/no, verdadero/falso, ...), usa KR-20 en lugar de alfa; esta información es sustentada por Campo-Arias & Oviedo (2008) y Dunn et al. (2014).

Tabla 6. Indicadores de consistencia alternos.

Indicador	Descripción	Ventajas	Limitaciones
Omega de McDonald (ω)	Basado en modelos de ecuaciones estructurales, estima la confiabilidad considerando cargas factoriales de cada reactivo del instrumento.	Más preciso que el alfa, no asume tau-equivalencia (igual carga factorial para todos los reactivos).	Requiere análisis factorial y <i>software</i> estadístico más avanzado (R, SPSS AMOS, Mplus).
Coficiente Guttman Lambda-2 (λ_2)	Alternativa clásica que puede dar una estimación más alta que alfa.	Más robusto que el alfa en ciertas condiciones.	Poco utilizado en investigación aplicada por complejidad de cálculo.
Coficiente de Spearman-Brown	Empleado para pruebas divididas en dos mitades (<i>split-half reliability</i>).	Útil cuando el cuestionario es largo y se requiere comprobar consistencia entre mitades.	No evalúa consistencia reactivo por reactivo.
Coficiente KR-20 y KR-21 (Kuder-Richardson)	Usado para reactivos dicotómicos (sí/no, correcto/incorrecto, ...). KR-20 es la versión más precisa.	Ideal para cuestionarios de conocimiento o reactivos dicotómicos.	Sólo válido para variables dicotómicas.
Índice de Consistencia Interna de Hoyt	Similar al análisis de varianza para medir consistencia entre reactivos.	Útil en contextos educativos y psicométricos.	Menos conocido y menos disponible en <i>software</i> comercial.
Consistencia Compuesta (<i>Composite Reliability</i> , CR)	Basada en análisis factorial confirmatorio, calcula la proporción de varianza verdadera frente a la varianza total.	Muy recomendada en modelos SEM (<i>Structural Equation Modeling</i>).	Requiere datos y <i>software</i> para análisis factorial confirmatorio.
Coficiente H de Hancock y Mueller	Estima la confiabilidad del constructo latente de forma más realista que alfa.	Recomendado en estudios de validación avanzada.	Poco implementado en investigación aplicada por desconocimiento.

Se dispone de métodos estadísticos que permiten calcular el intervalo de confianza del Alfa de Cronbach, lo cual resulta especialmente valioso, dado que proporciona no sólo una medida puntual de la confiabilidad, sino también un rango dentro del cual es probable que se ubique el valor verdadero de dicha confiabilidad en la población (Bonett, 2010; Charter, 1999). Una forma común de estimar los límites del intervalo de confianza para el coeficiente Alfa de Cronbrach son las expresiones [5] y [6]; donde α el nivel de significación, k el número de reactivos del instrumento y n el número de participantes; entonces, $v_1 = n-1$ y $v_2 = (n-1)(k-1)$ son los grados de libertad de la distribución F de Fisher en la cual se basa.

Límite inferior		Límite superior	
$IC_i = 1 - \frac{(1 - \alpha)F_{1-\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2}}{1}$	[5]	$IC_s = 1 - \frac{(1 - \alpha)}{F_{\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2}}$	[6]

Aunque la estimación exacta del intervalo de confianza del Alfa de Cronbach puede realizarse mediante la distribución F de Fisher, en la práctica, la mayoría de los paquetes estadísticos (como SPSS, R, Jamovi, Stata, entre otros) emplean métodos de aproximación o técnicas de re-muestreo como el *bootstrap*. Estos enfoques suelen ser más robusto, dado que no requieren asumir estrictamente la normalidad de los datos. El intervalo de confianza (IC) proporciona un rango dentro del cual es probable que se encuentre el verdadero valor de confiabilidad de la escala de la población. Por ejemplo, si el alfa estimada es 0.82 y el IC al 95% es [0.78, 0.86], se puede afirmar con un 95% de confianza que la consistencia interna de la escala en la población se encuentra dentro de ese rango. Un IC excesivamente amplio podría indicar que la muestra es insuficiente o una baja homogeneidad entre los reactivos en relación con el constructo que se pretende medir.

8. Conclusiones

En el desarrollo de investigaciones en ciencias sociales, la calidad metodológica depende en gran medida de la rigurosidad con la que se establecen y aplican los criterios de selección de la muestra, así como los mecanismos de validación de los instrumentos de medición. La elección de la técnica de muestreo es un componente crítico, dado que determina el grado de representatividad de los participantes o unidades de análisis y, en consecuencia, incide directamente en la posibilidad de generalizar los hallazgos a la población objetivo. Asimismo, el tamaño muestral debe ser suficiente para garantizar una adecuada potencia estadística y minimizar el error de estimación, permitiendo obtener resultados estadísticamente significativos y confiables.

Por otra parte, la validez del instrumento asegura que éste mida de manera efectiva el constructo teórico de interés propuesto, mientras que la confiabilidad garantiza la consistencia de las respuestas ante diferentes condiciones de aplicación. En este sentido, indicadores como el Alfa de Cronbach se consolidan como herramientas clave para evaluar la consistencia interna de escalas y cuestionarios. Su utilidad se potencia al complementarse con el intervalo de confianza, el cual proporciona un rango estimado en el que probablemente se encuentra el verdadero valor de la confiabilidad, incrementando la precisión y la transparencia en la interpretación de los resultados.

En síntesis, la articulación de una adecuada técnica de muestreo, el cálculo pertinente del tamaño de muestra y la comprobación sistemática de la validez y confiabilidad de los instrumentos, complementada con la interpretación de intervalos de confianza, constituye un eje fundamental para asegurar la solidez científica de una investigación. Estos elementos no sólo fortalecen la credibilidad del estudio, sino que también posibilitan que sus conclusiones aporten de manera significativa al avance del conocimiento en el ámbito de las ciencias sociales.

9. Referencias

- Aiken, L. R. (1980). Content validity and reliability of single items or questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 955–959.
- Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Psychological Testing* (7th ed.). Prentice Hall.
- Bonett, D. G. (2010). *Varying coefficient alpha reliability: A simple and practical alternative to Cronbach's alpha*. *Organizational Research Methods*, 13(2), 186–202. <https://doi.org/10.1177/1094428109356478>
- Buckingham, A., & Saunders, P. (2004). *The Survey Methods Workbook: From Design to Analysis*. Wiley.
- Campo-Arias, A., & Oviedo, H. C. (2008). Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. *Revista de Salud Pública*, 10(5), 831–839. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642008000500015>
- Carmines, E. G., & Zeller, R. A. (1979). *Reliability and validity assessment*. SAGE Publications.
- Charter, R. A. (1999). *Sample size requirements for precise estimates of reliability, generalizability, and validity coefficients*. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21(4), 559–566. <https://doi.org/10.1076/jcen.21.4.559.889>
- Chaudhuri, A., & Pal, S. (2023). *A comprehensive textbook on sample surveys*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-1418-8>
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed.). Wiley.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Desu, M. M., & Raghavarao, D. (1990). *Sample size methodology*. Academic Press.
- Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsden, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Elfil, M., & Negida, A. (2017). *Sampling Methods in Clinical Research; an Educational Review*. *Journal of Clinical and Translational Research*, PMC.
- Frías-Navarro, D. (2021). *Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia.
- González Alonso, J., & Pazmiño Santacruz, M. (2015). Cálculo e interpretación del alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62–77.
- González Palomo, I. G., Treviño Hernández, N. J., García León, A. M., & González Trejo, E. S. (2023). *Probabilidad y estadística* (1ª ed.). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2017). *Statistics for the Behavioral Sciences* (10th ed.). Cengage Learning.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.
- Hambleton, R. K. (1980). Test score validity and standard setting. In R. A. Berk (Ed.), *Criterion-referenced measurement: The state of the art* (pp. 80–123). Johns Hopkins University Press.
- Henry, G. T. (1990). *Practical sampling*. SAGE Publications.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Education.

- Hernández-Nieto, R. A. (2002). Contribuciones al análisis estadístico de la validez de contenido. Universidad de Los Andes.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Foundations of Behavioral Research* (4th ed.). Harcourt College Publishers.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575.
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- McCombes, S. (2023, 22 de junio). *Sampling methods | Types, Techniques & Examples*. Scribbr. Retrieved from <https://www.scribbr.com/methodology/sampling-methods/> (Scribbr)
- Namakforoosh, M. N. (2005). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Limusa.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Oviedo, H. C., & Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Acta Colombiana de Psicología*, 8(1), 103-118. SciELO Colombia.
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez y García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación [Content Validity Evidences: Theoretical Advances and Estimation Methods]. *Acción Psicológica*, 10(2), x-xx. <http://dx.doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>
- Publications, ICI UMN. (n.d.). Advantages and Disadvantages of Non-Probability Sampling. RTC/OM HCBS Measurement Education Modules. (publications.ici.umn.edu)
- Roscoe (1975): *Fundamental Research Statistics for the Behavioral Sciences* (2nd ed.).
- Rositas Martínez, J. (2014). Los tamaños de las muestras en encuestas de las ciencias sociales y su repercusión en la generación del conocimiento. *Innovaciones De Negocios*, 11(22), 235–268. <https://doi.org/10.29105/rinn11.22-4>
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2, 49–60.
- Sireci, S. G., & Geisinger, K. F. (1992). Using subject-matter experts to assess content validity. *Educational Assessment*, 1(3), 277–290.
- Sudman, S. (1976). *Applied sampling*. Academic Press.
- Tucker, L. R. (1961). A suggested alternative formulation of the method of paired comparisons. *Psychometrika*, 26, 173–199.

Campañas De Greenwashing En La Intención De Compra Frente Al Eco-Etiquetado Personas De Las Generaciones Millennials Y Centennials

Greenwashing Campaigns On The Attitude And Purchase Intention Towards Eco-Labeling Among Millennials And Centennials

Ruth Isela Martínez Valdez^{1*}, Elí Samuel González Trejo², María del Carmen Catache Mendoza³,
Dora Ivonne Martínez Valdez⁴

^{1,2,3,4} Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México.

* ruth.martinezvld@uanl.edu.mx

Resumen

En la actualidad, los consumidores han incrementado su conciencia ambiental, lo cual ha afectado la intención de adquisición de artículos ecológicos. Por consiguiente, las empresas están empleando técnicas y estrategias de marketing verde y etiquetado ecológico, a través de las cuales se comercializa la idea de productos sustentables. Sin embargo, en la realidad, no siempre se cumple con la imagen exterior del producto y se produce lo que se conoce como greenwashing (lavado de imagen). El objetivo de esta investigación es determinar si existe diferencia significativa entre las Generaciones Millennials y Centennials en la actitud de compra con respecto a la intención de compra y el eco-etiquetado de productos en campañas de greenwashing. El estudio es cuantitativo, explicativo y descriptivo, de corte transversal y no experimental. La muestra fue no probabilística a 383 hombres y mujeres de entre 22 y 42 años pertenecientes a las Generaciones Millennials y Centennials años del Área Metropolitana de Monterrey. Los resultados obtenidos muestran que no existe una diferencia significativa entre estas dos generaciones en la intención de compra y el etiquetado de los productos frente a campañas de greenwashing.

Palabras Clave

Greenwashing, actitud e intención de compra, eco-etiquetas, Millennials, Centennials.

Abstract

Currently, consumers have increased their environmental awareness, which has affected their intention to purchase ecological items. Consequently, companies are employing green marketing and eco-labelling techniques and strategies, through which the idea of sustainable products is marketed. However, in reality, the external image of the product is not always met and what is known as greenwashing occurs. The objective of this research is to determine if there is a significant difference between generations Y and Z with respect to purchase intention regarding labeling in greenwashing campaigns. The study is quantitative, explanatory and descriptive, cross-sectional and non-experimental. The sample was non-probabilistic to 383 men and women between 22-42 belonging to generations Y and Z years from the Monterrey Metropolitan Area. The results obtained show that there is no significant difference between these two generations in purchase intention and product labeling compared to greenwashing campaigns.

Palabras Clave

Greenwashing, attitude and purchase intention, ecolabels, Millennials, Centennials.

1. Introducción

Muchas empresas consideran el mercado de productos verdes o ecológicos como una oportunidad de crecimiento y han orientado sus esfuerzos a satisfacer las necesidades de consumidores que buscan artículos con un bajo impacto ambiental. Debido a que estos productos suelen tener un costo más elevado que los convencionales, resulta fundamental que las organizaciones encargadas de su comercialización

comunique de manera eficaz los beneficios asociados a su adquisición, de modo que los compradores comprendan el valor agregado que ofrecen (Álvarez et al., 2024).

Las organizaciones que adoptan prácticas sostenibles y demuestran un compromiso real con el cuidado del medioambiente obtienen una ventaja competitiva frente a aquellas que no lo hacen, con prácticas como empaques sustentables lo que impacta en la intención de compra del consumidor. Además, posicionarse como una marca ecológica puede generar nuevas oportunidades comerciales, como colaboraciones con otras empresas responsables o la participación en mercados verdes en crecimiento (Giantari y Sukaatmadja, 2021).

Además, las organizaciones buscan construir marcas con una imagen ecológica para obtener una ventaja competitiva en mercados más conscientes del medioambiente (Vega et al., 2018; De Freitas et al., 2020).

Sin embargo, aún existe una brecha entre lo que las empresas comunican y la manera en que los consumidores perciben estas prácticas. No siempre es claro si las personas confían en la autenticidad de las iniciativas verdes o si estas realmente influyen en sus decisiones de compra. Por ello, es necesario analizar qué elementos del marketing verde impactan de manera más directa en la actitud y en la intención de compra, y si estas estrategias responden a las expectativas ambientales de los consumidores actuales.

El objetivo de esta investigación es determinar si existe diferencia significativa entre las Generaciones Millennials y Centennials en la actitud de compra con respecto a la intención de compra y el eco-etiquetado de productos en campañas de greenwashing.

2.- Revisión de literatura

La actitud del consumidor se entiende como la disposición favorable o desfavorable hacia un producto, lo cual influye directamente en la intención de realizar o no una acción específica de compra (Estrada et al., 2020). En este sentido, la actitud del consumidor puede generar una predisposición positiva hacia la estrategia de compra, entendida como el resultado de la percepción que tiene el consumidor sobre los beneficios que una marca puede ofrecerle. De este modo, la estrategia de compra se encuentra estrechamente vinculada con las actitudes del consumidor (Malik et al., 2018; Giraldo y Otero, 2018). En consecuencia, existe una relación significativa entre la actitud y la intención de compra, ya que la primera funge como un predictor importante del interés por adquirir productos ecológicos o verdes (Sun et al., 2018).

2.1 Intención de compra

La intención de compra se refiere al grado en que los clientes están dispuestos e inclinados a adquirir un producto o servicio dentro de un periodo específico, generalmente en los siguientes seis o doce meses (Estrada et al., 2020).

En relación con la preocupación ecológica, diversos estudios señalan que esta se intensifica cuando la intención del consumidor se orienta hacia aspectos ambientales, lo que provoca inquietud y motiva cambios en su conducta de compra (Kilbourne y Pickett, 2008). De esta manera, cuando los consumidores identifican que un artículo es sustentable, tienden a preferir aquellos productos que generan un mayor impacto positivo en el cuidado del medioambiente, lo cual influye directamente en su intención de compra (Sun et al., 2021). Asimismo, Xi y Lee (2015) argumentan que los consumidores poseen cada vez más información ambiental acerca de los productos que les interesan y están dispuestos a pagar un precio superior por aquellos que sean ecológicos. Este comportamiento evidencia una actitud positiva hacia el cuidado ambiental y refuerza su intención de adquirir productos verdes.

2.2 Eco-Etiquetado sustentable

En relación con el ecoetiquetado, Estrada, Cantú, Torres y Barajas (2020) señalan que este constituye una certificación ecológica que identifica las características sostenibles de un producto. Las ecoetiquetas facilitan el proceso de búsqueda, al permitir que el consumidor determine de manera rápida si un artículo es sustentable, gracias a la información que presentan sobre los materiales utilizados en su fabricación, sin necesidad de realizar una indagación exhaustiva. De acuerdo con Rex y Baumann (2007), el ecoetiquetado influye significativamente en el consumidor al momento de adquirir productos sostenibles, pues a medida que se familiariza con estas certificaciones, genera emociones positivas vinculadas con el respeto hacia el entorno natural.

La norma ISO 14021 (2020) clasifica las ecoetiquetas en tres categorías. Las etiquetas tipo I y tipo III son certificadas por autoridades y organismos designados para ello, lo que garantiza su autenticidad y confiabilidad. En contraste, las etiquetas tipo II carecen de certificación externa y corresponden a declaraciones ambientales autodeclaradas por la empresa que fabrica o comercializa el producto. Su propósito es persuadir al consumidor acerca del desempeño ecológico del artículo, pero la falta de regulación incrementa el riesgo de prácticas de *greenwashing* en el etiquetado.

En ausencia de ecoetiquetas confiables, algunos consumidores se ven obligados a buscar información adicional sobre los productos. Este proceso puede llevarlos a perder interés si no obtienen los datos necesarios de manera inmediata, lo que podría derivar en la elección de productos que no son sostenibles. La búsqueda de información depende de factores individuales, como el nivel de conocimiento, la capacidad de acceso a datos y la habilidad para procesarlos. Además, las ecoetiquetas contribuyen a generar confianza, ya que certificar que un producto está adecuadamente clasificado como sustentable facilita la toma de decisiones informada (Estrada et al., 2020).

2.3 Greenwashing

En este contexto de creciente conciencia ambiental surge el término *greenwashing*, formado por la combinación de “green” (verde) y “washing” (lavado). Este concepto alude a las acciones mediante las cuales las organizaciones buscan limpiar o embellecer su imagen para aparentar ser ambientalmente responsables, aun cuando sus prácticas reales no corresponden con dicha narrativa. Este fenómeno puede confundir a los consumidores que desean adquirir productos ecológicos, ya que enfrentan mensajes contradictorios sobre el compromiso ambiental de las empresas.

Si bien algunos consumidores permanecen indiferentes ante estas prácticas engañosas y continúan adquiriendo los productos, también existen consumidores altamente comprometidos con el medioambiente cuya actitud e intención de compra se ven afectadas negativamente al descubrir que una empresa incurre en *greenwashing* (Baskentli et al., 2019; Lefevre y Nilsson, 2020). Esto evidencia que las prácticas de comunicación ambiental no auténticas pueden erosionar la confianza del consumidor y tener un impacto directo en su comportamiento de compra.

2.4 Millennials

De acuerdo con Howe y Strauss (2009), los Millennials son los adultos jóvenes nacidos entre 1982 y 2001. Este grupo generacional se caracteriza por su alto nivel de compromiso con el medioambiente y con la responsabilidad social. Los consumidores pertenecientes a esta cohorte están dispuestos a cambiar de marca siempre que identifiquen que una empresa está asociada a una causa social o ambientalmente responsable. Además, dos terceras partes de los Millennials utilizan las redes sociales como medio principal para informarse y establecer vínculos con acciones de responsabilidad social empresarial (RSE). Uno de sus rasgos distintivos es el deseo de transformar el mundo en un lugar más equitativo, buscando reducir desigualdades y mejorar el entorno con el fin de promover una vida segura, saludable y sustentable para la comunidad (Thompson, 2015). Este compromiso genera una afinidad especial hacia marcas que demuestran coherencia entre sus mensajes y sus prácticas ambientales y sociales.

2.5 Centennials

Según Contreras y Vargas (2021), los jóvenes Centennials —nacidos entre 1995 y 2010— representan la generación más comprometida con el bienestar del planeta y suelen influir en otros consumidores para que tomen decisiones de compra orientadas a la sostenibilidad. En concordancia con lo anterior, Bordonaba, Palacios y Pérez (2020) encontraron que quienes forman parte de esta generación prefieren realizar compras sostenibles antes que adquirir productos de marca. Además, se caracterizan por defender activamente prácticas de consumo responsable e influir de manera significativa en otros grupos etarios para que modifiquen su comportamiento de compra.

Un estudio realizado en Bogotá por Gutiérrez, Gassiot y Nebot (2020) concluyó que la publicidad ecofriendly incide positivamente en la intención de compra de consumidores pertenecientes a las generaciones Millennials y Centennials; sin embargo, este efecto no se observó en otros grupos de edad. Resultados similares se reportaron en Perú, donde un estudio efectuado entre consumidores de 22 a 42 años de empresas comercializadoras de productos orgánicos reveló que la ecoetiqueta es un elemento importante en la intención de compra. No obstante, en personas mayores de 50 años, este factor no tuvo relevancia

significativa (Monge, 2022).

Hallazgos semejantes fueron reportados por Urrutia (2022), quien encuestó a 1,000 personas entre 22 y 55 años y no identificó diferencias significativas entre Millennials y Centennials respecto a la intención de compra de productos con ecoetiquetas certificadas. Ambos grupos mostraron una influencia positiva hacia este tipo de productos; en contraste, para los consumidores pertenecientes a la Generación X, la ecoetiqueta no representa un elemento decisivo al momento de adquirir un producto.

En Nuevo León, una investigación aplicada a 108 jóvenes Centennials evidenció que para esta generación la presencia de ecoetiquetas certificadas constituye un factor determinante en su intención de compra y, además, contribuye a generar una actitud positiva hacia la marca (Estrada et al., 2020). De manera complementaria, Peñalosa y López (2016), en un estudio llevado a cabo en Bogotá con consumidores Millennials de productos alimenticios, obtuvieron resultados similares en cuanto a la influencia de las ecoetiquetas sobre la intención de compra.

En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de las variables.

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Instrumento	Operacionalización
Generación	Pregunta ¿Cuál es su edad?	Indicador de edad Millennials Centennials	Pregunta categórica generación
Intención de compra (ICC)	Describe hasta qué punto los clientes están dispuestos e inclinados a comprarte un producto o servicio en un determinado lapso, normalmente en los próximos 6 o 12 meses.	Encuesta tipo Likert Indicadores de Intención de compra ICC1, ICC2, ICC3, ICC4, ICC5, ICC6, ICC7, ICC8, ICC9, ICC10, ICC11, ICC12	Encuesta en la que a cada respuesta se le asigna un valor del 1 al 5. Donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.
Importancia del Eco etiquetado (EMA)	Es cuanto le importa al consumidor la certificación ecológica con la que se identifican las características sostenibles de un producto.	Encuesta tipo Likert Indicadores de importancia en el eco-etiquetado. ECO1, ECO2, ECO3.	Encuesta en la que a cada respuesta se le asigna un valor del 1 al 5. Dónde 1 es totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo.

Hipótesis

H1. Existe una diferencia significativa entre los pertenecientes a las generaciones millennials y centennials en la intención de compras ante las campañas de greenwashing.

H2. Existe una diferencia significativa entre los pertenecientes a las generaciones millennials y centennials con respecto a la importancia eco-etiquetado de los productos ante las campañas de greenwashing.

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó una encuesta a 383 personas pertenecientes a las generaciones Millennials y Centennials, quienes al momento de su participación tenían entre 22 y 40 años de edad. Con el propósito de comprobar la hipótesis planteada, se llevó a cabo un estudio con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, de tipo transversal, utilizando una muestra no probabilística, dado que la selección de los participantes se realizó de manera no aleatoria.

Se empleó un instrumento de medición adaptado de Bucio y Jiménez (2020), denominado *Impacto de las campañas de greenwashing en la actitud e intención de compra de productos ecológicos*. Dicho instrumento se compone de dos secciones: la primera incluye datos demográficos y la segunda integra los ítems correspondientes a las variables de estudio. Se utilizó una escala tipo Likert de cinco puntos, con valores que van de 1 (“totalmente en desacuerdo”) a 5 (“totalmente de acuerdo”).

Se llevó a cabo una prueba piloto con 80 participantes y se realizó un análisis de componentes principales con el fin de identificar los factores que explicaban la relación entre las variables. El instrumento, compuesto inicialmente por 15 ítems, no requirió la eliminación de ninguno tras el análisis: 12 ítems

correspondieron a la variable intención de compra y 3 a la actitud del consumidor. Posteriormente, se evaluó la fiabilidad del instrumento mediante el coeficiente Alfa de Cronbach utilizando el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 21. Los resultados obtenidos fueron: $\alpha = 0.971$ para la variable intención de compra y $\alpha = 0.853$ para la actitud del consumidor, valores que indican una alta consistencia interna.

La recopilación de los datos se realizó entre febrero y marzo de 2025 mediante una encuesta digital elaborada en Microsoft Forms, la cual fue distribuida a los participantes a través de un enlace electrónico. En total, se obtuvieron 383 respuestas válidas, cuales 197 correspondieron a personas identificadas como Millennials y 186 a integrantes de la generación Centennial, todos dentro del rango etario comprendido entre 22 y 40 años.

RESULTADOS

Se estimaron los valores de media, desviación estándar y los puntos mínimo y máximo (Tabla 2) para toda la población encuestada, considerando la percepción de los participantes en cada una de las variables evaluadas mediante una escala Likert de cinco puntos, donde 1 corresponde a “totalmente en desacuerdo” y 5 a “totalmente de acuerdo”. Los resultados muestran que la media para la variable *intención de compra* fue de 3.08, lo que indica una tendencia moderada hacia el acuerdo. En cuanto a la *importancia del ecoetiquetado*, se obtuvo una media de 2.77, lo cual sugiere una postura cercana a la indiferencia entre los encuestados, aunque la diferencia entre las dos generaciones estudiadas es mínima.

Al analizar las medias por generación, se encontró que la intención de compra en los Millennials fue de 3.14 y en los Centennials de 3.06. Estas cifras evidencian una diferencia marginal entre ambos grupos etarios. Respecto a la importancia del ecoetiquetado, la media fue de 2.85 para los Millennials y 2.70 para los Centennials, lo que indica que, aunque la diferencia no es estadísticamente relevante, las campañas de *greenwashing* parecen generar un impacto ligeramente mayor en los Millennials que en los Centennials.

Tabla 2. Descriptivos generación Y – Centennials

		N	Media	Desviación típica
Intención de Compra	1.00	197	3.1252	1.19237
	2.00	186	3.0403	1.13669
	Total	383	3.0840	1.16491
Importancia de la eco-etiqueta	1.00	197	2.8528	1.04723
	2.00	186	2.7007	.94759
	Total	383	2.7789	1.00168

Se analizaron los supuestos fundamentales del ANOVA —normalidad y homocedasticidad— con el fin de confirmar la validez de la prueba. Para comprobar la normalidad de los datos se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov, con un nivel de significancia $p > 0.05$, lo cual indicó que las distribuciones cumplen con el supuesto de normalidad. Asimismo, se utilizó la prueba de Levene para evaluar la homocedasticidad. Los resultados mostraron valores de $p = 0.466$ para la variable *intención de compra* y $p = 0.210$ para la variable *importancia del ecoetiquetado*, ambos superiores a 0.05, lo que evidencia que las varianzas son homogéneas. Todos los análisis se realizaron mediante el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 21.

Posteriormente, se llevó a cabo un ANOVA de un factor. En primer lugar, se obtuvo el promedio de los ítems correspondientes a cada variable para generar una sola puntuación compuesta (escala sumada) que permitiera ejecutar el análisis de varianza. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

En el caso de la variable *intención de compra* en relación con las campañas de *greenwashing*, se obtuvo un valor $p = 0.477$, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las generaciones Millennials y Centennials. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis H1. En cuanto a la variable *importancia del ecoetiquetado*, el valor obtenido fue $p = 0.138$, lo cual, de igual manera, muestra la ausencia de diferencias significativas entre ambas generaciones respecto al impacto de las campañas de *greenwashing*. En consecuencia, también se rechaza la hipótesis H2. En ambos casos, los criterios de decisión se basaron en un nivel de significancia

de $p < 0.05$.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intención de Compra	Inter-grupos	.689	1	.689	.507	.477
	Intra-grupos	517.692	381	1.359		
	Total	518.382	382			
Importancia del eco-etiquetado	Inter-grupos	2.213	1	2.213	2.212	.138
	Intra-grupos	381.071	381	1.000		
	Total	383.283	382			

Para explicar con mayor detalle los resultados obtenidos, en la Tabla 4 se presentan los descriptivos por ítem. En estos se observa que los reactivos relacionados con la *intención de compra* presentan valores medios superiores a los correspondientes al *ecoetiquetado*, con medias que oscilan entre 2.96 y 3.29. Dichos valores se encuentran próximos al punto 4 de la escala Likert, correspondiente a la categoría “de acuerdo”, lo que evidencia una tendencia favorable hacia la compra de productos ecológicos o sustentables.

Entre los ítems con mayor puntuación destacan:

- **ICC5:** “Comprar productos ecológicos/sustentables es una buena idea”, con una media de 3.29.
- **ICC3:** “Tengo una actitud favorable hacia la compra de productos en su versión ecológica/sustentable”, con una media de 3.21.
- **ICC1:** “Me gusta la idea de comprar productos ecológicos/sustentables”, con una media de 3.19.

Estos resultados sugieren que, en general, los encuestados muestran una actitud positiva hacia la adquisición de productos ecológicos. Asimismo, al comparar las respuestas entre las generaciones Millennials y Centennials, no se identificaron diferencias significativas en los niveles de acuerdo para estos ítems, lo que indica que ambas generaciones comparten percepciones similares respecto a la intención de compra de productos sustentables.

Tabla 4.- Descriptivos por ítems ambas generaciones

		N	Media	Desviación típica
ICC1.- A mí me gusta la idea de comprar productos ecológicos/sustentables	1.00	197	3.2335	1.44501
	2.00	186	3.1452	1.45022
	Total	383	3.1906	1.44632
ICC2.-Durante el próximo mes voy a considerar la compra de productos ecológicos/sustentables ya que son menos contaminantes	1.00	197	3.2386	1.43532
	2.00	186	3.0968	1.36016
	Total	383	3.1697	1.39930
ICC3.-Tengo una actitud favorable hacia la compra de productos en su versión ecológica/sustentable	1.00	197	3.2335	1.39104
	2.00	186	3.1935	1.41236
	Total	383	3.2141	1.39974
ICC4.-Durante el próximo mes, me propongo cambiar a una versión ecológica/sustentable del producto	1.00	197	3.0914	1.34080
	2.00	186	3.1290	1.33741
	Total	383	3.1097	1.33753
ICC5.-Comprar productos ecológicos/sustentables es buena idea	1.00	197	3.2893	1.49234
	2.00	186	3.3011	1.48713
	Total	383	3.2950	1.48787
ICC6.-Durante el próximo mes, voy a considerar el cambio a otras marcas por razones ecológicas o sustentables	1.00	197	3.1218	1.34975
	2.00	186	3.0430	1.26844
	Total	383	3.0836	1.30978
ICC7.-Entiendo las frases ambientales y símbolos en el empaque de productos sustentables	1.00	197	3.0863	1.44196
	2.00	186	3.0323	1.39460

	Total	383	3.0601	1.41756
ICC8.-Estoy muy bien informado sobre cuestiones ambientales	1.00	197	3.0406	1.30477
	2.00	186	2.8978	1.20148
	Total	383	2.9713	1.25607
ICC9.-Compro productos y empaques que sean amigables con el medioambiente	1.00	197	3.0914	1.35216
	2.00	186	3.0645	1.30120
	Total	383	3.0783	1.32599
ICC10.-Sé cómo seleccionar productos y empaques que reducen la cantidad de residuos que acaban en vertederos	1.00	197	3.0863	1.32390
	2.00	186	2.8387	1.25883
	Total	383	2.9661	1.29695
ICC11.-Sé más sobre el reciclaje que la persona promedio	1.00	197	3.0863	1.23208
	2.00	186	2.9247	1.13172
	Total	383	3.0078	1.18562

Respecto a la importancia del etiquetado se obtuvieron medias entre 2.61 y 2.88 muy cerca de la respuesta 3 que corresponde a ni en desacuerdo ni de acuerdo lo que indica una diferencia mínima con esta variable entre las dos generaciones (tabla 5).

Tabla 5. Descriptivos por ítems para ambas generaciones

		N	media	Desv. típica
ICC12.-La mayoría de las frases ambientales plasmadas en la publicidad son verdaderas	1.00	197	2.9036	1.23132
	2.00	186	2.8172	1.10474
	Total	383	2.8616	1.17083
ECO1.-La mayoría de las frases ambientales en las etiquetas de los empaques engañan al consumidor	1.00	197	2.8985	1.17796
	2.00	186	2.7581	1.12973
	Total	383	2.8303	1.15542
ECO2.-Considero que las frases ambientales son exageradas en los productos	1.00	197	2.7310	1.18825
	2.00	186	2.5000	1.09174
	Total	383	2.6188	1.14675
ECO3.-La mayoría de las frases ambientales plasmadas en las etiquetas no son necesariamente eco-amigables	1.00	197	2.9289	1.17587
	2.00	186	2.8441	1.14012
	Total	383	2.8877	1.15791

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue determinar si existe una diferencia significativa entre las generaciones Millennials y Centennials en la actitud de compra, específicamente en la intención de compra y en la importancia otorgada al ecoetiquetado de productos en el contexto de campañas de *greenwashing*. Los resultados muestran que no existe una diferencia significativa entre ambas generaciones en cuanto a la intención de compra. Del mismo modo, tampoco se encontró diferencia significativa respecto a la importancia atribuida al ecoetiquetado.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Gutiérrez et al. (2020) en un estudio realizado en Bogotá con empresas que utilizan publicidad ecofriendly, donde tampoco se observaron diferencias entre Millennials y Centennials en relación con la intención de compra y la valoración de las etiquetas ambientales. De forma similar, la investigación de Monge (2022) en el sector de productos orgánicos mostró resultados equivalentes respecto a estas dos variables en ambas generaciones. Asimismo, los estudios de Urrutia (2022), Estrada et al. (2020) y Peñaloza y López (2016), realizados en diferentes industrias, refuerzan que no existen diferencias significativas entre Millennials y Centennials en su actitud hacia el ecoetiquetado ni en su intención de compra. Cabe destacar que estas coincidencias también se reflejan en comparaciones con otros grupos de edad, lo que indica una tendencia consistente en diversos

contextos.

Los resultados de este estudio tienen implicaciones relevantes para el diseño de estrategias comerciales. Por un lado, resaltan la importancia del ecoetiquetado como elemento clave para generar confianza y evitar prácticas de *greenwashing*, las cuales pueden afectar negativamente la actitud del consumidor y, en consecuencia, su intención de compra si perciben engaño por parte de las empresas. Por otro lado, sugieren que las organizaciones deben considerar que Millennials y Centennials responden de manera similar ante estas variables, lo que facilita la creación de estrategias de comunicación y marketing dirigidas a ambos grupos de manera conjunta.

Se recomienda que investigaciones futuras incorporen nuevas variables derivadas de los hallazgos de este estudio, tales como el valor emocional asociado a los productos sostenibles o el posicionamiento de marcas verdes, ya que estos factores podrían influir positivamente en la intención de compra. Asimismo, sería pertinente aplicar el instrumento de medición en otras regiones y en grupos con características demográficas distintas —como diferentes rangos de edad, niveles de ingreso o niveles educativos— con el fin de realizar comparaciones más amplias y profundizar en la comprensión del comportamiento del consumidor en torno al consumo sostenible.

REFERENCIAS

- Álvarez, J., Terán, M., Barraga, J. (2024). Factores del marketing verde que impactan en la decisión de compra de productos verdes en los estudiantes universitarios de la zona norte de México. *Innovaciones*, 21(42), 92-118.
- Baskentli, S., Sen, S., Du, S., Bhattacharya, C. (2019). Consumer reactions to corporate social responsibility: The role of CSR domains. *Journal of Business Research*, 95(1), 502-513. <https://psycnet.apa.org/record/2018-61215-044>
- Bordonaba, V., Palacios, L., Pérez, R. (2020). Generational differences in valuing usefulness, privacy and security negative experiences for paying for cloud services. *Information Systems and e-Business Management*, 18 (1), 35-60. https://ideas.repec.org/a/spr/infsem/v18y2020i1d10.1007_s10257-020-00462-8.html
- Bucio-Gutierrez, Jiménez, K. Azuela, J. (2020). Intención de compra verde. *Investigación Administrativa*, 49(125), 2448-7678. <https://www.redalyc.org/journal/4560/456061607007/456061607007.pdf>
- Contreras, M. y Vargas, Jorge. (2021). Conceptualización y caracterización del comportamiento del consumidor. Una perspectiva analítica generacional. *ACADEMO*, 8(1), 15-28. <https://revistacientifica.uamericana.edu.py/index.php/academo/article/view/465>
- De-Freitasetto, S., Falcão, F., Bezerra, A., Da-Luz, G. (2020). Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 1-12. https://www.researchgate.net/publication/339184558_Concepts_and_forms_of_greenwashing_a_systematic_review
- Estrada, J., Cantú, J., Torres, F., Barajas, E. (2020). Factores que influyen en el consumidor para la adquisición de productos sustentables. *Interciencia*, 45(1), 36-41. https://www.redalyc.org/journal/339/33962240006/html/#redalyc_33962240006_ref10
- Felix, R., Braunsberger, K. (2016). I believe therefore I care: the relationship between religiosity, environmental attitudes, and green product purchase in Mexico. *International Market. Review*, 33(1), 137-155. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMR-07-2014-0216/full/html>
- Giantari IGAK, Sukaatmadja IPG (2021), "Efectos de la orientación ambiental, la estrategia de marketing verde y el capital social en la ventaja competitiva de los promotores inmobiliarios en Bali". *Gestión de propiedades*, vol. 39, n.º 2, págs. 193-209,
- Giraldo, W. y Otero, M. (2018). Efectos en la intención de compra a partir del valor de marca, la actitud hacia el dinero y el estilo parental. *Revista Espacios*, 39(26), 10-22. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n26/a18v39n26p10.pdf>
- Gutierrez, M. (2021) El Marketing, el Greenwashing y su influencia en el Brand Equity. Caso de estudio: Colombia. *ESSAY gráfica 2021*; 9(18), 137-145. <https://revistes.uab.cat/grafica/article/view/v9-n18-gutierrez>

- Gutierrez, O. Gassiot, A, Nebot, A. (2022). Comportamiento de compra y actitud ante el greenwashing. Estudio comparativo entre consumidores de territorios con diferente desarrollo económico. *Revista Universitaria Empresa*, 24(42), 2-14. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/10639>
- Hallam, M. Montlló, M. Rofas, S., Ciutat, G. (2011). El fenómeno del greenwashing y su impacto sobre los consumidores. Propuesta metodología para su evaluación. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 2011; 50 (1), 1-38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=495950246004>
- Howe, N., & Strauss, W. (2009). *Millennials rising: e next great generation*. Virginia, USA: Vintage Books. <https://www.jwtintelligence.com/>
- Internacional Organization for Standardization. (2020). Ecoetiquetas y declaraciones ambientales (Nom. 14021). <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14021:ed-2:v1:es>
- Lefevre, E., Nilsson, M. (2020). *The responsible consumer. Consumer consciousness from idea to delivery: an exploratory study of consumers' willingness to act socially responsible when purchasing fashion*. Kristianstad University. Tesis Doctoral 2020.
- Lim, T., Chye, F., Sulaiman, M., Suki, N., Lee, J. (2016). A structural modeling on food safety knowledge, attitude, and behaviour among Bum Bum Island community of Semporna, Sabah. *Food Control*, 60(3), 241-246. https://www.researchgate.net/publication/280920516_A_Structural_Modeling_on_Food_Safety_Knowledge_Attitude_and_Behaviour_Among_Bum_Bum_Island_community_of_Semporna_Sabah
- Malik, C., Singhal, N., Tiwari, S. (2018). Antecedents of consumer environmental attitude and intention to purchase green products: moderating role of perceived product necessity. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 20(5/6), 259-279. https://www.researchgate.net/publication/324507891_Antecedents_of_consumer_environmental_attitude_and_intention_to_purchase_green_products_moderating_role_of_perceived_product_necessity
- Monge, K. (2022). *Impacto del marketing verde en las actitudes y en la intención de comprar productos orgánicos del consumidor de Lima Metropolitana moderna*. Universidad Esan Perú. Tesis de Grado 2022.
- Norazah, M. (2013). Green products purchases: Structural relationships of consumers' perception of eco-label, eco-brand and environmental advertisement. *Journal of Sustainability Science and Management*, 8(1), 1-10. https://www.researchgate.net/publication/286162935_Green_products_purchases_Structural_relationships_of_consumers_perception_of_eco-label_eco-brand_and_environmental_advertisement
- Rex, E., Baumann, H. (2007). Beyond ecolabels: what green marketing can learn from conventional marketing. *Journal. Cleaner Production*, 15(6), 567-576. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965260600179X>
- Sun, Y., Wang, S., Gao, L., Li, J. (2018). Unearthing the effects of personality traits on consumer's attitude and intention to buy green products. *Natural Hazards*, 93(1), 299-314. https://ideas.repec.org/a/spr/nathaz/v93y2018i1d10.1007_s11069-018-3301-4.html
- Urrutia, L. (2022) Universidad del País Vasco. Tesis de Grado, 2022.
- Vega, M., Naspetti, S., y Zanolì, R. (2016) Principales motivaciones del consumidor de alimentos ecológicos en Italia el caso del aceite de oliva. *Agrociencia*, 54(3), 327-336. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1909>

Explorando las Habilidades de los Estudiantes en la Integración de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje de Ingeniería Industrial: Un Enfoque en Ingeniería Económica y Estadística.

Examining Student Proficiency in Applying Artificial Intelligence to Industrial Engineering Education: Emphasis on Economic and Statistical Methods.

Leonardo Gabriel Hernández Landa^{1*}, Elva Patricia Puente Aguilar¹, Argelia Vargas Moreno¹, Daniel Humberto Dávila Rodríguez¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo Leon, México.

* leonardo.hernandezln@uanl.edu.mx

Abstract

This study examines the ability of industrial engineering students to integrate artificial intelligence (AI) into their learning process, focusing on the units of Engineering Economics and Statistics. A survey was conducted among 100 students of Industrial Engineering Administration at the Universidad Autónoma de Nuevo León to gather data on their perception and use of AI, particularly the ChatGPT tool. The results revealed that, although there is initially a lack of knowledge on how to fully leverage AI tools, students exhibit a positive attitude towards their incorporation into learning. Moreover, they recognize the importance of acquiring skills in handling these tools to enhance their understanding and academic performance. This study underscores the need to continue exploring and developing strategies for the effective integration of AI in engineering education, aiming to prepare students for the challenges of an increasingly technological industry.

Keyword

artificial intelligence, ChatGPT, engineering learning, student perception

Resumen

En este estudio se analiza la capacidad de los estudiantes de ingeniería industrial para integrar la inteligencia Artificial (IA) en su proceso de aprendizaje, centrándose en las unidades de Ingeniería Económica y Estadística. Se llevó a cabo una encuesta entre 100 estudiantes de Ingeniería Industrial y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León para recabar datos sobre su percepción y uso de la IA, particularmente de la herramienta ChatGPT. Los resultados revelaron que, aunque existe un desconocimiento inicial sobre cómo aprovechar plenamente las herramientas de IA, los estudiantes muestran una actitud positiva hacia su incorporación en el aprendizaje. Además, reconocen la importancia de adquirir habilidades en el manejo de estas herramientas para mejorar su comprensión y desempeño académico. Este estudio destaca la necesidad de continuar explorando y desarrollando estrategias para la integración efectiva de la IA en la educación en ingeniería, con el objetivo de preparar a los estudiantes para los desafíos de una industria cada vez más tecnológica.

Palabras clave

inteligencia artificial, ChatGPT, aprendizaje en ingeniería, percepción estudiantil.

1. Introducción

La tecnología en la enseñanza universitaria es un tema de creciente interés, con un enfoque en las TIC y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sanchez (2007) destaca la introducción y uso de las nuevas tecnologías por parte del profesorado universitario, mientras que Tapia (2020) subraya la importancia de vincular las TIC a estructuras pedagógicas bien definidas. Trejo et al.(2019) reflexiona sobre la posibilidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la incorporación de TIC, y señala la divergencia

de opiniones entre docentes y estudiantes sobre la importancia de las TIC en el proceso educativo.

El uso de la tecnología en la educación universitaria se ha vuelto cada vez más frecuente, especialmente en la actual era COVID-19. Tecnologías emergentes como la realidad virtual, la realidad aumentada, los dispositivos móviles de aprendizaje y el internet de las cosas se están incorporando al aula, Asare et al.(2023), Ferreyra & Leliwa(2023). Se destaca a la educación tecnológica como espacio curricular de formación general que posibilita el desarrollo de ciertas potencialidades en las infancias y adolescencias bajo las condiciones actuales. Las tecnologías educativas ofrecen oportunidades para diseñar y entregar recursos de aprendizaje, y existe una creciente base bibliográfica sobre su eficacia para involucrar a los estudiantes. Estas tecnologías impactan la satisfacción, la motivación, el rendimiento y el sentido de conexión de los estudiantes, a través del compromiso conductual, emocional y cognitivo, Jha et al.(2022). La tecnología de realidad virtual, en particular, ha sido ampliamente utilizada y popularizada en la educación superior, creando experiencias de aprendizaje inmersivas y realistas, Jha et al.(2022). La tecnología también juega un papel crucial en la racionalización de las instalaciones educativas y la mejora de la calidad de la instrucción en las universidades inteligentes, Geng & Wu(2021). En general, la tecnología en la educación universitaria facilita una experiencia de aprendizaje más agradable y simplificada, con el potencial de mejorar el compromiso, la retención y la calidad de la instrucción.

Los métodos tradicionales de enseñanza ya no son suficientes para satisfacer las demandas de la enseñanza del inglés en la era moderna de tecnología avanzada, Yuan & Cui(2023). El uso de la tecnología en el aula, como la enseñanza en red y la integración de recursos tecnológicos, se ha vuelto esencial para una enseñanza y aprendizaje efectivos, Lv(2022); Zheng(2022). La enseñanza tradicional se basa en gran medida en los libros, mientras que la enseñanza con recursos tecnológicos implica la construcción de redes, la construcción de recursos y el uso de la tecnología de la información moderna para romper los límites del tiempo y el espacio, Santana-Mendes & Santos(2022).

1.1 Surgimiento de los asistentes de IA como ChatGPT y otros

La aparición de asistentes de IA como chatbots y modelos GPT ha revolucionado diversos dominios y tareas Bastola et al.(2023); Bull & Kharrufa(2023); Karako et al.(2023). Estos asistentes de IA utilizan arquitecturas avanzadas de aprendizaje profundo y grandes modelos de lenguaje (LLM) como ChatGPT para generar respuestas contextuales, coherentes y personalizadas. Su objetivo es optimizar la gestión de la conversación, mejorar la eficiencia de la comunicación y mejorar el desempeño del equipo en tareas colaborativas. El uso de estos asistentes de IA ha mostrado resultados prometedores en la mejora de la experiencia del usuario y la reducción del tiempo de redacción de la respuesta.

1.2 Aprendizaje Usando Inteligencia Artificial

El uso de inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje ha sido un tema de interés durante varias décadas. Tanto Øhrstrøm & Hasle(1989) como Singh & Mishra(2021) resaltan el potencial de la IA en la educación, con Singh discutiendo específicamente su papel en la personalización, enseñanza, calificación y retroalimentación. Hunt & Cooke(1996) introduce el concepto de un sistema inmune artificial (SIA) como un método de resolución de problemas, mientras que Lee & Liu(2000) enfatiza la importancia de aplicaciones adecuadas y herramientas de enseñanza en la mejora del aprendizaje. Estos estudios subrayan colectivamente el impacto significativo de la IA en el aprendizaje, desde la resolución de problemas hasta la educación personalizada.

1.3 ChatGPT como herramienta de aprendizaje

El ChatGPT ha demostrado ser una herramienta valiosa en la educación, particularmente en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios Calderón-Delgado et al.(2023). Su uso en la educación a distancia ha resaltado su potencial para fomentar el aprendizaje cooperativo Carbajal-Degante et al.(2023). Sin embargo, su implementación en las aulas de clase plantea desafíos, como el mal comportamiento de los modelos y la necesidad de estrategias para mitigar los riesgos, Sarrazola(2023). A pesar de estos desafíos, la inteligencia artificial, incluyendo el ChatGPT, ha revolucionado la educación al mejorar el aprendizaje y la interacción en el aula, Ruiz Miranda(2023).

El ChatGPT es una herramienta de gran valor que atiende las dudas y necesidades del usuario. El uso de la herramienta yace de preguntar o mandar un mensaje, llamado “Prompt” para comunicar lo que se le pida a la IA. La definición y estructura del prompt es de gran importancia, ya que, si no se especifica bien lo que se necesita, ChatGPT puede arrojar información que no nos interesa.

Según Morales-Chan(2023) “Explorando el potencial de ChatGPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza”, la calidad de los prompts es uno de los factores más importantes para lograr una conversación exitosa en ChatGPT. Los prompts bien definidos y precisos pueden ayudar a guiar la conversación de manera efectiva, asegurándose de que los temas de interés del usuario sean abordados. El manejo de los Prompts es de gran relevancia a la hora de consultar para conseguir la información solicitada.

En este sentido, la educación impulsada por IA ofrece un enfoque innovador y eficiente para el aprendizaje, permitiendo una enseñanza personalizada y adaptativa y acceso a recursos de aprendizaje en línea. Estas técnicas de AI son más eficientes que los métodos de aprendizaje tradicionales, ya que se enfocan en el desempeño individual del estudiante y permiten un aprendizaje más interactivo y atractivo.

2. Metodología

2.1. Diseño de la investigación

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo y correlacional, con un diseño no experimental y transversal. El objetivo central es evaluar la percepción de utilidad y la efectividad académica de herramientas de Inteligencia Artificial (ChatGPT) frente a métodos tradicionales (libros de texto) en estudiantes universitarios.

2.2. Participantes

La población de estudio se compuso de estudiantes de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando una muestra final de $n=100$ estudiantes que cursaban las unidades de aprendizaje de Ingeniería Económica y Estadística en los períodos agosto-diciembre 2023. Los criterios de inclusión consideraron a alumnos activos inscritos en los últimos semestres del programa educativo, excluyendo a aquellos que no completaron el instrumento en su totalidad.

2.3. Instrumento

El diseño del instrumento de recolección de datos consistió en un cuestionario estructurado *ad hoc* basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), conformado por tres secciones estratégicas para validar la efectividad de la inteligencia artificial frente a métodos tradicionales. La primera sección evaluó el perfil demográfico y la alfabetización digital de los participantes mediante una escala de autoeficacia tecnológica (1-5) en software como Excel, Minitab y Python; la segunda sección estableció un diagnóstico de la complejidad académica percibida en 11 temas clave de Ingeniería Económica y Estadística; y la tercera sección midió, a través de una escala Likert de 5 puntos obteniendo un valor de $\alpha = 0.96$, indicando una fiabilidad alta en la medición de cómo los estudiantes valoran la herramienta. Asimismo, la escala de 'Percepción de Dificultad Académica' mostró una consistencia interna robusta ($\alpha = 0.98$).

2.4 Selección de las Unidades de Aprendizaje

Se seleccionaron intencionalmente las unidades de aprendizaje de **Ingeniería Económica y Estadística** por representar ejes fundamentales en la formación cuantitativa del ingeniero industrial. La elección obedece a tres factores metodológicos:

1. **Alta carga lógico-matemática:** Permiten comparar objetivamente la precisión de las respuestas de la IA frente a resultados numéricos exactos de libros de texto.
2. **Relevancia curricular:** Son materias críticas para la toma de decisiones, donde el error por "alucinación" de la IA podría tener consecuencias profesionales significativas.
3. **Complejidad percibida:** Históricamente presentan índices de dificultad elevados, lo que las hace candidatas ideales para evaluar si la IA funciona como facilitador pedagógico.

Se analizaron una serie de problemas relevantes en libros de consulta relacionados con las unidades de aprendizaje analizadas: Ingeniería Económica Blank & Tarquin(2005); Sullivan et al.(2004) y Estadística Miller & Freund(2021); Walpole et al.(1999). Posteriormente, se realizó la consulta en ChatGPT OpenAI(2024) para obtener soluciones a estos problemas, con la expectativa de que las respuestas fueran coherentes con las soluciones proporcionadas en los libros de consulta.

Los temas de las unidades de aprendizaje que se buscaban analizar se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Contenido temático generalizado para las unidades de aprendizaje "Ingeniería Económica" y "Estadística"

Unidad de Aprendizaje: Ingeniería Económica	Unidad de Aprendizaje: Estadística
- Valor Presente	- Diseño de experimentos 1 factor
- Valor Futuro	- Diseño de experimentos 2 factores
- Pago Fijo	- Regresión lineal
- Gradiente Aritmético	- Regresión Múltiple
- Gradiente Geométrico	- ANOVA
- Interés Nominal	- Fraccionado 2k
- Interés Efectivo	- Fraccionado Bloques
- TMAR	- Taguchi
- VPN	- Pruebas Marginales
- TIE	

Se exploró cómo los estudiantes percibían la utilidad de ChatGPT en el contexto de su aprendizaje y estudio académico.

3. Análisis de resultados

Para el procesamiento de la información, se creó una base de datos con las respuestas de los 100 participantes, la cual fue depurada y analizada utilizando el software estadístico Python (con las librerías Pandas y Scipy). Previo a la ejecución de pruebas inferenciales, se verificó la distribución de los datos mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, lo que permitió determinar la idoneidad de las pruebas paramétricas empleadas. A continuación, se presentan los hallazgos organizados en tres dimensiones: perfil demográfico y tecnológico de la muestra, análisis comparativo de utilidad percibida (Libro vs. IA) y validación estadística de las preferencias mediante pruebas de hipótesis.

Como punto de partida, se caracterizó el **perfil sociodemográfico** de la muestra. La distribución de edades de los participantes se detalla en la **Figura 1**, mientras que su situación ocupacional actual se ilustra en la **Figura 2**.

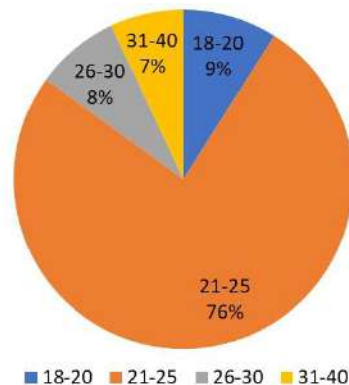


Figura 1. Edades de los estudiantes encuestados



Figura 2. Ocupación de los estudiantes encuestados.

Así mismo, se obtuvo la información del software que aprendieron a dominar durante la carrera para verificar que se tengan habilidades relacionadas con las TI (véase **Figura 3**)

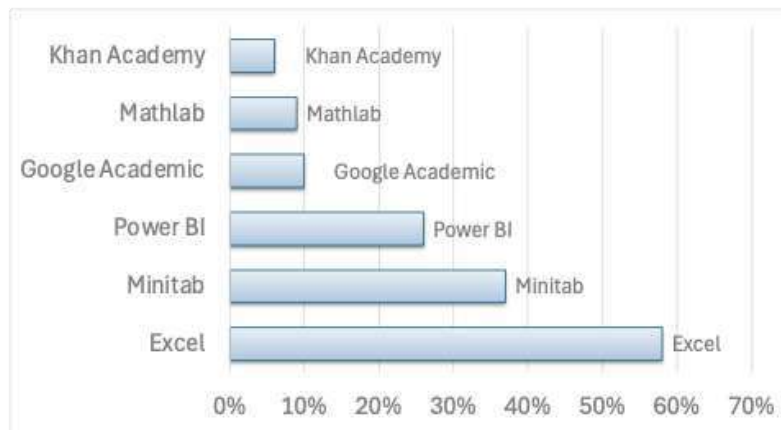


Figura 3. Software utilizado para el aprendizaje de unidades en Ingeniería Industrial.

Como parte del diagnóstico inicial, se evaluó la complejidad percibida de los temas curriculares mediante una escala Likert de 5 puntos (1: Muy Fácil, 5: Muy Difícil). El análisis descriptivo, presentado en la **Tabla 2**, permite jerarquizar los conceptos que representan las mayores barreras cognitivas para el estudiante. Los resultados muestran que los temas con mayor carga abstracta o procedimental, como los gradientes en Ingeniería Económica y el Análisis de Varianza en Estadística, encabezan la lista de dificultad.

Tabla 2 Ranking de dificultad media y desviación estándar por tema específico

Ranking	Unidad de Aprendizaje	Tema Específico	Dificultad (1-5)	Media	Desviación Std.
1	Ing. Económica	Gradiente Aritmético	4.05		0.76
2	Estadística	Análisis de Varianza (ANOVA)	4.03		0.89
3	Ing. Económica	TMAR y Valor Presente Neto (VPN)	3.95		0.93
4	Estadística	Diseño de Experimentos	3.85		1.03
5	Ing. Económica	Valor Presente / Valor Futuro	3.68		0.82

6	Estadística	Diseños Fraccionados	3.68	0.82
7	Ing. Económica	Interés Nominal vs. Efectivo	3.67	0.82
8	Estadística	Regresión Lineal	3.67	0.82
9	Ing. Económica	Gradiente Geométrico	3.58	0.94
10	Ing. Económica	Pago Fijo	3.57	0.95

Los datos revelan que la dificultad no se distribuye uniformemente. Específicamente, el "Gradiente Aritmético" y el "ANOVA" se identifican como los puntos críticos del aprendizaje. La alta desviación estándar en temas como "Diseño de Experimentos" (1.03) sugiere una heterogeneidad en la comprensión del grupo, lo cual justifica la necesidad de herramientas de apoyo personalizadas como la IA para nivelar el conocimiento.

Se indagó acerca del nivel de familiaridad de los alumnos con la herramienta ChatGPT (véase **Figura 4**). Dado que esta herramienta es relativamente reciente a la fecha de este estudio, se observó que aún hay margen para que los estudiantes dominen completamente esta herramienta de inteligencia artificial. Solo el 5% se considera experto en su uso, mientras que el 75% indicó tener un dominio limitado o moderado de la misma.

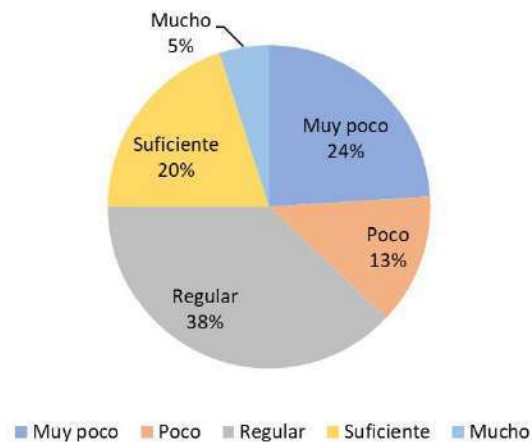


Figura 4. Conocimiento de alumnos sobre el uso de ChatGPT.

En promedio el 57% de los encuestados prefirieron la respuesta del ChatGPT y el 43% la del libro, por lo que se concluye con base en los datos que es más fácil entender y comprender la información brindada mediante un asistente virtual contra el procedimiento del libro.

Se preguntó a los estudiantes cual fue la respuesta más útil de cada unidad de aprendizaje, en la **Figura 5** se muestra claramente la preferencia de la IA en las respuestas que se les mostraron. Por otro lado, como se puede observar en la **Figura 6** en la unidad de aprendizaje de estadística la respuesta más útil indica una proporción similar de acuerdo con los estudiantes. De tal manera que en ingeniería económica existe una clara preferencia por la IA, pero en estadística las respuestas son iguales.

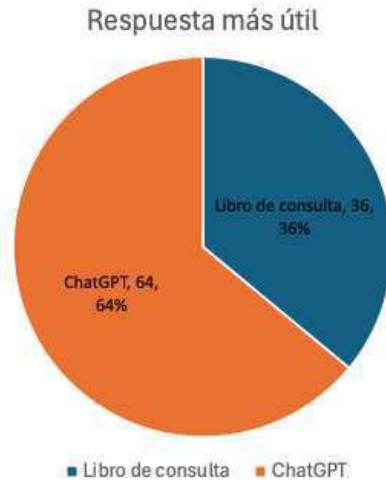


Figura 5. Consideración de respuesta más útil para el estudiante en Ingeniería Económica



Figura 6. Consideración de respuesta más útil para el estudiante en Estadística.

Para validar si la preferencia por la inteligencia artificial se fundamenta en variables objetivas de experiencia de usuario, se realizó una prueba *t de Student* para muestras independientes. La **Tabla 3** contrasta las puntuaciones medias otorgadas a cinco dimensiones del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) por dos grupos de estudiantes: aquellos que prefirieron el uso de ChatGPT y aquellos que mantuvieron su preferencia por el libro de texto.

Tabla 3 Comparación de dimensiones evaluadas: Grupo IA vs. Grupo Libro

Dimensión Evaluada	Media (Grupo IA)	Media (Grupo Libro)	Valor t	Significación (p)
Claridad de Explicación	4.26 ± 0.70	3.04 ± 0.20	8.41	< 0.001 **
Estructura Paso a Paso	4.26 ± 0.70	2.46 ± 0.59	11.41	< 0.001 **
Percepción de Mejora Académica	3.97 ± 0.63	2.29 ± 0.55	11.71	< 0.01 *

Complejidad del Lenguaje	2.62 ± 0.82	3.96 ± 0.20	-7.94	< 0.01 *
Confianza en la Fuente (Control)	2.51 ± 0.62	3.67 ± 0.64	-7.88	< 0.01 *

Se realizó una prueba **t de Student** para muestras independientes con el objetivo de validar si la preferencia por la herramienta inflúa en la percepción de utilidad. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($t(98) = 12.19$, $p < 0.001$) entre los grupos. Los estudiantes que indicaron preferir ChatGPT para un examen final reportaron una media de utilidad percibida significativamente mayor ($\{\bar{x}\} = 3.78$) en comparación con aquellos que prefirieron el libro de texto ($\bar{x} = 2.94$). Esto sugiere que la elección de la IA está fundamentada en una experiencia de usuario superior y no solo en la novedad tecnológica.

Adicionalmente, mediante una prueba de independencia **Chi-cuadrada de Pearson** (χ^2), se analizó la relación entre el nivel de dominio previo de ChatGPT y la preferencia de recurso de estudio. Los resultados ($\chi^2 = 41.66$, $p < 0.001$) confirman una fuerte dependencia entre las variables: mientras que el 60% de los usuarios con nivel 'Básico' prefirieron el libro de texto, el 98% de los usuarios con nivel 'Avanzado/Experto' seleccionaron a la IA como su herramienta principal. Esto valida la hipótesis de que la barrera de entrada no es la utilidad de la herramienta, sino la capacitación del estudiante.

Así mismo, se detectó una correlación positiva muy fuerte (Coeficiente de Spearman $\rho = 0.93$, $p < 0.001$) entre el nivel de habilidad declarado en el uso de ChatGPT y la puntuación de utilidad otorgada a la herramienta, indicando que a mayor dominio técnico, mayor es el aprovechamiento académico percibido.

Durante la entrevista, la mayoría de los estudiantes señalaron que todavía existe un desconocimiento generalizado sobre cómo aprovechar al máximo las herramientas de inteligencia artificial, como ChatGPT. Este desconocimiento se traduce en una falta de estrategias claras para integrar eficazmente dichas tecnologías en el proceso educativo, limitando así su potencial de impacto en el aprendizaje.

A pesar de este reto, los estudiantes manifestaron una actitud favorable hacia la incorporación de la inteligencia artificial en sus estudios. La visión positiva se basa en el reconocimiento de que estas herramientas pueden contribuir significativamente a la mejora de la comprensión y el rendimiento académico, siempre y cuando se desarrollen las competencias necesarias para su uso óptimo.

4. Conclusiones

Existe una discrepancia significativa en la preferencia de recursos de estudio según la naturaleza de la materia. Mientras que en Ingeniería Económica la preferencia por la IA fue moderada (57% 1), en Estadística la adopción fue contundente (74%). Esto sugiere que la IA es percibida como más efectiva en temas de alta abstracción matemática o procedimental.

La prueba t de Student confirmó que los estudiantes que utilizan ChatGPT perciben una utilidad significativamente mayor en comparación con aquellos que dependen exclusivamente de libros de texto. Esto indica que la herramienta no es solo un complemento, sino que supera al material tradicional en claridad y accesibilidad para el estudiante promedio.

La Barrera es la Competencia Tecnológica: El análisis de correlación de Spearman ($\rho = 0.93$) y la prueba Chi-cuadrada ($\chi^2 = 41.66$) revelaron que la percepción positiva de la IA es directamente proporcional al nivel de dominio de la herramienta. El 98% de los usuarios "Expertos" prefirieron la IA, mientras que el 60% de los usuarios "Básicos" se refugiaron en el libro de texto. Esto concluye que la resistencia a la adopción tecnológica no se debe a la ineficacia de la IA, sino a la falta de alfabetización digital ("Prompt Engineering") en los estudiantes.

Asimismo, los propios estudiantes identificaron la importancia de adquirir habilidades específicas en el manejo de herramientas como ChatGPT. Consideran que el dominio técnico y la capacitación en inteligencia artificial son elementos clave para enriquecer tanto el conocimiento individual como el desarrollo académico global, permitiendo una mayor autonomía y efectividad en la resolución de problemas y la asimilación de contenidos.

Referencias

- Asare, C., Cole, N., Yomboi, J., & Tijani, A. (2023). *Emerging Use of Technologies in Education* (pp. 82–97). <https://doi.org/10.2174/9789815124750123010009>
- Bastola, A., Wang, H., Hembree, J., Yadav, P., McNeese, N., & Razi, A. (2023). *LLM-based Smart Reply (LSR): Enhancing Collaborative Performance with ChatGPT-mediated Smart Reply System* (No. arXiv:2306.11980). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.11980>
- Blank, L. T., & Tarquin, A. (2005). *Engineering Economy*. McGraw Hill Professional.
- Bull, C., & Kharrufa, A. (2023). Generative AI Assistants in Software Development Education: A vision for integrating Generative AI into educational practice, not instinctively defending against it. *IEEE Software*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/MS.2023.3300574>
- Calderón-Delgado, E. I., Atencio-González, R. E., Dávila-Herrería, P. L., & Dávila-Herrería, J. C. (2023). Impact of virtuality on language teaching and learning. A pedagogical retrospective. *EPISTEME KOINONIA*, 6(11), 32–50. <https://doi.org/10.35381/e.k.v6i11.2301>
- Carbajal-Degante, E., Gutiérrez, M. H., & Sánchez-Mendiola, M. (2023). Hacia revisiones de la literatura más eficientes potenciadas por inteligencia artificial. *Investigación en Educación Médica*, 12(47), 111–119.
- Ferreira, Y. M., & Leliwa, S. (2023). Potencialidades en el aprendizaje de la Educación Tecnológica en las infancias y adolescencias. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 34, Article 34. <https://doi.org/10.24215/18509959.34.e6>
- Geng, J., & Wu, X. (2021). Application of Virtual Reality Technology in University Education. *2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, 472–475. <https://doi.org/10.1109/ICAIE53562.2021.00104>
- Hunt, J. E., & Cooke, D. E. (1996). Learning using an artificial immune system. *Journal of Network and Computer Applications*, 19(2), 189–212. <https://doi.org/10.1006/jnca.1996.0014>
- Jha, M., Jha, S., Thakur, S., & Xu, J. (2022). Student Engagement and Learning through Digital Educational Technology. *2022 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CSDE56538.2022.10089226>
- Karako, K., Song, P., Chen, Y., & Tang, W. (2023). New possibilities for medical support systems utilizing artificial intelligence (AI) and data platforms. *BioScience Trends*, 17(3), 186–189. <https://doi.org/10.5582/bst.2023.01138>
- Lee, R. S. T., & Liu, J. N. K. (2000). Teaching and Learning the AI Modeling. En L. C. Jain (Ed.), *Innovative Teaching and Learning: Knowledge-Based Paradigms* (pp. 31–86). Physica-Verlag HD. https://doi.org/10.1007/978-3-7908-1868-0_2
- Lv, H. (2022). Construction and Sharing of Network Education Resources Based on DM Technology. *Mobile Information Systems*, 2022, e1188942. <https://doi.org/10.1155/2022/1188942>
- Miller, I., & Freund, J. E. (2021). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Reverte.
- Morales-Chan, M. A. (2023). *Explorando el potencial de Chat GPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza*. <http://159.203.148.56:8080/xmlui/handle/123456789/1348>

- Øhrstrøm, P., & Hasle, P. (1989). *Learning with Artificial Intelligence*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Learning-with-Artificial-Intelligence-%C3%98hrstr%C3%B8m-Hasle/68721d559d841077f174556d557f3111703d9b62>
- OpenAI. (2024). *ChatGPT*. <https://chat.openai.com>
- Ruiz Miranda, E. (2023). La revolución de la inteligencia artificial en la educación: Una reseña de ChatGPT. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación (REIPE)*, 10(1), 156–160.
- Sánchez, A. M. (2007). *El uso de las nuevas tecnologías en el profesorado universitario*.
- Santana-Mendes, H. da S., & Santos, T. C. dos. (2022). Tecnologias integradas à sala de aula—Um olhar para futuro, estando no presente / Technologies integrated into the classroom—A look into the future, being in the present. *Brazilian Journal of Development*, 8(4), 29705–29714. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-454>
- Sarrazola, A. (2023). Uso de ChatGPT como herramienta en las aulas de clase. *Revista EIA*, 20(40), 4020 pp. 1-23. <https://doi.org/10.24050/reia.v20i40.1708>
- Singh, T., & Mishra, J. (2021). Learning With Artificial Intelligence Systems: Application, Challenges, and Opportunities. En *Impact of AI Technologies on Teaching, Learning, and Research in Higher Education* (pp. 236–253). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4763-2.ch015>
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Luxhoj, J. T. (2004). *Ingeniería económica de Degarmo, 12ED*. Pearson Educación.
- Tapia, S. I. T., Castillo, A. C. C., & Aguilar, K. S. M. (2020). Uso de la tecnología en las aulas universitarias, ¿una utopía en la era de la información? *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 4(14), Article 14. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v4i14.99>
- Trejo, C. A., Párraga, V. V., Cisneros, J. C., Triviño, C., Indacochea, S. S., Vera, R. S., & Zuma, L. C. (2019). *El uso de las TIC en el proceso de enseñanza- aprendizaje de los docentes en las Universidades del Ecuador*.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Pearson Educación.
- Yuan, H., & Cui, J. (2023). Reconstruction and teaching implementation of English teaching resources in smart classrooms. *International Conference on Computer Application and Information Security (ICCAIS 2022)*, 12609, 674–678. <https://doi.org/10.1117/12.2671675>
- Zheng, J. (2022). Teaching System Design of Art Design Major under the Background of Economic Management Mode Change. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2022, e6875752. <https://doi.org/10.1155/2022/6875752>

Elaboración de dulce de cáscara de Musa x Paradisiaca para aprovechamiento de residuos de snack de plátano, Talara 2025.

Development of a Musa × Paradisiaca peel-based sweet for the valorization of plantain snack processing waste, Talara 2025.

* Carlos Abraham Carranza Garcia¹, Cordero Canales Karim Junek²

^{1,2} Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Piura-Perú.

* cacarranzag@ucvvirtual.edu.pe, kacorderoc@ucvvirtual.edu.pe

Abstract

This research focused on using agro-industrial waste, especially the peel of Musa × paradisiaca, which is usually thrown away during banana snack production in Talara. The study supports SDG No. 12: Responsible Consumption and Production and aimed to make a sweet product from banana peel to reduce environmental impact and create a value-added alternative. The research was applied, with a quantitative approach and a pre-experimental design, using three samples with different amounts of peel. Methods such as direct observation, document review, and laboratory tests were used, along with production forms, sensory test sheets, and cost records to collect data. The non-parametric analysis showed that Sample M2 had the best sensory acceptance, with positive links between flavor, smell, color, and texture. The final product met the microbiological standard NTS No. 071-MINSA/DIGESA-V.01 and had a unit cost of S/1.48, showing its economic feasibility. In general, the study proved that using banana peel is a practical and sustainable option for creating new food products within the circular economy.

Keyword

Sustainable development, Resources development, Production.

Resumen

La investigación se enfocó en valorar los residuos agroindustriales, aprovechando la cáscara de Musa × paradisiaca, un subproducto que normalmente se desecha durante la elaboración de snacks de plátano en Talara. Este estudio aporta al ODS N.º 12: Producción y consumo responsables, y tuvo como objetivo elaborar un dulce a base de cáscara de plátano, reduciendo el impacto ambiental y generando un producto con valor agregado. La metodología fue aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, en la que se trabajó con tres formulaciones que variaron según la proporción de cáscara utilizada. Se aplicaron técnicas de observación directa, análisis documental y pruebas de laboratorio, utilizando formatos de producción, fichas sensoriales y registros de costos para la recolección de datos. Los resultados estadísticos no paramétricos evidenciaron que la Muestra M2 obtuvo la mejor aceptación mostrando relaciones positivas entre las características sensoriales. Además, el producto final cumplió con la norma microbiológica NTS N.º 071-MINSA/DIGESA-V.01, y alcanzó un costo unitario de S/1.48, demostrando su viabilidad económica. Finalmente, el estudio comprobó que el aprovechamiento de la cáscara de plátano es una alternativa viable y sostenible para desarrollar nuevos productos alimentarios dentro de la economía circular.

Palabras clave

Desarrollo Sostenible, Aprovechamiento de recursos, Producción.

1. Introducción

La agroindustria es parte del sector más relevante a nivel mundial, sin embargo, a lo largo de su cadena de producción, genera grandes cantidades de residuos teniendo efectos contraproducentes sobre el medio ambiente (Preciado et.al.,2022). Cada año globalmente se genera una cifra aproximada de 11 mil millones de toneladas de residuos desechados, por lo que, se estima que para 2050 esta cifra crecerá un 70% según el Banco Mundial (Romero, 2022). Esta problemática se acentúa en cultivos altamente consumidos como el plátano (Musa x paradisiaca), al ser parte importante en la alimentación para más de 400 millones de personas a nivel mundial (Yasin, Gangan y Panchal, 2025). En el panorama internacional los investigadores Yasin, Gangan y Panchal (2025) en su artículo que busca definir si

las cáscaras de plátano son un auténtico desperdicio o una maravillosa oportunidad, afirman que, a pesar de la elevada producción mundial de plátano, solo el 40% del total cosechado es realmente aprovechado, generando alrededor de 114 millones de toneladas de residuos anualmente, siendo la cáscara el principal sub-producto desechado. En la misma línea, Klein et al. (2024) enfatizan que el 30% del peso total del plátano corresponde a la cáscara, la cual usualmente termina en vertederos, sin ser valorizada, desaprovechando su contenido nutricional y potencial industrial. Este problema también se ve reflejado en entidades dedicadas a la fabricación de derivados del plátano, como chips o harinas de plátano, donde el uso se limita exclusivamente a la pulpa del fruto, desechando aproximadamente 36 millones de toneladas de cáscaras anualmente (Janawasmy, 2024).

A nivel nacional, la situación no es diferente. El Instituto Tecnológico de la Producción (2023) reporta que, del total de la planta del plátano, solo el 12% se destina a fines comerciales, mientras que el 88% se convierte en residuo, generando aproximadamente 19.9 millones de toneladas de desechos, destacándose principalmente la cáscara, por lo cual, el ITP impulsa el desarrollo de productos tanto innovadores como sostenibles aprovechando la cáscara de la *musa x paradisiaca*, bajo la misma línea, el Ministerio de Producción (2024), mediante su programa de “ProInnovate” promueve concursos sobre la innovación y desarrollo productivo en industrias y asociaciones con la finalidad de enfrentar el cambio climático, siendo dos proyectos relacionados a residuos de las agroindustrias los que han sido aprobados durante el año 2024.

En el ámbito regional, se resalta a Piura como una de las ciudades productoras de plátano del Perú. Según cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática, sólo en enero de 2024 se registró una producción de 33 mil toneladas, reflejando un incremento del 4.7% con respecto a enero de 2023. Este crecimiento coincide con un aumento en las exportaciones de snacks derivados del plátano, como el plátano frito o chifles, cuyas ventas alcanzaron los USD 23.9 millones entre enero y octubre de 2023, con un incremento del 34% en comparación al año 2022 (Agrodata, 2023). Este crecimiento, si bien es favorable para la economía local, también evidencia un aumento proporcional en desechos generados, especialmente en productoras que no cuentan con planes adecuados de gestión y valorización de desechos.

2. Revisión Literaria

Como fundamento referencial para la presente investigación se consideraron diversos artículos científicos como el de Segura et al. (2022) quienes elaboraron productos de panadería en los que sustituyeron por HCP (harina de cáscara de banano) la harina convencional de trigo en proporciones que variaron entre el 5 % y el 20 %. La muestra consistió en distintos productos elaborados con estos niveles de reemplazo, y el instrumento fue un test sensorial acompañado de un examen microbiológico. Los resultados demostraron que una sustitución del 10 % ofrecía una mejor aceptación sensorial, y un aporte nutricional de 4.18 g/100 g de fibra y 3.25 g/100 g de grasa, concluyendo que la harina de cáscara mejora el perfil nutricional sin afectar negativamente el sabor ni la textura. Este estudio aportó a la presente investigación porque respalda la viabilidad del uso de cáscara de plátano en alimentos dulces sin afectar la aceptabilidad del consumidor y mejorando su perfil nutricional.

Mohd, Azhar y Masaudin (2023) incorporaron harina de cáscara de plátano en alimentos cotidianos como waffles, hamburguesas y fideos, sustituyendo parcialmente la harina de trigo. Utilizaron una metodología experimental con niveles de sustitución del 5 %, 10 %, 15 % y 25 %, empleando una muestra de productos elaborados y aplicando instrumentos de medición de textura, color, humedad, pH y aceptabilidad sensorial. Se encontró que una inclusión del 10 % resultaba en productos con mayor contenido de fibra y textura aceptable, sin alterar negativamente el sabor. Este antecedente aportó al presente trabajo al evidenciar que la cáscara de plátano puede integrarse exitosamente en alimentos con gran procesamiento sin afectar negativamente la percepción sensorial por el consumidor.

Ahmed, El-Sharnouby y El-Waseif (2021) desarrollaron productos de pastelería enriquecidos con polvo de cáscara de plátano (BPP), la metodología incluyó la formulación de pasteles con 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de BPP y análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales; la muestra estuvo conformada por los pasteles preparados con distintas concentraciones de BPP, considerando como materias primas al azúcar, leche, mantequilla, entre otras; se utilizaron instrumentos de análisis proximal y pruebas sensoriales, logrando un aumento del contenido de antioxidantes y proteínas sin disminución de la aceptabilidad sensorial. Este estudio aportó a la investigación ya que demuestra que es posible formular postres con valor funcional a partir de cáscara de plátano, lo cual coincide con el propósito de transformar residuos de snack en un producto dulce.

Yusof, Gani y Sedik (2023) evaluaron la función de microorganismos presentes en extractos de cáscara de plátano, la metodología empleó análisis químicos como DPPH para antioxidantes y difusión de disco para la actividad antimicrobiana. La muestra consistió en extractos de pulpa y cáscara, los instrumentos incluyeron espectrofotometría para CPT y ensayos microbiológicos, descubriendo la efectividad de la cáscara para combatir bacterias como: *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Este antecedente aportó a la presente investigación al sugerir que el dulce elaborado con cáscara de plátano podría contar con propiedades conservantes naturales, lo cual contribuiría a una mayor vida útil sin la necesidad de aditivos artificiales.

Atthatham et al. (2024) trabajaron en el desarrollo de una mermelada de mora a la cual se le añadió polvo de cáscara de plátano. La muestra estuvo compuesta por formulaciones experimentales, evaluadas por un panel sensorial, el

instrumento consistió en una escala de 9 puntos y en un análisis fisicoquímico de grados Brix y humedad. Encontraron que, incluso con una inclusión del 1%, se mejoraron las propiedades nutricionales sin comprometer el sabor y textura final del producto. Este estudio aportó al presente trabajo al demostrar que la cáscara de plátano puede emplearse en preparaciones dulces sin afectar sus características sensoriales, lo cual fortalece la viabilidad.

Del mismo modo, se tomaron en cuenta investigaciones que hacen referencia al aprovechamiento de residuos como la de Aguiar, Arboleda y Uvidia (2021) quienes desarrollaron un estudio centrado en el aprovechamiento de residuos agroindustriales provenientes del procesamiento de snacks; a través de un análisis fisicoquímico de diversos subproductos, como cáscaras de plátano, yuca, habas y maní, se evaluaron parámetros como materia seca, fibra bruta, grasa, proteína, cenizas, carbohidratos solubles y energía total. Particularmente, la cáscara de plátano mostró un alto contenido de cenizas (8,82 %), lo que refleja su riqueza mineral. Este estudio aportó directamente a la investigación, ya que valida el potencial nutricional de la cáscara de musa x paradisiaca como un insumo funcional en la elaboración de nuevos productos alimenticios.

Finalmente, Santa, Reátegui y Morales (2022), en una investigación realizada en la región de Ucayali – Perú, analizaron el uso de residuos frutales regionales, incluyendo el plátano, para la elaboración de vinagre, la cual se estructuró en dos fases: En la primera se realizó una fermentación alcohólica con levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) controlando parámetros como pH, temperatura y densidad; y luego una fermentación acética con bacterias (*Acetobacter aceti*), midiendo alcohol residual y acidez. Se formularon tres combinaciones de frutas y se determinó la aceptación sensorial del producto. El tratamiento que combinó mayor cantidad de plátano y carambola fue el más exitoso en aroma, sabor y acidez. Este antecedente contribuyó a la propuesta, ya que evidencia cómo los sobrantes del plátano pueden ser transformados en productos de valor agregado y con buena aceptación sensorial reforzando el enfoque de valorización de recursos locales, lo cual es coherente con la justificación de la investigación.

Asimismo, para mayor entendimiento de las variables y dimensiones del estudio, se consideró el presente planteamiento conceptual:

La inadecuada gestión de residuos agroindustriales generados a partir de frutas y verduras es un problema mundial debido a su volumen y manejo inadecuado, pese a ello, estos desechos contienen compuestos de alto valor, como polisacáridos, polifenoles, proteínas, vitaminas, pigmentos y ácidos grasos, los cuales pueden ser aprovechados con diversas aplicaciones dentro de la industria alimentaria. (Zheng et al., 2025) generando impactos negativos como la contaminación del suelo, el aumento de la huella de carbono y altos costos de disposición (Alcántara, et al, 2022)

El aprovechamiento de residuos es dar valor a los residuos por su alto contenido nutricional, incorporándose en la elaboración de nuevos productos, subproductos o agregando valor a los existentes. (Delgado et al, 2023), permitiendo optimizar recursos, analizar y reducir costos de producción mediante la reutilización de residuos, transformando los desechos en insumos aprovechables, contribuyendo a una mayor competitividad en mercados influenciados por los costos y el impacto ambiental (Castro et al., 2024).

Un subproducto es una sustancia u objeto que se genera de manera secundaria durante un proceso de producción (Benvenuti et al., 2025)

La producción hace referencia al núcleo operativo responsable de diseñar y generar bienes o servicios mediante diversos procesos de transformación. Esta área juega un papel clave en satisfacer las necesidades del cliente y alcanzar las metas organizacionales, apoyándose en servicios de alto rendimiento, estrategias de mejora constante y un enfoque centrado en la calidad (Afanador,2023).

Los costos de producción comprenden el conjunto de recursos invertidos, como efectivo, materia prima, trabajo y actividades necesarias para obtener un servicio o bien, dividiéndose en tres componentes esenciales: Costos indirectos de fabricación (CIF), MOD (mano de obra directa) y materia prima directa (MPD). Una adecuada gestión de estos componentes permite determinar con precisión el valor final del producto y minimizar gastos innecesarios durante el proceso productivo (Casanova et.al., 2021)

La materia prima es el insumo básico que se usa en su forma natural. La mano de obra corresponde al trabajo físico o mental que realiza el personal para llevar a cabo la fabricación de un producto. Finalmente, los CIF comprenden gastos como mano de obra y materiales indirectos, servicios, depreciaciones, arrendamientos y otros que, aunque no se aplican directamente al producto, son esenciales para su fabricación (Buitrago, 2021).

Para el producto propuesto la materia prima consiste en azúcar, canela, limón y cáscara de plátano:

El azúcar es un compuesto de fructosa y glucosa (Villaescusa, 2025), es un disacárido de sabor dulce presente de forma natural en frutas, verduras y leche, aunque también puede obtenerse y concentrarse en productos procesados (Leyva, 2024).

La canela es una especia obtenida de las ramas del canelo, las cuales están compuestas por múltiples capas delgadas de tonalidad marrón clara que se quiebran fácilmente, se caracteriza principalmente por su dulce aroma y ligero sabor (Muñoz, 2021).

El limón es un fruto que destaca por su alto contenido de compuestos funcionales, especialmente flavonoides, los cuales actúan como antioxidantes capaces de prevenir enfermedades de origen oxidativo (Villamarín et al., 2022). Además, debido a su naturaleza ácida y a sus propiedades antimicrobianas, tiene gran eficacia en la preservación de alimentos, puesto que contribuye a frenar el desarrollo de bacterias, mohos y levaduras (Jiménez et al., 2024).

El plátano es la cuarta fruta más cultivada globalmente (Li et al., 2024). Particularmente, la cáscara de plátano, tradicionalmente desechada, es un insumo valioso para la elaboración de productos funcionales, gracias a su gran contenido en compuestos bioactivos y en fibra dietética (Bhavani et al., 2023). Contiene además flavonoles, ácidos hidroxicinámicos, flavan-3-oles y catecolaminas, los cuales potencian el valor nutricional y antioxidante de los alimentos, al tiempo que incrementan la fibra dietética y reducen la oxidación lipídica (Mohd et al., 2022).

La revalorización de la cáscara de *Musa × paradisiaca* se presenta como una estrategia sostenible puesto que está presente en diferentes sectores industriales, como la medicina, cosmética, textil, procesamiento de alimentos, combustibles y bebidas (Bhavani et al., 2023) contribuyendo a una economía circular bajo el aprovechamiento de residuos agroindustriales (Motta et al., 2023).

Un dulce es un alimento preparado con azúcar que tiene un sabor dulce, agradable y suave al paladar (RAE, 2024). El dulzor es una cualidad de las bebidas y de alimentos que tienen azúcares y edulcorantes en su composición (González y Reyes, 2023).

La calidad sensorial está determinada principalmente por sus características de olor, textura, color y sabor, las cuales son percibidas por el consumidor como indicadores clave de agrado (Malavassi et al., 2023).

La cocción, en el contexto de la producción, se refiere al proceso de calentamiento gradual y constante de una mezcla, utilizando una fuente de calor indirecta (vapor de calderas) para evaporar el agua contenida en la mezcla. Este calentamiento, acompañado de agitación continua, busca alcanzar la consistencia adecuada del producto, evitando quemaduras, formación de espuma excesiva y asegurando una textura y color uniformes en el producto final (Pinto et al., 2025).

La temperatura de cocción es el nivel de calor aplicado durante la cocción a fuego lento, la cual se eleva hasta alcanzar el punto de ebullición (alrededor de 100 °C) garantizando así una textura uniforme y óptima (Millán, Aldazaba y Degante, 2024).

El tiempo de cocción corresponde a la duración necesaria para que la mezcla alcance la consistencia deseada mediante la liberación de jugos, la concentración de sabores y la integración homogénea de todos los ingredientes. Este tiempo varía en función del volumen de materia prima, y se lleva a cabo bajo agitación constante hasta lograr la densidad apropiada de la formulación (Millán, Aldazaba y Degante, 2024).

El valor Brix (°Bx) es un parámetro fundamental que hace referencia a la cantidad de sacarosa presente en una solución de azúcar cruda. La concentración de sólidos disueltos en dicha solución se expresa en grados Brix, donde un grado Brix corresponde a un gramo de sacarosa disuelto en 100 gramos de solución (Elewa et al., 2022)

Para hacer seguro su consumo se debe medir la presencia de agentes microbianos: Microorganismos que se desarrollan en ambientes con alta concentración de azúcar o actividad de agua (aw) baja como en productos dulces (Malavassi et al., 2023).

Algunos fundamentos y teorías científicas relevantes relacionadas con el aprovechamiento y tratamiento de la cáscara de plátano son:

Aguiar, Enríquez y Uvidia (2022), teorizaron que la gestión adecuada de los residuos agroindustriales, como cáscaras, semillas y vástagos, es fundamental, ya que, estos residuos contienen compuestos como celulosa, lignina y aceites esenciales, que pueden ser aprovechados mediante tecnologías como pirolisis, gasificación y combustión, logrando equilibrar la protección ambiental y el desarrollo económico favoreciendo un gran cambio hacia la responsabilidad y sostenibilidad. La recuperación de residuos agroindustriales puede clasificarse en tres grandes tipos de tecnologías: 1. Valorización química y biológica, 2. Producción de combustibles y, 3. Aprovechamiento térmica. La primera se enfoca en transformar los residuos orgánicos en productos líquidos, sólidos o gaseosos. La segunda categoría permite generar combustibles a partir de desechos. Finalmente, la valorización térmica se enfoca en reducir la cantidad de residuos y en la recuperación de energía mediante técnicas como la incineración o la pirólisis (Aguiar, Uvidia y Arboleda, 2021). Ibarra y Márquez (2022), teorizaron que, del total de cosecha del plátano, aproximadamente el 95% del total corresponde a residuos vegetales, dado que únicamente el fruto es destinado al consumo y comercialización. Elementos como el raquis, el pseudotallo y, especialmente, las cáscaras del plátano suelen ser desechados en el mismo campo de cultivo, no obstante, esta práctica no contribuye significativamente a la mejora del suelo, sino que, por el contrario, favorece la aparición y proliferación de plagas, afectando negativamente a otras áreas de cultivo.

Gómez, Muñoz y Villota (2023), teorizaron que la inadecuada gestión de residuos agroindustriales aumenta la contaminación del suelo, agua y aire, pero su reutilización ofrece oportunidades para generar productos con valor agregado, donde la disminución de desechos y la optimización de recursos juegan un papel fundamental. Coincidiendo con Gómez, Sánchez y Matallana (2021), quienes teorizaron que los procesos de transformación física y biológica de biomasa se presentan como alternativas viables para aprovechar estos residuos, generando productos de valor agregado.

Mohd et al. (2022), teorizaron que la valorización de la cáscara de plátano como insumo funcional en la industria alimentaria es vital debido a su abundancia de compuestos bioactivos como compuestos fenólicos, especialmente los flavan-3-oles, flavonoles, catecolaminas y ácidos hidroxicinámicos, que le otorgan propiedades antioxidantes y beneficios nutricionales, siendo un hecho demostrado que la incorporación de la cáscara de plátano en alimentos procesados mejora significativamente su contenido nutricional, en particular al incrementar la fibra dietética, sin

embargo, se subraya la necesidad de establecer regulaciones claras y procedimientos para asegurar que sea seguro su consumo.

Ante ello, para asegurar la inocuidad y calidad alimentaria final, en Perú, la Norma Técnica de Salud N°071 - MINSA/DIGESA - V.01 formula los principios microbiológicos que requieren cumplir las bebidas y alimentos cuyo destino es el consumo humano, con el objetivo de garantizar su aptitud sanitaria. Concretamente en la categoría XV.2, se hace referencia a los alimentos preparados con tratamiento térmico y los parámetros microbiológicos que deben cumplir con límites específicos de agentes microbianos como: Coliformes (Mínimo 10, máximo 102), salmonella sp. (Mínimo ausencia/25g), *Staphylococcus aureus* (Mínimo 10, máximo 102), aerobios mesófilos (Mínimo 104, máximo 105) y *Escherichia coli* (Mínimo < 3g) (Ministerio de Salud, 2008).

En alimentos con baja aw (actividad de agua) entre 0,6 y 0,9 el crecimiento de microorganismos es limitado, lo cual permite que este prolongue su vida útil y sea adecuado para su elaboración artesanal sin necesidad de conservantes artificiales. Asimismo, un nivel equilibrado de sólidos solubles mejora la consistencia, pero un exceso puede provocar cristalización del azúcar (Malavassi et al, 2023).

3. Metodología

La investigación empleada en el presente estudio fue del tipo aplicada, debido a que se llevó a cabo la elaboración de dulce a partir de cáscara de plátano como forma de valorización de residuos de snack. El enfoque fue cuantitativo, ya que se realizaron análisis numéricos de las variables analizadas caracterizándose por tener al dato como núcleo esencial, considerando que solo aquello que puede ser medido es digno de credibilidad (Jiménez, 2021). El diseño fue experimental con sub-diseño preexperimental, ya que, se exploró el proceso óptimo para llevar a cabo la elaboración del dulce y se evaluó los parámetros para obtener resultados sobre la viabilidad del mismo, esto permitió ajustar de forma intencionada una o varias variables independientes para evaluar su impacto en variables dependientes (Ramos, 2021). El alcance fue correlacional. Según Vizcaíno, Cedeño y Maldonado (2023), tiene como objetivo determinar la asociación de dos o más variables, observándose tal y como ocurren en su entorno natural, sin intervenir ni modificarlas.

Para ello, es de vital consideración analizar a la variable independiente del estudio “Dulce a base de cáscara de plátano” Y, a la variable dependiente “Aprovechamiento de residuos de snack de plátano”.

Para el experimento se tomó en cuenta el desarrollo de 5 envases de dulce para cada una de las 3 muestra con diferentes cantidades de cáscara de plátano en su formulación, empleando un total de 1500 gr de cáscara de plátano (1.5 kg) para llevar a cabo su elaboración.

Tabla 1. Muestras

Muestra	Cáscaras de plátano por unidad de envase (Gramos)
M1	75
M2	100
M3	125

Asimismo, debemos tomar en cuenta a la población objetivo del presente estudio, la cual hace referencia al grupo total de fenómenos, personas o elementos que tienen en común una característica específica y que son motivo de análisis. A pesar de ello, debido a limitaciones prácticas o de costos, no es posible estudiar a toda la población, lo que lleva a trabajar con una muestra, entendida como una parte representativa de ella, por lo que, para garantizar resultados válidos y extrapolables, es fundamental una adecuada selección y correcta descripción de la muestra (Vizcaíno, Cedeño y Maldonado, 2023).

Tabla 2. Población, muestra y muestreo

Indicadores	Unidad de análisis	Población	Muestra	Muestreo
Gr. de cáscara de plátano	Cáscara de plátano	Cáscaras residuo de snack de plátano	M1: 375 gr M2: 500 gr	Por conveniencia

			M3: 625 gr	
Gr. de azúcar	Azúcar	Total de azúcar	M1: 275 gr M2: 275 gr M3: 275 gr	
Gr. de canela	Canela	Total de canela	M1: 20 gr M2: 20 gr M3: 20 gr	
Ml. de limón	Limón	Total de limón	M1: 10 ml M2: 10 ml M3: 10 ml	
Temperatura de cocción	Proceso de elaboración del dulce a base de cáscara de plátano	Proceso de elaboración del dulce a base de cáscara de plátano	Proceso de cocción del dulce a base de cáscara de plátano	
Tiempo de cocción				
% de aceptación de sabor	Dulce a base de cáscara de plátano	Envases de dulce de 150 gr	Envase de dulce de 50g	
% de aceptación de color				
% de aceptación de textura				
% de aceptación de olor				
Cantidad de agentes microbianos		Total de cantidad de dulce a base de cáscara de plátano	100 gr de dulce	
Costo de materias primas				
Costo de mano de obra				
Costos indirectos de fabricación				150 gr de dulce

Se tuvieron como criterios de inclusión para las cáscaras residuos de snack de plátano: Cáscaras de musa × paradisiaca utilizadas previamente en la elaboración de snacks (Cáscara de plátano verde) en Talara y, como criterios de exclusión: Cáscaras de plátano con signos visibles de deterioro como manchas negras, hongos y mal olor.

Del mismo modo, para recolectar la información pertinente para el estudio se emplearon instrumentos y técnicas de recolección de datos. Para Vizcaíno, Cedeño y Maldonado (2023), las técnicas son herramientas específicas aplicadas dentro de un método para recolectar, interpretar o analizar datos de forma más precisa. Por su parte, los instrumentos son los medios o herramientas concretas utilizadas para obtener información directamente de los participantes en un estudio.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Indicadores	Técnicas	Instrumentos	N° de anexo
Gr. cáscara de plátano	Observación	Reporte de producción	Anexo 2A
Gr. de azúcar			
Gr. de canela			
Ml. de limón			
Temperatura de cocción			
Tiempo de cocción			
% de aceptación de sabor	Análisis documental	Formato de evaluación de características organolépticas	Anexo 2B
% de aceptación de color			
% de aceptación de textura			
% de aceptación de olor			
Cantidad de agentes microbianos		Informe de laboratorio	Anexo #
Costo de materias primas		Formato de costos de producción	Anexo 2C
Costo de mano de obra			
Costos indirectos de fabricación			

4. Resultados

Para elaborar el dulce a base de cáscara de *Musa × paradisiaca*, las cáscaras provenientes del proceso de chifles fueron recolectadas inmediatamente después del pelado, recortadas y desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio por 2 minutos, seguido de enjuague con agua potable. Luego, se sometieron a una primera cocción de 25–35 minutos a 95 °C, se enfriaron durante 10–15 minutos y se colaron para eliminar sólidos. Las cáscaras ablandadas se licuaron junto con parte del agua de cocción y se filtraron finamente. La mezcla resultante se llevó a una segunda cocción con 275 g de azúcar y 20 g de canela durante 20–30 minutos bajo agitación moderada, hasta alcanzar una consistencia cremosa y 65–68 °Brix. Se incorporaron 10 g de jugo de limón para ajustar el pH a 3.5–4.0 y asegurar estabilidad microbiológica. El producto caliente se envasó entre 80–85 °C en recipientes plásticos grado alimenticio previamente sanitizados y se dejó enfriar en condiciones higiénicas. El dulce presentó textura cremosa, color marrón claro y una vida útil estimada de 4 meses bajo almacenamiento en ambiente fresco, seco y protegido de la luz.

Para abordar el segundo objetivo, correspondiente a la evaluación de los parámetros microbiológicos establecidos en la NTS N.º 071-MINSA/DIGESA-V.01 (categoría XV) para el dulce a base de cáscara de plátano, se efectuó previamente una evaluación organoléptica con el fin de identificar la muestra con mayor aceptación sensorial. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en dicha evaluación.

Tabla 4. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SABOR	0.804	30	0.000
COLOR	0.725	30	0.000
TEXTURA	0.844	30	0.000
OLOR	0.785	30	0.000

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 4) mostraron que las variables olor, textura, color y sabor no presentan distribución normal (Sig. = 0.000 < 0.05). En consecuencia, se optó por aplicar técnicas estadísticas no paramétricas.

Tabla 5. Correlación de Spearman

		SABOR	COLOR	TEXTURA	OLOR	
Rho de Spearman	SABOR	Coefficiente de correlación	1.000	0.125	,514**	,600**
		Sig. (bilateral)		0.512	0.004	0.000
		N	30	30	30	30
	COLOR	Coefficiente de correlación	0.125	1.000	,544**	0.314
		Sig. (bilateral)	0.512		0.002	0.091
		N	30	30	30	30
	TEXTURA	Coefficiente de correlación	,514**	,544**	1.000	,612**
		Sig. (bilateral)	0.004	0.002		0.000
		N	30	30	30	30
	OLOR	Coefficiente de correlación	,600**	0.314	,612**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	0.091	0.000	
		N	30	30	30	30

En la Tabla 5 se plasmaron los resultados del análisis de correlación de Spearman entre las variables sabor, color, textura y olor. Este análisis fue seleccionado debido a que los datos no siguieron una distribución normal, como se evidenció en la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 4). Los resultados mostraron correlaciones significativas entre las variables, en particular, “sabor” presentó una correlación positiva moderada con “textura” ($\rho = 0.514$, $p = 0.004$) y una correlación positiva alta con “olor” ($\rho = 0.600$, $p = 0.000$). Por otro lado, “color” se relacionó significativamente con “textura” ($\rho = 0.544$, $p = 0.002$). Finalmente, “textura” y “olor” también presentaron una correlación positiva alta y significativa ($\rho = 0.612$, $p = 0.000$). Estos resultados sugirieron la existencia de una asociación importante entre las características sensoriales evaluadas, lo cual mostró implicaciones relevantes para la percepción global del producto.

Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis

		MUESTRA	N	Rango promedio
SABOR	M1		10	12.70
	M2		10	22.60
	M3		10	11.20
	Total		30	
COLOR	M1		10	13.20
	M2		10	21.40
	M3		10	11.90
	Total		30	
TEXTURA	M1		10	17.45
	M2		10	22.50
	M3		10	6.55
	Total		30	

OLOR	M1	10	13.50
	M2	10	22.00
	M3	10	11.00
	Total	30	

La prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 6) evidenció diferencias significativas entre las tres muestras para todas las variables sensoriales evaluadas (olor, textura, color y sabor). En cada caso, la muestra M2 obtuvo los rangos promedio más altos, indicando la mayor aceptación sensorial, mientras que M3 presentó los valores más bajos. En conjunto, los resultados señalan que M2 es el tratamiento con mejor desempeño sensorial global.

Tabla 7. Estadísticos de prueba

	SABOR	COLOR	TEXTURA	OLOR
H de Kruskal-Wallis	11.642	8.288	19.540	10.150
gl	2	2	2	2
Sig. asin.	0.003	0.016	0.000	0.006

La prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 7) evidenció diferencias significativas entre las muestras para todas las variables sensoriales evaluadas (olor, textura, color y sabor), dado que todos los valores p fueron menores a 0.05. La muestra M2 obtuvo consistentemente los rangos promedio más altos, identificándose como la de mayor aceptación sensorial. Por ello, fue seleccionada para el análisis microbiológico según la NTS N.º 071-MINSA/DIGESA categoría XV.2, el cual confirmó su cumplimiento normativo y permitió aceptar la hipótesis alternativa.

Para el desarrollo del tercer objetivo, se determinaron los costos de elaboración del dulce teniendo como resultado que, para la elaboración de 30 envases de dulce a base de cáscara de plátano en presentación de 150gr cada uno, se incurre en un costo total de S/41.97 y un costo unitario de s/1.4, determinando de esta manera la aceptación de la hipótesis alternativa.

Discusión

El primer objetivo permitió definir un proceso productivo viable para la elaboración del dulce a base de cáscara de Musa × paradisiaca, confirmando que este residuo agroindustrial puede ser transformado en un producto de valor agregado. El proceso establecido —que incluyó recolección, limpieza, desinfección, doble cocción, licuado, colado, ajuste de pH y envasado en caliente— produjo un dulce estable, con 65–68 °Brix, pH entre 3.5 y 4.0 y una vida útil estimada de 4 meses. Estos resultados coinciden con la teoría de valorización de residuos planteada por Aguiar, Enríquez y Uvidia (2022), así como con estudios previos que demuestran el potencial de la cáscara de plátano como insumo funcional (Segura et al., 2022; Mohd, Azhar y Masaudin, 2023). Además, el ajuste sensorial mediante canela y limón, y el control de variables críticas como temperatura, tiempo y solubles totales, concuerda con fundamentos técnicos descritos por Jiménez et al. (2024), Millán et al. (2024) y Elewa et al. (2022). En conjunto, los hallazgos evidencian la factibilidad técnica y sensorial de revalorizar la cáscara de plátano mediante un proceso de transformación que promueve sostenibilidad y aprovechamiento de biomasa residual.

El segundo objetivo específico fue evaluar los parámetros microbiológicos de la NTS N°071 - Minsa/Digesa - V.01 categ. XV.2 en el dulce a base de cáscara de Musa × paradisiaca, previa selección de la muestra más aceptable sensorialmente. Este objetivo se relaciona con lo propuesto por investigaciones previas como las de Yusof, Gani y Sedik (2023) quienes demostraron la presencia de compuestos con actividad antimicrobiana en los extractos de cáscara de plátano, capaces de inhibir microorganismos como Escherichia coli y Staphylococcus aureus respaldando el potencial de la cáscara como ingrediente funcional que contribuye a la inocuidad y estabilidad del producto final. Los resultados de la presente investigación indicaron que la muestra M2 cumplió satisfactoriamente con los parámetros establecidos en la NTS N°071 - MINSA/DIGESA - V.01, categoría XV.2, arrojando valores dentro de los límites normativos de coliformes, Salmonella sp., Staphylococcus aureus, aerobios mesófilos y Escherichia coli. Este cumplimiento demuestra que el dulce elaborado es apto para el consumo humano y garantiza la seguridad alimentaria del producto, fundamentándose en la teoría de la inocuidad alimentaria de Malavassi et al. (2023), la cual indica que los productos con baja actividad de agua (aw) y alto contenido de sólidos solubles presentan un crecimiento microbiano limitado, condición que favorece una mayor vida útil sin necesidad de conservantes artificiales, manteniendo una aw entre 0,6 y 0,9 es clave para evitar el desarrollo de microorganismos en productos dulces. Lo observado confirmó que el tratamiento térmico aplicado durante la elaboración, junto con las propiedades bioactivas y antimicrobianas de la cáscara de plátano, favorecieron el cumplimiento microbiológico del producto, garantizando su inocuidad y demostrando que es posible elaborar un dulce funcional y seguro a partir del aprovechamiento de

residuos agroindustriales.

El tercer objetivo específico de la investigación fue determinar los costos generados en la producción del dulce a base de cáscara de *Musa × paradisiaca*. Aunque los antecedentes no detallan explícitamente los costos de producción, la investigación de Aguiar, Arboleda y Uvidia (2021) valida el potencial nutricional de la cáscara de plátano como insumo funcional, lo que indirectamente contribuye a la rentabilidad al transformar un residuo en un producto valioso. Los resultados de este estudio revelaron que, para la elaboración de 30 envases de dulce a base de cáscara de plátano, cada uno de 150g, se incurrió en un costo total de S/41.97, lo que arroja un costo unitario de S/1.4 por envase, fundamentándose en la teoría de Casanova et al. (2021), quienes sostienen que una adecuada gestión de estos componentes permite determinar con precisión el valor final del producto y minimizar gastos innecesarios durante el proceso productivo. Además, se apoya en la teoría de Castro et al. (2024) y Delgado et al. (2023), que postulan que el aprovechamiento de residuos, al optimizar recursos y reducir costos de producción, permite transformar desechos en insumos aprovechables, contribuyendo a una mayor competitividad y menor impacto ambiental. Los costos obtenidos son un claro reflejo de la aplicación exitosa de la teoría de la optimización de recursos mediante el aprovechamiento de residuos al utilizar la cáscara de plátano, que de otro modo sería un desecho, como materia prima principal, se reduce significativamente el costo de insumos.

El objetivo general —elaborar un dulce a base de cáscara de *Musa × paradisiaca* para aprovechar residuos de snack de plátano— se cumplió satisfactoriamente. La investigación confirmó la viabilidad técnica, sensorial y económica del producto, coherente con estudios previos (Segura et al., 2022; Mohd, Azhar y Masaudin, 2023; Aucancela et al., 2024) que destacan el potencial de la cáscara de plátano como ingrediente funcional. El proceso productivo permitió transformar el residuo en un dulce con alta aceptabilidad sensorial, especialmente en la muestra M2, y con un costo unitario competitivo (S/1.4). Estos resultados respaldan la teoría de valorización de residuos agroindustriales propuesta por Gómez, Muñoz y Villota (2023) y por Mohd et al. (2022), evidenciando que la cáscara de plátano puede convertirse en un producto con valor agregado. En conjunto, los hallazgos demuestran que la revalorización de este residuo permite generar un alimento funcional seguro, aceptado por los consumidores y económicamente viable.

5. Conclusiones

La presente investigación logró cumplir con el objetivo general de elaborar un dulce a base de cáscara de *Musa × paradisiaca* como alternativa de aprovechamiento de residuos generados por la industria de los chifles en Talara, 2025. El desarrollo experimental permitió demostrar la viabilidad técnica y sensorial del producto final, validando la valorización de un subproducto agroindustrial mediante un proceso controlado y estandarizado.

Respecto al objetivo específico 1, se determinó el proceso productivo óptimo para la elaboración del dulce, el cual incluyó etapas de selección, limpieza, desinfección, doble cocción, licuado, homogenización y envasado a temperaturas seguras, garantizando condiciones higiénico-sanitarias adecuadas. La formulación estandarizada permitió alcanzar una textura cremosa, color marrón claro y sabor balanceado, confirmando la factibilidad de su aplicación en la industria alimentaria local.

En relación con el objetivo específico 2, la evaluación organoléptica mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en olor, sabor, color y textura entre las formulaciones, siendo la muestra M2 la más aceptada sensorialmente. La correlación positiva entre sabor, textura y olor evidencia una percepción integral favorable del producto, lo que respalda su potencial para ingresar al mercado como un dulce innovador y sostenible. Los análisis microbiológicos del dulce cumplieron con los parámetros establecidos por la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01, garantizando la inocuidad del producto. Esto demuestra que el tratamiento térmico y las condiciones de envasado fueron efectivos para controlar la carga microbiana.

En cuanto al tercer objetivo, los resultados del análisis económico permitieron determinar los costos generados durante la producción del dulce a base de cáscara de plátano, estableciendo que el aprovechamiento de residuos provenientes del procesamiento de snacks representa una alternativa económicamente viable y ambientalmente responsable con un costo unitario de s/1.4.

6. Recomendaciones

Se recomienda continuar con la optimización del proceso de elaboración del dulce a base de cáscara de *Musa × paradisiaca*, evaluando ajustes en las proporciones de azúcar, canela y tiempo de cocción para obtener una textura más estable y homogénea, manteniendo los valores de °Brix dentro del rango establecido por la norma técnica. De igual manera, se sugiere ampliar la evaluación sensorial con mayor número de participantes y la utilización de métodos estadísticos multivariados que permitan correlacionar de forma más precisa las características organolépticas con la aceptación global del producto. Complementariamente, se recomienda realizar un estudio de vida útil bajo diferentes condiciones de almacenamiento, analizando la estabilidad fisicoquímica y microbiológica del dulce en el tiempo, de acuerdo con los parámetros establecidos por la NTS N.º 071-MINSA/DIGESA-V.01 categoría XV.2.

Desde el enfoque económico, se recomienda comparar el costo del dulce elaborado a partir de cáscara de plátano con productos similares del mercado, para determinar su competitividad comercial y potencial de inserción en el sector

alimentario local.

Finalmente, se sugiere fomentar el aprovechamiento integral de la cáscara de plátano en otros productos derivados, promoviendo prácticas sostenibles dentro de la ingeniería industrial y alimentaria. Esto no solo permitiría reducir el impacto ambiental de los residuos generados por la industria de snacks, sino también impulsar la economía circular mediante la generación de nuevos productos con valor agregado, orientados al desarrollo sostenible y a la innovación tecnológica en el ámbito universitario e industrial.

Referencias

- Acosta Faneite, S. F. (2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, vol. 3, n.º8, pp. 82-95. <https://idicap.com/ojs/index.php/ogmios/article/view/226>
- Afanador Cubillos, N. (2023). History of production and its challenges in the current era. *Región Científica*, vol. 2, n.º1. <https://doi.org/10.58763/rc202315>
- Aguiar, S., Arboleda & Uvidia, H. (2021). Aprovechamiento de residuos agroindustriales como alternativa en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Alfa*, vol. 5, n.º5, 649-660. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.145>
- Aguiar, S., Enriquez Estrella, M & Uvidia Cabadiana, H. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Axioma*, vol. 1, n.º27, 5–11. <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/803>
- Ahmed, Z., El-Sharnouby, G., & El-Waseif, M. (2023). Use of Banana Peel As A By-Product to Increase The Nutritive Value of The Cake. *Journal of Food and Dairy Sciences*, vol. 12, n.º4, 87–97. 10.21608/jfds.2021.167053
- Alcántara-Revilla, A., Mejía-Benavides, A., Chávez-García, S., & Castillo-Llerena, D. (2022) Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su impacto en el medio ambiente. *Revista Científica OGOLL*, vol. 2, n.º2, e29. <https://pdfs.semanticscholar.org/3ef1/0d61b10a35ac46b30f61d36438a7f8254e12.pdf>
- Atthatham, A., Rojchananukulpong, A., Jansawang, P., Kumchoo, S., Bulan, D., & Onsri, N. (2024). Development of Mulberry Jam Fortified with Banana Peel Powder. *Journal of Home Economics Technology and Innovation*, vol. 3, n.º 2, 14-24. <https://li02.tci-thaijo.org/index.php/JHET/article/view/914>
- Aucancela Sánchez, S., Cortez Tunja, D., & Alfaro Riofrio, Y. (2024). Elaboración de un bocadito de cáscara de banano, harina de trigo, almendras y coco rallado. *RECIMUNDO*, vol. 8, n.º2, 375–386. <https://recimundo.com/~recimund/index.php/es/article/view/2293/2974>
- Bahena, L. (2024). Crean película de embalaje de cáscara de plátano. *The Food Tech*. <https://thefoodtech.com/insumos-para-empaque/crean-pelicula-de-embalaje-de-cascara-de-platano/>
- Benvenuti, L., et al. (2025). An Upcycling Approach from Fruit Processing by-Products: Flour for use in Food Products. *Foods*, vol. 14, n.º2, pp. 153. <https://www.proquest.com/agriculturejournals/docview/3159465980/fulltext/50E059ECA2294234PQ/11?accoun tid=37408&sourcetype=Scholarly%20Journals#>
- Bhavani, M., Morya, S., Saxena, D. & Awuchi, C.G. (2023). Bioactive, Antioxidant, Industrial, and Nutraceutical Applications of Banana Peel. *International Journal of Food Properties*, vol. 26, n.º1, pp. 1277-1289. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2209701>
- Buitrago, D. (2021). Costos por órdenes de producción. Colombia: Instituto de Educación Superior, 2021, 44pp. <https://iescinoc.edu.co/wp-content/uploads/2Cinoc-Costos-por-OP-PDF-interactivo.pdf> ISBN:978-958-56071-5-6
- Casanova, C., Núñez, R., Navarrete, C., & Proaño, E. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. *Revista De Ciencias Sociales*, vol. 27, n.º1, 302-314. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35315>
- Castro, D., García, J., Cevallos, A., Mera, D. & Murillo, C. (2025). Economía circular como estrategia para la competitividad empresarial. *Ciencia y Desarrollo*, 27(4). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9816449.pdf>
- Castro, J., Gómez, L & Camargo, E. (2025). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, vol.27, n.º75, pp.140-174. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2023000100140&script=sci_arttext
- Delgado, S., Zambrano, G., Burgos, G., & Moreira, C. (2025). Evaluación de los residuos agroindustriales con potencial para biocombustibles. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, vol. 10, n.º2, 53–73. https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/4140
- Elewa, M., El-Saady, G., Ibrahim, K., Tawfek, M., & Elhossieny, H. (2025). Evaluation of Digital Brixmeter Performance for Brix Measurement in Raw Sugar Solution. *Journal of Engineering Sciences*, vol. 50, n.º 3, 1-10. https://jesaun.journals.ekb.eg/article_234955.html DOI: 10.21608/jesaun.2022.115375.1108
- Gomez, D., Muñoz, J., & Villota, J. (2025). Generalidades del aprovechamiento de residuos agroindustriales, en la generación de productos con valor agregado. *Boletín Informativo CEI*, vol. 10, n.º2, 182-185.

- <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/3676>
- Gómez, J., Sanchez, O., & Matallana, L. (2022). Procesos de Transformación: Perspectiva de Aprovechamiento para los Residuos de la Agroindustria del Plátano. *Revista P+L*, vol. 16, n.º1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9028696>
- González, C y Reyes, M. (2025). Gusto dulce: Percepción, fuentes alimentarias y preferencias. *Rev. chil. nutr.*, Vol.50, n.1, pp.98-105. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182023000100098&script=sci_arttext&tlng=pt
- Hernandez Gonzalez, O. (2025). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Rev Cubana Med Gen Integr*, vol. 37, n.º 3. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002
- Ibarra, M., & Márquez, L. (2025). Identificación de usos potenciales para el aprovechamiento de los residuos generados en el proceso de beneficio del plátano (*Musa paradisiaca*) var. Hartón. *Boletín Informativo CE*, vol. 9, n.º 2, 181-188. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/3179>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). *Perú: panorama económico departamental*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6105321/5399352-peru-panorama-economico-departamental-n-03-marzo-2024.pdf>
- Instituto Tecnológico de la Producción. (2023). Aprovechamiento de subproductos del cultivo de plátano: *fibra y celulosa vegetal*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5304100/4760251-boletin-vei-ec001-2023-aprovechamiento-de-subproductos-del-cultivo-de-platano.pdf>
- Jimenez, L., Cujilema, C., Villacres, S., y Chuin, G. (2025). Determinación de la acidez titulable en cítricos amazónicos: correlación con la madurez y susceptibilidad a la pudrición. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, n.º. 2. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10681/15727>
- Jiménez, V. (2021). Triangulación metodológica cualitativa y cuantitativa. *Revista Sobre Estudios e Investigaciones Del Saber académico*, vol. 14, n.º14, pp. 76-81. Disponible en: <https://revistas.uni.edu.py/index.php/rseisa/article/view/276>
- Klein, Gabriel et al. (2024). Utilization of banana peel waste for the production of bioethanol and other high-value-added compounds. *Food and Humanity*, vol. 3, 100376. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100376>
- Leyva, J. (2025). ¿Qué Es El Azúcar y Qué Consecuencias Tiene Consumirla? Culiacán: 15 de abril del 2024, *Latin American Newstream*. <https://www.proquest.com/agriculturejournals/docview/3039656254/fulltext/903903F3062F41C3PQ/1?accountid=37408&sourcecetype=Newspapers>
- Li, Z., et al. (2024). Fermented by-Products of Banana Wine Production Improve Slaughter Performance, Meat Quality, and Flavor Fingerprint of Domestic Chicken. *Foods*, vol. 13, n.º 21, pp. 3441. <https://www.proquest.com/agriculturejournals/docview/3126056192/7427A02462CD402DPQ/1?accountid=37408&sourcecetype=Scholarly%20Journals>
- Lora, E., Anave, A., Iriarte, Y., Pabón, A., Pérez, A., Vidal, P., & Sandalio, A. (2022). Biodegradable Packaging Made from Banana Peels. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, vol 29, n.º2, 10–20. <https://doi.org/10.31243/aci.v29i2.1843>
- Malavassi, P., Chacón, A., Viquez, D., & Cordero, M. (2023). Características físicoquímicas y sensoriales del dulce de leche caprino con inclusión de amaretto. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 34, n.º2, 51879. <https://www.redalyc.org/journal/437/43774024023/html/>
- Millán, V., Aldazaba, G., & Degante, E. (2024). Utilización de la cáscara de naranja como alternativa para la producción de jalea. *Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios*, Vol. 1, n.º2, 164-177. <https://funtedcol.com.co/revista/index.php/Rhomu/article/view/22>
- Ministerio de la Producción. (2024). Resultados preliminares de evaluación de ficha de proyectos. *ProInnovate*. <https://cambioclimatico.proinnovate.gob.pe/wp-content/uploads/2024/07/Resultados-Preliminares-Innovacion-para-Microempresas-y-Asociaciones-Cambio-Climatico.pdf>
- Ministerio de Salud (Perú). (2008). Resolución Ministerial: NTS N°-MINS/DIGESA - V.01. Lima: S91, 2008. 7pp. https://www.sanipes.gob.pe/documentos_sanipes/rm/2008/d8b2e8e5dd1785d3ba7f3d759851587b.pdf
- Mohd Zaini, Hana., et al. (2022). Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *Journal of Functional Foods*, 92, 105054. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464622001244>
- Mohd, Z., Zahiah, A., & Nurul, S. (2023). Utilization of banana peel as functional ingredient in product development. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, Vol. 4, n.º1. <https://doi.org/10.36877/aafri.a0000209>
- Motta, L., Tirado, L., Salas, M. & Benites, G. (2023). Potencialidades de aprovechamiento de residuos sólidos de la agroindustria, un estudio de revisión. *Revista Biodiversidad Amazónica*, vol. 2, n.º2, 1–19. <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/rba/article/view/234>
- Muñoz Ecurra, C. (2021). Variabilidad de los parámetros de calidad de muestras comerciales de canela molida. Tesis (Magister en Tecnología y Calidad Agroalimentaria). España: Universidad Miguel Hernández de Elche, Escuela politécnica superior de Orihuela, 2021. Disponible en: <https://dspace.umh.es/handle/11000/25496>
- Muttiah, B., & Law, JX. (2025). Milk-Derived Extracellular Vesicles and Gut Health. *NPJ Science of Food*, vol. 9,

- n.º 1, pp. 12.
<https://www.proquest.com/agriculturejournals/docview/3161614409/F291052BEF574F25PQ/5?sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Padilla, C., & Marroquín, C. (2021). Enfoques de Investigación en Odontología: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. *Rev. Estomatol. Herediana*, vol. 31, n.4, pp.338-340. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552021000400338&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pinto, CB., et al, (2025). Doce De Leite Production: An Overview of the Different Industrial Production Technologies. *Dairy* [en línea]. Vol. 6, no. 2, pp. 10 ProQuest Central; Publicly Available Content Database. <https://www.proquest.com/agriculturejournals/docview/3194546600/fulltext/E2D18DD7C5AE41DAPQ/1?accountid=37408&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Pompeu ET AL. (2023). From nut to Dulce de leche: Development of a vegan alternative – Physicochemical characterization, microbiological evaluation and sensory analysis. *Food and Humanity*, Vol. 1, pp- 581-588. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949824423000605>
- Preciado-Saldaña, Alejandra M., Ruiz-Canizales, J., Villegas-Ochoa, Mónica A., Domínguez-Avila, J. Abraham, González-Aguilar Gustavo A. (2022). Aprovechamiento De Subproductos De La Industria Agroalimentaria. Un Acercamiento A La Economía Circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol 23, n.º2, 92-99. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81373798002>
- Ramos, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, vol. 10, n.2, pp.1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>
- Real Academia Española: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., versión 23.8., 2024. <https://dle.rae.es/dulce?m=form#EFJn9Fq>
- Romero-Sáez, Manuel. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *Tecnológicas* [en línea]. Vol. 25, n.º54, e2505. <https://www.redalyc.org/journal/3442/344271354013/html/>
- Segura, O., Kammar, A., Mosso, J., Sosa, R., Ochoa, C., Hernández, P., & Navarro, A. (2022). Potential use of banana peel (Musa cavendish) as ingredient for pasta and bakery products. *Heliyon*, vol. 8, n.º 10, e11044. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022023325>
- Sucasaire, J & Ticona, R. (2023). Métodos estadísticos: Guía básica para el uso de la estadística inferencial en la investigación, 1era. ed. digital Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-01973. <https://repositorio.concytec.gob.pe/server/api/core/bitstreams/79500a48-1129-f835-f06e-2c36fe5b1a00/content> ISBN 978-612-00-8393-2
- The Food Tech. (2024). Del desperdicio a la innovación: aplicaciones de cáscaras de frutas en productos alimentarios. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/del-desperdicio-a-la-innovacion-aplicaciones-de-cascaras-de-frutas-en-productos-alimentarios/>
- Vera, Andrés. (2023). Se incrementan las exportaciones de chifles. *El Regional de Piura*. <https://elregionalpiura.com.pe/index.php/region-piura/150-piura/64665-se-incrementan-las-exportaciones-de-chifles>
- Vicente Santa Cruz, E., Reátegui Isla, V y Morales-Soriano, E. (2022). Aprovechamiento de residuos de plátano, camu camu, cocona, carambola, jugo de caña y ají charapita en la elaboración de vinagre. *Anales científicos*, vol. 83, n.º2, 141–148. <https://doi.org/10.21704/ac.v83i2.1959>
- Villaescusa, A. (2025). Azúcar Vs. Estevia: ¿Cuál Es La Opción Más Saludable Para Endulzar Tus Recetas?. Madrid: ABI/INFORM Dateline; Latin American Newsstream. <https://www.proquest.com/agriculturejournals/docview/3164187475/citation/5923A4F21F424CAFPO/1?accountid=37408&sourcetype=Newspapers>
- Villamarin, J., Izquierdo, J., Espinoza, F., & Rivera, D. (2022). Análisis de Aceptabilidad de una infusión a base de jengibre (*Zingiber officinale*), ajo (*Allium sativum* L.) y limón (*Citrus limón*), con propiedades benéfica para la salud. *Revista Ciencia e Investigación* [en línea]. Vol. 7, n.º. 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8806517>
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, n.4, pp.9723-9762. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658/11619>
- Yasin, Mursleen, Shreya GANGAN y Sunil K. PANCHAL. (2025). Banana peels: a genuine waste or a wonderful opportunity? *Applied Sciences*, 15(6), 3195. <https://doi.org/10.3390/app15063195>
- Yusof, N., GANI, H., & SEDIK, S. (2023). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pisang Berangan (Musa paradisiaca) Pulp and Peel Extracts. *Journal Of Agrobiotechnology*, vol. 14, n.º2, 71-82. <https://doi.org/10.37231/jab.2023.14.2.343>
- Zheng, S., et al. (2025). Sustainable Extraction Technology of Fruit and Vegetable Residues as Novel Food Ingredients. *Foods*, vol. 14, n.º2, pp. 331. <https://doi.org/10.3390/foods14020331>

Comité Editorial

Agradecemos la participación, compromiso y apoyo del equipo editorial quienes participan en la realización de la edición de la Revista Ingeniería y Gestión Industrial.

Dra. Arlethe Yarí Aguilar Villarreal, Editor Responsable

arlethe.aguilarvll@uanl.edu.mx

Cuenta con un Doctorado en Filosofía con especialidad en Administración. Concluyó la Maestría en Ingeniería Industrial con especialidad en Productividad y Calidad en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se desarrolló como profesional en diversas industrias y diferentes áreas, entre las cuales destacan Control de Producción, Inventarios, Logística, Compras, Ingeniería de Proyectos, Calidad, y Ventas. Actualmente es Profesor de tiempo completo de Ingeniería Industrial y Administración en la UANL, impartiendo cursos como Diseño asistido por computadora, Formación de Emprendedores y Propiedad intelectual. Ha sido reconocida como profesora con perfil PRODEP.

Dr. Elí Samuel González Trejo, Editor

eli.gonzaleztrj@uanl.edu.mx

Posee un Doctorado en Administración de Negocios Internacionales y un MBA por la Universidad Internacional de Texas A&M. Su experiencia profesional incluye las áreas de ventas, comercialización y servicio al cliente. Actualmente es subdirector académico del área de Ingeniería Industrial y Administración y se desempeña como profesor de tiempo completo en este programa e imparte cátedra en el posgrado en Administración de la UANL, impartiendo cursos como planeación Estratégica, Introducción a la Administración, Administración de ventas y coaching, comportamiento organizacional y liderazgo otros. El Dr. González ha sido reconocido por la SEP con el perfil PRODEP y es miembro del Instituto de ingenieros industriales y de sistemas (IISE).

Dra. Carolina Solís Peña, Editor

carolina.solispa@uanl.edu.mx

Ingeniero Industrial Administrador, cuenta con una Maestría en Administración con orientación en la cadena de suministro y Doctorado en filosofía de la Administración. Carolina ha trabajado en el sector privado durante el periodo 2010 al 2017 para la empresa automotriz Navistar (ahora international), en la cual se desempeñó en puestos tales como: Analista de Ambiente y Sustentabilidad, Especialista en Inventarios y Planner Buyer. Actualmente es Profesor Investigador en la Facultad de Ciencias Químicas y en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Otras de las actividades que Carolina ha desempeñado es participar en la elaboración del Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial (EGEL IINDU) y actualmente pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

Dra. Dora Ivonne Martínez Valdez, Editor

dora.martinezvld@uanl.edu.mx

Químico Farmacéutico Biólogo, cuenta con una Maestría en Administración y Doctorado en Administración Estratégica. Ha trabajado en el sector privado durante más de 10 años en el sector Ambiental especializándose en el tratamiento de aguas residuales. Se desempeña en el sector educativo desde 1998 impartiendo clases a nivel medio y superior de Química, Biología y Ecología, en Universidades privadas. A partir de 2007 Catedrático en la Facultad de Ciencias Químicas impartiendo las materias de Química, Tecnología de materiales, Termodinámica y Procesos de Manufactura. Se desempeñó como Supervisor y Tutor virtual en la Universidad CNCI, en las áreas de Bachillerato, Ingeniería y Maestría. Actualmente es Profesor de tiempo completo y Coordinador académico de la Programa Educativo de Ingeniero Industrial Administrador, teniendo a cargo la Jefatura de la Unidad de Aplicación y Desarrollo del área de Ingeniería Industrial y de Administración, así como miembro en los comités de Ecología y Empleadores.

INGENIERÍA Y GESTIÓN INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN