

REVISTA CIENTÍFICA

# PAKAMUROS

VOL. 14 - N° 2

ISO  
14001

ISO  
9001

**UNJ** UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN

Una publicación de la Universidad Nacional de Jaén  
Junio 2026 | Vol. 14. Número 2 | E-ISSN: 2522-3240 | ISSN: 2306-9805  
DOI: <https://doi.org/10.37787/k2p76x52>

### *Comité Científico*

#### **Director**

Dr. Ricardo Abel Del Castillo Torres

#### **Editor**

Dr. Guillermo Núñez Sánchez

#### **Miembros**

Dr. Julio Mauricio Vidaurre Ruiz, Universidad Nacional Agraria La Molina

Dr. Eli Morales Rojas, Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua

Dr. Jorge Díaz Dumont, Universidad Nacional de Tayacaja, Perú.

Dr. Ernesto Alonso Paiva Peredo, Universidad Tecnológica Del Perú S.A.C

Dr. García Cedrón David Carmelo, Universidad Privada César Vallejo - Trujillo

Dr. Eneida Vieyra Peña, Universidad Nacional de Tumbes, Perú.

Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

### *Equipo de edición y diseño*

#### **Responsable del Proceso Editorial**

Mg. Káren Faviola Pérez Rimarachín, Universidad Nacional de Jaén

#### **Diseño de portada**

Lic. Lina Lesli Ruiz Navarrete, Universidad Nacional de Jaén

### **Tópicos aceptados por la revista**

Ingeniería

Salud

Descargo de responsabilidad: El Director, los Editores y la Universidad Nacional de Jaén no se hacen responsables de los errores, omisiones, inconsistencias involuntarias por parte de los autores o de las consecuencias derivadas del uso de la información contenida en esta revista; los puntos de vista y las opiniones expresadas no reflejan necesariamente los del El Director, los Editores y la Universidad Nacional de Jaén, y la publicación de anuncios no constituye ninguna aprobación por parte del Director, los Editores y la Universidad Nacional de Jaén de los productos anunciados. Los autores asumen la responsabilidad legal y moral de las ideas expresadas en los artículos. El editor no será legalmente responsable en caso de reclamaciones de indemnización.

Página web de la revista: Para las instrucciones de envío, suscripción y demás información, visite: <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros>

## CONTENIDO

### ARTÍCULOS ORIGINALES

Factores sociodemográficos e irracionalidad en decisiones de compra de productos de primera necesidad en supermercados del distrito de Trujillo 2025.....	4
Propuesta de implementación de un sistema de gestión bajo la norma ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 en la empresa AP Solutions SAC.....	21
La planeación tributaria como instrumento para fortalecer la competitividad empresarial en las organizaciones productivas de Fusagasugá.....	35
Herramientas digitales, competencias digitales y su relación con el rendimiento académico en ecuaciones diferenciales de estudiantes en Ingeniería .....	47
Vigilancia hospitalaria de infecciones parasitarias intestinales en la Amazonía peruana .....	62
Resistencia inducible a la clindamicina en <i>Staphylococcus aureus</i> de perros y gatos.....	76
Insomnio y mobbing como predictores de la satisfacción con la vida en efectivos policiales peruanos.....	87

### ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Influencia de aditivos no convencionales en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos: Una revisión sistemática.....	104
Efecto de los nanomateriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión 2021-2025.....	129
Estabilizadores de suelo a partir de ceniza de cáscara de arroz: Una revisión literaria.....	146

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Factores sociodemográficos e irracionalidad en decisiones de compra de productos de primera necesidad en supermercados del distrito de Trujillo 2025**

### **Sociodemographic factors and irrationality in purchasing decisions of staple products in supermarkets in the district of Trujillo 2025**

Juan Rodríguez <sup>1</sup>\*, Rosa Rodríguez <sup>2</sup> y Omar Maguina <sup>3</sup>

#### **RESUMEN**

El estudio tuvo como objetivo identificar los factores sociodemográficos relacionados a la irracionalidad en las decisiones de compra de productos de primera necesidad. Los factores considerados fueron: edad, género, nivel educativo, nivel de ingresos y estado civil, mientras que la irracionalidad fue evaluada mediante la presencia de heurísticos y sesgos cognitivos. La investigación adoptó un enfoque mixto cuya muestra cuantitativa incluyó a 664 consumidores y el desarrollo de un modelo de regresión múltiple para estimar la capacidad explicativa de los factores. Cualitativamente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 30 participantes seleccionados intencionalmente. La investigación determinó que los factores sociodemográficos estudiados tienen una capacidad explicativa limitada sobre la irracionalidad en circunstancias de compra ( $R^2$  ajustado = 0,021). Sólo el nivel educativo y el de ingresos mostraron asociaciones significativas, mientras que los restantes no fueron determinantes. Cualitativamente se observó que, aunque los consumidores se autoperciben como racionales, en la práctica sus decisiones son afectadas por heurísticos y sesgos, así como emociones, costumbres y estímulos comerciales. En conclusión, la variación de la irracionalidad es poco explicada por factores sociodemográficos y depende en mayor medida de aspectos cognitivos y de circunstancias coyunturales que afectan el entorno de la decisión de compra.

**Palabras clave:** Irracionalidad; decisiones de compra; factores sociodemográficos; economía conductual.

#### **ABSTRACT**

The study aimed to identify the sociodemographic factors related to irrationality in purchasing decisions for basic necessities. The factors considered were age, gender, educational level, income level, and marital status, while irrationality was assessed through the presence of heuristics and cognitive biases. The research adopted a mixed approach whose quantitative sample included 664 consumers and the development of a multiple regression model to estimate the explanatory power of the factors. Qualitatively, semi-structured interviews were conducted with 30 intentionally selected participants. The research determined that the sociodemographic factors studied have limited explanatory power over irrationality in purchasing circumstances (adjusted  $R^2 = 0.021$ ). Only educational level and income level showed significant associations, while the others were not determinative. Qualitatively, it was observed that although consumers perceive themselves as rational, in practice their decisions are affected by heuristics and biases, as well as emotions, customs, and commercial stimuli. In conclusion, the variation in irrationality is poorly explained by sociodemographic factors and depends to a greater extent on cognitive aspects and circumstantial factors that affect the purchasing decision environment.

**Keywords:** Irrationality; purchase decisions; sociodemographic factors; behavioral economics.

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Email: [jrodriguezmon@unitru.edu.pe](mailto:jrodriguezmon@unitru.edu.pe)

<sup>2</sup> Universidad Cesar Vallejo, Perú. Email: [erodriguezmoc@ucvvirtual.edu.pe](mailto:erodriguezmoc@ucvvirtual.edu.pe)

<sup>3</sup> Universidad Privada del Norte, Perú. Email: [omar.maguina@upn.edu.pe](mailto:omar.maguina@upn.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la economía del comportamiento ha logrado situar el debate del análisis de la conducta del consumidor a planos mucho más realistas que lo señalado por la economía clásica que proponía un individuo racional maximizador de beneficios. Investigadores como Kahneman (2012), Thaler y Sunstein (2009) han demostrado que las decisiones de compra no siempre se basan en evaluaciones lógicas o bien analizadas, sino que, por el contrario, muchas veces reciben los efectos de heurísticos y sesgos cognitivos. Estas formas de pensamiento aparentemente alejadas de la racionalidad son frecuentes en decisiones donde predominan la inmediatez y lo cotidiano como pueden ser las compras de productos de primera necesidad.

En el contexto urbano del distrito de Trujillo, el crecimiento del sector retail ha transformado los hábitos de consumo de este tipo de productos, generando un entorno distinto, que resulta necesario analizar y comparar con estudios de otras realidades. En recientes investigaciones se ha demostrado que la irracionalidad en la toma de decisiones no se manifiesta de manera homogénea en toda la población, sino que está condicionada por factores sociodemográficos. Blake, Cannon y Wright (2021), determinaron que la aversión a las pérdidas, se correlaciona significativamente con factores como género, edad, nivel educativo, ingresos y pertenencia a determinada clase social. Sus resultados sugieren que estas muestras de irracionalidad, varía en intensidad en función de las condiciones socioeconómicas y demográficas de cada consumidor. Muthusamy y Teoh (2020) plantean la existencia de una dialéctica entre lo racional y lo irracional en el comportamiento del consumidor, y demuestran que los sesgos cognitivos moderan significativamente la relación entre actitudes, normas y conductas en el marco de la teoría del comportamiento planificado. Wang, Shen y Gao (2018) demostraron que la irracionalidad en el consumo se expresa en la diferencia entre lo que los consumidores declaran por hacer y lo que realmente hacen al comprar productos certificados en seguridad alimentaria. Luego, la irracionalidad no depende únicamente de sesgos cognitivos universales, sino también de características sociodemográficas y contextuales que condicionan las decisiones de consumo. Sharma, Mishra y Pande (2022) evidenciaron que los sesgos conductuales varían significativamente según las características sociodemográficas que gradúan la intensidad y el tipo de sesgos presentes en los individuos.

Estas distintas manifestaciones de irracionalidad presentes en escenarios y realidades diversos nos exigen la búsqueda de un mejor conocimiento de las conductas del consumidor. Luego, en una perspectiva práctica, este trabajo se justifica en la ayuda que pueda brindar a los decisores a conocerse mucho mejor y a tratar de no caer en las pequeñas trampas o errores en

los que el método heurístico nos hace tropezar. También es justo mencionar que, dado el crecimiento del sector retail en Perú, específicamente en las regiones del interior, y su importancia en la economía, este estudio permitirá aportar un marco analítico sólido para empresarios, investigadores e incluso reguladores, con el fin de mejorar la comprensión en las decisiones de compra y su impacto en la economía regional. Filosóficamente esta investigación se justifica al cuestionar el concepto de racionalidad en el proceso decisorio. Si bien el consumidor cree elegir libremente, muchas de sus elecciones están condicionadas por mecanismos de respuesta rápida, heurísticos, sesgos, hábitos sociales o presiones estructurales, lo que pone en debate la idea de autonomía. Desde una perspectiva metodológica, esta investigación se justifica en la complementariedad de un enfoque mixto que permite una comprensión más amplia del fenómeno, tanto desde la medición objetiva como desde las percepciones y experiencias subjetivas de los consumidores.

Es necesario mencionar también que, como todo trabajo de investigación, este presenta ciertos límites que se deben reconocer. La muestra seleccionada fue restringida solo a consumidores del distrito de Trujillo. Además, las encuestas y entrevistas aplicadas se basaron en la declaración subjetiva de los participantes, lo que puede haber influido en que algunos respondieran según lo que consideran adecuado más que según lo que realmente hacen en la práctica. Finalmente, aunque se lograron identificar patrones de irracionalidad y se aplicaron modelos estadísticos, su poder explicativo fue mínimo, lo que nos lleva a pensar que el comportamiento humano es complejo y no puede resumirse solo en variables sociodemográficas. Estas limitaciones abren oportunidades para explorar otros contextos, usar muestras más diversas y combinar nuestros modelos con nuevas variables para comprender mejor cómo decidimos al comprar.

El objetivo general de este estudio es identificar los factores sociodemográficos asociados a la irracionalidad en las decisiones de compra de productos de primera necesidad en supermercados de Trujillo, complementando el análisis cuantitativo con una aproximación cualitativa sobre percepciones y experiencias de los consumidores.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se desarrolló un enfoque de investigación mixto, específicamente un diseño de triangulación concurrente en el cual, de manera simultánea se recolectaron y analizaron datos cuantitativos y cualitativos sobre el problema de investigación con la finalidad de realizar análisis complementarios usando ambas bases de datos (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2018)

En un primer momento y a nivel cuantitativo se procedió con la aplicación de una encuesta, específicamente una que midiera grados de intensidad (Likert) validada por 03 expertos y secundada por una adecuada consistencia interna medida por el alfa de Cronbach (0,804). Para determinar el tamaño de la muestra, se tomó la proyección del MINSA (2025) para la población adulta del distrito de Trujillo con un dato de 361 233 personas lo que generó un número de 664 consumidores.

Con la información obtenida, se aplicaron elementos de estadística descriptiva para organizar y conocer la información, posteriormente se evaluaron los tipos de datos recolectados para evaluar su distribución de normalidad y homocedasticidad a través de las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Levene respectivamente.

Con los resultados generados (falta de normalidad en los datos y la presencia de heterocedasticidad en la mayoría de los factores), se consideró el uso de pruebas estadísticas no paramétricas para obtener conclusiones más robustas. (Spearman para el factor Edad, Mann-Whitney para el factor Género y Kruskal-Wallis para los factores Nivel educativo, nivel socioeconómico y Estado Civil).

Con tales pruebas, se desarrollaron análisis bivariados entre cada uno de los factores sociodemográficos y la irracionalidad para determinar la relación individual entre las variables dependiente e independiente. Luego se buscó definir el mejor modelo explicativo sociodemográfico de la irracionalidad en las decisiones de compra de productos de primera necesidad en tres momentos: En el primero, se plantea un modelo econométrico de regresión lineal múltiple que mostrara el efecto de los factores sociodemográficos en conjunto. Posterior a ello, en un segundo momento, se buscó la adecuación al mejor modelo posible para lo cual se aplicó una estrategia de depuración progresiva parsimoniosa del modelo econométrico original basada en tres criterios principales: (1) el valor del  $R^2$  ajustado, (2) la significancia global del modelo, y (3) la significancia individual de los coeficientes ( $p > 0,05$ ). Después se hicieron segmentaciones a la muestra con el fin de identificar subgrupos donde el modelo pueda alcanzar un mayor poder explicativo y finalmente, se procedió a la validación del modelo resultante con las pruebas de normalidad de residuos, media residual cero, homocedasticidad, no autocorrelación y no multicolinealidad. Todos estos procedimientos se realizaron con Stata v. 15.1.

A nivel cualitativo se aplicó un análisis de contenido categorial mixto basado en un guion de entrevistas semiestructurada organizada en 4 bloques según la temática siguiente: El primero, sobre la racionalidad del consumidor; el segundo, sobre heurísticos y sesgos en las

compras; el tercero, sobre los factores sociodemográficos y el cuarto sobre el concepto de Paternalismo libertario. Se aplicó a una muestra compuesta por 30 consumidores de productos de primera necesidad en supermercados del distrito de Trujillo la cual fue seleccionada intencionalmente entre consumidores con características similares a los encuestados, pero no necesariamente pertenecientes a la muestra cuantitativa. Esto permitió ampliar la comprensión del fenómeno estudiado mediante una perspectiva interpretativa, sin comprometer la validez interna del enfoque cuantitativo.

## RESULTADOS

La muestra cuantitativa estuvo conformada por 664 consumidores de supermercados del distrito de Trujillo. La edad promedio fue de 32,3 años ( $DE = 9,27$ ), con un rango entre 19 y 65 años. En cuanto al género de los participantes, el 51,8% fueron mujeres y el 48,2% hombres. Respecto al nivel educativo, el 40,7% alcanzó estudios universitarios, el 25,5% estudios superiores no universitarios, el 31,9% educación secundaria y el 2% primaria. En términos de ingreso mensual, el 55,3% declaró percibir menos de S/1500, el 25,5% entre S/1500 y 3000, el 13% entre S/3000 y 5000, y el 6,3% más de S/5000. Finalmente, el estado civil se distribuyó en 46,2% solteros, 25,8% casados, 15,5% convivientes y un porcentaje menor de divorciados y viudos.

Respecto al nivel de irracionalidad en las decisiones de compra, los resultados de la tabla 1 muestran que la mayoría de consumidores se encuentra en un rango intermedio de irracionalidad, aunque una cuarta parte revela niveles elevados.

**Tabla 1**

*Irracionalidad en las decisiones de compra de productos de primera necesidad en supermercados del distrito de Trujillo en 2025*

Variable	Nivel bajo		Nivel medio		Nivel alto		
	Total						
Dimensiones	n	%	n	%	n	%	n
Irracionalidad en compra	39	5,87	459	69,13	166	25,00	664
Heurísticos	51	7,68	446	67,17	167	25,15	664
Sesgos cognitivos	43	6,48	451	67,92	170	25,60	664

Respecto a la relación entre factores sociodemográficos e irracionalidad (Análisis bivariado)

El análisis con pruebas no paramétricas evidenció diferencias y asociaciones específicas como se muestra en la tabla 2:

**Tabla 2***Síntesis de análisis bivariado*

Variables	Prueba	Estadístico	p-valor	Resultado
Edad	Spearman	Rho = 0,05	0,193	No significativo
Género	Mann-Whitney U	U	0,145	No significativo
Nivel educativo	Kruskal-Wallis	H	<0,01	Significativo: mayor irracionalidad en primaria, menor en universitarios
Nivel de ingresos	Kruskal-Wallis	H	0,045	Significativo: mayor irracionalidad en ingresos bajos y medios.
Estado civil	Kruskal-Wallis	H	0,236	No significativo. Convivientes con mediana más alta

Respecto al modelo explicativo de irracionalidad (análisis multivariado), el modelo de regresión múltiple base considerado es el mostrado en la ecuación 1:

$$Irracion. = \beta_0 + \beta_1 Edad_i + \beta_2 Género_i + \sum_{j=1}^k \gamma_j Educación_{ji} + \sum_{l=1}^m \delta_l Ingreso_{li} + \sum_{n=1}^p \theta_n Estado_{ni} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde la variable dependiente (*Irracion*) representa el nivel numérico de irracionalidad en la decisión de compra. Las variables independientes corresponden a la *Edad*, el *Género* y un conjunto de variables dummy para los factores politómicos de *Nivel educativo*, *Nivel de ingreso* y *Estado civil*, utilizando como categorías base el nivel primario, ingresos menores a S/1500 y el estado civil soltero, respectivamente.

Los resultados mostraron que los factores sociodemográficos, evaluados en conjunto, tienen un poder explicativo limitado sobre la irracionalidad ( $R^2$  ajustado = 0,021).

Con el objetivo de identificar el modelo más adecuado y luego del proceso de depuración parsimoniosa, el modelo con mejor balance entre simplicidad y ajuste es aquel que excluye estado civil y edad, (Ver Tabla 3) ya que presenta un  $R^2$  ajustado aceptable (0,0212), buena significancia global ( $p = 0,0036$ ), y mantiene solo variables relevantes.

**Tabla 3**

*Comparación de modelos de regresión según  $R^2$  ajustado, valor p global y significancia individual de los coeficientes (n=664)*

Modelo	$R^2$ ajustado	Valor p (modelo)	Variable menos significativa (valor p)
Modelo base	0,0214	0,0119	Estado civil (p=0,992)
Sin estado civil	0,0217	0,0042	Edad (p=0,247)
Sin estado civil y edad	0,0212	0,0036	Genero (p=0,249)
Sin estado civil y género	0,0210	0,0038	Edad (p=0,272)

Dada la naturaleza compleja del fenómeno social estudiado - donde valores bajos de  $R^2$  ajustado son comunes debido a múltiples factores conductuales no observados - se procedió a segmentar la muestra con el fin de identificar subgrupos donde el modelo pueda alcanzar un mayor poder explicativo. El análisis por segmentos (Tabla 4) demostró que el subgrupo de

consumidores Convivientes (Estado = 1) muestra un ajuste sustancialmente superior en comparación con la muestra total.

**Tabla 4**

*Comparación de modelos de regresión segmentados, según R<sup>2</sup> ajustado, valor p global y significancia individual de los coeficientes*

Modelo	N	R <sup>2</sup> ajustado	Valor p (modelo)	Variable menos significativa (valor p)
Segmentado por nivel de educación = 3	270	-0,0089	0,6654	Edad (p=0,992)
Segmentado por nivel de educación = 1	212	-0,0067	0,5712	Edad (p=0,758)
Segmentado por Estado civil = 1	103	0,0976	0,0222	Género (p=0,924)
Estado civil =1, sin género	103	0,1071	0,0121	Edad (p=0,899)
Estado civil = 1, sin Género y Edad	103	0,1162	0,0061	Ingreso (p=0,759)
Estado civil = 1, sin Género, Edad e Ingreso	103	0,0673	0,0195	(Educación, p<0,01)

*Nota.* Educación 3 = superior universitario; Educación 1 = secundaria; Estado civil 1 = con- viviente.

En este subgrupo específico, el nivel educativo y el nivel de ingresos surgen como factores clave para comprender la irracionalidad en las decisiones de compra. Así, el modelo seleccionado presenta un R<sup>2</sup> ajustado de 0.1162 y un valor p global de 0.0061, en una submuestra de 103 casos, siendo su especificación la indicada en la ecuación 2:

$$Irracion. = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \gamma_j Educaci3n_{ji} + \sum_{l=1}^m \delta_l Ingreso_{li} + \varepsilon_i \quad \text{para } Estado_i = 1 \quad (2)$$

La muestra cualitativa estuvo conformada por 30 entrevistados, tomados de manera intencional de los cuales el 53,3% fueron mujeres y el 46,7% hombres. La edad fluctuó entre los 19 y 65 años, siendo la mayoría adultos jóvenes (36,7%) y adultos medios (23,3%). En la muestra se observó diversidad de ocupaciones en los participantes: estudiantes universitarios, profesionales, amas de casa, jubilados, pequeños comerciantes y trabajadores independientes. Los niveles de ingreso declarados también fueron diversos incluyendo consumidores con recursos limitados que valoran el precio y las promociones, hasta consumidores de ingresos altos que privilegian la calidad o productos con precios elevados. Asimismo, la situación familiar varió entre solteros, convivientes, casados y padres solteros, lo que permitió captar distintas conductas de decisión de compra en los supermercados.

Con respecto a la percepción de racionalidad en la compra, la mayoría de consumidores entrevistados declara en principio actuar de manera racional al realizar compras de productos de primera necesidad. Sin embargo, al analizar sus respuestas surgen contradicciones pues muchos admiten que variables como su estado anímico, publicidad, antojos o las promociones comerciales terminan influyendo en la decisión. Además, los participantes resaltan la importancia de la experiencia previa y las costumbres familiares como criterios de decisión.

Este hallazgo refleja la coexistencia de un discurso racional en intención con prácticas emocionales e impulsivas en la práctica.

Respecto a la presencia de sesgos y heurísticos en el momento de decidir compras de primera necesidad los consumidores muestran el uso frecuente de estos en sus decisiones. Aunque muchos se perciben como racionales, (según lo visto en nuestro primer resultado) describen prácticas fácilmente relacionadas con precios de referencia (Anclaje), recuerdos de experiencias previas que guían sus acciones (Disponibilidad), temor a perder promociones y compras impulsivas (Aversión a las pérdidas), categorización subjetiva del dinero, (Contabilidad mental) estímulos visuales y formas de presentación del producto (Efecto marco) priorizar la satisfacción rápida sin preocuparse mucho en mediano o largo plazo (Cortoplacismo) juzgar calidad en función de marcas o empaques y confiar en marcas reconocidas. (Representatividad). Luego, los sesgos y heurísticos estudiados muestran que la irracionalidad es una condición común en este tipo de compras.

Respecto a cómo factores sociodemográficos afectan las decisiones de compra, los entrevistados reconocen que estas variables afectan la forma en que planean y desarrollan sus compras. Asocian directamente la educación como un respaldo a la racionalidad, pues más educación permite analizar mejor. La misma tendencia se presenta con el nivel de ingresos, al considerar que aquellos que tienen un nivel de ingresos mayor, están más preparados y en mejores condiciones, mientras que, los que poseen ingresos menores están más sujetos a ofertas y compras rápidas por oportunidad.

Los entrevistados consideran que los jóvenes son más impulsivos en sus compras, mientras que los mayores son más prudentes pues tienen experiencia. Si nos ceñimos al género las mujeres se describen detallistas y minuciosas al comprar mientras que los hombres como prácticos y directos. Respecto al estado civil, los solteros sin cargas familiares reportan más facilidad de gasto mientras que los convivientes y casados priorizan las necesidades del hogar y los hijos.

Finalmente, los entrevistados muestran buena predisposición hacia ayudas para mejorar sus decisiones de compra (estrategias de nudge) siempre que respeten su libertad de elección.

## **DISCUSIÓN**

La presente investigación se apoya en los aportes pioneros de Herbert Simon (1955), quien introdujo el concepto de racionalidad limitada. Según él, las personas no siempre logran optimizar sus decisiones de consumo porque enfrentan restricciones de información, tiempo y capacidad cognitiva. Luego, Kahneman y Tversky (1979) enriquecieron esta visión mostrando

cómo, en la práctica, las decisiones de las personas dependen de heurísticos y sesgos cognitivos. Estos atajos simplifican la toma de decisiones, pero a la vez generan errores sistemáticos. Por su parte, Thaler (2016) profundizó en el papel de sesgos específicos, como la contabilidad mental y la aversión a las pérdidas, para explicar por qué los consumidores se desvían a menudo del modelo racional que postula la economía clásica.

Nuestros resultados van de la mano con este marco teórico de manera bastante clara. Desde lo cuantitativo, se observó que un 69,1% de los consumidores se ubicó en un nivel intermedio de irracionalidad, mientras que un 25% alcanzó niveles altos. Además, el modelo de regresión múltiple mostró que solo el nivel educativo y el ingreso económico resultaron significativos, mientras que la edad, el género y el estado civil no tuvieron un peso determinante ( $R^2$  ajustado = 0,021). Desde lo cualitativo, las distintas entrevistas revelaron que muchos consumidores se autodefinen como racionales, pero en sus participaciones figuran decisiones guiadas por hábitos, emociones o simples estímulos comerciales.

Respecto al nivel de irracionalidad, los datos cuantitativos indican que la irracionalidad en el consumo de productos de primera necesidad no es un fenómeno aislado, sino más bien cotidiano y moderado.

La teoría ayuda a entender este resultado. En términos de racionalidad limitada (Simon, 1955) y de la dualidad de los Sistemas 1 y Sistema 2 de Kahneman (2012), los consumidores intentan analizar, pero en el día a día recurren inevitablemente a heurísticos porque manejan poca información, reciben múltiples estímulos o simplemente se dejan llevar por las circunstancias.

El aspecto cualitativo nos permite ver esta dinámica con detenimiento. Una participante lo graficó así: “Por lo general soy racional, pero no siempre... Hay que ser honesta ¿no?” (Entrevista 15, mujer, 38 años). Otra señaló: “Procuró ser racional al comprar... No siempre lo logro, pero lo intento” (Entrevista 5, mujer, 19 años). En ambas intervenciones se percibe claramente la dualidad entre la autoimagen de racionalidad y la constatación de que en la práctica hay momentos de conductas decisorias lejanas a ella. Estos testimonios encuentran respaldo en la literatura revisada. Meissner, Gassmann, Faure y Schleich (2023) señalan que la intensidad de sesgos como la aversión a pérdidas o el sesgo del presente depende en gran medida de factores como el nivel educativo y el ingreso. Por su parte, Wang, Shen y Gao (2018) encontraron que los heurísticos más comunes (anclaje, representatividad, disponibilidad, efecto marco) se distribuyen de manera desigual según edad, género y situación familiar, y que además existe una brecha entre lo que los consumidores declaran y lo que efectivamente hacen. Luego,

la irracionalidad debe concebirse como un elemento continuo y presente que varía de acuerdo con los contextos y características de cada consumidor.

Respecto a las variables sociodemográficas y la irracionalidad, los modelos estadísticos depurados mostraron que no todos los factores sociodemográficos actúan de la misma manera. El nivel educativo se asoció directamente con el grado de irracionalidad. Los consumidores con menor educación confiaron más en precios de referencia (anclaje) o en estereotipos de marca (representatividad), mientras que aquellos con mayor educación mostraron mayor capacidad crítica y de análisis, aunque tampoco escaparon a los sesgos. Estos patrones coinciden con estudios como el de Sánchez Gómez (2019) en Colombia y el de Bozyer y Doğan (2022) en Turquía, que hallaron en sus estudios una mayor vulnerabilidad al anclaje en consumidores con menor educación. De manera similar, Giráldez-Cru, Chica y Cerdón (2023) encontraron que la representatividad afecta con mayor fuerza a jóvenes y personas con baja escolaridad.

El nivel de ingresos también marcó diferencias importantes en los resultados. Los consumidores de bajos recursos mostraron una fuerte aversión a las pérdidas: la sensación de “perder” una oferta o pagar más caro después pesaba más que la ganancia potencial de ahorrar. Un consumidor lo resumió de forma clara: “Si hay oferta, compro, aunque no lo necesite tanto, porque después seguro estará más caro” (Entrevista 7, mujer, 45 años). Esto coincide con los trabajos de Avanzi, Guisconi, Rodrigues y D’Andrea (2020), quien mostró que la aversión a pérdidas se intensifica en contextos de restricción económica, y con el estudio de Nie, Abler y Li (2021), quienes hallaron que los hogares de bajos ingresos son especialmente sensibles a heurísticos de disponibilidad y marco.

Aunque la edad no fue significativa en el modelo cuantitativo ni en las comparaciones bivariadas, sí surgieron diferencias en los análisis cualitativos. Los jóvenes describieron compras más impulsivas, mientras que los adultos mayores resaltaron prácticas más prudentes. Una entrevistada mayor lo ilustró así: “Yo no compro lo mismo que una joven... Ni por las mismas razones... Tengo un par de nietas que no saben comprar un kilo de tomates y todo lo compran en latas. Y yo jamás me detendría, como ellas, a ver celulares para endeudarse comprando nuevos modelos, cuando los viejos que tienen todavía sirven” (Entrevista 1, mujer, 60 años). Este tipo de contrastes se acerca a lo documentado por Wang et al., (2018), quien halló que la relación entre edad e irracionalidad tiene forma de “U”: los más jóvenes y los más mayores son más propensos a sesgos, mientras que los adultos de mediana edad muestran una conducta más estable.

El género tampoco fue significativo estadísticamente, pero sí se notaron diferencias cualitativas. Las mujeres tendieron a estar más atentas a las promociones y a comparar precios, mientras que los hombres se mostraron más prácticos y rápidos al comprar. Una entrevistada señaló: “Clarísimamente, sí. Las mujeres, aunque tengamos dinero, solemos buscar mucho y preguntar mucho cuando queremos comprar algo. Los hombres, en cambio, cuando quieren algo y lo encuentran a más o menos el precio que pensaban pagar desde un inicio, lo compran y punto. No suelen recorrer tiendas para comparar precios ni regatear” (Entrevista 3, mujer, 28 años). Otra participante reforzó esta percepción al decir: “Hombres y mujeres compramos distinto. Cuando vengo con mi esposo, él ni se fija en el precio; yo en cambio soy más cuidadosa” (Entrevista 13, mujer, 60 años). Estos relatos coinciden con lo reportado por Wang et al., (2018), quien encontró que las mujeres muestran mayor sensibilidad a promociones y disponibilidad, mientras que los hombres tienden a guiarse más por la representatividad.

El estado civil tampoco fue determinante en el modelo general final, aunque los convivientes sí mostraron un ajuste particular en los análisis segmentados. Esto sugiere que las decisiones tomadas en conjunto introducen una dinámica de acuerdos que puede amplificar la dependencia de estímulos comerciales. Como señaló un entrevistado: “Cuando vamos juntos, si ella quiere aprovechar una promoción, termino aceptando, aunque yo no lo hubiera comprado” (Entrevista 22, hombre, 35 años, conviviente). Esta evidencia se puede interpretar a la luz de la racionalidad limitada de Simon (1955), donde las restricciones de tiempo y recursos llevan a soluciones “satisfactorias” más que a elecciones optimizadas.

Respecto a los modelos explicativos y su alcance, el modelo de regresión múltiple evidenció que los factores sociodemográficos, en conjunto, explican muy poco la irracionalidad en el consumo ( $R^2$  ajustado = 0,021). En otras palabras, la edad, el género y el estado civil no fueron determinantes, mientras que educación e ingresos sí alcanzaron significancia estadística luego de un proceso de selección del mejor modelo.

Este resultado se alinea con lo que señalan Faraz y Anjum (2025), para quien los factores sociodemográficos son apenas condicionantes parciales, y Meissner et al. (2023), quienes subrayan que la influencia de estas variables sobre sesgos como la aversión a pérdidas o el sesgo del presente es diferenciada y parcial. Dicho de otro modo y en concordancia con lo expuesto en el marco teórico: los factores sociodemográficos importan, pero no explican por sí solos la complejidad de la irracionalidad.

Respecto a explorar percepciones y experiencias de los consumidores sobre la irracionalidad y complementarlas con lo cuantitativo, los consumidores fijan precios de

referencia en función de experiencias previas poniendo de manifiesto el Anclaje en sus conductas decisorias. Este patrón se vio con mayor intensidad en personas con menor educación e ingresos bajos, lo que coincide con Sánchez Gómez (2019) y Bozyer y Doğan (2022).

Muchos tomaban decisiones basadas en experiencias recientes o en la forma en que se presentaba la información. Clara manifestación del heurístico de disponibilidad y el sesgo del efecto marco: Una entrevistada lo explicó así: “Una etiqueta puede impulsarme a comprar, pero a alguien con menos ingresos lo puede alejar, porque asume que no podrá pagarlo” (Entrevista 29, mujer, 38 años). Este hallazgo coincide con Nie et al. (2021) quienes determinaron que los hogares con bajos ingresos suelen caer en este tipo de sesgos.

Muchos consumidores organizaban mentalmente su presupuesto en “dinero para la compra semanal”, “dinero para emergencias”, etc. Esto les permitía justificar compras adicionales sin sentir que desajustaban el presupuesto central. Esta clara manifestación del sesgo de contabilidad mental fue estudiada por Thaler (2016) quien describió perfectamente este mecanismo y demostró la fragilidad del principio de fungibilidad del dinero, y Rizal (2017) lo documentó empíricamente al concluir que la contabilidad mental está condicionada por factores económicos y de ciclo vital, lo que refuerza la idea de que la irracionalidad no es uniforme, sino que se modula por características sociodemográficas.

La aversión a pérdidas fue uno de los sesgos más frecuentes, sobre todo en consumidores de bajos ingresos, donde la idea de perder una oferta generaba más angustia que el beneficio de ahorrar. Este comportamiento ya había sido descrito por Kahneman y Tversky (1979) en su Teoría de las Perspectivas y confirmado por Avanzi et al. (2020).

Con respecto al sesgo de representatividad, nuestro análisis mostró en los entrevistados una confianza automática en marcas conocidas o empaques atractivos, sin análisis comparativo. Esto coincide con lo encontrado por Giráldez-Cru et al., (2023), una generalización de atributos de calidad a partir de pocas observaciones o solo buenas referencias.

Finalmente, el sesgo de corto plazo fue notorio cuando los consumidores priorizaron la satisfacción inmediata frente a la planificación, incluso si eso comprometía beneficios futuros. Este patrón se conecta con el “sesgo del presente” descrito por Meissner et al. (2023), y con la interpretación de Kahneman (2011) y Thaler (2016), quienes destacan la tendencia a sobrevalorar beneficios inmediatos y postergar sacrificios.

Un hallazgo llamativo fue la contradicción entre lo que los consumidores dicen y lo que hacen. Reconocieron que las promociones, la ubicación de productos y las etiquetas llamativas

influyen en sus compras, pero al mismo tiempo afirmaron que esas estrategias “no los afectan directamente”.

Esta paradoja se entiende desde lo planteado por Kahneman (2012) sobre lo que él llamó la ilusión de racionalidad. Las consecuencias podrían no ser las mejores decisiones. El cuestionamiento inmediato es saber si los consumidores necesitan ayuda para decidir mejor.

Aquí entra en juego el concepto de paternalismo libertario que desarrollaron Thaler y Sunstein (2009). Como resultados de nuestro análisis cualitativo específicamente, la evidencia muestra que los consumidores aceptan las promociones, descuentos y en general cualquier incentivo para optar por tal o cual producto siempre y cuando conserven la opción de decidir libremente. Es decir, los “empujones” (nudges), las pequeñas ayudas a tomar una mejor decisión, son tolerados en la medida en que se perciban como oportunidades, no como imposiciones. En el caso de Trujillo, esto confirma que la manera en que se presente las alternativas de decisión puede elaborarse de forma ética para orientar a elecciones más convenientes sin eliminar la autonomía del consumidor.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados muestran que, si bien los consumidores comparten ciertos hábitos comunes, la diversidad y el efecto sociodemográfico incluye matices relevantes. La diversidad observada en factores como edad, género, nivel educativo, ingresos y estado civil muestra cómo estas condiciones configuran decisiones de compra distintos: los adultos mayores tienden a planificar con más cautela, los jóvenes a actuar con espontaneidad, las mujeres prestan mayor atención a precios y promociones, mientras que los hombres priorizan la rapidez y la practicidad. Estos contrastes permiten delinear con mayor claridad la manera en que decide el comprador urbano en Trujillo.

Respecto al nivel de irracionalidad, los hallazgos confirman que no se trata de un fenómeno aislado, sino de una práctica cotidiana. Más de dos tercios de los consumidores se ubicaron en un nivel intermedio y una cuarta parte en niveles altos, lo que indica que las decisiones rutinarias rara vez se ajustan al ideal de un comportamiento plenamente racional. Los testimonios cualitativos refuerzan esta idea: aunque los entrevistados se perciben a sí mismos como racionales, reconocen dejarse llevar por promociones, emociones, costumbres o circunstancias coyunturales. Esta doble perspectiva entre expresarse racional y conducta irracional es coherente con la noción de racionalidad limitada planteada por Simon y con las formas de pensamiento rápido e intuitivo frente a pensamiento lento y deliberativo que describió Kahneman.

La influencia de los factores sociodemográficos afecta de manera distinta a la irracionalidad. El análisis estadístico determinó que el nivel educativo y los ingresos tuvieron un peso significativo, mientras que factores como edad, género y estado civil no resultaron determinantes en el modelo general final. Sin embargo, el contraste con la evidencia cualitativa y trabajos previos permitió diversificar esta conclusión: los participantes con menor nivel educativo fueron más vulnerables a sesgos como el anclaje y la representatividad, y quienes contaban con menores ingresos mostraron mayor aversión a las pérdidas y sensibilidad frente a promociones. Los testimonios de los entrevistados también revelaron diferencias en las conductas generacionales y de género ya que las mujeres tendieron a ser más detallistas en precios y marcas, los hombres privilegiaron la rapidez, los jóvenes realizaron compras más impulsivas y los adultos mayores demostraron mayor cautela basada en la experiencia. En los convivientes, la negociación en pareja introdujo un componente adicional que reforzó la influencia de las estrategias comerciales.

La capacidad explicativa de los factores sociodemográficos en conjunto fue limitada. El modelo de regresión mostró un  $R^2$  ajustado de apenas 0,021, lo que confirma que la irracionalidad no se comprende plenamente desde estos factores, sino desde su interacción con sesgos cognitivos activados en el momento de la compra y de las condiciones contextuales que las acompañan, como promociones, disponibilidad de productos o presión social. Los testimonios cualitativos ilustraron esta dinámica, al mostrar cómo atajos cognitivos como la disponibilidad, el efecto marco, la contabilidad mental o el sesgo de corto plazo condicionan elecciones aparentemente rutinarias.

En suma, los hallazgos confirman que la irracionalidad en el consumo surge de la interacción entre factores sociodemográficos, procesos cognitivos y estímulos del entorno comercial. Una contradicción recurrente apareció en los entrevistados, y esta consistía en que muchos consumidores reconocen la existencia de promociones, etiquetas o la disposición estratégica de productos, pero al mismo tiempo insisten en que estas no los influyen directamente. Esta contradicción refleja lo que Kahnemann consideraba la ilusión de racionalidad y abre espacio para la aplicación de estrategias propias de paternalismo libertario, pues los consumidores aceptan estas medidas siempre que mantengan la sensación de libre elección.

En conjunto, se concluye que comprender la irracionalidad en el consumo exige mantener una perspectiva holística y observar simultáneamente los factores estructurales,

cognitivos y contextuales. Adoptar esta forma de entender el proceso decisorio en compras de productos de primera necesidad no solo amplía el debate académico, sino que nos da las bases para intervenciones educativas y comunicacionales orientadas a fortalecer la capacidad crítica del consumidor, así como para diseñar entornos de compra que, mediante pequeñas ayudas (nudges), promuevan elecciones más eficientes sin limitar la autonomía individual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avanzi, D., Guissoni, L. A., Rodrigues, J. M., & D'Andrea, R. (2020). Cognitive biases in merchandising activation and effect on supermarket sales. *RAE – Revista de Administração de Empresas*, 60(4), 262–272. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020200403>

Blake, D., Cannon, E., & Wright, D. (2021). Quantifying loss aversion: Evidence from a UK population survey. *Journal of Risk and Uncertainty*, 63(1), 27–57. <https://doi.org/10.1007/s11166-021-09356-7>

Bozyer, S., & Doğan, S. (2022). E-ticarette bilişsel önyargılar ve tüketici kararlarına etkileri [Cognitive biases in e-commerce and their effects on consumer decisions]. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(26), 195–219. <https://doi.org/10.47129/bartiniibf.1181624>

Faraz, N., & Anjum, A. (2025). Spendception: The psychological impact of digital payments on consumer purchase behavior and impulse buying. *Behavioral Sciences*, 15(3), 387. <https://doi.org/10.3390/bs15030387>

Giráldez-Cru, J., Chica, M., & Cordon, O. (2023). An integrative decision-making mechanism for consumers' brand selection using 2-tuple fuzzy linguistic perceptions and decision heuristics. *International Journal of Fuzzy Systems*, 25(1), 59–79. <https://doi.org/10.1007/s40815-022-01385-x>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Debolsillo.

- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Meissner, T., Gassmann, D. X., Faure, C., & Schleich, J. (2023). Individual characteristics associated with risk and time preferences: A multi-country representative survey. *Journal of Risk and Uncertainty*, 66(1), 77–107. <https://doi.org/10.1007/s11166-022-09383-y>
- Ministerio de Salud del Perú. (2025). *Estadística poblacional*. Tableau Software. <https://public.tableau.com/views/Poblacionestimada/INICIO>
- Muthusamy, G., & Teoh, K. T. G. C. (2020). The rational–irrational dialectic with the moderating effect of cognitive bias in the Theory of Planned Behavior. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(3), 240–250.
- Nie, W., Abler, D., & Li, T. (2021). Food safety vs. quality choice: The influence of loss aversion and income effect on consumer preferences in China. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 711671. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.711671>
- Rizal, S. (2017). Use of mental accounting in purchase decision making with reference to demographic characteristics of consumer. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(9), 203–215. <https://www.ijsrp.org/research-paper-0917.php>
- Sánchez Gómez, L. F. (2023). *Análisis y medición del efecto anclaje en la población bogotana segmentada por variables socioeconómicas* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional Pontificia Universidad Javeriana.
- Sharma, R., Mishra, N., & Pande, S. (2022). Impact of demographic variables on behavioural dispositions of individual investors: An empirical analysis. *Advanced Engineering Science*, 54(2), 1497–1514.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, 69(1), 99–118. <https://doi.org/10.2307/1884852>
- Thaler, R. H. (2016). *Todo lo que he aprendido con la psicología económica: El encuentro entre la economía y la psicología, y sus implicaciones para los individuos* (3.<sup>a</sup> ed.). Deusto.


Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009). *Un pequeño empujón (Nudge): El impulso que necesitas para tomar mejores decisiones*. Taurus.

Wang, J., Shen, M., & Gao, Z. (2018). Research on the irrational behavior of consumers' safe consumption and its influencing factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2764. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122764>

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Propuesta de implementación de un sistema de gestión bajo la norma ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 en la empresa AP Solutions SAC**

### **Proposal for the Implementation of a Management System Based on ISO 9001:2015 and ISO 14001:2015 in the Company AP Solutions SAC**

Beatriz Zavaleta<sup>1</sup> 

#### **RESUMEN**

El estudio tuvo como propósito desarrollar un sistema integrado de gestión en AP Solutions, considerando los lineamientos de ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, con la finalidad de optimizar la calidad del servicio y desempeño ambiental. Esto surgió debido a deficiencias identificadas en la gestión organizacional. Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo aplicado y diseño descriptivo propositivo; la población estuvo conformada por 12 colaboradores vinculados a los procesos administrativos y operativos de la organización. Se emplearon listas de verificación alineadas a los requisitos de ambas normas. El diagnóstico inicial evidenció un nivel de cumplimiento de 31% para ambas normativas, esto reflejó un nivel bajo de conformidad. Las principales brechas se relacionaron con ausencia de procedimientos documentados, deficiencias en la supervisión operativa y manejo inadecuado de residuos. La propuesta estuvo orientada a fortalecer el control documental, definir responsabilidades y mejorar la gestión ambiental. Como resultado de la aplicación progresiva, el diagnóstico final alcanzó un nivel de cumplimiento de 66% en ISO 9001:2015 y 65% en ISO 14001:2015, evidenciando una mejora significativa. Se concluye que la implementación de un sistema integrado contribuye al fortalecimiento organizacional, mejora el control de procesos y favorece la sostenibilidad operativa y ambiental de la empresa.

**Palabras clave:** Estructura integrada de gestión; ISO 9001:2015; ISO 14001:2015, dirección de calidad; manejo ambiental.

#### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to develop an Integrated Management System at AP Solutions based on the requirements of ISO 9001:2015 and ISO 14001:2015, aiming to improve service quality and environmental performance. The project was motivated by several weaknesses identified in the company's management practices. A quantitative, applied, and descriptive proposal research design was used, involving 12 employees from both administrative and operational areas. Checklists aligned with the requirements of both standards were used as the main data collection tool. The initial assessment showed a compliance level of 31% for both standards, indicating a low level of conformity. The main gaps were related to the lack of documented procedures, limited operational monitoring, and inadequate waste management practices. The proposed system focused on strengthening document control, defining responsibilities, and improving environmental management. After the progressive implementation of the proposed actions, the final assessment reached a compliance level of 66% for ISO 9001:2015 and 65% for ISO 14001:2015, showing a significant improvement. The study concludes that implementing an Integrated Management System helps strengthen organizational performance, improves process control, and supports the company's operational and environmental sustainability.

**Keywords:** Integrated management framework; ISO 9001:2015; ISO 14001:2015; quality management; environmental management.

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Email: [beatrizzavaleta23@gmail.com](mailto:beatrizzavaleta23@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Al implementar un sistema integrado de gestión en la compañía tendrá grandes beneficios, ya que la organización podrá evidenciar la alineación con los criterios y requisitos establecidos por el cliente con el fin de que la compañía tenga mayor rentabilidad y confianza de parte de los clientes. Abarcan diferentes pautas, éstas ayudan en unificar la estructura organizacional dentro de la empresa ejecutada en cada proceso (Cruzado, 2021).

La aplicación de sistemas de gestión basados en normas ISO también ha sido analizada en distintos sectores productivos, evidenciando resultados diferenciados según el nivel de implementación. En el sector construcción, se ha identificado que la adopción de la norma ISO 9001 puede presentarse de forma parcial, limitándose principalmente a la secuencia e interacción de procesos; sin embargo, incluso en estos casos, se observan mejoras en la organización de actividades y estructura operativa de los proyectos (Orejon, 2016).

Los sistemas de gestión de calidad basados en estándares internacionales han sido objeto de múltiples estudios debido a su impacto en el desempeño organizacional. Su aplicación ha permitido ordenar procesos internos y mejorar la prestación de servicios, sobre todo cuando se adopta un enfoque orientado a la mejora continua. La incorporación del ciclo PHVA ha facilitado la reorganización de actividades relacionadas con la planificación, ejecución y control, generando efectos positivos en la eficiencia operativa y en la percepción del usuario. (Contreras, 2017)

La certificación es una actividad que consiste en atestiguar que un producto o servicio se ajusta a determinadas especificaciones técnicas o requisitos establecidos en una norma u otro documento normativo, con la expedición de un acta en la que se pone de manifiesto el cumplimiento de dicha conformidad. Transformar los procedimientos internos a través de la innovación permite a las organizaciones aumentar su eficiencia y obtener un producto de mejor calidad. La innovación en procesos no sólo mejora la eficiencia interna, sino que también posiciona a las organizaciones como líderes competitivos al ofrecer mayor valor a sus clientes mientras se adaptan rápidamente a los cambios del mercado global. (Caza & Andrade, 2025)

Además, representa un mecanismo formal mediante el cual una entidad autorizada valida que un producto, servicio o sistema cumple con determinados requisitos previamente establecidos. Este proceso implica una evaluación objetiva que culmina con la emisión de un documento que respalda dicha conformidad. (Sánchez, 2017).

Es preciso comprender los principios básicos, reconocer la necesidad de mejorar continuamente, adaptar la cultura personal y empresarial, apoyarse en ciertas herramientas de ámbito universal y hacer partícipes de ella a todos los empleados de la organización. La causa de la no calidad es la variabilidad; personas nunca hacen las mismas cosas exactamente igual: las herramientas y máquinas se desgastan, el proveedor nunca nos da los mismos componentes, etc. Lo importante es poder medir dicha variabilidad. Todo lo que no se mide no se controla y lo que no se controla no se mejora (Soret, 2020). En el sistema de gestión ambiental tiene impacto directo con el desempeño ambiental de Sicma SAC, además de establecer los mecanismos para la medición, seguimiento y toma de acción de no conformidad ambientales. Además, existe una mejora significativa con respecto a las acciones para abordar riesgos y oportunidades, donde se priorizan las que tengan afectación a los requisitos que establece la norma internacional. Asimismo, se redujo a 6.17% del número de derrames de sustancias contaminantes de forma mensual, la disminución de 3.61% el índice de consumo de energía eléctrica en las oficinas administrativas, reducción significativa de la generación de residuos peligrosos, reducción del consumo de papel, se aumentó la operatividad de las actividades en cada frente de trabajo a través del aumento de monitoreos ambientales (Calla, 2021)

Los procesos contemplados en el diseño del sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001: 2015, obtuvo un resultado un porcentaje del 89%. La renovación de los materiales dañados, reducción de las quejas de los clientes y mejora del nivel de calidad de los bienes contribuyeron un incremento de la satisfacción del cliente mejorándose estándares de calidad, gestión de la empresa Telecomunicaciones Jeroy SAC. El estándar se aplicó en 5 fases a un coste de S/ 36, 330 en total (Ydelfonso, 2023)

En la actualidad, en el área de Laboratorio se ha identificado una deficiencia en el seguimiento de la aprobación de cotizaciones por parte del cliente. Dicha respuesta puede emitirse el mismo día, tardar semanas o, en determinados casos, extenderse por meses. Como consecuencia, los equipos de comunicación permanecen en el área durante periodos prolongados; incluso, se han presentado situaciones en las que los propios clientes olvidan su condición. Asimismo, la carga laboral y acumulación de pendientes han generado casos de equipos almacenados por seis meses o más, sin que se concrete la aprobación de la cotización ni su devolución, ya sea por falta de presupuesto, por decisión del cliente o porque los equipos dejan de ser funcionales. De manera complementaria, cuando se revisa la información y se verifican fechas, se procede al reenvío de la cotización y a la solicitud de una respuesta inmediata. Sin embargo, la ausencia respecto a procedimientos uniformes y la inexistencia de

un esquema de gestión estructurado impactan directamente en la calidad del servicio y restringen la capacidad operativa de la empresa.

En este contexto, el establecimiento de lineamientos basados en ISO 9001:2015 aporta beneficios orientados para mejorar la calidad en productos junto a servicios, reducir costos y elevar la productividad. A través de procesos alineados y comprendidos por toda la organización, facilita el logro de las metas planteadas y optimiza el uso de requerimientos, posibilitando su reasignación hacia otras áreas (Gutiérrez 2022). Del mismo modo, se contribuye a asegurar suministro de bienes y actividades de servicio bajo parámetros de calidad, disminuyendo errores, mejorando la retroalimentación y la comunicación, incrementando la credibilidad ante el cliente (De la Cruz, et. al., 2021).

En el ámbito ambiental, la aplicación de la norma ISO 14001 ha demostrado efectos positivos en la gestión de residuos y en el control de impactos ambientales. En empresas como AVITEL Servicios Generales SAC, la implementación de esta norma permitió validar, mediante análisis estadísticos, la efectividad de los controles adoptados, consiguiendo mejoras significativas en los procesos relacionados con el tema (Díaz, 2021).

La dirección ambiental alineada en criterios ISO 14001:2015 constituye un tema con importancia nacional e internacional, que involucra a todas las empresas sin excepción alguna. Aquí surge la necesidad y responsabilidad, implícita en cualquier proyecto, de controlar el impacto ambiental de forma organizada, preservando el cuidado de este. (Salcedo & Moreno, 2020). No obstante, dentro de las actividades de AP Solutions, se genera tipos de residuos peligrosos y no peligrosos, siendo de vital importancia de contaminación al medio ambiente sino son correctamente segregados. Actualmente, no se ha evidenciado ningún evento ambiental, y la generación de residuos que se genera en su mayoría son papel, cartón y plástico.

Diversos estudios destacan que este estándar no sólo se orienta al cumplimiento ambiental, sino que también genera valor organizacional. La implementación favorece la confianza de los actores vinculados a la empresa, al integrar criterios ambientales en todos los niveles de gestión. De tal manera que reduce la exposición a riesgos ecológicos, tales como emisiones contaminantes, derrames de sustancias peligrosas o el uso inadecuado de insumos. Martins, F. y Fonseca, L. (2018)

La evolución de las normas ISO hacia estructuras de alto nivel ha facilitado la integración de sistemas de gestión en distintos tipos de organizaciones. Una empresa siderúrgica, esta integración permitió articular los enfoques de calidad y gestión ambiental bajo

un mismo sistema, mejorando la coherencia organizacional y capacidad de respuesta frente a entornos cambiantes (Alzate y Ramírez, 2019).

La adopción de normas como ISO 9001 y ISO 14001 dentro de un mismo sistema busca alinear los objetivos estratégicos con las operaciones diarias, promoviendo coherencia en la gestión. De esta manera, las organizaciones logran no solo cumplir con requisitos normativos, sino también optimizar su desempeño global, fortaleciendo la confianza de sus grupos de interés. (Arcieniegas, 2023)

Por consiguiente, en función de la problemática identificada, la investigación tuvo como objetivo general proponer la implementación de un sistema integrado de gestión basado en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 en la empresa AP Solutions SAC, con el propósito de fortalecer la calidad del servicio y mejorar el desempeño ambiental. Asimismo, como objetivos específicos se planteó diagnosticar el nivel de cumplimiento inicial de los requisitos establecidos en ambas normas internacionales, identificar las principales brechas organizacionales relacionadas con la gestión de calidad y gestión ambiental, diseñar lineamientos y herramientas orientadas al fortalecimiento del control organizacional; y evaluar el nivel de cumplimiento alcanzado luego de la aplicación progresiva de la propuesta.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El uso de los diagnósticos e implementación de las normas técnicas, certificaciones de calidad y procesos estandarizados sirven para incrementar la productividad laboral de las empresas, particularmente de las medianas y grandes y específicamente del sector manufacturero. Señala que las empresas que usan, por lo menos una herramienta de gestión de calidad, tienen una productividad laboral entre 33% y 39% mayor que las empresas que no usan este mecanismo (Inacal, 2023).

El estudio presentó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado y diseño descriptivo-propositivo, orientado a diagnosticar el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 y desarrollar una propuesta de implementación adaptada a la realidad organizacional de AP Solutions S.A.C. Cabe precisar que la investigación se desarrolló en una organización con estructura operativa reducida; por tal motivo, la población total estuvo conformada únicamente por 12 colaboradores. En consecuencia, se trabajó con el total de la población mediante un muestreo censal. Para la recolección de información se emplearon dos instrumentos: lista de verificación estructurada conforme a las cláusulas auditables de las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 y un cuestionario con escala tipo

Likert de cinco niveles (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo) orientado a evaluar la percepción de los colaboradores respecto a la resistencia al cambio y condiciones organizacionales.

Con la finalidad de garantizar la confiabilidad del instrumento aplicado, se realizó el análisis estadístico mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor aceptable  $\alpha=0.69$  de consistencia interna, lo cual permitió validar la estabilidad y coherencia de las respuestas obtenidas. Asimismo, para el procesamiento de datos se empleó estadística descriptiva mediante distribución de frecuencias y porcentajes, permitiendo interpretar el nivel de cumplimiento de los requisitos normativos y analizar las principales brechas organizacionales identificadas durante el diagnóstico. La metodología aplicada permitió examinar la situación existente sin intervenir en el desarrollo operativo, enfocándose en la identificación de brechas y en la comparación frente a los criterios normativos.

## **RESULTADOS**

Previo al desarrollo de la encuesta de resistencia al cambio, se realizaron dinámicas grupales orientadas a fortalecer la integración del equipo de AP Solutions SAC. Estas actividades permitieron que los colaboradores compartieran ideas, expresaran sus percepciones sobre la organización y participaran de manera activa en la identificación de oportunidades de mejora. Durante dichas dinámicas se evidenció una predisposición positiva hacia el cambio, así como apertura para involucrarse en la implementación de nuevos sistemas y procesos, lo cual constituye un aspecto favorable relacionado con establecimiento de un modelo de gestión de calidad. Asimismo, se aplicó una encuesta de resistencia al cambio, con el propósito de evaluar la disposición del personal frente al establecimiento de un marco de dirección de calidad y anticipar posibles barreras frente al proceso de adopción. Los resultados de la Tabla 1, evidencian tendencias de aceptación y posibles niveles de resistencia en relación con la implementación de cambios.

**Tabla 1**  
*Cuestionario Resistencia al Cambio*

<b>Niveles</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Nivel bajo	8	66.7%
Nivel medio	3	25.0%
Nivel alto	1	8.3%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra que existe una base favorable para la gestión del cambio, persisten factores que podrían generar resistencia

Los resultados muestran que el 66.7% de los colaboradores presenta un nivel bajo de resistencia al cambio, lo cual evidencia una actitud favorable hacia la implementación de nuevos lineamientos organizacionales. Asimismo, el 25.0% manifestó un nivel medio de resistencia, asociado principalmente a preocupaciones relacionadas con la comunicación interna y adaptación a nuevas responsabilidades. Finalmente, solo el 8.3% presentó un nivel alto de resistencia. En términos generales, los resultados reflejan condiciones favorables para el desarrollo de la propuesta de implementación del sistema integrado de gestión.

Asimismo, se destacó la importancia de definir roles y responsabilidades, comunicar cualquier modificación organizacional con anticipación y socializar los cambios en reuniones formales. Entre las sugerencias más frecuentes se mencionan la creación de procedimientos, flujogramas y estructuras de trabajo, la realización de capacitaciones en habilidades blandas, ventas y atención al cliente, el fortalecimiento del trabajo en equipo y la implementación de sistemas complementarios como seguridad y salud en el trabajo. En general, los colaboradores consideran que los cambios son necesarios y positivos, siempre que estén acompañados de una adecuada comunicación y liderazgo.

En las tablas 2 y 3, se evidencian los diagnósticos iniciales de ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015

**Tabla 2**  
*Diagnóstico inicial ISO 9001:2015*

Numeral	Requisitos del sistema de gestión de calidad	Porcentaje de cumplimiento
4	Contexto de la organización	34%
5	Liderazgo	35%
6	Planificación	33%
7	Apoyo	39%
8	Operación	25%
9	Evaluación del desempeño	23%
10	Mejora	25%
<b>PROMEDIO DE CONFORMIDAD</b>		<b>31%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra que el diagnóstico inicial evidenció un nivel promedio de conformidad de 31%, reflejando un bajo grado de cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad.

**Tabla 3**  
*Diagnóstico inicial ISO 14001:2015*

Numeral	Requisitos del sistema de gestión de medio ambiente	Porcentaje de cumplimiento
4	Contexto de la organización	34%
5	Liderazgo	35%
6	Planificación	33%
7	Apoyo	39%
8	Operación	25%
9	Evaluación del desempeño	23%
10	Mejora	25%
<b>PROMEDIO DE CONFORMIDAD</b>		<b>31%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra que el diagnóstico inicial evidenció un nivel promedio de conformidad de 31%, reflejando un bajo grado de cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión ambiental.

El diagnóstico inicial evidenció un nivel sobre el grado de cumplimiento de los criterios establecidos por ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. En ambas normativas se obtuvo un promedio general de cumplimiento del 31%, lo que refleja un BAJO grado de cumplimiento ante estas normas internacionales. Ambos resultados del diagnóstico permiten identificar brechas importantes frente a los requisitos de ambas normas, lo cual justifica la importancia de establecer un esquema de gestión integrado que permita estructurar procesos, fortalecer el

control organizacional y mejorar el desempeño en materia de calidad y gestión ambiental. Por otro lado, la presente investigación y su naturaleza académica corresponde a un estudio propositivo, es necesario señalar que, durante el desarrollo del trabajo, la alta dirección no sólo brindó acceso a la información y facilidades para el diagnóstico, sino que además otorgó su autorización para iniciar la implementación progresiva de los requisitos de ambas normas. El análisis inicial reveló que la situación del área de Laboratorio no se limitaba únicamente al retraso en la aprobación de cotizaciones por parte de los clientes. Si bien este era el síntoma visible siendo equipos almacenados por semanas o meses, pérdida de trazabilidad y saturación del espacio físico, el proceso de implementación permitió identificar causas estructurales más complejas.

Se evidenció la ausencia de liderazgo estratégico, escasa delegación efectiva y limitada planificación operativa. La falta de seguimiento sistemático no respondía únicamente a la carga laboral, sino a la inexistencia de lineamientos formales, indicadores de control y mecanismos de supervisión. Por consiguiente, se constató que la solicitud reiterada de incorporar un colaborador adicional para el laboratorio no había sido evaluada bajo criterios técnicos, sino postergada por decisiones no sustentadas en análisis de capacidad operativa.

La propuesta de implementación fue elaborada considerando las brechas identificadas durante el diagnóstico inicial, estableciendo una relación directa entre los hallazgos obtenidos y las acciones de mejora planteadas. Las deficiencias detectadas en liderazgo, planificación, control documental, seguimiento operativo y gestión ambiental sirvieron como base para el diseño de procedimientos, indicadores, formatos de control y mecanismos de seguimiento orientados al fortalecimiento del sistema integrado de gestión. En consecuencia, las mejoras reflejadas en los diagnósticos finales responden directamente a las necesidades identificadas en la etapa inicial del estudio.

Se orientó a la consolidación, ajustes, fortalecimiento documental y seguimiento de los resultados obtenidos, asegurando coherencia entre la teoría propuesta en la tesis y la aplicación práctica en la organización en cada una de las cláusulas de las normas internacionales mencionadas. En las tablas 4 y 5, se muestran los diagnósticos finales de ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015

**Tabla 4**  
*Diagnóstico final ISO 9001:2015*

Numeral	Requisitos del sistema de gestión de calidad	Porcentaje de cumplimiento
4	Contexto de la organización	75%
5	Liderazgo	75%
6	Planificación	71%
7	Apoyo	59%
8	Operación	58%
9	Evaluación del desempeño	57%
10	Mejora	66%
<b>PROMEDIO DE CONFORMIDAD</b>		<b>66%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra que el diagnóstico final evidenció un nivel promedio de conformidad de 66%, reflejando un bajo grado de cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad.

**Tabla 5**  
*Diagnóstico final ISO 14001:2015*

Numeral	Requisitos del sistema de gestión de medio ambiente	Porcentaje de cumplimiento
4	Contexto de la organización	70%
5	Liderazgo	67%
6	Planificación	58%
7	Apoyo	64%
8	Operación	60%
9	Evaluación del desempeño	66%
10	Mejora	69%
<b>PROMEDIO DE CONFORMIDAD</b>		<b>65%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra que el diagnóstico final evidenció un nivel promedio de conformidad de 65%, reflejando un bajo grado de cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión ambiental.

Durante la aplicación del modelo de gestión conforme a ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, se logró visibilizar estas deficiencias estructurales y establecer herramientas de control que permitieron ordenar el flujo de trabajo, definir responsabilidades, estructurar tiempos máximos de seguimiento y formalizar registros de equipos en custodia. Paralelamente, se fortaleció la toma de decisiones mediante información cuantificable, permitiendo justificar

técnicamente la necesidad de optimizar recursos humanos. Los resultados no solo reflejan mejora operativa, sino una transformación en la forma de gestionar.

Es importante destacar que, si bien se ha logrado una implementación estructurada y progresiva desde febrero de 2025 hasta la fecha, el proceso aún se encuentra en fase de maduración organizacional. Se debe continuar fortaleciendo la cultura de calidad y sostenibilidad, mejorar la trazabilidad documental, profundizar en la medición del desempeño y reforzar la interiorización del enfoque basado en riesgos y en la protección ambiental en todos los niveles de la empresa.

Finalmente, el avance alcanzado representa un logro significativo para AP Solutions; sin embargo, el sistema debe mantenerse en permanente evaluación y mejora, garantizando la sostenibilidad, eficacia y alineación estratégica de período mediano y extendido plazo.

## **DISCUSIÓN**

En una primera aproximación, la problemática parecía atribuible principalmente a la demora de los clientes en la aprobación de cotizaciones. No obstante, el análisis desarrollado evidenció que la causa estructural se encontraba en debilidades de dirección estratégica y control organizacional. La ausencia de liderazgo no se expresaba como falta de autoridad formal, sino como limitaciones en la planificación operativa, el seguimiento sistemático de los procesos y la anticipación de riesgos. El retraso en la aprobación de cotizaciones evidenció una dependencia excesiva de factores externos sin mecanismos internos de mitigación. La inexistencia de alertas de seguimiento, registros formales y políticas que delimitaran la permanencia de equipos en custodia generaba acumulación progresiva, pérdida de trazabilidad y desgaste operativo en el área de laboratorio.

De igual forma, la constante solicitud de un nuevo colaborador para el área reveló un desbalance entre demanda y capacidad instalada. No obstante, antes de la implementación no existían métricas que respaldaran dicha necesidad. Con el sistema estructurado, se logró demostrar técnicamente que la carga operativa requería redistribución o ampliación de recursos, dejando de ser una percepción subjetiva para convertirse en evidencia documentada.

La implementación permitió transitar de una administración basada en la experiencia individual a una gestión fundamentada en procesos, indicadores y evaluación periódica. Los resultados obtenidos evidencian que la propuesta desarrollada mantuvo coherencia con las necesidades identificadas en el diagnóstico inicial. La incorporación de procedimientos documentados, mecanismos de seguimiento y herramientas de control permitió intervenir

directamente sobre las principales deficiencias detectadas en la organización, particularmente aquellas relacionadas con trazabilidad, liderazgo operativo y control de procesos. Esto permitió que las mejoras observadas en los porcentajes de cumplimiento respondan a acciones concretas derivadas de la propuesta planteada.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados alcanzados evidencian coherencia entre el diagnóstico realizado y las acciones de mejora propuestas, debido a que la implementación se desarrolló considerando directamente las brechas organizacionales identificadas durante la evaluación inicial.

Se concluye que la propuesta de implementación de un sistema integrado de gestión, basada en los estándares ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, permitió fortalecer la organización interna, mejorar el control de los procesos y optimizar el seguimiento de las actividades del área de laboratorio, generando mayor eficiencia y confiabilidad en la prestación del servicio.

Asimismo, el diagnóstico inicial evidenció bajos niveles de cumplimiento (31%) en ambas normas, reflejando una gestión con limitada estandarización, escasa trazabilidad y débil control estructurado, lo cual afectaba la calidad del servicio y el desempeño ambiental. Tras la aplicación de la propuesta, el diagnóstico final mostró una mejora significativa, alcanzando un 66% de cumplimiento en calidad y un 65% en gestión ambiental.

La incorporación de procedimientos, indicadores y mecanismos de control permitió ordenar los procesos, reducir ineficiencias operativas y mejorar la trazabilidad, contribuyendo a una gestión más organizada y orientada a resultados.

En conjunto, la aplicación del sistema integrado evidenció mejoras en la calidad operativa, la gestión ambiental y la satisfacción del cliente, consolidando una base para la sostenibilidad organizacional.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alzate, A. & Ramírez, J. (2019). Modelo para la implementación de un sistema integrado de gestión de calidad y ambiental en una empresa siderúrgica. *Ciencias Administrativas*, 10. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/11537/32353>
- Arcieniegas, J. (2023). *Sistemas integrados de gestión*. ECOE. <https://doi.org/ISBN 978-958-503-665-9>
- Calla, M. (2021). Impacto de la gestión ambiental ISO 14001:2015 en el desempeño ambiental de la empresa Sicma SAC. *Revista Científica Investigación Andina*, 21, 9. <https://doi.org/https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/931>

- Caza, P. y Andrade, C. (2025). Perception of innovation in the recruitment and selection process for Police Training School candidates from an ISO 9001
- Contreras, C. (2017). Sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015 en el proceso sistémico de certificación fitosanitaria del SENASA-puesto de control marítimo Callao. (Tesis de maestría, Universidad nacional del Callao). Repositorio de tesis - UNC. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/3930>
- Cruzado, J. (2021). Características de la certificación de calidad Iso 9001:2015 en una empresa importadora de tecnología del distrito de La Victoria, Lima 2021. (Tesis para optar título profesional, Universidad Privada del Norte). Repositorio de tesis - UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28478/Cruzado%20Huanca%20Javier%20Ruben.pdf?sequence=1>
- De la Cruz, A., Guevara, J. y Torreblanca, C. (2021). Diseño de un Sistema Integrado de Gestión según las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 para la empresa Fresko Perú. (Tesis para optar título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú). Repositorio de tesis - PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/19639>
- Díaz, C. (2021). Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental Según la Norma ISO 14001 y la Mejora de la Gestión de Residuos en la Empresa AVITEL Servicios Generales S.A.C., 2020. (Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada de Ciencias e informática). Repositorio de tesis - UPCI. <https://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/516>
- Gutiérrez, P. (2022). Sistemas de gestión en micro y pequeñas empresas. Metodología para su implementación. Revista Venezolana de Gerencia, 7, 644. <https://doi.org/https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.41>
- Inacal. (2023). Empresas que tienen certificaciones en Sistemas de Gestión de Calidad aumentan su productividad entre 33% y 39%: <https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/870077-empresas-que-tienen-certificaciones-en-sistemas-de-gestion-de-calidad-aumentan-su-productividad-entre-33-y-39>
- Martins, F. y Fonseca, L. (2018). Comparison between eco-management and audit scheme and ISO 14001:2015. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.023>
- Orejon, E. (2016). Implementación de la certificación ISO 9001 para el mejoramiento de la calidad en edificios multifamiliares de la ciudad de Lima. (Tesis para optar título

- profesional, Universidad Alas Peruanas). Repositorio de tesis - UAP.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12990/3283>
- Salcedo, B. y Moreno, M. ((2020) Integrated management of quality, environment and safety and health at work with a leadership approach ISSN: 2664-0856
- Sánchez, S. (2017). Gestión de la calidad (ISO 9001/2015). Elearning.  
[https://doi.org/https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_de\\_la\\_calidad\\_ISO\\_9001\\_2015/YzZWDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1](https://doi.org/https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_la_calidad_ISO_9001_2015/YzZWDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1)
- Soret, I. (2020). Gestión de la calidad. Esic. <https://doi.org/ISBN: 978-84-17914-92-9>
- Ydelfonso, J. (2023). Diseño de un sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001: 2015 en la empresa telecomunicaciones Jeroy SAC – 2022. (Tesis para optar título profesional, Universidad Nacional Hermilio Valdizán) Repositorio de tesis - UNHV.  
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/9264>

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **La planeación tributaria como instrumento para fortalecer la competitividad empresarial en las organizaciones productivas de Fusagasugá**

#### **Tax planning as an instrument to strengthen business competitiveness in the productive organizations of Fusagasugá**

Miguel Romero <sup>1</sup>\* y Diego Pachón <sup>2</sup>

#### **RESUMEN**

El presente trabajo busca analizar la planeación tributaria como instrumento de optimización para el fortalecimiento de la competitividad empresarial en las organizaciones productivas de Fusagasugá. Esta investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo con un ligero alcance correlacional; se hizo uso de una encuesta estructurada aplicada a 42 organizaciones productivas del municipio mediante la plataforma Google Forms. Los resultados permitieron identificar la relación entre el nivel de formalización contable y el cumplimiento tributario, evidenciando que las organizaciones con mayor planeación tributaria también presentaban una menor carga fiscal. Al planear con antelación sus obligaciones tributarias, estas organizaciones tomaban mejores decisiones financieras que contribuyen a su sostenibilidad y crecimiento. El artículo aporta una visión general de cómo la planeación tributaria es una herramienta eficaz de optimización en la competitividad empresarial.

**Palabras clave:** Planeación tributaria; competitividad empresarial; organizaciones productivas; formalización contable; cumplimiento tributario.

#### **ABSTRACT**

This paper seeks to analyze tax planning as an optimization instrument for strengthening business competitiveness in productive organizations in Fusagasugá. This research was developed using a quantitative approach of a descriptive type with a slight correlational scope; a structured survey was applied to 42 productive organizations in the municipality through the Google Forms platform. The results made it possible to identify the relationship between the level of accounting formalization and tax compliance, showing that organizations with greater tax planning also had a lower tax burden. By planning their tax obligations in advance, these organizations made better financial decisions that contribute to their sustainability and growth. The article provides a general overview of how tax planning is an effective optimization tool for business competitiveness.

**Keywords:** Tax planning; business competitiveness; productive organizations; accounting formalization; tax compliance.

\* Autor para correspondencia

---

<sup>1</sup> Universidad de Cundinamarca – Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Programa de Contaduría Pública, Fusagasugá, Colombia. Email: [miguelangelromero@ucundinamarca.edu.co](mailto:miguelangelromero@ucundinamarca.edu.co), [darmandopachon@ucundinamarca.edu.co](mailto:darmandopachon@ucundinamarca.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, las pequeñas y medianas organizaciones productivas representan un gran porcentaje de la red empresarial y son indispensables para la economía nacional y regional. Estas organizaciones contribuyen de manera significativa a la generación de empleo, al fortalecimiento de las actividades comerciales y al crecimiento de los diferentes territorios. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2005), el 98 % del tejido empresarial colombiano corresponde a microempresas, cuyas condiciones de operación las hacen especialmente vulnerables ante la complejidad del sistema tributario vigente. No obstante, muchas de ellas enfrentan dificultades relacionadas con el cumplimiento adecuado de sus obligaciones tributarias, situación que se agudiza en municipios intermedios como Fusagasugá, donde predominan las empresas de carácter familiar sin estructuras financieras especializadas (Buitrago Domínguez, 2018).

En este contexto se evidencia que muchas organizaciones productivas presentan problemas en la gestión de sus responsabilidades, lo que se refleja directamente en el cumplimiento tributario. Estos problemas de gestión y planeación se convierten en una debilidad que deriva en una elevada carga impositiva, sanciones administrativas y afectaciones en su estabilidad financiera, habitualmente generadas por la falta de una apropiada planeación tributaria.

La falta de conocimientos claros sobre los procedimientos legales de optimización fiscal, unida a la escasa aplicación de estrategias tributarias, origina un impacto negativo en la sostenibilidad empresarial y la liquidez de estas organizaciones (Ramírez et al., 2020). Por tal motivo, surge la necesidad de analizar la planeación tributaria como un instrumento fundamental que permita a las organizaciones cumplir con la normatividad vigente mientras optimizan su carga fiscal de manera legal y responsable. En consecuencia, el presente estudio plantea como pregunta de investigación: ¿De qué manera la planeación tributaria puede fortalecer la competitividad empresarial en las organizaciones productivas de Fusagasugá? A partir de este interrogante, se formula la hipótesis de que las organizaciones que implementan estrategias de planeación tributaria de forma sistemática presentan un mayor nivel de competitividad, expresado en mejor control financiero, menor carga fiscal y mayor sostenibilidad operativa. El objetivo general del estudio es analizar la planeación tributaria como instrumento de optimización para el fortalecimiento de la competitividad empresarial en las organizaciones productivas de Fusagasugá.

Desde el ámbito profesional del contador público, este estudio resulta relevante porque brinda bases tanto conceptuales como normativas aplicables en el asesoramiento tributario, ayudando a las organizaciones productivas a optimizar su carga fiscal sin incurrir en evasión. La literatura especializada respalda la pertinencia del tema: Villasmil Morelo (2016) destaca la planeación tributaria como herramienta legítima del contribuyente; Cardona y Orozco (2007) subrayan la importancia de modelos de planeación basados en el análisis del entorno organizacional; y Gutiérrez (2022) señala que esta práctica, correctamente implementada, mejora la liquidez, reduce el riesgo de sanciones y favorece la toma de decisiones financieras informadas. Todo lo que se planea con anticipación representa una ventaja significativa y permite minimizar riesgos en el ejercicio de las actividades productivas. El artículo se organiza en los siguientes apartados: marco teórico, metodología, resultados, discusión y conclusiones.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La planeación tributaria puede entenderse como el conjunto de estrategias y acciones legales que una organización adopta con el fin de optimizar su carga fiscal, cumplir oportunamente con sus obligaciones ante la administración tributaria y aprovechar los beneficios e incentivos que la normatividad vigente ofrece. En este sentido, Villasmil Morelo (2016) la define como una herramienta legítima del contribuyente que nace del conocimiento profundo del sistema tributario y la normatividad, con el propósito de sacar provecho de lo que en ella se plantea. Para su correcta aplicación, es necesario analizar la situación actual de la empresa, el entorno legal, los recursos económicos y humanos disponibles, así como los objetivos a mediano y largo plazo en materia de impuesto de renta, IVA y tributos territoriales.

Por su parte, Cardona y Orozco (2007) señalan que un modelo de planeación tributaria efectivo debe fundamentarse sobre bases sólidas que incluyan un análisis del entorno donde opera la organización, identificando sus debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas, de modo que sea posible fijar objetivos, metas, estrategias y políticas fiscales orientadas tanto al cumplimiento normativo como a la optimización del impuesto. Ramírez et al. (2020) complementan esta visión afirmando que la planificación tributaria no solo permite reducir la carga impositiva de manera lícita, sino que también contribuye directamente a la competitividad empresarial, al liberar recursos que pueden ser reinvertidos en el crecimiento y la innovación organizacional.

En el contexto colombiano, las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) constituyen el segmento más vulnerable frente a las obligaciones tributarias. Según el DANE

(2005), el 98 % del tejido empresarial colombiano corresponde a microempresas con mercados predominantemente locales, lo que implica que sus recursos son limitados y que cualquier carga fiscal mal gestionada puede comprometer su viabilidad financiera. Buitrago Domínguez (2018) señala que en municipios intermedios como Fusagasugá esta situación se acentúa, dado que la mayoría de las organizaciones son de carácter familiar y carecen de áreas financieras especializadas.

Gutiérrez (2022) destaca que la planeación tributaria en las Mipymes no debe concebirse como una actividad exclusiva de grandes corporaciones, sino como una práctica esencial que, correctamente implementada, permite a las pequeñas empresas mejorar su liquidez, reducir el riesgo de sanciones y tomar decisiones financieras más informadas. En la misma línea, Meneses, Chasoy y Ospina (2009) argumentan que la planeación tributaria debe integrarse a la planeación organizacional general, de modo que las decisiones fiscales estén alineadas con los objetivos estratégicos de la empresa. El sistema tributario colombiano está regulado principalmente por el Estatuto Tributario (Decreto 624 de 1989) y sus posteriores modificaciones, destacándose la Ley 1819 de 2016 y la Ley 2010 de 2019, conocida como la Ley de Crecimiento Económico, que consolida el Régimen Simple de Tributación (SIMPLE), el cual permite a las pequeñas empresas unificar varios impuestos en una sola declaración anual (Yopasá Suárez, 2023).

La competitividad empresarial puede definirse como la capacidad de una organización para mantener y mejorar su posición en el mercado de forma sostenida, generando valor para sus grupos de interés. En este marco, la planeación tributaria actúa como un factor habilitador de competitividad, en la medida en que permite a las empresas disponer de mayores recursos para la inversión, reducir sus costos operativos y proyectar con mayor certeza sus flujos de caja futuros. Rodríguez Niño y Ramírez Vargas (2022) demuestran que las organizaciones colombianas que implementan estrategias de planeación tributaria obtienen beneficios económicos medibles, tales como la reducción de la tasa efectiva de tributación, el acceso a descuentos tributarios y la prevención de sanciones por incumplimiento. Garizabal et al. (2020) añaden que las estrategias de planeación tributaria orientadas a optimizar el impuesto de los contribuyentes deben construirse sobre un diagnóstico fiscal previo que identifique las brechas entre la situación actual y el aprovechamiento óptimo de la normatividad vigente.

El presente trabajo se desarrolla desde un enfoque cuantitativo, fundamentado en la recolección y el análisis estadístico de datos obtenidos a través de una encuesta aplicada a diversas organizaciones productivas del municipio de Fusagasugá. Este enfoque permitió medir

con precisión las variables relacionadas con el nivel de conocimiento, aplicación y percepción de la planeación tributaria, otorgando al estudio un alcance a la vez descriptivo y correlacional. En consecuencia, no solo se busca caracterizar la realidad actual de las empresas en el municipio, sino también identificar cómo interactúan el conocimiento técnico y la ejecución de estrategias con la gestión financiera y el fortalecimiento empresarial.

La población objeto está conformada por las organizaciones productivas de Fusagasugá, incluyendo los sectores económicos comercial, de servicios, agropecuario e industrial. Para el levantamiento de la información se trabajó con una muestra de 42 organizaciones, seleccionadas mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, criterio definido por la accesibilidad y la disposición de los participantes para suministrar los datos necesarios. Como técnica principal se utilizó la encuesta, empleando un cuestionario estructurado que combina preguntas abiertas y cerradas, organizado en cinco secciones: (1) información general de la organización, (2) nivel de conocimiento sobre planeación tributaria, (3) aplicación de estrategias, (4) percepción de beneficios y (5) dificultades en el manejo de las obligaciones fiscales.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis de las 42 encuestas aplicadas a organizaciones productivas del municipio de Fusagasugá. La Tabla 1 ofrece un resumen consolidado de los principales resultados por variable, y las Figuras 1 a 7 ilustran la distribución de respuestas para cada pregunta del instrumento.

**Tabla 1**

*Resumen de resultados de la encuesta aplicada a organizaciones productivas de Fusagasugá*

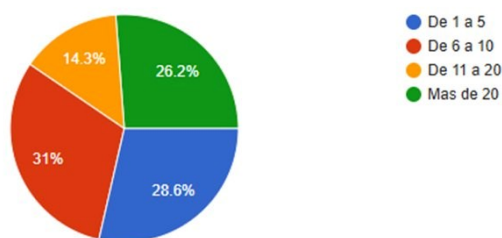
<b>Variable / Pregunta</b>	<b>Resultado principal</b>
Número de empleados (mayoría)	De 6 a 10 empleados (31 %)
Conocimiento sobre planeación tributaria	Poco conocimiento (81 %)
Implementación de planeación tributaria	Sí la implementa (54,8 %)
Cuenta con asesoría contable o tributaria	Sí cuenta con asesoría (95,2 %)
Frecuencia de revisión de obligaciones	Mensualmente (52,4 %)
Considera importante la planeación tributaria	Sí es importante (76,2 %)
Principal beneficio percibido	Evitar sanciones (59,5 %)

En cuanto al tamaño de las organizaciones medido por número de empleados (Figura 1), el 31 % de las organizaciones encuestadas cuenta con entre 6 y 10 trabajadores, seguido del 28,6 % con entre 1 y 5, el 26,2 % con más de 20 y el 14,3 % con entre 11 y 20. Este perfil confirma la predominancia de micro y pequeñas empresas en el tejido productivo del municipio, en línea con los datos del DANE (2005).

**Figura 1**

Número de empleados en las organizaciones encuestadas

42 respuestas



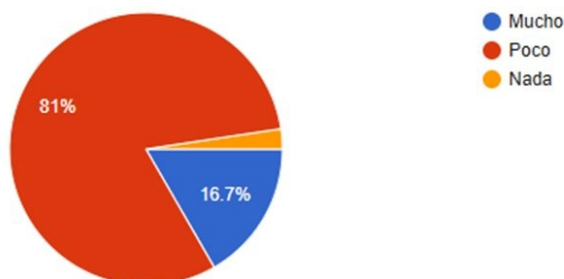
Respecto al nivel de conocimiento sobre planeación tributaria (Figura 2), el 81 % de los encuestados afirmó conocer poco sobre el tema, el 16,7 % manifestó conocer mucho y apenas el 2,3 % reconoció no saber nada. Aunque prácticamente ninguna organización declara ignorar el concepto por completo, el conocimiento superficial que prevalece impide una aplicación estructurada y estratégica de la planeación tributaria.

**Figura 2**

Nivel de conocimiento sobre planeación tributaria.

¿Que tanto conoce sobre la planeacion tributaria?

42 respuestas



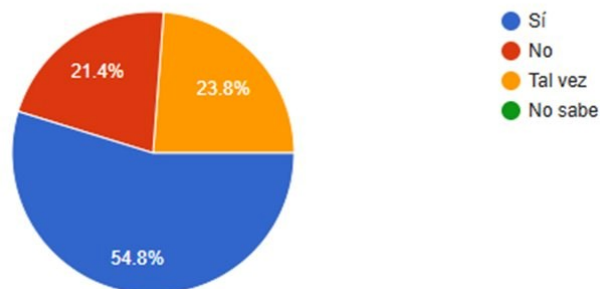
En cuanto a la implementación de algún tipo de planeación tributaria (Figura 3), el 54,8 % de las organizaciones afirmó implementarla, el 23,8 % respondió "tal vez" y el 21,4 % indicó que no lo hace. La elevada proporción de respuestas ambiguas sugiere que, si bien existe intención de gestionar las obligaciones fiscales, en muchos casos esta gestión no se realiza de forma estructurada ni con un enfoque estratégico deliberado.

**Figura 3**

*Implementación de planeación tributaria en las organizaciones.*

**¿Su organización implementa algún tipo de planeación tributaria?**

42 respuestas



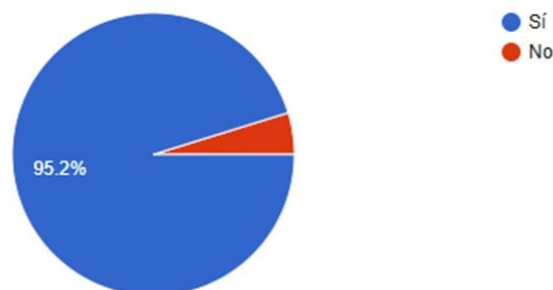
En lo relativo a la disponibilidad de asesoría contable o tributaria (Figura 4), el 95,2 % de las organizaciones indicó contar con este tipo de acompañamiento, frente a un 4,8 % que no lo tiene. Este resultado es especialmente relevante porque evidencia que el acceso a asesoría no garantiza por sí solo una planeación tributaria estructurada; es necesario que dicha asesoría tenga un carácter proactivo y estratégico, y no meramente reactivo al cumplimiento de las obligaciones periódicas.

**Figura 4**

*Disponibilidad de asesoría contable o tributaria*

**¿Cuenta con asesoría contable o tributaria?**

42 respuestas



Frente a la frecuencia de revisión de las obligaciones tributarias (Figura 5), el 52,4 % de las organizaciones lo hace mensualmente, el 35,7 % trimestralmente, un porcentaje menor anualmente y solo una fracción mínima no realiza ningún tipo de revisión. La revisión periódica es un indicador positivo de cumplimiento básico; sin embargo, no implica necesariamente que

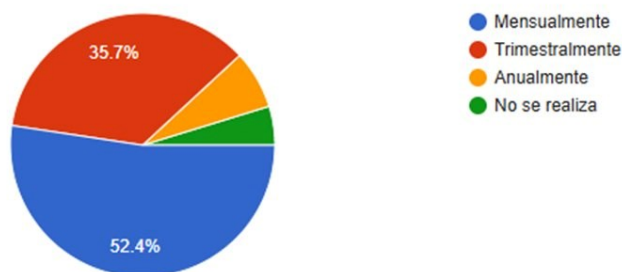
las organizaciones estén aprovechando los beneficios fiscales disponibles ni planificando sus obligaciones con anticipación estratégica.

**Figura 5**

*Frecuencia de revisión o planificación de obligaciones tributarias*

**¿Con que frecuencia revisa o planifica sus obligaciones tributarias?**

42 respuestas



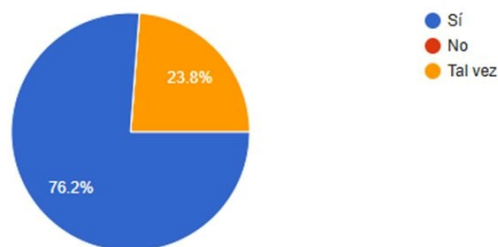
Sobre la percepción de importancia de la planeación tributaria (Figura 6), el 76,2 % de los encuestados considera que sí es importante para su organización, mientras que el 23,8 % respondió "tal vez". Ninguna organización respondió negativamente. Este resultado pone de manifiesto que existe una valoración positiva generalizada del instrumento, aunque —como se evidenció en las figuras anteriores— esa valoración no se traduce automáticamente en su implementación efectiva.

**Figura 6.**

*Percepción de importancia de la planeación tributaria.*

**¿Considera importante la planeacion tributaria para su organizacion?**

42 respuestas

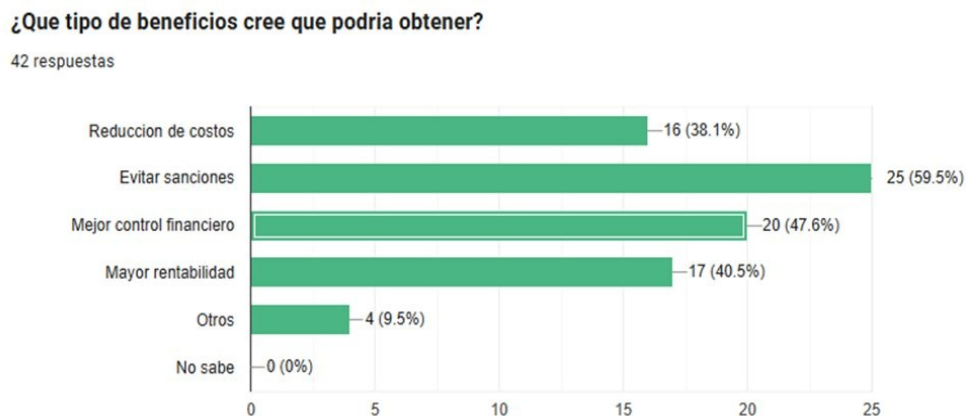


Finalmente, en cuanto a los beneficios que las organizaciones esperan obtener de la planeación tributaria (Figura 7), el más mencionado fue evitar sanciones con 25 respuestas (59,5 %), seguido de mejor control financiero con 20 (47,6 %), mayor rentabilidad con 17 (40,5 %), reducción de costos con 16 (38,1 %) y otros con 4 (9,5 %). Ningún encuestado respondió "no sabe". La prevalencia de "evitar sanciones" como beneficio principal refleja una orientación

defensiva hacia el cumplimiento tributario, más que una visión proactiva orientada a la optimización fiscal y la generación de valor.

**Figura 7**

*Beneficios esperados de la planeación tributaria según los encuestados.*



## DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio son sólidos con la literatura sobre planeación tributaria en contextos de pequeña y mediana empresa. La brecha identificada entre el reconocimiento de la importancia de la planeación tributaria y su implementación efectiva constituye el hallazgo central de la investigación. Esta brecha no responde a negligencia por parte de los empresarios, sino a limitaciones estructurales propias de las microempresas: escasez de recursos humanos especializados, acceso limitado a asesoría técnica de carácter estratégico y dificultad para interpretar una normatividad tributaria compleja y cambiante.

El hecho de que el 95,2 % de las organizaciones cuente con asesoría contable o tributaria, pero que solo el 54,8 % afirme implementar algún tipo de planeación, sugiere que la asesoría disponible tiene un carácter predominantemente reactivo, orientada al cumplimiento de obligaciones periódicas más que a la identificación de oportunidades de optimización fiscal. Este hallazgo coincide con lo planteado por Gutiérrez (2022), quien señala que la asesoría tributaria en las Mipymes colombianas tiende a limitarse al registro y declaración de impuestos, sin abordar la dimensión estratégica que permite aprovechar los incentivos y beneficios que la ley contempla.

Desde la perspectiva del contador público, este resultado plantea un reto claro: la asesoría tributaria no puede limitarse al cumplimiento reactivo de obligaciones, sino que debe evolucionar hacia un acompañamiento estratégico que ayude a las organizaciones a aprovechar

los instrumentos legales disponibles, como el Régimen SIMPLE, las deducciones por inversión en activos fijos, los descuentos tributarios por contratación y los beneficios sectoriales que contempla el Estatuto Tributario. La evidencia muestra que el acompañamiento profesional de calidad es el factor diferenciador más relevante entre quienes gestionan bien sus obligaciones y quienes las atienden de manera parcial.

Los resultados respaldan los planteamientos de Rodríguez Niño y Ramírez Vargas (2022), quienes señalan que la planeación tributaria no es un privilegio exclusivo de las grandes empresas, sino una herramienta accesible y necesaria para cualquier organización que desee mejorar su competitividad y sostenibilidad financiera a largo plazo. El hecho de que el 59,5 % de los encuestados identifique “evitar sanciones” como el principal beneficio esperado, en lugar de la optimización fiscal o el incremento de la rentabilidad, evidencia que el enfoque dominante es aún defensivo y que existe un amplio margen para avanzar hacia una cultura tributaria más estratégica en el municipio de Fusagasugá.

## **CONCLUSIONES**

En Fusagasugá, como en la mayoría de los municipios de nivel intermedio en Colombia, la economía descansa casi por completo en micro y pequeñas empresas. Si bien el 76,2 % de los encuestados reconoce el valor de la planeación tributaria y la mayoría cumple sus obligaciones de manera periódica, ese cumplimiento es más reactivo que estratégico. Las organizaciones que no planean tributariamente no solo pierden incentivos y beneficios fiscales a los que tendrían derecho, sino que también quedan más expuestas a errores, sanciones y decisiones financieras mal calculadas, situación que en una microempresa puede ser determinante para su continuidad. La asesoría contable emerge como el factor que mayor diferencia genera; sin embargo, su actual enfoque reactivo es insuficiente para aprovechar plenamente el marco normativo vigente. Fortalecer los procesos de formación tributaria, ampliar el acceso a asesoría especializada de carácter estratégico y simplificar la comunicación de la normativa son pasos concretos para cerrar la brecha identificada.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Buitrago Domínguez, B. (2018). Caracterización de la morbilidad de las micro pequeñas y medianas empresas (Mipymes) de Fusagasugá, aplicando análisis factorial múltiple.
- Cardona Cano, L. J., & Orozco Henao, S. M. (2007). Planeación tributaria un beneficio para las organizaciones. Trabajos de Grado Contaduría UdeA, 1(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/tgcontaduria/article/view/323404>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2005). Censo general 2005: Censo de establecimientos. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- Casco, A. D. P. R., Paguay, A. V. B., & Garrido, R. G. R. (2020). La planificación tributaria como herramienta para cumplir la relación fiscal en la gestión empresarial. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(3), 3-17.
- GARIZABAL, L., Barrios, I. P., Bernal, O., & Garizabal, M. E. (2020). Estrategias de planeación tributaria para optimizar impuesto de los contribuyentes.
- Gutiérrez, C. D. M. (2022). La importancia de la planeación tributaria para la gestión empresarial. *Revista Investigación & Gestión*, 5(1), 57-73.
- Meneses, A. M. R., Chasoy, R. J., & Ospina, A. Q. (2009). La estrategia y la planeación tributaria como parte integral de la planeación organizacional de las empresas colombianas. *Trabajos de Grado Contaduría UdeA*, 3(1).
- Ramírez, C., Berrones, P., Amaro, V., & Ramírez Garrido. (2020). La planificación tributaria como herramienta para cumplir la relación fiscal en la gestión empresarial. *Polo Del Conocimiento*, 5(3), 3-17.
- Rodríguez Niño, G. M., & Ramírez Vargas, Y. Y. (2022). Beneficios económicos de la planeación tributaria en el contexto colombiano. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/5f15e9cb-d75e-4699-8fb1-ba782120d013/content>
- Villasmil Morelo, M. (2016). La planificación tributaria: herramienta legítima del contribuyente en la gestión empresarial. *Researchgate*, 121-128.
- Yopasá Suárez, Y. A. (2023). Cartilla de apoyo de beneficios tributarios como gestión de planeación tributaria en el impuesto de renta, según normatividad vigente.
- Congreso de la República de Colombia. (1989). Decreto 624 de 1989: Por el cual se expide el Estatuto Tributario de los impuestos administrados por la Dirección General de Impuestos Nacionales. Diario Oficial No. 38.756.
- Congreso de la República de Colombia. (2016). Ley 1819 de 2016: Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 50.101.

Congreso de la República de Colombia. (2019). Ley 2010 de 2019: Por medio de la cual se adoptan normas para la promoción del crecimiento económico, el empleo, la inversión, el fortalecimiento de las finanzas públicas y la progresividad, equidad y eficiencia del sistema tributario. Diario Oficial No. 51.179.

Cárdenas Mora, S. M. (2020). Planeación tributaria en las micro, pequeñas y medianas empresas en Colombia: una revisión de literatura. *Semestre Económico*, 23(54), 75–97. <https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a4>

## **ARTÍCULO ORIGINAL**

### **Herramientas digitales, competencias digitales y su relación con el rendimiento académico en ecuaciones diferenciales de estudiantes en Ingeniería**

#### **Digital tools, digital competencies and heir relationship to Engineering students' academic performance in differential equations**

Enny Román <sup>1</sup>, Oscar Larios <sup>2</sup>\*, Hayde Vásquez <sup>3</sup> y Fernando Llatas <sup>4</sup>

### **RESUMEN**

El uso de herramientas digitales especializadas ha cobrado mayor relevancia en la enseñanza de las matemáticas universitarias; sin embargo, la evidencia sobre su relación con las competencias digitales y el rendimiento académico continúa siendo heterogénea. En este contexto, el presente estudio analizó la asociación entre estas variables en estudiantes del curso de Ecuaciones Diferenciales de la Universidad Nacional de Jaén. Desarrollándose una investigación con enfoque cuantitativo, alcance correlacional y diseño no experimental de corte transversal, en la que participaron 33 estudiantes. La información se obtuvo mediante cuestionarios previamente validados con una consistencia interna superior a 0.95 (alfa ordinal) y se analizó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados evidenciaron una relación positiva moderada y estadísticamente significativa entre el uso de herramientas digitales y el rendimiento académico ( $\rho = 0.533$ ;  $p = 0.001$ ), mientras que las competencias digitales no mostraron una asociación significativa con el rendimiento académico ( $\rho = 0.122$ ;  $p = 0.498$ ). Aunque la mayoría de los estudiantes alcanzó un nivel bueno de competencias digitales, el desempeño académico presentó una mayor asociación con el empleo de herramientas digitales especializadas. Se concluye que la incorporación sistemática de estos recursos puede contribuir al aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingeniería.

**Palabras clave:** Competencias digitales; herramientas digitales; rendimiento académico; educación superior; ecuaciones diferenciales.

### **ABSTRACT**

The use of specialized digital tools has become increasingly important in university mathematics education; however, the evidence regarding their relationship with digital competencies and academic performance remains mixed. In this context, the present study analyzed the association between these variables among students in the Differential Equations course at the National University of Jaén. The study employed a quantitative approach with a correlational scope and a non-experimental cross-sectional design, involving 33 students. Data were collected using previously validated questionnaires with an internal consistency coefficient greater than 0.95 (ordinal alpha) and analyzed using Spearman's correlation coefficient. The results showed a moderate and statistically significant positive relationship between the use of digital tools and academic performance ( $\rho = 0.533$ ;  $p = 0.001$ ), while digital competencies did not show a significant association with academic performance ( $\rho = 0.122$ ;  $p = 0.498$ ). Although most students achieved a good level of digital competencies, academic performance was more strongly associated with the use of specialized digital tools. It is concluded that the systematic incorporation of these resources can contribute to mathematics learning among engineering students.

**Keywords:** digital tools; digital competencies; academic performance; differential equations; engineering education.

\* Autor para correspondencia

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: [enny\\_roman@unj.edu.pe](mailto:enny_roman@unj.edu.pe), [larios.oscar@gmail.com](mailto:larios.oscar@gmail.com), [hayde\\_vasquez@unj.edu.pe](mailto:hayde_vasquez@unj.edu.pe), [Fernando.llatas@unj.edu.pe](mailto:Fernando.llatas@unj.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnologías digitales en la educación superior ha experimentado un crecimiento importante durante los últimos años, generando cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje y favoreciendo la utilización de recursos tecnológicos que contribuyen al desarrollo de competencias académicas y profesionales (UNESCO, 2023). En las carreras de ingeniería, donde la formación matemática constituye uno de los ejes fundamentales del proceso formativo, las herramientas digitales especializadas, como GeoGebra y MATLAB, han adquirido una importancia creciente debido a que facilitan la visualización, modelación y resolución de problemas matemáticos complejos (Ziatdinov & Jr., 2022).

Diversas investigaciones han estudiado el aporte de las herramientas digitales en la enseñanza de las matemáticas, encontrando resultados favorables en distintos niveles de formación. Entre los principales beneficios se encuentra una mejor comprensión de conceptos abstractos, debido a que estas herramientas permiten representar de manera gráfica procesos que, mediante procedimientos tradicionales, suelen presentar mayor dificultad para los estudiantes. De igual manera, se ha reportado que el empleo de GeoGebra y MATLAB favorece una participación más activa durante el proceso de aprendizaje y facilita la resolución de problemas en asignaturas como Ecuaciones Diferenciales (Monroy Andrade, 2024; Ulloa & Alcalá, 2025).

En las universidades públicas peruanas, el análisis de estas variables adquiere especial importancia debido a que el proceso de transformación digital aún enfrenta limitaciones relacionadas con la disponibilidad de infraestructura tecnológica, el acceso a recursos digitales y la capacitación docente. En consecuencia, tanto el uso de herramientas digitales como el desarrollo de competencias digitales constituyen aspectos que pueden contribuir al fortalecimiento del aprendizaje y del rendimiento académico en asignaturas con elevado nivel de razonamiento matemático (UNESCO, 2023; CEPAL, 2025).

Los resultados reportados por la literatura no son completamente coincidentes. Mientras algunos estudios encontraron que las herramientas digitales y las competencias digitales mantienen una relación favorable con el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería (Ulloa & Alcalá, 2025; Velastegui Hernández et al., 2024), otras investigaciones no identificaron asociaciones estadísticamente significativas entre las competencias digitales generales y el rendimiento académico (Luzuriaga Jaramillo et al., 2023). En el caso peruano también se observan diferencias. Ramírez Romero et al. (2022) reportaron una relación positiva entre ambas variables; sin embargo, Valenzuela (2022) concluyó que las competencias digitales,

evaluadas de manera general, no constituyen un predictor significativo del rendimiento académico.

A pesar del incremento de investigaciones sobre competencias digitales en la educación superior, los resultados aún muestran diferencias respecto a la relación entre las competencias digitales, el uso de herramientas digitales y el rendimiento académico. Mientras algunos estudios reportan asociaciones positivas entre estas variables, otros no encuentran evidencias estadísticas suficientes para confirmar dicha relación. Estas diferencias permiten suponer que la influencia de las competencias digitales puede variar según el contexto educativo, el tipo de competencias evaluadas y las características propias de las asignaturas. Asimismo, la mayoría de estas investigaciones se ha desarrollado en contextos distintos al de las universidades públicas peruanas, donde las condiciones de acceso tecnológico, infraestructura y formación digital presentan características particulares (Luzuriaga Jaramillo et al., 2023; Velastegui Hernández et al., 2024; Ulloa & Alcalá, 2025).

En concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), orientado a garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, el presente estudio aporta evidencia empírica sobre la relación entre las herramientas digitales, las competencias digitales y el rendimiento académico en estudiantes de ingeniería de una universidad pública peruana (UNESCO, 2023). En ese sentido, el objetivo general del estudio fue analizar la relación entre las herramientas digitales, las competencias digitales y el rendimiento académico en el curso de Ecuaciones Diferenciales de estudiantes de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio**

Se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, de alcance correlacional y diseño no experimental de corte transversal, debido a que las variables fueron observadas en su contexto natural sin manipulación deliberada y medidas en un único momento temporal (Tamayo y Tamayo, 2001)

### **Participantes**

La población estuvo conformada por los estudiantes matriculados en el curso de Ecuaciones Diferenciales del cuarto ciclo de las escuelas profesionales de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén durante el semestre académico 2025-II. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que los participantes fueron seleccionados según criterios de accesibilidad y disponibilidad durante el periodo de recolección de datos. Se

incluyeron únicamente los estudiantes matriculados que aceptaron participar voluntariamente y completaron íntegramente los instrumentos de investigación. La muestra final estuvo constituida por 33 estudiantes.

## **Variables**

Las variables analizadas fueron: **herramientas digitales** especializadas para el aprendizaje de las matemáticas, entendidas como el conjunto de recursos tecnológicos, aplicaciones y la integración sistemática de herramientas digitales especializadas directamente vinculadas con los contenidos disciplinares, utilizados por los estudiantes para apoyar el aprendizaje y la resolución de problemas académicos, particularmente en el curso de Ecuaciones Diferenciales (Gonzales, 2022); **competencias digitales**, definidas como las habilidades, conocimientos y actitudes que permiten utilizar las tecnologías digitales de forma crítica, segura y eficiente para el aprendizaje, evaluadas mediante las dimensiones del marco DIGCOMP (Aristizabal Llorente & Cruz Iglesias, 2018); y **rendimiento académico**, operacionalizado mediante la calificación final obtenida por los estudiantes en el curso, de acuerdo con la escala oficial de evaluación de la Universidad Nacional de Jaén (Briones Cagua & Méendez Jara, 2021).

## **Instrumentos**

Para la recolección de datos se emplearon dos cuestionarios adaptados. Las competencias digitales se evaluaron mediante el cuestionario CDEES, adaptado de Valenzuela (2022), compuesto por 31 ítems tipo Likert de cinco categorías de respuesta (1 = nunca a 5 = siempre), organizados en seis dimensiones del marco DIGCOMP. Las herramientas digitales se evaluaron mediante un cuestionario adaptado de Gonzales (2022), integrado por 20 ítems tipo Likert distribuidos en cuatro dimensiones: instrumental, cognitiva, comunicativa y axiológica. Ambos instrumentos fueron sometidos a un proceso de adaptación contextual para su aplicación en estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén y evidenciaron una excelente consistencia interna mediante el coeficiente alfa ordinal ( $\alpha > 0.95$ ).

## **Procedimiento**

La recolección de datos se realizó de forma presencial, utilizando un formulario electrónico elaborado en Google Forms. Antes de la encuesta, se informó a los estudiantes sobre los objetivos de la investigación, su participación fue de manera voluntaria. Posteriormente, los

participantes completaron los cuestionarios en un único momento bajo supervisión del equipo investigador además mantiene la confidencialidad de la información recopilada

### **Análisis estadístico**

El análisis de los datos se realizó mediante los programas Jamovi y SPSS versión 26. Previamente se evaluó la distribución mediante la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk. Debido a que las variables herramientas digitales y rendimiento académico no presentaron distribución normal, se emplearon procedimientos estadísticos no paramétricos. La consistencia interna de los instrumentos se estimó mediante el coeficiente alfa ordinal. Para contrastar las hipótesis de investigación se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ), adoptándose un nivel de significancia estadística de  $\alpha = 0.05$ .

### **Consideraciones éticas**

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos aplicables a estudios observacionales de riesgo mínimo. La participación de los estudiantes fue voluntaria y la información obtenida se procesó de manera anónima y confidencial, utilizándose exclusivamente con fines académicos y científicos. No se recolectó información que permitiera identificar a los participantes y el estudio no implicó procedimientos que representaran riesgos físicos, psicológicos o sociales.

### **RESULTADOS**

La Tabla 1 resultados de normalidad de Shapiro–Wilk. Las puntuaciones correspondientes a herramientas digitales ( $W = 0.929$ ;  $p = 0.033$ ) y rendimiento académico ( $W = 0.891$ ;  $p = 0.003$ ) no siguieron una distribución normal, mientras que competencias digitales presentó una distribución compatible con la normalidad ( $W = 0.963$ ;  $p = 0.304$ ). En consecuencia, para el contraste de hipótesis se empleó el coeficiente de correlación de Spearman.

**Tabla 1**  
*Prueba de normalidad para las variables de estudio*

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Competencias digitales	0.963	33	0.304
Herramientas digitales	0.929	33	0.033
Calificación final ponderada	0.891	33	0.003

La Tabla 2 muestra que el 66.7 % de los estudiantes presentó niveles de competencias digitales entre bueno y muy bueno, mientras que el 18.2 % se ubicó en el nivel deficiente.

**Tabla 2**  
*Distribución de frecuencias para el nivel de competencias digitales*

	Frecuencia	Porcentaje
Deficiente	6	18.2
Regular	5	15.2
Bueno	15	45.5
Muy bueno	7	21.2
Total	33	100.0

La Tabla 3 muestra que las mayores proporciones de nivel deficiente se observaron en búsqueda de información (39.4 %), comunicación y colaboración (39.4 %) y pensamiento crítico (36.4 %), mientras que alfabetización tecnológica, ciudadanía digital y creatividad e innovación presentaron mayores porcentajes en los niveles bueno y muy bueno.

**Tabla 3**  
*Distribución de las puntuaciones de las dimensiones de las competencias digitales*

	Deficiente		Regular		Bueno		Muy bueno		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	Fi	%
Alfabetización tecnológica	5	15.2%	10	30.3%	13	39.4%	5	15.2%	33	100.0%
Búsqueda de la información	13	39.4%	9	27.3%	6	18.2%	5	15.2%	33	100.0%
Pensamiento crítico	12	36.4%	8	24.2%	9	27.3%	4	12.1%	33	100.0%
comunicación colaboración	13	39.4%	6	18.2%	8	24.2%	6	18.2%	33	100.0%
Ciudadanía digital	10	30.3%	5	15.2%	13	39.4%	5	15.2%	33	100.0%
Creatividad e innovación	8	24.2%	8	24.2%	12	36.4%	5	15.2%	33	100.0%

### **Nivel de uso de herramientas digitales en los estudiantes del IV ciclo del curso de ecuaciones diferenciales.**

La Tabla 4 evidencia que el nivel de uso de herramientas digitales fue predominantemente bueno (48.5 %), seguido del nivel regular (36.4 %).

**Tabla 4**  
*Distribución de las puntuaciones para las herramientas digitales*

Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Mala	5	15.2
Regular	12	36.4
Buena	16	48.5
Total	33	100.0

La Tabla 5 muestra que en las dimensiones de herramientas digitales predominó el nivel bueno, especialmente en la dimensión cognitiva (60.6 %) e instrumental (54.5 %), mientras que la dimensión axiológica concentró el mayor porcentaje de valoraciones negativas (42.4 %).

**Tabla 5**  
*Distribución de las puntuaciones de las dimensiones de las herramientas digitales*

	Mala		Regular		Buena		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
Instrumental	8	24.2%	7	21.2%	18	54.5%	33	100.0%
Cognitiva	6	18.2%	7	21.2%	20	60.6%	33	100.0%
Comunicación	12	36.4%	3	9.1%	18	54.5%	33	100.0%
Axiológica	14	42.4%	2	6.1%	17	51.5%	33	100.0%

### Nivel de rendimiento académico de los estudiantes en el curso de ecuaciones diferenciales.

La Tabla 6 muestra que el 57.6 % de los estudiantes se ubicó en el nivel "En proceso", mientras que el 30.3 % permaneció en el nivel "En inicio". Solo el 12.1 % alcanzó los niveles de logro esperado o destacado.

**Tabla 6**  
*Distribución según las calificaciones de los estudiantes*

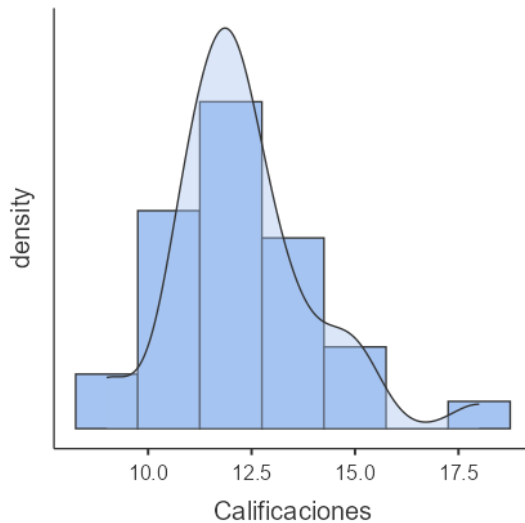
	Frecuencia	Porcentaje
En inicio (D)	10	30.3
Proceso (C)	19	57.6
Logro (B)	3	9.1
Logro destacado (A)	1	3.0
Total	33	100.0

La **Figura 1** muestra el histograma de frecuencias para las calificaciones, podemos observar que la curva de densidad indica que la concentración de estudiantes está en el rango medio a bajo (inicio – en proceso). La **Figura 2**, el diagrama de caja muestra la variabilidad del

grupo ya que se muestra un outlier. Se identificó un valor atípico superior, lo que evidencia heterogeneidad en las calificaciones atípicas, mientras que la amplitud del RIQ sugiere heterogeneidad en el aprendizaje.

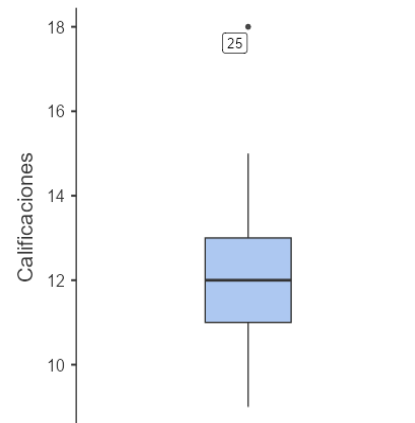
**Figura 1**

*Histograma de frecuencias para las calificaciones*



**Figura 2**

*Diagrama de caja de las calificaciones*



**Relación entre el uso de herramientas digitales, y el nivel competencia digitales y el rendimiento académico, en estudiantes del IV ciclo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, semestre 2025-II.**

La Tabla 7 presenta la matriz de correlación de Spearman entre las variables de estudio. No se encontró una relación significativa entre competencias digitales y rendimiento académico ( $\rho = 0.122$ ;  $p = 0.498$ ), ni entre competencias digitales y herramientas digitales ( $\rho = -0.065$ ;  $p = 0.720$ ). En contraste, se identificó una correlación positiva moderada y significativa entre herramientas digitales y rendimiento académico ( $\rho = 0.533$ ;  $p = 0.001$ ), lo que indica que un mayor uso de herramientas digitales se asoció con mejores calificaciones en el curso de Ecuaciones Diferenciales.

**Tabla 7**

*Matriz de correlación de Spearman entre competencias digitales, herramientas digitales y rendimiento académico*

		Competencias digitales	Herramientas digitales	Calificación final ponderada	
Rho de Spearman	Competencias digitales	Coefficiente de correlación	1.000	-0.065	0.122
		Sig. (bilateral)		0.720	0.498
		N	33	33	33
	Herramientas digitales	Coefficiente de correlación	-0.065	1.000	,533**
		Sig. (bilateral)	0.720		0.001
		N	33	33	33
	Calificación final ponderada	Coefficiente de correlación	0.122	,533**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.498	0.001	
		N	33	33	33

*Nota: \*\*.* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

## DISCUSIÓN

Como principal resultado del estudio se identificó una correlación positiva moderada y significativa en las variables herramientas digitales y el rendimiento académico en el curso de Ecuaciones Diferenciales. Entonces este el resultado obtenido tiene relación con investigaciones similares en las que reportan efectos favorables en el uso de herramientas digitales sobre el aprendizaje de las matemáticas y el desempeño académico en estudiantes universitarios (Monroy Andrade, 2024; Ulloa & Alcalá, 2025; Velastegui Hernández et al., 2024).

También los resultados obtenidos determinan que el uso de herramientas digitales constituye una variable importante durante el aprendizaje de las matemáticas. Desde el enfoque constructivista, podemos indicar que estas herramientas favorecen la construcción activa del conocimiento dado que brindan a los estudiantes la oportunidad de representar gráficamente conceptos, realizar simulaciones y explorar modelos matemáticos, que, mediante procedimientos tradicionales, les resultarían difíciles de comprender. Por eso podemos mencionar que una herramienta como el GeoGebra en el desarrollo de las actividades académicas facilita procesos de aprendizaje ya que les permite realizar visualizaciones, modelación y representación dinámica que contribuyen a una mejor comprensión y resolución de problemas matemáticos (Ziatdinov & Jr., 2022). De igual manera, Tixi Cujilema et al. (2023) señalaron que el empleo de este tipo de recursos favorece el aprendizaje de contenidos abstractos porque permite realizar actividades más interactivas. Desde el enfoque sociocultural de Vygotsky, estas herramientas también pueden entenderse como instrumentos intermediarios que

fortalecen la interacción entre estudiantes, para la resolución de problemas y la construcción compartida del conocimiento (Méndez Cabrita et al., 2024).

Respecto a la variable competencias digitales, los resultados mostraron un comportamiento diferente. Dado que no se encontró una relación estadísticamente significativa con el rendimiento académico ( $\rho = 0.122$ ), resultado que coincide con lo investigado por Luzuriaga Jaramillo et al. (2023) y Valenzuela De La Cruz (2022). Una posible interpretación del resultado es que el dominio de competencias digitales no necesariamente responde a las exigencias propias de asignaturas como Ecuaciones Diferenciales, donde el aprendizaje depende de la capacidad que se tiene para resolver problemas específicos y además de utilizar estas herramientas para resolver contenidos de la asignatura. En ese sentido, el marco DIGCOMP plantea que las competencias digitales deben desarrollarse en función de contextos concretos de aprendizaje y de resolución de problemas (Aristizabal Llorente & Cruz Iglesias, 2018).

Cabe mencionar que, aunque el 66.7 % de los estudiantes presentaron un nivel general bueno de competencias digitales, también se determinó que existen debilidades en aspectos como el pensamiento crítico y la búsqueda de información especializada. Estos resultados permiten determinar que el rendimiento académico depende, en mayor medida, del uso adecuado de herramientas digitales especializadas (García Valcárcel & Tejedor Tejedor, 2017; Valenzuela De La Cruz, 2022).

Al analizar las competencias digitales también se determinó que los estudiantes presentan mejores resultados en las dimensiones instrumentales contrario en aquellas relacionadas con competencias de orden superior. Esta diferencia se podría inferir que la ausencia de correlación con el rendimiento académico, considerando el pensamiento crítico, la búsqueda - evaluación de información y la resolución de problemas constituyen habilidades necesarias e importantes para el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior (López, 2023; Salguero Alcalá et al., 2024). En este mismo sentido, tanto la OECD (2025) como la UNESCO (2019) mencionan la importancia de promover las competencias digitales que no limitándolas solamente al manejo técnico de estas herramientas, sino que se debe cultivar el uso crítico, responsable y contextualizado de estos recursos digitales.

Además, estos resultados permiten identificar dos aspectos que con frecuencia son analizados de manera conjunta en la literatura: las competencias digitales y el uso de herramientas digitales. En esta investigación fueron las herramientas digitales empleadas durante el aprendizaje de las matemáticas las que mostraron una asociación más significativa con el rendimiento académico. Este resultado aporta evidencia suficiente para realizar

propuestas institucionales de manera que se pueda incorporar de manera sistemática el uso de herramientas digitales especializadas, sin descuidar el fortalecimiento de sus competencias que respalden el aprendizaje en distintos contextos académicos.

Entonces desde el punto de vista académico, estos resultados son importantes porque respaldan la necesidad de fomentar y fortalecer el uso de herramientas digitales especializadas en la enseñanza del curso Ecuaciones Diferenciales. Además, justifica la importancia de desarrollar competencias de orden superior, específicamente aquellas que estén relacionadas con el desarrollo del pensamiento crítico, la búsqueda de información y la resolución de problemas, debido a que constituyen habilidades necesarias que favorece aprendizaje autónomo.

Finalmente, determinamos que los resultados deben interpretarse considerando algunas limitaciones del estudio. 1) El tamaño de la muestra ( $n = 33$ ) dado que es pequeña nos limita para poder generalizar los resultados a otras poblaciones con las mismas características por otro lado el diseño transversal únicamente permitió establecer asociaciones entre las variables, mas no relaciones de causalidad (Tamayo y Tamayo, 2001).

Por ello, recomendamos para futuras investigaciones considerar una muestra más grande además, desarrollar estudios longitudinales o cuasi experimentales incorporando indicadores que permitan evaluar el uso pedagógico de las herramientas digitales y como estas se relacionan las competencias digitales en escenarios de resolución de problemas matemáticos, asimismo se debe considerar las brechas de acceso tecnológico descritas por la CEPAL (2025) y los desafíos de la educación mediada por tecnologías señalados por Velásquez Avila et al. (2021).

## **CONCLUSIONES**

Los resultados permiten concluir que el uso de herramientas digitales mantiene una relación positiva y estadísticamente significativa con el rendimiento académico en el curso de Ecuaciones Diferenciales. Esto pone de manifiesto que el empleo de herramientas digitales especializadas, como GeoGebra y MATLAB, constituye un recurso de apoyo para el aprendizaje de contenidos matemáticos complejos y se encuentra asociado con un mejor rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería.

En relación con las competencias digitales generales, no se encontró una relación con el rendimiento académico. Este resultado permite considerar que el dominio de habilidades digitales, aunque necesario para desenvolverse en entornos tecnológicos, no resulta suficiente para mejorar el rendimiento en asignaturas de alta exigencia cognitiva cuando dichas competencias no se orientan a las necesidades específicas de la disciplina ni a la resolución de problemas propios del curso.

Por otra parte, el estudio permitió identificar que la mayoría de los estudiantes presentó un nivel general bueno de competencias digitales; sin embargo, se observaron debilidades en competencias de orden superior, principalmente en el pensamiento crítico y la búsqueda de información especializada. Estos aspectos representan una oportunidad para fortalecer la formación de los estudiantes y complementar el uso de herramientas digitales especializadas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Asimismo, uno de los principales aportes de esta investigación consiste en evidenciar que las herramientas digitales especializadas empleadas durante el aprendizaje de las matemáticas presentan una asociación más estrecha con el rendimiento académico que las competencias digitales generales. Esta diferencia aporta evidencia que contribuye a distinguir ambos constructos y proporciona información útil para orientar la planificación de estrategias pedagógicas y curriculares en la formación de ingenieros.

Finalmente, se recomienda que las instituciones de educación superior continúen promoviendo la incorporación de herramientas digitales especializadas en la enseñanza de las matemáticas, acompañándola del fortalecimiento de competencias digitales de orden superior. Del mismo modo, futuras investigaciones podrían desarrollar estudios con muestras más amplias, diseños longitudinales o cuasi experimentales e incorporar indicadores que permitan evaluar el uso de las competencias digitales en contextos específicos de resolución de problemas matemáticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Faneite, S. F. (2025). Competencias tecnológicas y el desempeño académico de los estudiantes universitarios. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, 6, 111-123. <https://www.redalyc.org/journal/7485/748581385006/html/>
- Aristizabal Llorente, P., & Cruz Iglesias, E. (2018). Desarrollo de la competencia digital en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (52), 97-110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6551558>
- Briones Cagua, W., & Mélenz Jara, C. M. (2021). *Clima familiar y rendimiento académico en adolescentes de Lima, Perú*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5512828>

- CEPAL. (2025). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe CEPAL*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/81377-educacion-desarrollo-competencias-digitales-america-latina-caribe>
- García Valcárcel, A., & Tejedor Tejedor, F. J. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las tic en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. *Educación XXI*, 20(2). <https://doi.org/10.5944/educxx1.19035>
- Gonzales Peña, M. G. (2022). *Herramientas digitales y rendimiento académico en estudiantes del ciclo intermedio del Centro de Educación Básica Alternativa Abraham Valdelomar Marcona – Ica—2021* [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/e373af9c-e7b3-49d9-a8b7-440b79dc0dd6>
- López, J. C. C. (2023). Competencias digitales en la educación superior. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(29), 1548-1563. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.612>
- Luzuriaga Jaramillo, H. A., Hidalgo Cajo, D. P., Avilés Luna, E. S., Calderón Zambrano, R. L., & Mata López, J. C. (2023). Impacto de las tecnologías educativas digitales y rendimiento académico en matemáticas. *Runas. Journal of Education and Culture*, 4(8), e230118. <https://doi.org/10.46652/runas.v4i8.118>
- Méndez Cabrita, C. M., Isea Argüelles, J. J., & Molina Gutiérrez, T. de J. (2024). *Teorías epistemológicas en la formación de estudiantes del derecho: Constructivismo, realismo y positivismo*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442024000600395&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442024000600395&lang=es)
- Monroy Andrade, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 115-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- OECD. (2025). OECD Skills Outlook 2025: Building the Skills of the 21st Century for All. *OECD Skills Outlook, 2025*. <https://doi.org/10.1787/26163cd3-en>

- Ramirez Romero, B. V., Camayo Lapa, B. F., Vilcatoma Sánchez, A. G., & Valdez Arancibia, J. J. (2022). Competencias digitales y rendimiento académico en estudiantes de una institución de educación técnica-productiva peruana. *Revista de Ciencias Sociales*. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i.38832>
- Salguero Alcala, G. K., Zuñiga, J. L. B., Salguero Alcala, A. G., León, O. E. O., Toribio, E. G. O., & Vilca, C. S. V. (2024). Competencias digitales y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(32), 164-173. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i32.713>
- Tamayo y Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.
- Tixi Cujilema, N. D. R., Veloz Montenegro, C. P., López Rodríguez, D. J., & Mesa Vazquez, J. (2023). Percepción de estudiantes sobre el uso de tecnologías digitales en las ciencias naturales en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(6), 110-120. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2218-36202023000600110&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202023000600110&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Ulloa, F. J. J., & Alcalá, M. T. C. (2025). Efecto del uso e integración de dispositivos móviles y recursos educativos digitales en Matemáticas con estudiantes de Ingeniería. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-15. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-298>
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>
- UNESCO. (2023). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2023: Tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién? - UNESCO Biblioteca Digital*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388894>
- Valenzuela De La Cruz, B. (2022). *Competencias digitales y estrategias de aprendizaje: Su relación con el rendimiento académico de estudiantes de estudios generales de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica UNI*. <http://hdl.handle.net/20.500.12833/2407>

Velásquez Avila, K. M., Santisteban Naranjo, E., Moscoso Paucarchuco, K., Beraún Espíritu, M. M., Nieva Villegas, M. A., & Sandoval Trigos, J. C. (2021). *Competencias digitales y rendimiento académico en estudiantes universitarios: Una mirada desde la educación no presencial*. Etecam - Editorial Tecnocientífica Americana.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=874698>

Velastegui Hernández, R., Tagua Moyolema, A., Miranda López, X., & Muyulema Muyulema, D. (2024). Análisis de la relación entre el uso de tecnologías educativas y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(4-1), 184-195. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.4-1.2738>

Ziatdinov, R., & Jr, J. R. V. (2022). Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. *Mathematics*, 10(3), 398. <https://doi.org/10.3390/math10030398>

**ARTÍCULO ORIGINAL****Vigilancia hospitalaria de infecciones parasitarias intestinales en la Amazonía peruana****Hospital-based surveillance of intestinal parasitic infections in the peruvian Amazon**Gildert Pérez<sup>1</sup> , Julia Carrasco<sup>2</sup> , Dalia Sandoval<sup>3</sup> , Rafael Palma<sup>4</sup> , James Jiménez<sup>5</sup>  y Juan Carrasco<sup>6</sup> **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia y distribución de las infecciones parasitarias intestinales en pacientes atendidos en un hospital de la Amazonía peruana durante el primer trimestre de 2026, mediante vigilancia coproparasitológica hospitalaria. La investigación fue de tipo observacional, descriptivo y retrospectivo, con diseño censal que incluyó 1.436 pacientes. Las muestras fueron procesadas mediante examen directo en fresco con solución salina al 0,9% y solución de lugol, con observación microscópica a 10x y 40x. Los resultados normales predominaron ampliamente, representando el 95,06% del total (IC95%: 93,94% – 96,18%), mientras que los resultados patológicos correspondieron al 4,94% (n=71; IC95%: 3,82% – 6,06%), con distribución mensual estable. Entre los casos positivos, se identificaron exclusivamente protozoarios: *Blastocystis spp.* fue la especie predominante (77,46%; IC95%: 66,00% – 86,54%), seguida de *Entamoeba histolytica/dispar* (14,08%) y *Giardia duodenalis* (8,45%); no se registraron helmintos ni infecciones mixtas. El estudio concluye que la población hospitalaria evaluada presenta una baja endemidad parasitaria, atribuible al acceso sostenido a agua potable tratada y condiciones adecuadas de saneamiento básico, lo que ha interrumpido eficazmente la transmisión de geohelminths en esta zona amazónica.

**Palabras clave:** Heces, infecciones por parásitos intestinales, parasitología, prevalencia, vigilancia epidemiológica.

**ABSTRACT**

The objective of this study was to determine the frequency and distribution of intestinal parasitic infections in patients seen at a hospital in the Peruvian Amazon during the first quarter of 2026, through hospital-based coproparasitological surveillance. The study was observational, descriptive, and retrospective, with a census design that included 1,436 patients. Samples were processed using direct wet mount examination with 0.9% saline solution and Lugol's iodine solution, observed under a microscope at 10x and 40x magnification. Normal results were predominant, accounting for 95.06% of the total (95% CI: 93.94% – 96.18%), while pathological results accounted for 4.94% (n=71; 95% CI: 3.82% – 6.06%), with a stable monthly distribution. Among positive cases, only protozoa were identified: *Blastocystis spp.* was the predominant species (77.46%; 95% CI: 66.00% – 86.54%), followed by *Entamoeba histolytica/dispar* (14.08%) and *Giardia duodenalis* (8.45%); no helminths or mixed infections were recorded. The study concludes that the evaluated hospital population shows low parasitic endemicity, attributable to sustained access to treated drinking water and adequate basic sanitation conditions, which have effectively interrupted the transmission of geohelminths in this Amazonian region.

**Keywords:** epidemiological surveillance, feces, intestinal parasitic infections, medical parasitology, prevalence.

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: [gildert.perez@est.unj.edu.pe](mailto:gildert.perez@est.unj.edu.pe), [jdengj@unj.edu.com](mailto:jdengj@unj.edu.com), [juan.carrasco@est.unj.edu.pe](mailto:juan.carrasco@est.unj.edu.pe)

<sup>2</sup> Hospital I Alto Mayo –EsSalud Moyobamba, Perú. Email: [juliacarrascorosales@gmail.com](mailto:juliacarrascorosales@gmail.com), [dalia.sandoval@essalud.gob.pe](mailto:dalia.sandoval@essalud.gob.pe), [rafael.palma@essalud.gob.pe](mailto:rafael.palma@essalud.gob.pe)

## INTRODUCCIÓN

Las parasitosis intestinales representan una carga sanitaria de relevancia sustancial a escala global. Originadas por helmintos o protozoos, estas afecciones comprometen aproximadamente a 3.500 millones de individuos en todo el mundo (Chelkeba et al., 2020). La elevada morbilidad vinculada a dichas infecciones evidencia sus profundas repercusiones en el ámbito de la salud colectiva, especialmente en territorios de recursos escasos “Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018)”. Las infecciones por helmintos como *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* y uncinarias presentan una amplia distribución. De igual manera, protozoarios tales como *Entamoeba histolytica/dispar*, *Giardia duodenalis* y *Cryptosporidium parvum* inciden de forma notable en las infecciones parasitarias intestinales (IPI) (Sitotaw & Shiferaw, 2020; Yeshiwas & Yohannes, 2024).

La prevalencia de IPI resulta considerablemente superior en los países en desarrollo en comparación con las naciones industrializadas, fenómeno atribuible al incremento demográfico, las precarias condiciones de saneamiento ambiental, la escasez de infraestructuras sanitarias y la situación de pobreza (Eyayu et al., 2021; Sitotaw & Shiferaw, 2020). Estrategias efectivas para la prevención y control de las IPI requieren un abordaje integral que incluya prácticas de aseo personal, fomento de métodos seguros para la disposición de excretas y residuos, mejoramiento de las condiciones socioeconómicas generales, programas de educación sanitaria, intervenciones en saneamiento básico y administración masiva de tratamiento farmacológico a la población (Alelign et al., 2024).

La vulnerabilidad de la región amazónica frente a las parasitosis intestinales está ampliamente respaldada por indicadores epidemiológicos locales. Mientras que el ámbito comunitario en la selva peruana se caracteriza por una transmisión hiperendémica con prevalencias de helmintos que superan el 50% en zonas rurales de Loreto, lo que justifica la desparasitación semestral establecida por las normas del MINSA; sin embargo, el comportamiento de estas infecciones dentro del entorno hospitalario formal suele mostrar variaciones metodológicas y demográficas sustanciales. Esta disparidad se exacerba por fenómenos críticos como la reinfección sistemática y la emergencia de cepas parasitarias con respuesta disminuida a los antihelmínticos convencionales en la Amazonía (Curico et al., 2022).

Los parásitos intestinales se transmiten predominantemente por vía fecal-oral, siendo el suelo y el agua contaminados vehículos esenciales para la infección (Berhe et al., 2020). Caminar descalzo también facilita la transmisión (Hawulte et al., 2019; Yeshiwas &

Yohannes, 2024). En países en desarrollo, múltiples factores elevan la prevalencia de IPI: hacinamiento, saneamiento e higiene deficientes, limitado acceso a agua potable y eliminación inadecuada de residuos. El consumo de alimentos contaminados o crudos, el contacto con suelo contaminado con heces y las bajas condiciones socioeconómicas exacerbaban el problema (Yeshiwas & Yohannes, 2024). Niños en edad escolar, mujeres gestantes y personas inmunocomprometidas son particularmente vulnerables (Belete et al., 2021; Omar & Abdelal, 2022; Zarei et al., 2022).

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la frecuencia y distribución de las infecciones parasitarias intestinales en pacientes atendidos en un hospital de la Amazonía peruana durante el primer trimestre de 2026, mediante vigilancia coproparasitológica hospitalaria. Se describió la distribución mensual de los resultados normales y patológicos, estableciendo su frecuencia global e identificando la proporción porcentual de hallazgos patológicos frente a los normales. Asimismo, se identificaron y clasificaron las especies parasitarias presentes en los casos con resultados patológicos, determinando su frecuencia absoluta y relativa, así como su clasificación taxonómica en protozoos y helmintos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo, diseño y método de investigación**

El presente estudio fue de tipo observacional, descriptivo y retrospectivo. Se analizó la información registrada en los reportes de resultados coproparasitológicos emitidos por el laboratorio clínico de un hospital de nivel I de la Amazonía peruana, correspondientes al primer trimestre del año 2026. Al tratarse de un diseño observacional, no se realizó ninguna intervención sobre los pacientes ni se manipularon variables; únicamente se recopiló y analizó información ya existente en los registros institucionales. El método empleado fue cuantitativo, basado en el análisis de frecuencias absolutas y relativas de los resultados normales y patológicos obtenidos mediante examen coproparasitológico durante el periodo de estudio (Supo, 2024; Supo, 2025).

### **Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por todos los pacientes atendidos en un hospital de nivel I de la Amazonía peruana a quienes se les solicitó un examen coproparasitológico durante el primer trimestre de 2026, con un total de 1.436 pacientes atendidos. Al tratarse de un estudio censal, no se aplicó ningún proceso de muestreo (Supo, 2024).

**Criterios de inclusión:**

Se incluyeron todos los registros válidos y únicos de pacientes atendidos en el hospital de nivel I de la Amazonía peruana a quienes se les solicitó y procesó un examen coproparasitológico durante el periodo comprendido entre enero y marzo de 2026. Se consideraron únicamente los exámenes con resultado registrado como normal o patológico, independientemente del sexo, edad, procedencia o diagnóstico de referencia del paciente.

**Criterios de exclusión:**

Se excluyeron los registros con información incompleta o ilegible que impidieran determinar el tipo de examen o su resultado, así como aquellos duplicados correspondientes a un mismo paciente durante el periodo de estudio, con la finalidad de evitar sesgos en el cómputo de frecuencias.

**Procedimiento coproparasitológico**

El procedimiento coproparasitológico aplicado en el laboratorio clínico del establecimiento de salud siguió el protocolo estándar para el diagnóstico de parasitosis intestinal. Las muestras de heces fueron procesadas mediante examen directo en fresco, preparándose dos láminas por muestra: una con solución salina al 0,9% para evaluar la morfología y motilidad de las formas parasitarias, y otra con solución de lugol para resaltar los detalles estructurales internos de quistes y huevos (Procop et al., 2017; Beltrán Fabián de Estrada et al., 2014).

La observación microscópica se realizó de forma sistemática, iniciando con el objetivo de 10x para una exploración panorámica del preparado, seguida del objetivo de 40x para la identificación y caracterización detallada de las formas parasitarias presentes. En los casos en que se indicó el estudio parasitológico serial, se recolectaron tres muestras en días alternos, con el propósito de incrementar la sensibilidad diagnóstica ante parasitosis con eliminación intermitente de formas parasitarias (Procop et al., 2017; Beltrán Fabián de Estrada et al., 2014).

Los resultados fueron registrados por el personal técnico y profesional del laboratorio como "normal" (ausencia de formas parasitarias) o "patológico" (presencia de huevos, quistes, trofozoítos o larvas de parásitos intestinales), y consignados en el sistema de información del establecimiento, constituyendo la fuente de datos secundarios del presente estudio (Procop et al., 2017; Beltrán Fabián de Estrada et al., 2014).

### **Análisis de datos**

Los datos fueron extraídos del sistema informático del laboratorio clínico del establecimiento de salud y organizados en una hoja de cálculo del software Microsoft Excel versión 2021, con el cual se elaboraron las tablas del presente estudio. Se realizó un análisis descriptivo mediante el cómputo de frecuencias absolutas (número de casos) y frecuencias relativas (porcentajes) para cada tipo de resultado (normal y patológico), así como para cada especie parasitaria identificada en los casos patológicos. Se calculó la prevalencia global de resultados patológicos en relación con el total de exámenes realizados durante el primer trimestre. Para cada proporción estimada se calculó el intervalo de confianza al 95% (IC95%) mediante la fórmula exacta para proporciones binomiales, con la finalidad de estimar la precisión de los hallazgos encontrados. Asimismo, se analizó la distribución mensual de ambos tipos de resultados con el fin de describir su comportamiento durante el periodo de estudio (Madrid et al., 2025).

### **Consideraciones éticas**

El presente estudio se llevó a cabo respetando los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y la normativa nacional vigente en materia de investigación en salud. Dado que se basó exclusivamente en el análisis de registros secundarios del laboratorio clínico, sin intervención directa sobre pacientes ni recopilación de datos personales identificables, no fue necesario obtener consentimiento informado individual. La información utilizada fue tratada con absoluta confidencialidad, garantizándose el anonimato de los pacientes en todo momento. Los resultados obtenidos tienen como única finalidad contribuir al conocimiento epidemiológico sobre las infecciones parasitarias intestinales en la región amazónica peruana (World Medical Association, 2024).

## **RESULTADOS**

La **Tabla 1** muestra la distribución mensual de los exámenes coproparasitológicos evidenciando que marzo concentró el mayor número de pacientes evaluados con 609 (42,41% del total), seguido de enero con 435 (30,29%) y febrero con 392 (27,30%). Los resultados normales predominaron durante todo el periodo de estudio, observándose una mayor frecuencia en marzo con 584 (40,67%). Los hallazgos patológicos representaron una baja proporción del total de exámenes realizados, con frecuencias similares entre enero y marzo, ambos con 25 (1,74%).

**Tabla 1**

*Distribución mensual de resultados coproparasitológicos en pacientes atendidos en un hospital de la Amazonía peruana.*

Mes	Resultado normal n (%)	Resultado patológico n (%)	Total n (%)
Enero	410 (28,55)	25 (1,74)	435 (30,29)
Febrero	371 (25,84)	21 (1,46)	392 (27,30)
Marzo	584 (40,67)	25 (1,74)	609 (42,41)
<b>Total</b>	<b>1.365 (95,06)</b>	<b>71 (4,94)</b>	<b>1.436 (100,00)</b>

*Nota:* Los porcentajes fueron calculados tomando como denominador el total de exámenes coproparasitológicos procesados durante el periodo de estudio (n=1.436).

La **Tabla 2** muestra la frecuencia de los resultados coproparasitológicos evidenciando un predominio marcado de hallazgos normales durante el periodo de estudio, registrándose 1.365 casos que representaron el 95,06% del total de exámenes realizados (IC95%: 93,94% – 96,18%). Por otro lado, los resultados patológicos correspondieron a 71 casos (4,94%; IC95%: 3,82% – 6,06%), indicando una baja proporción de positividad parasitaria en la población evaluada.

**Tabla 2**

*Frecuencia de resultados coproparasitológicos normales y patológicos durante el periodo de estudio.*

Tipo de resultado	Cantidad (n)	Porcentaje (%)	IC95%
Normal	1.365	95,06	93,94 – 96,18
Patológico	71	4,94	3,82 – 6,06
<b>Total</b>	<b>1.436</b>	<b>100,00</b>	

*Nota:* Los porcentajes fueron calculados considerando el total de exámenes coproparasitológicos procesados durante el periodo de estudio (n=1.436). Los resultados patológicos correspondieron a la presencia de formas parasitarias intestinales identificadas mediante examen coproparasitológico.

La **Tabla 3** presenta la distribución de las especies parasitarias identificadas en los 71 casos con resultados patológicos. *Blastocystis spp.* fue la especie predominante con 55 casos (77,46%; IC95%: 66,00% – 86,54%), seguida de *Entamoeba histolytica/dispar* con 10 casos (14,08%; IC95%: 6,97% – 24,38%) y *Giardia duodenalis* con 6 casos (8,45%; IC95%: 3,16% – 17,49%). Las tres especies identificadas correspondieron exclusivamente a protozoarios intestinales, sin registrarse helmintos ni infecciones mixtas durante el periodo de estudio.

**Tabla 3**

*Frecuencia de especies parasitarias identificadas en los resultados coproparasitológicos patológicos de pacientes atendidos en un Hospital de la Amazonía peruana*

Especie parasitaria	Clasificación	Cantidad (n)	Porcentaje (%)	IC95%
<i>Blastocystis spp.</i>	Protozoario	55	77,46	66,00 – 86,54

<i>Entamoeba histolytica/dispar</i>	Protozooario	10	14,08	6,97 – 24,38
<i>Giardia duodenalis</i>	Protozooario	6	8,45	3,16 – 17,49
<b>Total</b>		<b>71</b>	<b>100,00</b>	

*Nota:* Los porcentajes fueron calculados tomando como denominador el total de resultados patológicos (n=71). Las tres especies identificadas corresponden a protozoarios intestinales; no se registraron helmintos ni infecciones mixtas durante el periodo de estudio.

## DISCUSIÓN

La prevalencia global de las IPI hallada en la presente investigación fue del 4,94% (n=71; IC95%: 3,82% – 6,06%) sobre un total de 1.436 pacientes evaluados. Esta cifra es notablemente inferior a la reportada por Alelign et al. (2024) en el noroeste de Etiopía, quienes registraron una prevalencia del 33,64% (n=422) utilizando técnicas similares de diagnóstico microscópico. Esta diferencia se explica por las condiciones sanitarias actuales de la ciudad donde se ubica el establecimiento hospitalario, que cuenta con acceso a agua potable tratada y sistemas de saneamiento básico que interrumpen eficazmente la transmisión fecal-oral, principal mecanismo de infección de las especies parasitarias identificadas. Asimismo, las campañas sostenidas de salud pública orientadas al control parasitario han contribuido a la reducción de la carga infecciosa en esta población amazónica, en contraste con los entornos rurales africanos donde dichas condiciones son frecuentemente deficientes (Eyayu et al., 2021; Sitotaw & Shiferaw, 2020).

Al contrastar la distribución mensual de la Tabla 1, donde marzo concentró el 42,41% de las atenciones con una positividad del 1,74%, se observa una estabilidad diagnóstica sostenida independientemente del volumen de pacientes atendidos. En una línea comparativa, Bhaumik et al. (2025) reportaron en la India una prevalencia del 6,8% sobre 532 muestras, señalando que la carga parasitaria no siempre correlaciona proporcionalmente con el flujo hospitalario, sino con factores estructurales como el acceso a servicios de agua y saneamiento. Por su parte, Meena et al. (2023) identificaron una positividad del 11,18% sobre 7.267 muestras durante periodos de transición epidemiológica, subrayando que la vigilancia laboratorial sistemática permite detectar variaciones que a menudo pasan desapercibidas en análisis de corto plazo. La estabilidad mensual observada en el presente estudio refleja una endemidad baja pero constante, atribuible al mantenimiento sostenido de las condiciones de saneamiento en la zona de estudio.

La baja frecuencia de casos positivos también puede interpretarse a la luz de estudios longitudinales. Workineh et al. (2022) realizaron un análisis de tendencias de cinco años hallando fluctuaciones significativas vinculadas a la calidad del agua de consumo, lo que refuerza que el acceso sostenido a agua potable tratada en la ciudad amazónica estudiada

constituye un factor protector determinante frente a las IPI. Asimismo, Rega et al. (2022) reportaron una prevalencia del 34,6% en servicios de emergencia en Etiopía, cifra ampliamente superior a la del presente estudio, diferencia atribuible a las deficiencias en infraestructura sanitaria características de dicho contexto. Esta disparidad es igualmente reforzada por los hallazgos de Duguma et al. (2023), quienes documentaron una prevalencia del 33,33% en el sur de Etiopía, situando a la Amazonía peruana en un escenario de baja endemicidad hospitalaria como resultado de sus mejores condiciones de saneamiento básico y salud pública.

Respecto a la Tabla 2, donde el 95,06% (IC95%: 93,94% – 96,18%) de los resultados fueron negativos, Martins et al. (2024) coinciden en un estudio retrospectivo de 10 años en Portugal al señalar que la negatividad es el hallazgo predominante en poblaciones hospitalarias con acceso a servicios de salud organizados y con adecuadas condiciones de saneamiento. Por otro lado, Aggarwal et al. (2026) destacan que la prevalencia detectada del 2,8% en su estudio podría ser inferior mediante el uso de analizadores fecales asistidos por inteligencia artificial, lo que plantea que nuestra tasa del 4,94% obtenida mediante métodos directos tradicionales podría presentar un margen de subdiagnóstico tecnológico, constituyendo una limitación reconocida del presente estudio.

Desde una perspectiva metodológica, Bedoya-Urrego et al. (2026) sostienen que el empleo de metataxonomía permite identificar una diversidad de protistas y helmintos que la microscopía convencional suele omitir, lo que constituye una limitación reconocida del presente estudio y justifica que investigaciones futuras incorporen técnicas diagnósticas de mayor sensibilidad para una caracterización parasitológica más completa. En el ámbito clínico, Giayetto et al. (2025) destacan que incluso en series con baja positividad general, la relevancia clínica de los hallazgos parasitológicos es crítica para el manejo oportuno de pacientes con sintomatología digestiva, lo que refuerza la importancia de mantener la vigilancia coproparasitológica hospitalaria de forma continua.

Del mismo modo, Alvarado et al. (2022) señalan que el apoyo del laboratorio clínico es el pilar para el control parasitario a largo plazo, dado que en zonas tropicales la reinfección puede ocurrir ante cualquier deterioro de las condiciones sanitarias. Por ello, la baja prevalencia del 4,94% hallada en el presente estudio no debe eximir a los servicios de salud de una vigilancia coproparasitológica rigurosa y sostenida, sino interpretarse como el resultado de condiciones sanitarias favorables que deben ser preservadas y fortalecidas.

El perfil taxonómico de las IPI identificado en la presente investigación (Tabla 3) revela la presencia exclusiva de protozoarios (100,00%; n=71), con una abrumadora

dominancia de *Blastocystis spp.* (77,46%). Al comparar este predominio con la literatura provista, se observa una fuerte coincidencia en la hegemonía del protista, aunque con variaciones en las tasas globales. Ndiaye et al. (2023) reportaron en una vigilancia hospitalaria de diez años que *Blastocystis spp.* ocupó el primer lugar de frecuencia entre los protozoarios con un 5,69%. Por su parte, Martins et al. (2024) determinaron en un hospital de Lisboa que este microorganismo lideró la casuística con una tasa del 50,60% del total de positivos. La concentración exponencial del protista en nuestra serie (77,46%) robustece el impacto del estudio, demostrando que en el entorno urbano de la Amazonía peruana los

protozoarios actúan como los colonizadores intestinales mayoritarios en la casuística clínica actual.

Finalmente, la divergencia epidemiológica más radical del presente estudio se concentra en la dimensión de los helmintos, al registrar una ausencia absoluta de casos (0,00%). Este panorama clínico contrasta con investigaciones de base hospitalaria como la de Martins et al. (2024), donde a pesar del contexto urbano europeo persistió una tasa residual de nematodos como *Enterobius vermicularis* (6,50%) y *Ascaris lumbricoides* (5,20%). Asimismo, Bahadorizadeh et al. (2024) demostraron que la distribución de enteroparásitos se limita estrictamente a protozoarios (28,5% en pacientes oncológicos y 10,8% en controles) cuando las condiciones ambientales e inmunológicas mitigan la dispersión de macroparásitos. La erradicación total de helmintos en nuestra población hospitalaria constituye un indicador de alto impacto sobre el desarrollo urbano local, sugiriendo que el acceso a agua tratada interrumpió el ciclo biológico de los geohelmintos, persistiendo solo los protozoarios por su elevada resistencia al cloro.

## CONCLUSIONES

La distribución mensual de los exámenes coproparasitológicos durante el primer trimestre de 2026 mostró una estabilidad en la positividad parasitaria, con valores similares en enero (1,74%), febrero (1,46%) y marzo (1,74%), a pesar de que marzo concentró el mayor volumen de atenciones (42,41%). Esta estabilidad evidencia una endemidad residual constante atribuible al mantenimiento sostenido de las condiciones de saneamiento básico y agua potable tratada en la ciudad amazónica estudiada, lo que ha logrado interrumpir eficazmente la transmisión estacional de parásitos intestinales.

La prevalencia global de infecciones parasitarias intestinales fue baja (4,94%; IC95%: 3,82% – 6,06%), con un amplio predominio de resultados normales (95,06%; IC95%: 93,94% – 96,18%), lo que refleja el impacto positivo de las campañas sostenidas de

salud pública y las adecuadas condiciones de saneamiento básico en esta población hospitalaria amazónica. No obstante, esta cifra podría estar subestimada debido al uso exclusivo de microscopía convencional, por lo que se recomienda complementar la vigilancia con técnicas moleculares en estudios futuros.

Las especies parasitarias identificadas en los 71 casos patológicos correspondieron exclusivamente a protozoarios intestinales, siendo *Blastocystis spp.* la especie predominante (77,46%; IC95%: 66,00% – 86,54%), seguida de *Entamoeba histolytica/dispar* (14,08%; IC95%: 6,97% – 24,38%) y *Giardia duodenalis* (8,45%; IC95%: 3,16% – 17,49%).

La ausencia total de helmintos e infecciones mixtas es consistente con el perfil epidemiológico de una población urbana con acceso a agua potable tratada y saneamiento adecuado, aunque se recomienda que investigaciones futuras incorporen variables sociodemográficas y técnicas diagnósticas de mayor sensibilidad para un análisis más completo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aggarwal, P., Choudhary, J., Pallavi, Saxena, S., & Dey, S. (2026). Prevalence of intestinal parasites in a tertiary care hospital and utility of AI-assisted fecal analyzer for their detection. *Experimental Parasitology*, 282, 109110. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2026.109110>
- Alelign, A., Mulualem, N., & Tekeste, Z. (2024). Prevalence of intestinal parasitic infections and associated risk factors among patients attending Debarq Primary Hospital, Northwest Ethiopia. *PLOS ONE*, 19(3), e0298767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298767>
- Alvarado Villavicencio, M., Balarezo García, M., Blacio Villa, C., & Calderón Flores, A. (2022). Seguimiento de pacientes rurales con parásitos intestinales: apoyo del laboratorio clínico. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 62(4), 721-728. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.624.013>
- Bahadorizadeh, L., Khanaliha, K., Ghorbandoust, S., Bokharei-Salim, F., Minaeian, S., Khodakarim, N., Ghalamkari, M., & Salemi, B. (2024). Prevalence and molecular identification of protozoan intestinal parasitic infections in cancer patients and a control group. *BMC Infectious Diseases*, 24, 1355. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-10235-0>

- Bedoya-Urrego, K., Rozo-Montoya, N., Galván-Díaz, A. L., Garcia-Montoya, G. M., & Alzate, J. F. (2026). Next-Gen intestinal parasite detection: Leveraging metataxonomics for improved diagnosis of intestinal protists and helminths. *PLoS One*, *21*(1), e0330312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0330312>
- Belete, Y. A., Kassa, T. Y., & Baye, M. F. (2021). Prevalence of intestinal parasite infections and associated risk factors among patients of Jimma health center requesting stool examination, Jimma, Ethiopia. *PLOS ONE*, *16*(2), e0247063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247063>
- Beltrán Fabián de Estrada, M., Otárola Mayhua, J., & Tarqui Terrones, K. (2014). *Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos intestinales del hombre* (2.<sup>a</sup> ed., Serie de Normas Técnicas n.º 37). Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/390212/manual-de-procedimientos-de-laboratorio-para-el-diagnostico-de-los-parasitos-intestinales-del-hombre.pdf?v=1571241628>
- Berhe, B., Mardu, F., Tesfaye, K., Legese, H., Adhanom, G., Haileslasie, H., Gebremichail, G. M., Tesfanchal, B., Shishay, N., & Negas, H. (2020). More than half prevalence of protozoan parasitic infections among diarrheal outpatients in Eastern Tigray, Ethiopia, 2019; a cross-sectional study. *Infection and Drug Resistance*, *13*, 27-34. <https://doi.org/10.2147/IDR.S238493>
- Bhaumik, S., Kshetrimayum, A., Rajkumari, N., Ghoshal, U., Chatterjee, S. S., & Nayak, G. (2025). Prevalence of intestinal parasitic infections among patients attending a tertiary care hospital from August 2022 to May 2024. *One Health Bulletin*, *5*(2), 66-70. [https://doi.org/10.4103/ohbl.ohbl\\_35\\_24](https://doi.org/10.4103/ohbl.ohbl_35_24)
- Chelkeba, L., Mekonnen, Z., Alemu, Y., & Emanu, D. (2020). Epidemiology of intestinal parasitic infections in preschool and school-age Ethiopian children: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, *20*(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-8222-y>
- Curico, G., García-Bardales, P., Pinedo, T., Shapiama, W., Moncada-Yaicate, M., Romaina, L., Yori, P. P., Paredes-Olortegui, M., Meza-Sánchez, G., Lescano, A. G., Paz-Soldan, V. A., Schiaffino, F., Oberhelman, R. A., & Kosek, M. N. (2022). Resistance to single dose albendazole and reinfection with intestinal helminths among children

- ages 2 to 11 years from the Peruvian Amazon region: A study protocol. *BMC Infectious Diseases*, 22(1), 528. <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07494-0>
- Duguma, T., & Tekalign, E. (2023). A five-year retrospective investigation of the prevalence of intestinal parasites at Mizan-Tepi University Teaching Hospital, Southwest Ethiopia. *Iranian Journal of Parasitology*, 18(1), 76-84. <https://doi.org/10.18502/ijpa.v18i1.12382>
- Eyayu, T., Kiros, T., & Workineh, L. (2021). Prevalence of intestinal parasitic infections and associated factors among patients attending Sanja Primary Hospital, Northwest Ethiopia: An institutional-based cross-sectional study. *PLOS ONE*, 16(2), e0247075. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247075>
- Giayetto, V. O., Aimaretto, C. B. R., Peirotti, M. G., Barnes, A., Raimondi, K., & Vera, M. A. (2025). Estudios microbiológico y parasitológico de heces en una población infanto-juvenil con gastroenteritis aguda. *Methodo Investigación Aplicada a las Ciencias Biológicas*, 9(1), 39-48. [https://doi.org/10.22529/me.2024.9\(1\)05](https://doi.org/10.22529/me.2024.9(1)05)
- Hawulte, B., Geleto, A., Admassu, D., & Redi, M. (2019). Prevalence of fecal-oral transmitted protozoan infections and associated factors among university students in Ethiopia: A cross-sectional study. *BMC Infectious Diseases*, 19, Article 499. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4095-z>
- Madrid, R., Buttner, J. A., Shilling, M., Thiyagarajan, S., Hanson, R. S., Ehsanian, R., & Petersen, T. R. (2025). Statistics for the clinician I: Categorical variables. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 29(4), 240-245. <https://doi.org/10.1177/10892532251389293>
- Meena, S., Meena, J. K., Kumar, D., & Mathur, P. (2023). Spectrum and trends of intestinal parasitic infections at a tertiary care hospital during pandemic times: A laboratory-based retrospective study. *Journal of Laboratory Physicians*, 15(4), 503-509. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1768169>
- Martins, R. R., Paixão, F., Mendes, I., Schäfer, S., Monge, I., Costa, F., & Correia, P. (2024). Intestinal parasitic infections in children: A 10-year retrospective study. *Cureus*, 16(12), e75862. <https://doi.org/10.7759/cureus.75862>

- Ndiaye, M., Diongue, K., Seck, M. C., Diallo, M. A., Kouevidjin, E., Badiane, A. S., & Ndiaye, D. (2023). Retrospective assessment of the intestinal protozoan distribution in patients admitted to the Hospital Aristide Le Dantec in Dakar, Senegal, from 2011 to 2020. *Parasitologia*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/parasitologia3010001>
- Omar, M., & Abdelal, H. O. (2022). Current status of intestinal parasitosis among patients attending university hospitals in Zagazig district, Northeastern Egypt. *Parasitology Research*, 121(6), 1651-1662. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07500-z>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Trabajando para superar el impacto mundial de las enfermedades tropicales desatendidas: ¿Primer informe de la OMS sobre enfermedades tropicales desatendidas?* OMS.
- Procop, G. W., Church, D. L., Hall, G. S., Janda, W. M., Koneman, E. W., Schreckenberger, P. C., & Woods, G. L. (2017). *Koneman's color atlas and textbook of diagnostic microbiology* (7th ed.). Wolters Kluwer.
- Rega, S., Melese, Y., Geteneh, A., Kasew, D., Eshetu, T., & Biset, S. (2022). Intestinal parasitic infections among patients who visited Woldia Comprehensive Specialized Hospital's emergency department over a six-year period, Woldia, Ethiopia: A retrospective study. *Infection and Drug Resistance*, 15, 3239-3248. <https://doi.org/10.2147/IDR.S369827>
- Sitotaw, B., & Shiferaw, W. (2020). Prevalence of intestinal parasitic infections and associated risk factors among the first-cycle primary schoolchildren in Sasiga District, Southwest Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*, 2020, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2020/8681247>
- Supo, J. (2024). *Metodología de la investigación científica: Niveles de investigación* (4.<sup>a</sup> ed.). Sociedad Hispana de Investigadores Científicos.
- Supo, J. A. (2025). *Niveles de investigación: Una clasificación emergente fundamentada en el análisis de datos para la investigación científica* (1.<sup>a</sup> ed.). BIOESTADISTICO. [https://www.researchgate.net/publication/395665017\\_Niveles\\_de\\_Investigacion\\_2025pdf](https://www.researchgate.net/publication/395665017_Niveles_de_Investigacion_2025pdf)
- Workineh, L., Almaw, A., & Eyayu, T. (2022). Trend analysis of intestinal parasitic infections at Debre Tabor Comprehensive Specialized Hospital, Northwest Ethiopia







---

from 2017 to 2021: A five-year retrospective study. *Infection and Drug Resistance*, 15, 1009-1018. <https://doi.org/10.2147/IDR.S350456>

World Medical Association. (2024). *World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human participants*. Adopted October 2024 by the World Medical Association (75th General Assembly). <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>

Yeshiwas, M., & Yohannes, T. (2024). Intestinal parasitic infections among people attending Dembiya Primary Hospital, Central Gondar, Ethiopia: A cross-sectional study. *Discover Public Health*, 21, Article 239. <https://doi.org/10.1186/s12982-024-00365-w>

Zarei, A., Mohebbali, M., Agholi, M., Jafari, N. J., & Mohammadzadeh, T. (2022). Prevalence and associated risk factors of intestinal parasitic infections among patients referred to a reference hospital in Tehran province. *Iranian Journal of Parasitology*, 17(3), 385-393. <https://doi.org/10.18502/ijpa.v17i3.10629>

**ARTÍCULO ORIGINAL****Resistencia inducible a la clindamicina en *Staphylococcus aureus* de perros y gatos****Inducible clindamycin resistance in *Staphylococcus aureus* from dogs and cats**Christian Rivera <sup>1</sup><sup>\*</sup>, Anny Coronel <sup>2</sup>, María Rodríguez <sup>3</sup>, Dilsia Julca <sup>4</sup>, Jessica Fernandez <sup>5</sup> yAna Julón <sup>6</sup>**RESUMEN**

La creciente relevancia de los animales de compañía en la vida cotidiana de muchas familias ha generado preocupaciones sobre la transmisión de enfermedades zoonóticas y la aparición de patógenos como *Staphylococcus aureus*. Este microorganismo, conocido por su implicación en infecciones hospitalarias y comunitarias en humanos, también afecta a perros y gatos, pudiendo comportarse tanto como parte de la flora normal como patógeno causante de diversas afecciones. La resistencia a los antimicrobianos, especialmente la resistencia inducible a la Clindamicina añade complejidad al manejo de infecciones causadas por *S. aureus* en el ámbito veterinario. Determinar la presencia de resistencia inducible a la clindamicina en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de perros y gatos domésticos y de calle. El estudio analizó 100 muestras, de las cuales 61 resultaron positivas a la fermentación de manitol, indicando la presencia de *S. aureus*. De estas muestras, 32 fueron de perros y 29 de gatos. Además, se observó que 14 muestras de perros y 10 de gatos resultaron positivas al D-test, lo que indica una resistencia inducible a la Clindamicina y Eritromicina en estos animales. Los resultados obtenidos revelaron una alta incidencia de muestras positivas, mayor en perros que en gatos. Así, se observó también una elevada frecuencia de resistencia inducible a la Clindamicina y Eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de perros y gatos.

**Palabras clave:** *Staphylococcus aureus*; MLSb inducible; animales; D-test; genes erm.

**ABSTRACT**

The growing importance of companion animals in the daily lives of many families has raised concerns about the transmission of zoonotic diseases and the emergence of pathogens such as *Staphylococcus aureus*. This microorganism, known for its involvement in hospital- and community-acquired infections in humans, also affects dogs and cats, and can behave both as part of the normal flora and as a pathogen causing various conditions. Antimicrobial resistance, especially inducible resistance to clindamycin, adds complexity to the management of *S. aureus* infections in the veterinary setting. To determine the presence of inducible resistance to clindamycin in *Staphylococcus aureus* strains isolated from domestic and stray dogs and cats. The study analyzed 100 samples, of which 61 tested positives for mannitol fermentation, indicating the presence of *S. aureus*. Of these samples, 32 were from dogs and 29 from cats. In addition, 14 samples from dogs and 10 from cats were found to be positive for the D-test, indicating inducible resistance to clindamycin and erythromycin in these animals. The results obtained revealed a high incidence of positive samples, higher in dogs than in cats. Thus, a high frequency of inducible resistance to clindamycin and erythromycin was also observed in *Staphylococcus aureus* strains isolated from dogs and cats.

**Keywords:** *Staphylococcus aureus*; inducible MLSb; animals; D-test; erm genes.

\* Autor para correspondencia

---

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Perú. Email: [christian.rivera@unj.edu.pe](mailto:christian.rivera@unj.edu.pe), [anny.coronel@est.unj.edu.pe](mailto:anny.coronel@est.unj.edu.pe), [marleny.rodriguez@est.unj.edu.pe](mailto:marleny.rodriguez@est.unj.edu.pe), [dilsializet.julca@est.unj.edu.pe](mailto:dilsializet.julca@est.unj.edu.pe), [daily.fernandez@est.unj.edu.pe](mailto:daily.fernandez@est.unj.edu.pe), [ana.julon@est.unj.edu.pe](mailto:ana.julon@est.unj.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el papel de los animales de compañía en la sociedad ha adquirido una relevancia notable en la vida cotidiana de numerosas familias. Perros y gatos, más allá de su función tradicional como guardianes o cazadores, han pasado a ocupar un lugar central como miembros del entorno doméstico, lo que ha generado una mayor preocupación por su salud y bienestar. Este vínculo estrecho entre personas y mascotas ha traído consigo desafíos considerables, especialmente en lo relacionado a la transmisión de enfermedades zoonóticas y la aparición de patógenos oportunistas capaces de afectar tanto animales como a humanos<sup>1</sup>.

En este contexto, *Staphylococcus aureus* se ha convertido en un agente de interés prioritario. Tradicionalmente reconocido por su implicación en infecciones hospitalarias y comunitarias en humanos, *S. aureus* ha demostrado una asombrosa capacidad de adaptación y colonización en huéspedes animales<sup>2</sup>. En perros y gatos, este microorganismo puede permanecer como parte de la flora normal<sup>3</sup>, en estado de portador asintomático, o bien comportarse como un patógeno causante de diversas afecciones, tales como piodermas, otitis, heridas quirúrgicas infectadas y, en casos más graves, infecciones sistémicas. Su presencia en estos animales no solo constituye un riesgo para su propia salud, sino que también representa una fuente potencial de transmisión cruzada hacia las personas, en especial para quienes mantienen un contacto estrecho y prolongado con sus mascotas<sup>4</sup>.

La resistencia a los antimicrobianos, considerada por la Organización Mundial de la Salud como una de las mayores amenazas para la salud mundial, añade una capa de complejidad al manejo de infecciones causadas por *S. aureus*<sup>5</sup>. El fenómeno de la resistencia bacteriana limita cada vez más las opciones terapéuticas disponibles y propicia la aparición de cepas multirresistentes, capaces de evadir los tratamientos convencionales. En el ámbito veterinario, la selección inadecuada o empírica de antibióticos, junto con el uso extendido de ciertos fármacos, contribuye a la presión selectiva y la diseminación de mecanismos de resistencia, que muchas veces pasan desapercibidos en los laboratorios de diagnóstico rutinarios.

Uno de los antibióticos más utilizados para tratar infecciones en animales de compañía es la clindamicina, perteneciente al grupo de las lincosamidas. Este fármaco resulta especialmente útil por su actividad frente a bacterias Gram positivas, como *S. aureus*, y su buena penetración en tejidos blandos y huesos<sup>6</sup>. No obstante, la eficacia de la clindamicina puede verse comprometida por la presencia de mecanismos de resistencia bacteriana, entre los

Resistencia inducible a la clindamicina en *Staphylococcus aureus* de perros y gatos  
que destaca la resistencia inducible mediada por genes *erm*<sup>7-9</sup>. Estos genes codifican enzimas metilasas, capaces de modificar el sitio de acción ribosomal de la clindamicina, impidiendo su acción bactericida de manera específica en ciertas condiciones.

Lo particular de la resistencia inducible radica en que puede permanecer oculta bajo condiciones normales de laboratorio, manifestándose únicamente cuando la bacteria es expuesta a inductores específicos, como la eritromicina. Este fenómeno da origen al denominado fenotipo iMLS<sub>B</sub> (resistencia inducible al grupo macrólido-lincosamida-estreptogramina), el cual desafía la sensibilidad de las pruebas de laboratorio convencionales<sup>7-9</sup>. Por ello, la detección precisa de este mecanismo requiere la realización de ensayos complementarios, como la prueba D-test, que permite evidenciar la resistencia latente y así evitar la selección de esquemas terapéuticos ineficaces<sup>7-9</sup>.

La importancia clínica del D-test ha sido confirmada por múltiples estudios, demostrando su utilidad para prevenir fracasos terapéuticos que podrían tener consecuencias graves tanto en pacientes animales como en humanos<sup>10</sup>. Los casos de infecciones por *S. aureus* resistentes a clindamicina pueden derivar en complicaciones severas, prolongación de la enfermedad, incremento de los costes veterinarios y, en escenarios de transmisión cruzada, poner en riesgo la salud pública. Por consiguiente, la vigilancia activa y el diagnóstico oportuno de la resistencia inducible cobran especial relevancia en el contexto actual, donde la interacción entre humanos y mascotas es cada vez más estrecha<sup>8,9</sup>.

En los últimos años, la literatura científica ha reportado un aumento en la frecuencia de aislamientos de *S. aureus* portadores de genes *erm* en animales de compañía, reflejando una tendencia preocupante. Diversos factores contribuyen a esta situación, entre ellos la automedicación, la falta de protocolos de diagnóstico estandarizados en clínicas veterinarias y la escasa sensibilización sobre el impacto de la resistencia antimicrobiana en el ámbito doméstico. La circulación de cepas resistentes no solo compromete el bienestar animal, sino que también plantea interrogantes sobre la seguridad y la eficacia de los tratamientos actuales, subrayando la necesidad de fortalecer la colaboración entre medicina humana y veterinaria en el marco de la estrategia One Health<sup>11</sup>.

El presente estudio surge en respuesta a estas inquietudes, con el propósito de aportar información relevante sobre la presencia de resistencia inducible a la clindamicina en cepas de *S. aureus* aisladas de perros y gatos, tanto domésticos como de calle. La investigación emplea

técnicas microbiológicas y fenotípicas reconocidas, como el cultivo en medios selectivos y la prueba D, para ofrecer una visión integral del fenómeno en el contexto local.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el período de estudio, se recolectaron un total de 100 muestras de hisopados bucales de caninos y felinos, tanto domésticos como en condición de calle, en diversos sectores urbanos de la ciudad. La toma de muestras se realizó en dos ocasiones distintas, bajo estrictas condiciones de bioseguridad. Cada muestra fue depositada en tubos estériles que contenían 3 ml de solución salina isotónica (NaCl al 0,9 %) <sup>12</sup>.

Las muestras fueron mantenidas a una temperatura de 4 °C durante el transporte y almacenadas de forma inmediata en condiciones de refrigeración, hasta su procesamiento en el laboratorio de microbiología <sup>12</sup>.

Para la identificación de *Staphylococcus aureus*, se utilizó agar manitol salado Himedia con REF M11813, donde las colonias con capacidad de fermentar manitol desarrollaron un color amarillo característico. Las muestras se sujetaron a la coloración Gram, donde se reveló cocos grampositivos en disposición de racimos <sup>13</sup>.

En la prueba de catalasa, que, se realizó en lámina con peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 3%, donde se observó que fueron catalasa positiva, debido a la formación de burbujas, que confirma la presencia de *S. aureus* <sup>13</sup>. Para la prueba de coagulasa, se obtuvo plasma a partir de sangre extraída en tubo con citrato de sodio al 3,2% y centrifugada a 3500 rpm por cinco minutos. Del plasma, se utilizó 0,5ml para mezclar con tres o cuatro colonias de *S. aureus* en un tubo estéril. Tras incubar a 37°C durante cuatro horas y posterior a ellos, se verificó la formación de coágulos, se confirmó la presencia de *S. aureus* coagulasa positiva <sup>14, 15</sup>.

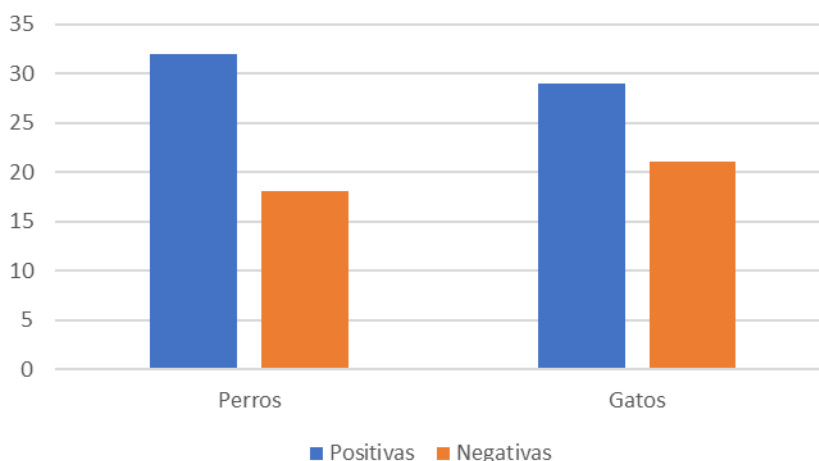
Para la determinación de la susceptibilidad de las cepas aisladas, se utilizó el método de Kirby-Bauer, conforme a las pautas del manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana (MPPSA) del INS. Para la susceptibilidad se emplearon discos de eritromicina (E 15µg) y clindamicina (C 2µg) <sup>16</sup>.

## RESULTADOS

### Determinación de la frecuencia de *Staphylococcus aureus*

El estudio analizó 100 muestras de hisopados bucales, 50 de perros y 50 de gatos. Se identificaron 61 muestras positivas a la fermentación de manitol (61%), de las cuales 32 (52,45%) fueron de perros y 29 (47,55%) de gatos, indicando una mayor frecuencia en perros, como se muestra en la Figura 01.

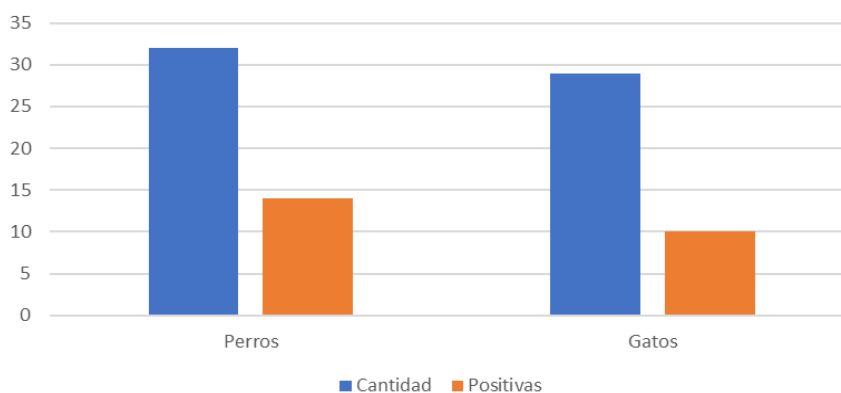
**Figura 1**  
Frecuencia de *S.aureus* en hisopados bucales de perros y gatos



### Resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina.

De las 61 muestras aisladas, se observó que 14 (43,75%) muestras en perros y 10 (34,48%) en gatos resultaron positivas al D-test, como se muestra en la Figura 02.

**Figura 2**  
Resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina (D-test) de *S.aureus* aislados a partir de muestras bucales de perros y gatos



## DISCUSIÓN

En el presente estudio, la prevalencia de *Staphylococcus aureus* en muestras biológicas de perros fue del 32 %, lo cual representa un porcentaje relativamente bajo en comparación con el informe de Boost<sup>17</sup> (2008), quienes identificaron *S. aureus* en 73 de 830 perros (8,8 %). En contraste, el estudio de Han<sup>18</sup> (2016) reportó una frecuencia más elevada del 37 % en 107 muestras de perros. Estas diferencias podrían atribuirse a variaciones en los métodos de

aislamiento empleados, condiciones del hábitat, y prácticas relacionadas con el manejo de la salud veterinaria<sup>19</sup>.

En el caso de los gatos, se detectó una prevalencia de *S. aureus* del 29 %. Este valor también resulta inferior al reportado por Bierowiec<sup>20</sup> (2016), quienes encontraron una prevalencia del 49,41 % en 419 muestras felinas. Sin embargo, en su estudio posterior realizado en 2019<sup>21</sup>, el mismo autor observó una disminución considerable, identificando *S. aureus* en solo el 14,64 % de 587 muestras. Esta variabilidad en los resultados podría reflejar cambios en factores epidemiológicos, ambientales o en las estrategias de control sanitario empleadas en los distintos periodos y poblaciones estudiadas.

Se identificó una elevada frecuencia de resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina, evidenciada por un 39,34 (24/61) % de pruebas D-test positivas en aislamientos provenientes de caninos y felinos. Estos resultados difieren notablemente de lo reportado en investigaciones previas. Por ejemplo, Montoya<sup>22</sup> (2009) observó una positividad del 43,8 % (14 muestras), mientras que Choy<sup>23</sup> (2022) registró un 27,5 %. De forma más discreta, Morales<sup>24</sup> (2017) reportó una resistencia inducible del 12 % en cepas analizadas. Estudios anteriores, como los de Pérez<sup>25</sup> (2007) y Castellano<sup>26</sup> (2015), informaron valores significativamente menores, con D-test positivos de 2,5 % y 1,39 %, respectivamente.

Este contraste sugiere una posible variabilidad regional y temporal en la expresión del fenotipo MLSb inducible, así como la necesidad de fortalecer la vigilancia epidemiológica en contextos veterinarios, especialmente en áreas con alto contacto humano-animal.

La identificación de esta diferencia en la prevalencia subraya la necesidad de estudios adicionales para comprender los factores subyacentes que contribuyen a esta variabilidad y para desarrollar intervenciones específicas que mitiguen los riesgos asociados. Esto sugiere una vigilancia continua y de la implementación de pruebas diagnósticas específicas para detectar la resistencia inducible, con el fin de evitar fracasos terapéuticos y mejorar las estrategias de manejo de infecciones en animales de compañía.

## CONCLUSIONES

El presente estudio analizó un total de 100 muestras, distribuidas equitativamente entre perros y gatos, con el objetivo de evaluar la prevalencia de la fermentación de manitol. Los resultados obtenidos revelaron que hay una alta incidencia de muestras que fueron positivas con una mayor incidencia en perros en comparación con gatos.

Así mismo, se ha revelado una elevada frecuencia de resistencia inducible a la clindamicina y eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de perros y gatos. La prueba D-test mostró que un 43,75% de las muestras de perros y un 34,48% de las muestras de gatos resultaron positivas, lo que indica una prevalencia significativa de este mecanismo de resistencia.

## FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Investigación, metodología, redacción (borrador – revisión) y edición: Coronel-Huancas, A. D., Fernandez-Perez, J. D., Julca-Altamirano, D. L., Julón-Fernandez, A. J., Rodríguez-Días M. M.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rovid-Spickler A. Manual de veterinaria de MSD. [citado 4 de julio de 2025]. Lista de zoonosis - Temas especiales para mascotas. Disponible en: <https://www.msdevetmanual.com/es/temas-especiales-para-mascotas/enfermedades-transmitidas-entre-animales-y-personas-zoonosis/lista-de-zoonosis>.
- Rodríguez Tamayo Erika Andrea, Jiménez Quiceno Judy Natalia. Factores relacionados con la colonización por *Staphylococcus aureus*. Iatreia [Internet]. 2015 Mar [cited 2025 July 04]; 28(1): 66-77. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932015000100008&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932015000100008&lng=en).
- Garcia-Mazcorro JF, Minamoto Y. Microorganismos gastrointestinales en gatos y perros: una revisión breve. Archivos de medicina veterinaria. 2013;45(2):111-24.
- Denamiel G, Puigdevall T, Más J, Albarellos G, Gentilini E. Prevalencia y perfil de resistencia a betalactámicos en estafilococos de perros y gatos. InVet [Internet]. 2009 Dic [citado 2025 Jul 04]; 11(2): 117-122. Disponible en:

---

[https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-34982009000200006&lng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982009000200006&lng=es).

OMS. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. [citado 4 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Montone F., Dib A., Suárez G.. Prescripción de antimicrobianos en la clínica de pequeños animales en el departamento de Montevideo. *Veterinaria (Montev.)* [Internet]. 2017 Nov [citado 2025 Jul 04] ; 53( 207 ): 32-43. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-48092017000300032&lng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092017000300032&lng=es).

Tamariz Ortiz J. H, Cruz Quintanilla J, Atencia Porras A, Figueroa Tataje J, Horna Quintana G, Guerra Allison H. Resistencia a clindamicina inducida por eritromicina en *Staphylococcus aureus* aislados de tres hospitales de Lima, Perú. *Acta Médica Peruana* [Internet]. 2009;26(1):12-16. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96611366005>

Castellano González Maribel J, Perozo Mena Armindo J, Molero Cubillán Mariheddy de J, Montero Araujo Sinead del C, Primera Rodríguez Francisco J. Resistencia a la clindamicina inducida por eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* de origen clínico. *Kasmera* [Internet]. 2015 Jun [citado 2025 Jul 04]; 43(1): 34-45. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0075-52222015000100004&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222015000100004&lng=es).

Merino-Díaz L, Cantos de la Casa Á, Torres-Sánchez MJ, Aznar-Martín J. Detección de resistencia inducible a clindamicina en aislados cutáneos de *Staphylococcus* spp. por métodos fenotípicos y genotípicos. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1 de febrero de 2007;25(2):77-81.

Shrestha B, Rana SS. D test: a simple test with big implication for *Staphylococcus aureus* macrolide-lincosamide-streptograminB resistance pattern. *Nepal Med Coll J*. septiembre de 2014;16(1):88-94.

Scott N, Seeraj C, Satram B, Sandy NM, Seuradge K, Seerattan B, et al. Occurrence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pets and their owners in rural and urban communities in Trinidad. *J Infect Dev Ctries*. 30 de septiembre de 2022;16(9):1458-65.

OMS, OPS, PANAFTOSA Salud Pública Veterinaria. Manual Veterinario de Toma y Envío de Muestras [Internet]. Brasil. Rio de Janeiro; 2017. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/826122/8548\\_Manual\\_Veterinario\\_de\\_Toma\\_y\\_envio\\_de\\_muestras\\_-PANAFTOSA\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/826122/8548_Manual_Veterinario_de_Toma_y_envio_de_muestras_-PANAFTOSA_compressed.pdf)

HiMedia Laboratories LLC. Mannitol Salt Agar Base [Internet]. 2025 [citado 5 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.himedialabs.com/us/m118-mannitol-salt-agar-base.html>

Pasachova Garzón J, Ramírez Martínez S, Muñoz Molina L. *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Nueva [Internet]. Diciembre de 2019 [consultado el 5 de julio de 2025]; 17(32): 25-38. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702019000200025&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025&lng=en).

Bou G, Fernández-Olmos A, García C, Sáez-Nieto JA, Valdezate S. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1 de octubre de 2011;29(8):601-8.



MINSA Instituto Nacional de Salud. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA POR EL MÉTODO DE DISCO DIFUSIÓN [Internet]. 2002. Disponible en: <https://ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/manual%20sensibilidad%202.pdf>

Boost MV, O'Donoghue MM, James A. Prevalence of *Staphylococcus aureus* carriage among dogs and their owners. *Epidemiol Infect*. julio de 2008;136(7):953-64.

Han JI, Yang CH, Park HM. Prevalencia y factores de riesgo del porte de *Staphylococcus* spp. entre perros y sus dueños: un estudio transversal. *The Veterinary Journal*. 1 de junio de 2016; 212:15-21.

- Haag AF, Fitzgerald JR, Penadés JR. *Staphylococcus aureus* in Animals. *Microbiol Spectr.* 2019 May;7(3): 10.1128/microbiolspec.gpp3-0060-2019. doi: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0060-2019. PMID: 31124433; PMCID: PMC11257167.
- Bierowiec K, Ploneczka-Janeczko K, Krzysztof R. Prevalence and Risk Factors of Colonization with *Staphylococcus aureus* in Healthy Pet Cats Kept in the City Households. *ResearchGate* [Internet]. 2016 [citado 4 de julio de 2025]; Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/309359343\\_Prevalence\\_and\\_Risk\\_Factors\\_of\\_Colonization\\_with\\_Staphylococcus\\_aureus\\_in\\_Healthy\\_Pet\\_Cats\\_Kept\\_in\\_the\\_City\\_Households](https://www.researchgate.net/publication/309359343_Prevalence_and_Risk_Factors_of_Colonization_with_Staphylococcus_aureus_in_Healthy_Pet_Cats_Kept_in_the_City_Households)
- Bierowiec K, Korzeniowska-Kowal A, Wzorek A, Rypuła K, Gamian A. Prevalence of *Staphylococcus* Species Colonization in Healthy and Sick Cats. *BioMed Research International.* 2019;2019(1):4360525.
- MONTOYA C IRENE, MIRA O MAGDALENA, ÁLVAREZ A ISABEL, COFRE G JOSÉ, COHEN V JACOB, DONOSO W GLORIA et al. Resistencia inducible a clindamicina en *Staphylococcus aureus* meticilino resistente. *Rev. chil. pediatr.* [Internet]. 2009 Feb [citado 2025 Jul 06]; 80(1): 48-53. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062009000100006&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062009000100006&lng=es) <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062009000100006>.
- Choy, Marrero A, Guerra Martínez M, Aguilera Calzadilla Y, Díaz Sánchez Y. D-test: una prueba sencilla pero necesaria en los laboratorios de Microbiología. *Convención Internacional de Salud.* 2022;10.
- Morales GI, Yaneth MC, Zuleta Hernández AB, Núñez Carrillo ML. Detección fenotípica de susceptibilidad a meticilina, eritromicina y clindamicina en aislados de *Staphylococcus* spp. de un hospital de Valledupar (Colombia). *Medicina & Laboratorio.* 2017;23(1-2):65-74.
- Perez LRR, Caierão J, Antunes ALS, d'Azevedo PA. Use of the D test method to detect inducible clindamycin resistance in coagulase negative staphylococci (CoNS). *Braz J Infect Dis.* abril de 2007; 11:186-8.

Castellano González Maribel J, Perozo Mena Armindo J, Molero Cubillán Mariheddy de J, Montero Araujo Sinead del C, Primera Rodríguez Francisco J. Resistencia a la clindamicina inducida por eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* de origen clínico. *Kasmera* [Internet]. 2015 Jun [citado 2025 Jul 06]; 43 (1): 34-45. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0075-52222015000100004&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222015000100004&lng=es)

**ARTÍCULO ORIGINAL****Insomnio y mobbing como predictores de la satisfacción con la vida en efectivos policiales peruanos****Insomnia and bullying as predictors of life satisfaction among peruvian police officers**Pedro Valdivia <sup>1</sup>, Susan Bustamante <sup>2</sup>, Norhelia Quipe <sup>3</sup>, Joel Palomino <sup>4</sup> y Jesenia Huamán <sup>5</sup>**RESUMEN**

El poder disfrutar de la satisfacción con la vida es un derecho que toda persona debería disfrutar, lamentablemente las condiciones en las que las personas trabajan dificultan ello y un grupo que es bastante afectado son los policías, por lo cual este estudio buscó determinar de qué manera las dificultades para dormir y el mobbing afectan el nivel de satisfacción con la vida. Este estudio es predictivo con corte transversal realizado en 806 oficiales de policía peruanos de 18 a 65 años ( $M=31.38$ ;  $DE=6.953$ ), para ello se utilizó la Escala de Insomnio Atenas, la Escala de Mobbing y la Escala de Satisfacción con la vida SWLS. Los resultados del estudio evidenciaron que el insomnio y el acoso laboral predicen de manera negativa el nivel de satisfacción con la vida en los policías peruanos ( $F=87.852$ ;  $p < 0.001$ ;  $R^2$  ajustado = 0.177). Se concluye que las dificultades para dormir al igual que el mobbing, afectan la satisfacción con la vida de los oficiales de policía.

**Palabras clave:** Satisfacción con la vida; mobbing; acoso laboral; insomnio; bienestar emocional

**ABSTRACT**

The opportunity to enjoy life satisfaction is a right that every person should have, but unfortunately, the conditions in which people work make this difficult, and one group that is particularly affected is the police. Therefore, this study sought to determine how sleep difficulties and workplace harassment affect the level of life satisfaction. This is a predictive-cross-sectional study conducted with 806 Peruvian police officers aged 18 to 65 years ( $M=31.38$ ;  $SD=6.953$ ). The Athens Insomnia Scale, the Mobbing Scale, and the Satisfaction with Life Scale (SWLS) were used. The study results showed that insomnia and workplace harassment negatively predict the level of life satisfaction in Peruvian police officers ( $F=87.852$ ;  $p < 0.001$ ;  $R^2$  adjusted = 0.177). It is concluded that difficulties in sleeping, as well as mobbing, affect the life satisfaction of police officers'.

**Keywords:** life satisfaction ; mobbing ; workplace harassment ; insomnia ; emotional well-being

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Peruana Unión 1, Perú. Email: [pedrovaldivia@upeu.edu.pe](mailto:pedrovaldivia@upeu.edu.pe), [susanbustamante@upeu.edu.pe](mailto:susanbustamante@upeu.edu.pe), [norhelia.quispe@upeu.edu.pe](mailto:norhelia.quispe@upeu.edu.pe), [jjjass@upeu.edu.pe](mailto:jjjass@upeu.edu.pe), [jeseniahuaman@upeu.edu.pe](mailto:jeseniahuaman@upeu.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

El insomnio está vinculado a problemas de salud mental, siendo precursor de la ansiedad, depresión, fatiga, estrés y hasta ideación suicida (Howarth & Miller, 2024), de igual forma, se ha demostrado que los desórdenes de sueño afectan la salud física, disminuye el índice de masa corporal (Fattal et al., 2022) y distorsiona las funciones cardiovasculares (Sum-Ping & Geng, 2022), lo que representa que los niveles de mortalidad aumenten (Lu, 2022). Dentro de las poblaciones más golpeadas en el ámbito de la salud, están las del área asistencial que realizan guardias nocturnas (Ye et al., 2024), mientras que los agentes de seguridad privado y los efectivos policiales son otro grupo afectado con problemas en su ritmo de sueño (Kim et al., 2024).

Se recomienda dormir de 7 a 8 horas para poder gozar de una buena salud física, pero, lograr este promedio de horas para dormir en los policías es casi imposible, ya que tienen turnos variados (Carlos et al., 2024). En Europa se pudo identificar que el 70% de policías presenta problemas en su ritmo de sueño, a pesar de tener días libres posteriores a sus turnos nocturnos, o incluso si tenían turnos rotativos de día, tarde o noche (Sharma et al., 2023), mientras que en América Latina se encontró que el 71% de policías presentaba una pésima calidad de sueño (Colcha & Delgado, 2021). Adicional al problema de no poder dormir se ha encontrado que este les afecta directamente en una pésima calidad de vida (Vega-Escaño et al., 2020).

De igual manera, el trabajo que realizan los oficiales de policía es crucial para el orden público en todo el mundo, por ello es necesario que estén en actividad las 24 horas en diferentes turnos, lo que afecta directamente en su calidad de sueño (Carlos et al., 2024; Gonçalves de Oliveira et al., 2024; Sharma et al., 2023). Se ha visto que el estrés excesivo por la presión que se les demanda se relaciona con el nivel de insomnio, pero quien lo predice es la falta de apoyo social (Sørengaard et al., 2022), esta falta de apoyo aumenta los niveles de ansiedad, depresión lo que eleva los niveles de insomnio y termina afectando la calidad vida de los policías, disminuyendo su satisfacción con la vida (Liu et al., 2023; Na et al., 2022). Adicional a ello dentro de esta población se ha encontrado que otro precursor del insomnio, es el cansancio emocional el cual está directamente relacionado a la intolerancia al cambio y a la incertidumbre que es constante en los turnos de trabajo (Hung & Liu, 2022), esta falta de sueño aumenta los niveles de ansiedad, estrés, insatisfacción laboral, agotamiento laboral e ideación suicida (de Arruda Oliveira et al., 2023; Pizzoli et al., 2023).

El mobbing es la violencia psicológica que se da en un contexto laboral (González-Trijueque & Delgado, 2013), esta violencia puede ser sutil, manifiesta e incluso encubiertas (Machul et al., 2024), normalmente estas conductas tienen la intención de ocasionar daño a la víctima (Yildiz et al., 2023), puede evidenciarse en agresión verbal, exclusión, intimidación, manipulación e incluso ignorarla (Aydın Sayılan & Aydın, 2020).

Por otro lado la satisfacción con la vida es el resultado de la percepción personal de salud o bienestar que tiene el individuo de sí mismo, su entorno basado en sus propias perspectivas en un determinado momento (Calderón-De la Cruz et al., 2018), este sentimiento es importante para el bienestar social de la persona, ya que una buena evaluación de lo vivido, las metas y los logros permite una adecuada interacción con su entorno (Jacinto et al., 2025), lo que al final le permite comparar y juzgar de manera funcional todas las áreas de su vida personal (Zhou et al., 2023).

El apoyo social en el trabajo es importante para disminuir los niveles de insomnio y mejorar la calidad de vida (Sørengaard et al., 2022), lamentablemente la frecuencia de mobbing en los policías es elevada y es afrontada de manera inadecuada, pues quien lo padece manifiestan una conducta evitativa a quienes los agreden, sin resolver el problema (Radošević, 2019), porque las oportunidades en las que se ha denunciado no se ha realizado el adecuado cuidado a la víctima, pues estas terminan siendo objeto de burla, discriminación o crítica (Kuldova & Nordrik, 2023), ya que incluso las autoridades toman estos temas de manera superficial (Valland et al., 2024).

También se ha evidenciado acoso sexual dentro de la institución y las víctimas tampoco sintieron el respaldo de las autoridades que tendrían que cuidarlas, llegando a desarrollar amargura, angustia, estrés y malestar psicológico (Drew & Chevroulet, 2024; Williams et al., 2023), debilitando la identidad laboral y bienestar personal. El mobbing disminuye el nivel de resiliencia de los oficiales de policía y aunque no se relaciona con el nivel de inteligencia emocional, esta última permite cuidar el ambiente laboral lo que podría proveer satisfacción laboral (Buka et al., 2024), de la misma manera, el mobbing aumenta la carga laboral y de igual manera disminuye la calidad de vida en el trabajo y el bienestar personal (Shahid & Farooq, 2020).

Un estudio realizado en Costa Rica menciona que la satisfacción con la vida es un importante indicador de la calidad de vida de las personas adultas mayores de 60 años o más,

hombres y mujeres, se concluyó que la satisfacción con la vida está asociada con el insomnio (Aguilar & Carballo-Alfaro, 2023).

El insomnio y el mobbing son latentes en la vida del oficial de policía lamentablemente no hay estudios que determinen cuanto predicen estos dos en la satisfacción con la vida de este personal tan esencial para la comunidad, siendo que la satisfacción con la vida puede poder mejorar su calidad vida, desarrollo personal, interacción social, nivel de resiliencia y su nivel de servicio a la comunidad, tanto en su juventud, si padecieran alguna enfermedad, incluso cuando llegue el momento de jubilarse (Jafari et al., 2024; Kartol et al., 2024; Thoma et al., 2024). Por lo tanto el objetivo de esta investigación es determinar si el insomnio y el mobbing predicen el nivel de satisfacción con la vida.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño.**

La presente investigación fue de diseño no experimental, cuantitativo, predictivo con corte transversal para verificar cuanto predicen el insomnio y el mobbing a la satisfacción con la vida (Ato et al., 2013).

### **Participantes.**

La muestra estuvo conformada por 806 efectivos policiales de la costa, sierra y selva del territorio peruano, de 18 a 65 años ( $M=31.38$ ;  $DE=6.95$ ), de los cuales el 43.3% son del sexo femenino y el 56.3% del sexo masculino y el 0.4% han preferido no decir su sexo, así como, el 34.6% fueron de la selva, el 33.4% de la costa y el 32% de la sierra, para lo cual se utilizó un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernandez et al., 2014). Dicha muestra tuvo en cuenta a policías que tengan como mínimo 2 años trabajando, de la misma manera se tuvo en cuenta que pertenezcan a diferentes áreas del ejercicio de la profesión, no se discrimino su estado civil ni su religión, teniendo en cuenta a aquellos que deseen participar de manera voluntaria.

### **Instrumentos.**

#### **Escala de Insomnio de Atenas**

La escala de insomnio de Atenas fue validada al contexto peruano en adultos de 18 años por Baños-Chaparro et al. (2021), esta escala cuenta con 5 ítems, en un modelo unidimensional, con una escala de calificación tipo Likert que varía de ausencia de problema (0) a problema

serio (3). La validación del constructo se realizó a través del análisis de la estructura interna con un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), donde el modelo obtuvo un adecuado ajuste ( $CFI = .99$ ,  $SRMR = .02$  y un  $RMSEA = .05$ ), de la misma manera la confiabilidad se obtuvo a través del coeficiente omega con un  $0.83$  con un IC de 95% inferior  $0.80$  y superior  $0.86$ .

### **Escala de Mobbing**

La escala de Mobbing Leymann Inventory of Psychological Terrorization LIPT-60 fue utilizada para medir el acoso psicológico en un entorno laboral por González de Rivera & Rodríguez-Abuin (2003), la cual paso por una validez de estructura interna a través de la correlación ítem-test, en personas que denunciaron ser acosadas en su trabajo, presentado correlaciones superiores a  $0.3$  y una alta fiabilidad superior a  $0.8$  en el cociente de Alpha. La investigación se replicó en trabajadores españoles y peruanos por González-Trijueque & Delgado (2013), esta adaptación validó las de 60 preguntas de la versión original con un tipo de respuesta Likert que va de 0 (No he experimentado esta conducta en absoluto) a 4 (Si la he experimentado frecuentemente), ofreciendo una puntuación total del nivel de acoso percibido por el colaborador, esta adaptación se realizó a través de una comparación de medias en grupos independientes evaluando que conductas de acoso son manifiestas en los trabajadores, obteniendo correlaciones dimensión-test significativas ( $p < 0.05$ ), y así como diferencias de medias ( $p < 0.05$ ), evidenciando que las 60 preguntas que resultaron del análisis reflejaban la conducta de acoso psicológico en población peruana.

### **Escala de Satisfacción con la Vida**

La Escala de Satisfacción con la vida se adaptó al contexto peruano en trabajadores de 19 a 64 años Calderón-De la Cruz et al. (2018), la escala es unidimensional y contiene cinco preguntas la cual se califica en una escala tipo Likert de muy de acuerdo a muy en desacuerdo con cinco opciones de respuesta. La validación se realizó del instrumento a través de un modelo Congenerico obteniendo un  $SRMR = .027$ ,  $CFI = .998$ , y un  $RMSEA = .052$  y la confiabilidad fue adecuada con un valor de Omega igual a  $.90$ .

### **Procedimiento y análisis de datos.**

La recolección de la muestra se realizó de manera presencial y virtual, sin embargo, ambos grupos llenaron un Google form, el cual proveyó un Excel que fue trasladado al programa de SPSS Statistics versión 26, para iniciar con el análisis descriptivo de las variables,

considerando la media, desviación estándar, curtosis y asimetría para determinar la distribución de la muestra, posterior a ello se realizó la comparación de medias según el sexo de cada variable, seguidamente se realizó el análisis de correlación de Pearson donde se tuvo en cuenta que la fuerza de la relación es mínima si el  $r \geq .2$ , o si el  $r \geq .5$  se considera fuerza moderada y si el  $r \geq .8$  se considera fuerza elevada (Ferguson, 2009), por último se realizó la regresión lineal múltiple para verificar la significancia ( $p < .05$ ), y se determinó el cociente de determinación  $R^2$  según lo propuesto por Ellis (2010) para la interpretación.

### Aspectos éticos

Para realizar la ejecución del proyecto, en primer lugar el mencionado proyecto pasó por la aprobación del comité de ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana Unión, quienes revisaron y aprobaron el proyecto, de la misma manera cada participante aprobó su participación a través del consentimiento informado, el cual respeta los principios detallados en el tratado de Helsinki en estudios que no manipulan la muestra (World Medical Association, 2013).

## RESULTADOS

### Análisis descriptivos

Se puede observar que tanto la satisfacción con la vida, el mobbing y el insomnio muestran una asimetría y una curtosis dentro del rango de  $\pm 1.5$ , lo que evidencia una distribución normal, para lo cual se realizará un análisis paramétrico (Pérez & Medrano, 2010).

**Tabla 1**

*Análisis descriptivo de satisfacción con la vida, mobbing e insomnio en efectivos policiales*

Variables	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Insomnio	5.46	3.398	-0.038	-0.712
Mobbing	69.26	51.168	0.115	-0.876
Satisfacción con la vida	15.30	6.339	0.264	-1.234

### Satisfacción con vida, mobbing e insomnio en efectivos policiales

La tabla 2 muestra existe una diferencia significativa según el sexo en las variables satisfacción con la vida, mobbing e insomnio en los efectivos policiales ( $t=3.81$ ,  $p= 0.001$ ;  $t= -8.75$ ,  $p= 0.001$ ;  $t= -6.79$ ,  $p= 0.001$ , respectivamente), siendo que el sexo masculino quienes

presentan mayor satisfacción con la vida, mientras que las mujeres evidencian mayor mobbing e insomnio.

**Tabla 2**

*Diferencias según el sexo de la satisfacción con la vida, mobbing e insomnio en efectivos policiales*

Variables	Masculino	Femenino	T	p
Satisfacción con la vida	16.1 ± 6.68	14.2 ± 5.67	4.37	<.001
Mobbing	56.0 ± 51.39	86.5 ± 45.49	-8.75	<.001
Insomnio	4.76 ± 3.43	6.36 ± 3.14	-6.79	<.001

Por otro lado, la tabla 3 evidencia que existe una correlación negativa altamente significativa fuerte negativa entre la satisfacción con la vida y el insomnio ( $r=-.418^{**}$ ;  $p<0.001$ ), mientras que, existe una correlación altamente significativa inversa débil entre la satisfacción con la vida y el mobbing ( $r=-.311^{**}$ ;  $p<0.001$ ), de la misma manera, se observa que tanto el mobbing y el insomnio tienen una correlación altamente significativa directa fuerte ( $r=.614^{**}$ ;  $p<0.001$ ), lo que evidencia que altos niveles de mobbing e insomnio se relaciona con bajos niveles de satisfacción con la vida en los efectivos policiales, mientras que altos niveles de mobbing se relaciona con la presencia de insomnio.

**Tabla 3**

*Correlación entre la satisfacción con la vida, mobbing e insomnio en efectivos policiales*

Variables	Insomnio	Acoso	Satisfacción
Insomnio	1		
Mobbing	.614**	1	
Satisfacción con la vida	-.418**	-.311**	1

*Nota:* \*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). \*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

### **Análisis predictivo**

La regresión lineal múltiple se observa en la tabla 4, donde se postuló el modelo de los predictores de la satisfacción con la vida en los efectivos policiales, obteniendo un buen ajuste ( $F\text{-test}= 87.852$ ;  $p< 0.001$ ), donde el insomnio ( $\beta = -0.365$ , IC95 [-0.980; -0.638]  $p< 0.001$ ), y el mobbing ( $\beta = -0.087$ , IC95 [-0.019; -0.004]  $p < 0.001$ ), predicen de manera negativa el nivel de satisfacción con la vida ( $R^2$  ajustado = 0.177). Asimismo, se observar que el  $t$  también muestra que es significativo ( $p<0.001$ ), lo que respalda el modelo predictivo.

Esto afirma que el acoso laboral que se vive en el ambiente policial, junto con los problemas para poder conciliar el sueño disminuyen el sentimiento de bienestar, placer y plenitud en la vida en los efectivos policiales.

**Tabla 4**

*Predictores de la satisfacción con la vida en efectivos policiales*

Predictores	B	EE	$\beta$	T	p
(Constante)	19.755	0.395		50.051	0.001
Insomnio	-0.681	0.076	-0.365	-9.015	0.001
Mobbing	-0.011	0.005	-0.087	-2.137	0.001

*Nota:*  $\beta$ : coeficiente de regresión estandarizado; B: coeficiente no estandarizado; EE: error estándar. Variable dependiente: Satisfacción con la vida ( $F = 87.852$ ;  $p < 0.001$ ;  $R^2$  ajustado = 0.177).

## DISCUSIÓN

La labor del oficial de policía es importante para la sociedad, pues se encargan de salvaguardar a la población de la delincuencia y velar por el orden interno del país, lamentablemente esta labor es bastante sacrificada (Carlos et al., 2024), pues están obligados a trabajar turnos nocturnos para el cumplimiento de sus responsabilidades, lo que afecta en su calidad de vida (Colcha & Delgado, 2021) además, propio de la vida militar en un mundo de subordinación se han visto víctimas de mobbing, (Buka et al., 2024) y lamentablemente no se ha medido la afectación de estos en la satisfacción con la vida de los efectivos policiales, y ese fue el objetivo principal de este estudio.

En este estudio se pudo notar que los oficiales varones presentaron niveles más altos de satisfacción con la vida a diferencia de las mujeres, estos resultados son semejantes a lo encontrado en Europa, donde se vio que los hombres que viven en zona urbana con niveles bajos de confusión, depresión y neuroticismo, presentan mayores niveles de satisfacción con la vida a diferencia de las mujeres (Majauskiene et al., 2025), sin embargo, en Oriente medio se pudo notar que las mujeres que presentan mayores niveles de apoyo social percibido y resiliencia presentan mayores niveles de satisfacción con la vida a diferencia de los hombres (Hanimoğlu, 2025), mientras que en Oceanía no se encontró diferencia significativa según el sexo, aunque si se pudo notar que lo que producía satisfacción con la vida era diferente; las mujeres valoraban el haber encontrado el amor, el tener un buen trabajo y su casa, mientras que los hombres se sienten satisfechos con el equilibrio entre descanso, trabajo y diversión (Brooks et al., 2025).

Por otro lado, se observó que las mujeres presentan mayores problemas con el sueño a diferencia de los varones, esto guarda parecido a lo encontrado en Rusia en las mujeres que pasan mayor tiempo expuestas a la pantalla, a diferencia de los varones (Maksimenko et al., 2025), lo mismo ocurre en las mujeres que tienen problemas de sobre peso en Oriente medio (Akbarpour et al., 2025), y las mujeres adultas en Asia, quienes además, presentaban síntomas depresivos, un estilo de vida más sedentario a diferencia de los varones y menos apoyo social (Amaike et al., 2025), es preciso señalar que en Estados Unidos se encontró que quienes presentaban mayores niveles de insomnio fueron los varones, que aunque las mujeres presentaban mayores niveles de depresión, los hombres presentaron niveles más altos de ansiedad y eso los llevaba a tener problemas para dormir (Weiss et al., 2025).

También, se pudo notar que las mujeres presentan niveles más elevados de mobbing a comparación de los varones, esto se aparece a los resultados obtenidos por Vivarelli et al. (2025), quienes además encontraron que las mujeres italianas tendían a buscar más apoyo social y procuraban presentar mayor evitación de sus victimarios, siguiendo la misma idea Santoro et al. (2022), también encontró que las mujeres víctimas de mobbing manifestaban niveles elevados de estrés y síndrome de burnout, contrario a estos resultados Lipińska-Grobelny (2024) encontró que los varones polacos presentaban mayores niveles de mobbing a comparación de las mujeres, quienes presentaron menores niveles satisfacción con la vida.

Del mismo modo, este estudio encontró que los problemas para dormir afectan de manera negativa en la satisfacción con la vida de los efectivos policiales, de igual forma ocurre en el personal de salud de España, donde se vio que estos problemas de dormir también afectan en el nivel de satisfacción laboral, aumenta los síntomas subjetivos de ansiedad y el uso de benzodiazepinas (Andrés-Olivera et al., 2022), en esta dirección, se observa que el insomnio disminuye el nivel de resiliencia, desempeño laboral al igual que aumenta la intención de renunciar en los empleados en Europa, Asia y los Estados Unidos afectando su satisfacción con la vida (Liswandi & Muhammad, 2023), el insomnio también afecta las relaciones interpersonales, se observó que los problemas presentados en el sueño aumenta los conflictos laborales y familiares, tanto en hombres como en mujeres coreanos (Seo et al., 2023).

De la misma manera, se observó que en Estados Unidos los militares que presentaban problema para dormir evidenciaron bajos niveles de satisfacción con la vida y al mismo tiempo, una pobre preparación física (Corry et al., 2024). Por otro lado, se pudo notar que el mobbing

disminuye el nivel de satisfacción con la vida en los policías, lo mismo ocurre en los docentes de Turquía (Cerci & Dumludag, 2019), donde se observó que la satisfacción con la vida se encontraba estrechamente ligada con la satisfacción laboral, donde se tiene las expectativas de mejorar su salario, hay un trato igualitario y además los niveles de acoso laboral son bajos, en este mismo sentido ocurre en los médicos, quienes además de estar expuestos al mobbing, presentaron niveles altos de ansiedad, depresión, agotamiento emocional, y bajos niveles de realización personal (Köse et al., 2025), por consiguiente, se vio que los oficiales de policías europeos que presentaron niveles elevados de acoso laboral, presentaron poca resiliencia al igual que una disminuida inteligencia emocional (Buka, 2024).

En relación con las limitaciones del estudio en primer lugar fueron los antecedentes del estudio en su población, pues se encontraron pocos estudios realizados en policías lo cual dificulto profundizar la temática en dicha muestra, en contra partida se consideró estudios realizados en población militar y otras carreras que presentan niveles elevados de insomnio como personal de salud que hace guardias, por ello se recomienda realizar más investigaciones en esta muestra, pues son una población importante para la sociedad. Una segunda limitación es el tipo de muestreo pues se consideró un muestro no probabilístico por conveniencia porque la población estaba dispersa, aunque para ello se consideró una muestra amplia de las tres regiones del país, por ello se recomienda replicar el estudio con un muestreo probabilístico con el fin disminuir el sesgo muestral.

## **CONCLUSIONES**

Por último, se puede concluir que el insomnio y el Mobbing se asocian y predicen estadísticamente menores niveles de satisfacción con la vida de los policías peruanos, siendo necesario prestar atención en los turnos nocturnos y el tiempo de descanso que tienen los oficiales posteriores a dichos turnos, al igual que es importante realizar seguimiento del clima laboral en el que trabajan con el fin de proveerles adecuadas condiciones de trabajo y con ello satisfacción con la vida.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Akbarpour, S., Behkar, A., Moradzadeh, R., Alemohammad, Z. B., Heidari, R., Mehrparvar, A. H., Sadeghniaat-Haghighi, K., & Najafi, A. (2025). The links between sleep health domains and male/female obesity: a nationwide survey on the Iranian general

population. *Scientific Reports*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/S41598-025-95520-X>;SUBJMETA

Amaike, M., Yokoyama, A., Tanaka, Y., Yamazaki, M., Matsuzawa, A., Ojima, T., & Tadaka, E. (2025). Incidence of depressive symptoms and their associations with lifestyle and social support networks among community-dwelling older adults: a sex-stratified longitudinal study using the JAGES study. *BioPsychoSocial Medicine*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S13030-025-00342-Y/TABLES/3>

Andrés-Olivera, P., García-Aparicio, J., López, M. T. L., Sánchez, J. A. B., Martín, C., Maciá-Casas, A., González-Sánchez, A., Marcos, M., & Roncero, C. (2022). Impact on Sleep Quality, Mood, Anxiety, and Personal Satisfaction of Doctors Assigned to COVID-19 Units. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol. 19, Page 2712, 19(5), 2712. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19052712>

Aydın Sayılan, A., & Aydın, A. (2020). Mobbing among healthcare workers: A review of research findings and methods of struggling. *Journal of Human Sciences*, 17, 185–193. <https://doi.org/10.14687/jhs.v17i1.5364>

Brooks, R., Fu, J., & Maire, Q. (2025). Life Satisfaction and Work–Life Balance: The Complexities of Gender Patterning. *Sociological Research Online*, 30(3), 673–690. <https://doi.org/10.1177/13607804241284807>

Buka, M. (2024). Emotional intelligence, mobbing and resilience in police forces. *Organizational Psychology*, 14(2), 128–138. <https://doi.org/10.17323/2312-5942-2024-14-2-128-138>

Buka, M., Sulstarova, A., & Kurtaj, E. (2024). Emotional intelligence, mobbing and resilience in police forces. *Organizational Psychology*, 14(2), 128–138. <https://doi.org/10.17323/2312-5942-2024-14-2-128-138>

Calderón-De la Cruz, G., Lozano Chávez, F., Cantuarias Carthy, A., & Ibarra Carlos, L. (2018). Validación de la Escala de Satisfacción con la Vida en trabajadores peruanos. *Liberabit*, 24(2), 249–264. <https://doi.org/10.24265/LIBERABIT.2018.V24N2.06>

- Carlos, L., Estrada, C., Enrique, O., Rincon, F., & Bermúdez Floréz, J. I. (2024). Afectación de los trastornos del sueño en la calidad de vida de los policías. *Revista Signos*, 45(1), 99–115. <https://doi.org/10.22410/ISSN.1983-0378.V45I1A2024.3675>
- Cerci, P. A., & Dumludag, D. (2019). Life Satisfaction and Job Satisfaction among University Faculty: The Impact of Working Conditions, Academic Performance and Relative Income. *Social Indicators Research* 2019 144:2, 144(2), 785–806. <https://doi.org/10.1007/S11205-018-02059-8>
- Colcha, F. O., & Delgado, R. P. (2021). Calidad de sueño y síndrome de burnout en servidores de la Policía Nacional del Ecuador. *Prometeo Conocimiento Científico*, 4(1), 70. <https://doi.org/10.55204/PCC.V4I1.E70>
- Corry, N. H., Radakrishnan, S., Williams, C. S., Woodall, K. A., & Stander, V. A. (2024). Longitudinal association of health behaviors and health-related quality of life with military spouse readiness. *BMC Public Health* 2024 24:1, 24(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/S12889-024-18786-2>
- de Arruda Oliveira, L. P., de Oliveira, L. G., & de Carvalho, H. B. (2023). Risk and protective factors for the development of stress in the Federal Highway Police. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 40, e210194. <https://doi.org/10.1590/1982-0275202340E210194>
- Drew, J. M., & Chevroulet, C. (2024). Sexual harassment and psychological distress experienced by women police: The role of embitterment and psychological contract breach. *Policing: A Journal of Policy and Practice*, 19(1), paae054. <https://doi.org/10.1093/POLICE/PAAE054>
- Fattal, D., Hester, S., & Wendt, L. (2022). Body weight and obstructive sleep apnea: a mathematical relationship between body mass index and apnea-hypopnea index in veterans. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 18(12), 2723–2729. <https://doi.org/10.5664/JCSM.10190>
- Gonçalves de Oliveira, B., dos Santos Bomfim, E., Ramon Brito Teixeira, J., Narriman Silva de Oliveira Boery, R., Nagib Boery, E., & Bruno Gonçalves de Oliveira, C. (2024). Influencia da Qualidade do Sono na Qualidade de Vida no Trabalho de Policiais

- Militares. *Revista Enfermería Actual En Costa Rica*, 46(1).  
<https://doi.org/10.15517/enferm.actual.cr.i46.54495>
- González-Trijueque, D., & Delgado Marina, S. (2013). Mobbing en trabajadores españoles y peruanos: un estudio exploratorio con el LIPT-60. *Liberabit*, 19(1), 121–131.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-48272013000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272013000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Hanimoğlu, E. (2025). A mediation and moderation model for life satisfaction: The role of social support, psychological resilience, and gender. *Acta Psychologica*, 259, 105360.  
<https://doi.org/10.1016/J.ACTPSY.2025.105360>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición). McGraw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Howarth, N. E., & Miller, M. A. (2024). Sleep, Sleep Disorders, and Mental Health: A Narrative Review. *Heart and Mind*, 8(3), 146–158. <https://doi.org/10.4103/HM.HM-D-24-00030>
- Hung, W. L., & Liu, H. Te. (2022). Causal Model Analysis of Police Officers' COVID-19 Fear, Resistance to Organizational Change Effect on Emotional Exhaustion and Insomnia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10374. <https://doi.org/10.3390/IJERPH191610374>
- Jacinto, M., Couto, N., Vitorino, A., Bento, T., Matos, R., Monteiro, D., Amaro, N., Antunes, R., & Cid, L. (2025). Sports experience, affects and life satisfaction in Portuguese athletes with disabilities. *BMC Psychology*, 13, 19. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-02247-x>
- Jafari, A., Moshki, M., Ghelichi-Ghojogh, M., & Nejatian, M. (2024). Role of diabetes health literacy, psychological status, self-care behaviors, and life satisfaction in predicting quality of life in type 2 diabetes. *Scientific Reports*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51245-x>
- Kartol, A., Üztemur, S., Griffiths, M. D., & Şahin, D. (2024). Exploring the interplay of emotional intelligence, psychological resilience, perceived stress, and life satisfaction:

- A cross-sectional study in the Turkish context. *BMC Psychology*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S40359-024-01860-0/TABLES/3>
- Kim, J., Yoon, J., Kim, I., & Min, J. (2024). Mental Health Status of New Police Trainees before and during the COVID-19 Pandemic. *Healthcare*, 12(6), 645. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12060645>
- Köse, Ö. C., Türk, Y., Köse, S. Ö., Kılınçarslan, Ö., Verendağ, O., Özdemir, M., Sertöz, Ö. Ö., & İçöz, G. (2025). A Nationwide Study in Türkiye on General Surgery Residents' Satisfaction: Challenges and Realities. *Journal of Surgical Education*, 82(9), 103601. <https://doi.org/10.1016/J.JSURG.2025.103601>
- Kuldova, T. Ø., & Nordrik, B. (2023). Workplace investigations, the epistemic power of managerialism and the hollowing out of the Norwegian model of co-determination. *Capital & Class*, 44(3), 463–488. <https://doi.org/10.1177/03098168231179971>
- Lipińska-Grobelny, A. (2024). The impact of workplace harassment on the level of mental disorders: the moderating role of gender. *Current Issues in Personality Psychology*, 12(3), 202–209. <https://doi.org/10.5114/CIPP/170212>
- Liswandi, & Muhammad, R. (2023). The Association Between Work-life Balance and Employee Mental Health: A systemic review. *Asia Pacific Journal of Health Management*, 18(3), 2565. <https://doi.org/10.24083/APJHM.V18I3.2565>
- Liu, F. X., Dong, Z. B., Zhao, M., Gao, Y. H., Li, X., Jiang, Y. N., Li, Y. M., Zheng, Y. X., Wang, Z., Feng, Y. C., Liu, Y. L., & Van Der Veen, S. (2023). COVID-19-Related Insomnia Populations Research and Management Strategies: A Review. *Infectious Microbes and Diseases*, 5(3), 120–126. <https://doi.org/10.1097/IM9.000000000000126>
- Lu, L. (2022). Sleep, exercise, stress, COVID-19, and human health. *Heart and Mind*, 6(3), 99–100. [https://doi.org/10.4103/HM.HM\\_40\\_22](https://doi.org/10.4103/HM.HM_40_22)
- Machul, M., Krasucka, K. N., Pelc, D., & Dziurka, M. (2024). Impact of Workplace Bullying on Nursing Care Quality: A Comprehensive Review. In *Medical Science Monitor* (Vol. 30). International Scientific Information, Inc. <https://doi.org/10.12659/MSM.944815>

- Majauskiene, D., Skurvydas, A., Istomina, N., Dadeliene, R., Strazdaite, E., Valanciene, D., Uspuriene, A. B., & Sarkauskiene, A. (2025). Beyond lifestyle, logic and empathy: subjective health, mood, emotional intelligence, and personality as keys to well-being for women and men. *BMC Psychiatry*, 25(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/S12888-025-06639-0/FIGURES/1>
- Maksimenko, A. A., Александрович, М. А., Maksimenko, A. A., Zolotareva, A. A., Анатольевна, З. А., Zolotareva, A. A., Kashirskiy, D. V., & Валерьевич, К. Д. (2025). From Screens to Sleeplessness: How Digital Stressors Are Linked to Sleep Characteristics in the Russian Population. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*, 32(3), 207–218. <https://doi.org/10.17816/humeco646356>
- Na, J. W., Yang, C. M., Lee, S. Y., & Jang, S. H. (2022). Mental Health and Quality of Life for Disaster Service Workers in a Province under COVID-19. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), 1600. <https://doi.org/10.3390/JCM11061600>
- Pérez, E., & Medrano, L. (2010). Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas Artículo de Revisión. *Test*, 2(1889), 58–66.
- Pizzoli, M., Rossi, A. A., Fu, F., Huang, -Yuan, & Liu, H.-T. (2023). Path Model Analysis of the Effects of Perceived Formalism, and Fear of COVID-19 on Police Officers' PTSD and Insomnia. *Behavioral Sciences*, 13(10), 867. <https://doi.org/10.3390/BS13100867>
- Radošević, Ž. a S. mail to R. Ž. ; K. S. B. b; L. M. b. (2019). Factor structure and psychometric characteristics of the questionnaire “coping with negative workplace behaviours” on a sample of police officers. *Hrvatska Revija Za Rehabilitacijska Istrazivanja*, 55(1), 13–25. <https://doi.org/10.31299/hrri.55.1.2>
- Santoro, P. E., Borrelli, I., Gualano, M. R., Amantea, C., Tumminello, A., Daniele, A., Rossi, M. F., & Moscato, U. (2022). Occupational hazards and gender differences: a narrative review. *Italian Journal of Gender-Specific Medicine*, 8(3), 154–162. <https://doi.org/10.1723/3927.39110>
- Seo, K., Ryu, S., Jeong, S., Kang, H. T., Kim, S. K., Koh, S. B., Jeong, K. S., & Oh, S. S. (2023). Risk of insomnia symptoms according to Work-Family Conflict by workers'


- characteristics. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 35(1), e36. <https://doi.org/10.35371/AOEM.2023.35.E36>
- Shahid, S., & Farooq, Z. (2020). Workplace harassment, work overload, and psychological distress in female police officers. *Pakistan Journal of Psychological Research*, 35(1), 141–161. <https://doi.org/10.33824/PJPR.2020.35.1.9>
- Sharma, L., Pedlar, C. R., Burgess, P. W., Kanagasabai, S., & Ronca, F. (2023). Acute and long-term sleep measurements produce opposing results on sleep quality in 8 and 12 hour shift patterns in law enforcement officers. *Journal of Sleep Research*, 32(5), e13862. <https://doi.org/10.1111/JSR.13862>
- Sørengaard, T. A., Langvik, E., Olsen, A., & Saksvik-Lehouillier, I. (2022). Predictors of insomnia symptoms in police employees: a longitudinal investigation and comparison of personality and psychosocial work factors. *Cogent Psychology*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311908.2022.2137246>
- Sum-Ping, O., & Geng, Y. J. (2022). Impact of Sleep on Cardiovascular Health: A Narrative Review. *Heart and Mind*, 6(3), 120–126. [https://doi.org/10.4103/HM.HM\\_29\\_22](https://doi.org/10.4103/HM.HM_29_22)
- Thoma, M. V., Bernays, F., Fuhrer, J., Hölzge, J., Salas Castillo, A. N., & Rohner, S. L. (2024). Predicting Intraindividual Change in Satisfaction with Life During COVID-19: A Prospective Study of Swiss Older Adults with Differing Levels of Childhood Adversity. *Journal of Happiness Studies*, 25(6), 1–20. <https://doi.org/10.1007/S10902-024-00791-2/FIGURES/4>
- Valland, T. D., Nordberg, T., & Bjørkelo, B. (2024). Humour, sexual harassment, and police managers' discretionary practices. *Police Practice and Research*, 25(5), 640–656. <https://doi.org/10.1080/15614263.2024.2342632>
- Vega-Escañó, J., María Porcel-Gálvez, A., Barrientos-Trigo, S., Romero-Sánchez, M., & De Diego-Cordero, R. (2020). La turnicidad como factor determinante en la aparición de insomnio en población laboral: revisión sistemática. *Rev Esp Salud Pública*, 94, 14–15. [www.mscbs.es/resp](http://www.mscbs.es/resp)
- Vivarelli, S., Oliveri, C., Savasta, S., Fiorino, F. S., & Fenga, C. (2025). Workplace harassment is associated with differences in personality traits, coping strategies and work ability:

- cross sectional study among healthcare professionals. *Frontiers in Public Health*, 13, 1641654. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2025.1641654/FULL>
- Weiss, S. J., Nagle-Yang, S., Flynn, H., Cooper, B., Muzik, M., Simeonova, D. I., & Ozerdem, A. (2025). Gender differences in symptom profiles of individuals being treated for mood disorders. *Journal of Mood and Anxiety Disorders*, 12, 100152. <https://doi.org/10.1016/j.xjmad.2025.100152>
- Williams, M. T., Bartlett, A., Zare, M., Custer, N., & Osman, M. (2023). Sexual harassment and abuse in law enforcement: Best practices for creating safety for female officers. *The Police Journal: Theory, Practice and Principles*, 97(2), 205–220. <https://doi.org/10.1177/0032258X231156714>
- Ye, L., Zhang, F., Wang, L., Chen, Y., Shi, J., & Cai, T. (2024). Identification of the risk factors for insomnia in nurses with long COVID-19. *BMC Nursing*, 23(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/S12912-024-02212-4/FIGURES/4>
- Yildiz, B., Kaptan, Z., Yildiz, T., Elibol, E., Yildiz, H., & Ozbilgin, M. (2023). A systematic review and meta-analytic synthesis of the relationship between compulsory citizenship behaviors and its theoretical correlates. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 14). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1120209>
- Zhou, W., Yan, Z., Yang, Z., & Hussain, Z. (2023). Problematic social media use and mental health risks among first-year Chinese undergraduates: a three-wave longitudinal study. *Frontiers in Psychiatry*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1237924>

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### **Influencia de aditivos no convencionales en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos: Una revisión sistemática**

### **Influence of unconventional additives on the physical and mechanical properties of eco-bricks: A systematic review**

Luis Bustamante <sup>1</sup>, José Sánchez <sup>2</sup> y Manuel Laurencio <sup>3</sup>

#### **RESUMEN**

En este estudio se realizó una revisión sistemática de literatura sobre la influencia de aditivos no convencionales en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos como ScienceDirect, Scopus, SpringerLink y MDPI, considerando publicaciones entre 2016 y 2025. Luego del proceso de selección, se analizaron más de 50 estudios que evaluaron el uso de residuos como plásticos reciclados, fibras vegetales, cenizas agroindustriales y otros materiales alternativos. Los resultados muestran que ciertos aditivos permiten mejoras significativas, como incrementos en la resistencia a compresión de hasta 76.85 MPa en ladrillos con PET, reducciones de absorción de agua de hasta 90% en mezclas con plásticos y disminuciones de densidad entre 8% y 30% dependiendo del material empleado. Sin embargo, también se identificó que el uso excesivo de estos aditivos puede generar efectos negativos, como aumento de porosidad o pérdida de resistencia. En conclusión, los aditivos no convencionales presentan un alto potencial para el desarrollo de ladrillos más sostenibles, siempre que se controlen adecuadamente las proporciones y condiciones de fabricación.

**Palabras clave:** Ladrillos ecológicos; aditivos no convencionales; residuos reciclados; resistencia a compresión y cenizas agroindustriales.

#### **ABSTRACT**

In this study, a systematic literature review was conducted on the influence of unconventional additives on the physical and mechanical properties of eco-friendly bricks. The search was carried out using databases such as ScienceDirect, Scopus, SpringerLink, and MDPI, considering publications from 2016 to 2025. After the selection process, more than 50 studies were analyzed, evaluating the use of waste materials such as recycled plastics, plant fibers, agro-industrial ashes, and other alternative materials. The results show that certain additives provide significant improvements, including increases in compressive strength of up to 76.85 MPa in PET-based bricks, reductions in water absorption of up to 90% in plastic mixtures, and density reductions ranging from 8% to 30%, depending on the material used. However, it was also identified that excessive use of these additives may generate negative effects, such as increased porosity or loss of strength. In conclusion, unconventional additives present high potential for the development of more sustainable bricks, provided that the proportions and manufacturing conditions are properly controlled.

**Keywords:** Eco-friendly bricks; unconventional additives; recycled waste; compressive strength and agro-industrial ashes.

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Católica Sedes Sapientiae, Perú. Email: [2020100643@ucss.pe](mailto:2020100643@ucss.pe), [2021102335@ucss.pe](mailto:2021102335@ucss.pe), [mllaurencio@ucss.edu.pe](mailto:mllaurencio@ucss.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenible del sector construcción en las últimas décadas ha generado un impacto significativo sobre el medio ambiente, principalmente debido al alto consumo de recursos naturales y a la emisión de gases de efecto invernadero asociado a procesos tradicionales como la fabricación de ladrillos y bloques de hormigón. Frente a esta problemática, han surgido alternativas como los ladrillos ecológicos, los cuales incorporan materiales reciclados o subproductos agrícolas con el objetivo de reducir el impacto ambiental sin comprometer su desempeño estructural.

Muchos investigadores han probado agregar materiales poco comunes a estos ladrillos, como fibras vegetales, plásticos reciclados, cenizas de origen agrícola o cáscaras orgánicas. Lo interesante es que no solo ayudan a cuidar el ambiente, sino que también mejoran cosas como la resistencia a la compresión (Kumar et al., 2024), la absorción de agua (Suganya et al., 2016), o la densidad del ladrillo (Naresh Kumar et al., 2024). Incluso hay quienes han estudiado cómo estos materiales influyen en la capacidad de aislamiento térmico, como Gómez et al. (2023) o Karshoğlu et al. (2021).

Algunos resultados llaman bastante la atención. Por ejemplo, añadir plásticos reciclados como PET o HDPE puede hacer que los ladrillos duren más y resistan mejor el calor (Kumar et al., 2022). Ameen et al. (2023) también encontraron que eso ayuda a que absorban menos agua. De hecho, Bello et al. (2022) reportaron niveles de absorción menores al 1 %. Otro estudio de Alan et al. (2015) mostró que, al usar tiras de plástico dentro de ladrillos con ceniza volante, la resistencia alcanzó casi 19 N/mm<sup>2</sup>, mucho más de lo que ofrece un ladrillo común.

En este trabajo, se recopilamos más de 50 estudios de los últimos diez años que probaron distintos residuos como aditivos en diversos tipos de ladrillo, como adobe, geo-polímeros, tierra-cemento, entre otros. A diferencia de otras revisiones, aquí no se enfoca en un solo tipo de material, sino que se compara un conjunto amplio y diverso. Solo se consideraron trabajos que presentaran datos experimentales medibles, como resistencia, absorción, densidad o conductividad.

En resumen, lo que se busca con esta revisión es entender mejor cómo afectan estos materiales no convencionales al comportamiento físico y mecánico de los ladrillos ecológicos. Se clasificaron según su origen, se compararon sus efectos más importantes, se analizaron las cantidades que funcionaron mejor y se dejaron claras las áreas donde aún falta investigar más.

En este contexto, el objetivo principal de esta investigación es analizar la influencia de distintos aditivos no convencionales en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos, a partir de una revisión sistemática de la literatura científica reciente. Como objetivos específicos, se plantea: (i) identificar los tipos de aditivos más utilizados en la fabricación de ladrillos ecológicos, (ii) evaluar su efecto en propiedades como resistencia a la compresión, absorción de agua, densidad y conductividad térmica, y (iii) comparar los rangos de dosificación más eficientes reportados en los estudios analizados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente revisión sistemática se desarrolló siguiendo los lineamientos del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), el cual permite organizar de manera transparente el proceso de búsqueda, selección y análisis de la literatura científica.

En este estudio se realizó una revisión sistemática de literatura sobre la influencia de aditivos no convencionales en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos como ScienceDirect, Scopus, SpringerLink y MDPI, considerando publicaciones entre 2016 y 2025. Luego del proceso de selección, se analizaron más de 50 estudios que evaluaron el uso de residuos como plásticos reciclados, fibras vegetales, cenizas agroindustriales y otros materiales alternativos.

Los resultados muestran que ciertos aditivos permiten mejoras significativas, como incrementos en la resistencia a compresión de hasta 76.85 MPa en ladrillos con PET, reducciones de absorción de agua de hasta 90% en mezclas con plásticos y disminuciones de densidad entre 8% y 30% dependiendo del material empleado. Sin embargo, también se identificó que el uso excesivo de estos aditivos puede generar efectos negativos, como aumento de porosidad o pérdida de resistencia. En conclusión, los aditivos no convencionales presentan un alto potencial para el desarrollo de ladrillos más sostenibles, siempre que se controlen adecuadamente las proporciones y condiciones de fabricación.

La búsqueda se hizo en varias plataformas académicas como ScienceDirect, Scopus, MDPI, SpringerLink, ResearchGate. Se usaron combinaciones de palabras clave como ladrillos ecológicos, fibras naturales, residuos plásticos, cenizas en ladrillos y otras similares. Para mejorar los resultados, se utilizaron conectores booleanos como AND, OR y NOT.

Para la búsqueda de información se utilizaron combinaciones de palabras clave en inglés y español mediante operadores booleanos. Entre los principales strings empleados se incluyen:

- “eco-friendly bricks” AND “recycled waste”
- “brick” AND “plastic waste” AND “mechanical properties”
- “natural fibers” AND “bricks”
- “ash” AND “eco bricks”
- “ladrillos ecológicos” AND “residuos reciclados”

Las siguientes combinaciones presentadas permitieron ampliar la cobertura de resultados en las diferentes bases de datos consultadas.

La búsqueda bibliográfica se realizó entre enero y marzo de 2025, considerando publicaciones comprendidas en el periodo 2016-2025.

Se baso por criterios tales como.

Criterios de inclusión:

- Artículos científicos con acceso a texto completo
- Publicados entre 2016 y 2025
- En idioma inglés y español
- Estudios experimentales con resultados medibles (resistencia, absorción, densidad, etc.)
- Que especifique tipo de ladrillo y porcentaje de aditivo

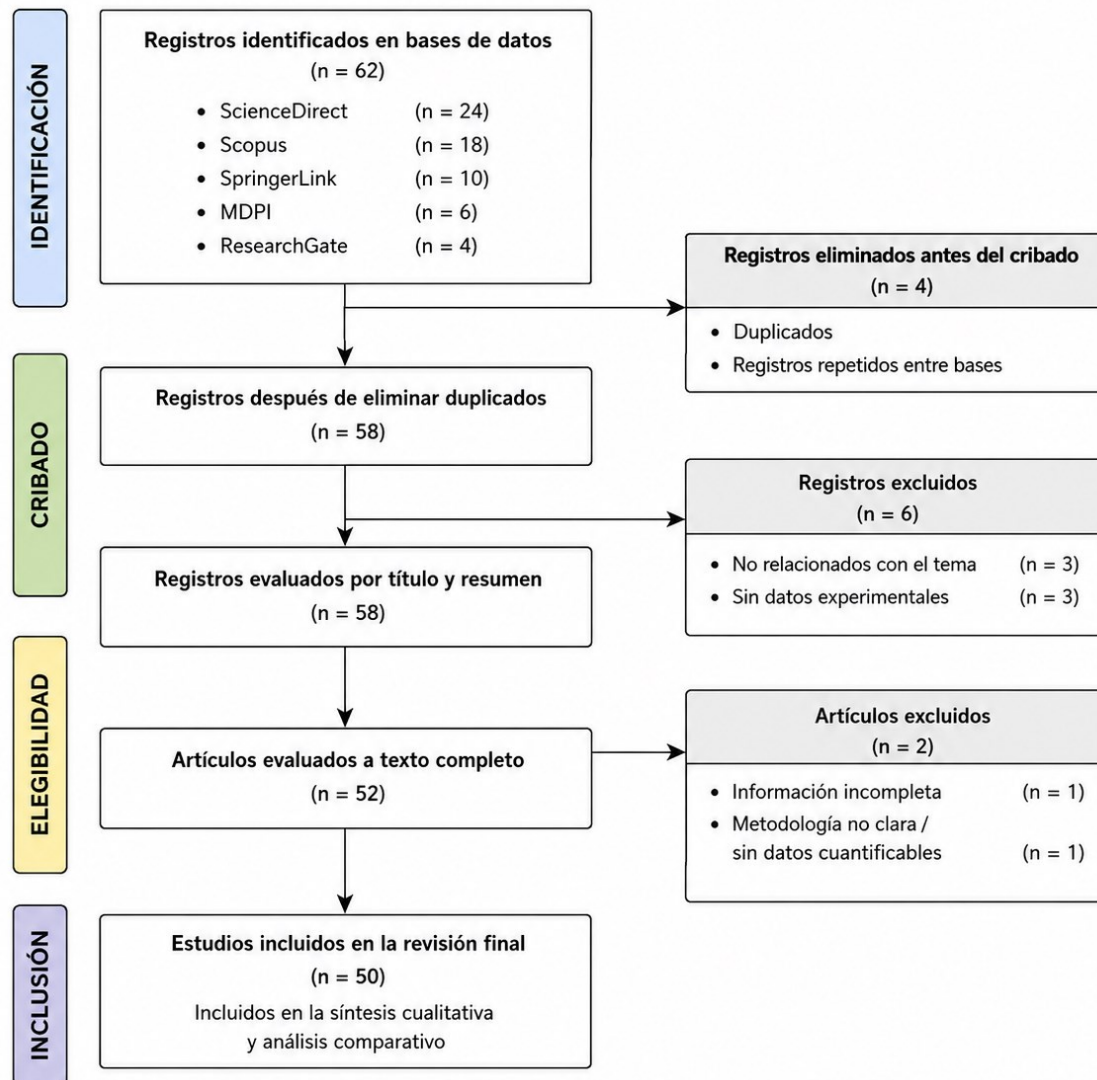
Criterios de exclusión:

- Estudios teóricos o de revisión
- Artículos duplicados
- Investigaciones sin datos cuantificables
- Estudios con información incompleta o poco clara

El proceso de selección de artículos se sistematizo mediante un diagrama de flujo basado en la metodología PRISMA, el cual permitió organizar las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios analizados.

**Figura 1**

Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios (adaptado de PRISMA 2020).



En un primer filtro, se encontraron una cierta cantidad de publicaciones. Luego, tras revisar bien los títulos, resúmenes y textos completos, se seleccionaron poco más de 50 trabajos relevantes.

Con la información reunida se elaboraron tablas comparativas que permitieron analizar aspectos como el tipo de ladrillo, el aditivo usado, su proporción, los métodos de ensayo y los resultados obtenidos. También se tomaron en cuenta las condiciones específicas de cada estudio, como el tipo de prueba utilizada y los valores más altos y bajos para cada propiedad.

En todo el proceso se respetaron los principios de ética científica. Solo se usaron datos confiables, provenientes de fuentes académicas reconocidas, y se citaron correctamente todos los autores.

Además, se buscó que la información fuese reproducible y verificable, para garantizar la seriedad del análisis.

## **RESULTADOS**

Los resultados se ordenan por tipo de aditivo para crear una base comparativa clara. Esto permite identificar los comportamientos comunes, los beneficios específicos y las limitaciones técnicas de cada material alternativo utilizado en la creación de ladrillos ecológicos. Esta agrupación facilita la comparación de los resultados y ofrece normas imparciales para estudios posteriores o aplicaciones en el mundo real.

### **Plásticos reciclados**

Dentro del conjunto de estudios analizados, los trabajos enfocados en el uso de plásticos reciclados destacan por su frecuencia y consistencia en los resultados reportados. En total, se revisaron 18 trabajos donde usaron materiales como PET, HDPE, bolsas plásticas, botellas recicladas, entre otros, para fabricar ladrillos ecológicos. Estos estudios coinciden bastante en que además de ser una buena forma de reutilizar residuos plásticos, también mejoran la resistencia del ladrillo y reducen la absorción de agua.

Por ejemplo, Karslıoğlu y Balaban (2021) encontraron que los ladrillos bajaban su densidad en un 20 % y también mejoraba su aislamiento térmico hasta en un 40 %. En el caso de Saravanan y Rao (2023), ellos vieron un aumento de la resistencia entre 10 y 28 %, y que la absorción de agua se redujo bastante (entre 15 % y 35 %), dependiendo de cuánto plástico se agregaba. Helmy (2021) también observó algo parecido: mejoró la estabilidad de la mezcla (15 %) y la absorción bajó un 20 %.

Cumpa (2024), por su parte, dijo que los ladrillos hechos con plásticos pesaban hasta un 30 % menos, lo cual puede ser útil cuando se necesita reducir cargas en obra. Otro autor, Biradar (2022), encontró que la absorción de agua se redujo en un 90 %, y además subió la resistencia a la flexión en 22 %. Yadav (2022) también encontró que la durabilidad en ambientes húmedos mejoró un 35 %, lo que es importante para zonas con lluvias.

Otro estudio que llamó la atención fue el de Ghorpade (2022), que usó mezclas de arena con plástico reciclado y obtuvo resistencias entre 9.72 y 14.72 MPa, con absorción de agua menor al 1 %, mucho mejor que un ladrillo común. Ashraf (2024) incluso llegó más lejos, con 76.85 MPa en ladrillos tipo Lego con PET, y 38.65 MPa usando HDPE, lo que muestra un gran potencial para estos materiales.

También se revisaron propiedades térmicas y acústicas. Bello (2022) explicó que la conductividad térmica bajó a 0.31 W/m·K, y Alan (2015) dijo que la absorción acústica superó

el 75 %, lo cual también es valioso en zonas con mucho ruido. Finalmente, Kulkarni (2022) encontró que además de tener muy poca absorción de agua, los bloques eran resistentes al impacto y abrasión, parecidos a los industriales.

En resumen, estos trabajos muestran que los plásticos reciclados pueden ser muy útiles en la construcción, sobre todo en elementos no estructurales. Aunque sí se recomienda tener cuidado cuando se usa más del 60 % de plástico, ya que eso puede volver el material frágil o difícil de curar si no se mezcla bien con arena.

**Tabla 1**

*Estudios que emplean plásticos reciclados como aditivo en ladrillos ecológicos.*

Autor	Aditivo	Tipo de ladrillo	Resultados clave	% Aditivo en mezcla
(KARSLIOĞLU & Balaban, 2021)	Caucho y plástico	Híbrido	Reducción de densidad del 20%, mejora del aislamiento térmico hasta 40%.	10%–30%
(Saravanan & Rao, 2023)	Varios residuos (fibras, plásticos, cenizas)	Ecológico no cocido	Incremento de resistencia de 10 a 28%, reducción de absorción de agua entre 15 y 35% (según el aditivo).	Variable (5%–30%)
(Biradar et al., 2024)	Plástico reciclado	Plástico fundido	Reducción de absorción 90%, incremento de resistencia a flexión 22%.	100%
(Vagestan et al., 2024)	Plásticos varios	Plástico fundido	Incremento de durabilidad en ambientes húmedos 35%.	100%
(Ereño et al., 2025)	Residuos plásticos	Ecobrick	Reducción de residuos hasta 70%.	100%
(Cirino et al., 2023)	Plástico reciclado	Ecológico/	Reducción de absorción 80%, mejora de trabajabilidad en 15%.	Variable
(Acamma & Baisakhi D, 2023)	Plástico fundido LDPE	Compuesto	Resistencia a flexión 3.4 MPa, absorción de agua < 2%.	100%
(Tambunan et al., 2024)	Multicapas de plástico reciclado	Plástico fundido	Densidad baja (0.9 g/cm <sup>3</sup> ), buena rigidez superficial, resistencia de 3 a 5 MPa.	100%

(Sahani et al., 2022)	Plástico reciclado (HDPE, LDPE)	Ladrillo arena-plástico	Compresión: 9.72–12.28 N/mm <sup>2</sup> ; absorción de agua: 0 %; resistencia a tracción: 737–804 MPa.	20–25 % plástico
(Kulkarni et al., 2022)	Plástico reciclado (HDPE, PP)	Ladrillo plástico	HDPE: 11.19 N/mm <sup>2</sup> ; PP: 10.02 N/mm <sup>2</sup> ; convencional: 10.5 N/mm <sup>2</sup> ; absorción agua: HDPE 0.75%, PP 0.37%.	100 % plástico reciclado
(Amjad & Diaz-Elsayed, 2024)	Plástico reciclado	Diversos	Reducción de consumo de agua 26%, ecotoxicidad terrestre reducida 59%.	100%
(Ashraf et al., 2024)	Plástico reciclado (PE, PET)	Ladrillo tipo Lego	Compresión: hasta 76.85 MPa (PET), 38.65 MPa, 26.64 MPa (PE+PET); absorción de agua: 0–0.35 %; densidad: 1.39–1.64–1.46 g/cm <sup>3</sup> .	30–40 % plástico reciclado

*Nota:* PET: tereftalato de polietileno; HDPE: polietileno de alta densidad; PP: polipropileno.

Los porcentajes de aditivo corresponden a proporciones en masa o volumen según lo reportado en cada estudio analizado.

### Fibra de coco

Entre los materiales más usados en los estudios revisados, la fibra de coco tuvo una presencia importante. En total se analizaron 10 investigaciones donde se usó este aditivo en diferentes cantidades, desde 0.2 % hasta 4 %, mayormente en ladrillos de adobe, tierra estabilizada o suelo-cemento.

Por ejemplo, Martinelli et al. (2023) indicaron que la resistencia a tracción mejoró hasta en un 25 %, y también se logró reducir la absorción de agua en un 18 %. Esto se debe a que las fibras se adhieren bien a la mezcla. En el caso de Abdullah y Lee et al. (2017), ellos encontraron que la resistencia a compresión subió un 20 % y la absorción bajó 12 %, lo cual es beneficioso en zonas húmedas. Además, Rajapakse et al. (2022) notaron que la densidad del ladrillo bajó entre 8 y 12 %, y que la mezcla fue más uniforme con dosis moderadas.

Ahmad et al. (2022) también observaron mejoras: la durabilidad aumentó 20 %, la resistencia a compresión subió 12 %, y la absorción disminuyó un 10 %. Lo mismo encontró Gagan et al. (2023), con mejoras de 18 % en compresión y –12 % en absorción. Ferreira et al.

(2022) resaltaron que, con este tipo de fibra, la resistencia a flexión subió un 12 %, y el ladrillo era más resistente a fisuras.

Velasco-Aquino et al. (2020) reportaron que al usar 0.5 % de fibra, la resistencia aumentó de 8.7 a 11.7 MPa (34 %), se redujo la conductividad térmica en un 12 %, y el hinchamiento bajó 2 %. También Hasan et al. (2021) mencionaron una mejora del 18 % en ductilidad y del 20 % en impacto, ideal en zonas donde hay movimientos sísmicos.

Un caso especial fue el de Sanou et al. (2024), quienes encontraron un buen rendimiento usando 0.6 % de fibra y 4 % de cemento, alcanzando una conductividad térmica baja (0.302 W/m·K). Aunque también reportaron una absorción altísima (610 %) cuando no se trataba la fibra. Finalmente, Malayali et al. (2024) concluyeron que los bloques con fibra de coco superaban a los ladrillos normales en resistencia y absorción.

En general, se puede decir que usar fibra de coco ayuda bastante, pero también depende de cuánto se use y de cómo esté tratada. Los mejores resultados se obtuvieron cuando la fibra estaba entre 0.5 % y 1 %, y también fue clave el tipo de mezcla base.

**Tabla 2**  
*Estudios que emplean fibra de coco como aditivo en ladrillos ecológicos.*

Autor	Aditivo	Tipo de ladrillo	Resultados clave	% Aditivo en mezcla
(Martinelli et al., 2023)	Fibra de coco	Cemento	Incremento de resistencia a tracción hasta 25%, reducción de absorción de agua hasta 18%.	2% a 5%
(Abdullah & Lee, 2017)	Fibra de coco tratada	Cemento	Incremento de resistencia a compresión hasta 20%, reducción de absorción 12%.	1% a 3%
(Rajapakse et al., 2022)	Fibra de coco	Cemento y arcilla	Reducción de densidad de 8–12%, mejora en cohesión del material.	3%–5%
(Ahmad et al., 2022)	Fibra de coco	Concreto	Mejora de durabilidad 20%, aumento de resistencia a compresión 12%, reducción de absorción 10%.	1%–4%
(Gagan et al., 2023)	Fibra de coco	Arcilla cocida	Incremento de resistencia a compresión hasta 18%, reducción de absorción 12%.	0.05
(Ferreira et al., 2022)	Fibra de coco	tierra-cemento	Incremento de resistencia a flexión 12%, cohesión mejorada.	2%–8%

(Velasco-Aquino et al., 2020)	Fibra de coco + aloe vera + cal	Ladrillo de arcilla	Flexión: aumenta 12% con fibra de coco; hinchamiento: reduce 2% (0.5% fibra); conductividad térmica reducida: 12%.	0.5% fibra coco
(Hasan et al., 2021)	Fibra de coco	Compuestos de cemento	Aumento de ductilidad 18%, resistencia a impacto mejorada 20%.	2%–6%
(Malayali et al., 2024)	Fibra de coco	Ladrillo ecológico	Mejora resistencia compresión, absorción reducida; resultados “superiores” a ladrillos convencionales	variado

Nota: Los porcentajes de fibra de coco corresponden a las proporciones utilizadas en cada estudio experimental, expresadas en masa o volumen según la metodología reportada.

### Otras fibras naturales

En varios de los artículos revisados se probó el uso de fibras vegetales como sisal, fonio, alfa y Arundo donax. Estas fibras son comunes en regiones rurales y tienen la ventaja de ser baratas y fáciles de conseguir. En total, se encontraron 7 estudios que usaron estos materiales, casi siempre en porcentajes menores al 1 %.

Un estudio de Wang y Abuel-Naga (2025) mostró que con fibras tratadas se logró una mejora de hasta 25 % en compresión y menos agrietamiento superficial (−15 %). Algo similar dijeron Salih et al. (2020), que vieron una resistencia mejorada entre 12 y 28 %, además de menos grietas en el bloque (20 %), lo cual es útil en construcciones rurales. Khriissi y Tilioua (2025) también encontraron buenos resultados: la resistencia a compresión estuvo entre 1.6 y 10.5 MPa, bajó la absorción de agua en 32 % y hubo mejoras térmicas y acústicas en varios casos.

Kasie y Mogne (2025) lograron una resistencia de 13.44 MPa con solo 0.9 % de fibra de sisal, y también una resistencia a flexión de 0.097 MPa, que supera varias veces a ladrillos normales. Además, mencionaron que el costo bajó en un 75 % y que había buena relación entre compresión y flexión ( $R^2 = 0.87$ ). En otro trabajo, Manniello (2022) utilizó hasta 70 % de fibras naturales, y encontró que la resistencia a tracción subió de 2.2 a 3.4 MPa, con una elongación de 2.4 mm. También reportaron que la fibra tenía un módulo elástico de 2.5 GPa y resistencia de 133.9 MPa.

En cuanto a aislamiento, Ouedraogo (2019) trabajó con 0.4 % de paja de fonio, logrando 2.9 MPa en compresión y 1.3 MPa en flexión, además de una disminución del 67 % en

conductividad térmica. Finalmente, Kallou (2025) usó fibras tratadas con rayos UV y redujo la densidad hasta 17 %, logrando 5.48 MPa de compresión, 1.94 MPa en tracción y porosidades entre 23–31 %.

En resumen, estas fibras ofrecen varias ventajas. Mejoran resistencia, reducen peso, aíslan bien, pero su rendimiento final depende del tipo de suelo y de cómo se preparen las fibras.

**Tabla 3**

*Estudios que emplean otras fibras naturales como aditivo en ladrillos ecológicos.*

Autor	Aditivo	Tipo de ladrillo	Resultados clave	% Aditivo en mezcla
(Saravanan & Rao, 2023)	Varios residuos (fibras, plásticos, cenizas)	Ecológico no cocido	Incremento de resistencia de 10 a 28%, reducción de absorción de agua entre 15 y 35%.	Variable (5%–30%)
(Wang & Abuel-Naga, 2025)	Fibras naturales, cal, escorias	ladrillo no cocido	Incremento de resistencia a compresión hasta 25%, reducción de agrietamiento 15%	Variable según el material
(Liu & Fan, 2024)	Silicato, microsíllica, fibras	Ladrillo sin cocción de alta resistencia	Mejora de cohesión 20%, incremento de resistencia 18%	Variable
(Khrissi & Tilioua, 2025)	Fibras naturales, residuos agroindustriales (bagazo, cáscara arroz, cenizas, etc.)	Ladrillo a base de tierra	Resistencia a compresión: 1.6–10.5 MPa (según aditivo y tratamiento); reducción de absorción hasta 32%.	Variable según los casos
(Manniello et al., 2022)	Fibra natural de Arundo donax	Ladrillo de concreto cilíndrico	Con AR=30, 50 y 70: resistencia a tracción aumentó de 2.2 a 3.4 MPa (vs. 1.6 MPa sin fibra); elongación aumentó hasta 2.4 mm; módulo de elasticidad fibra: 2.5 GPa; resistencia fibra: 133.9 MPa	1 % en peso
(Kallou et al., 2025)	Fibras naturales de alfa y vidrio	Ladrillo de arcilla	Densidad -17% con UV, conductividad térmica reduce hasta 0.6761 W/m·K, resistencia a compresión: máx. 5.48 MPa.	Fibra: 0.5–3%

*Nota:* Las fibras naturales analizadas incluyen sisal, alfa y Arundo donax. Las proporciones reportadas corresponden a valores experimentales definidos por cada autor.

### **Otros aditivos no convencionales**

En esta revisión también se identificaron estudios que usaron materiales bastante inusuales, como pelo de cerdo, polvo de cáscara de coco (CSP), biochar, mezclas con residuos orgánicos y otras combinaciones experimentales. Aunque no son tan comunes como los plásticos o fibras vegetales, estos aditivos llaman la atención por su bajo costo y por la posibilidad de aplicarlos en contextos locales donde sobran este tipo de desechos.

Helmy et al. (2023), por ejemplo, indicaron que al incorporar estos materiales se redujo el peso del ladrillo en un 18 %, aunque también bajó la resistencia a compresión entre un 10 y 25 %, y la porosidad aumentó. En otro caso, Surehali et al. (2023) observaron que el módulo elástico bajó un 30 %, pero a cambio la absorción de impacto subió un 50 %, lo que puede ser útil cuando se quiere mayor ductilidad o amortiguación.

García-Troncoso et al. (2022) también vieron que, aunque la resistencia a compresión cayó un 15 %, la tenacidad aumentó 20 % y la deformación un 18 %, lo cual sugiere una buena capacidad de absorción de energía. Un enfoque interesante fue el de Jha & Kewate (2024), donde con un 40 % menos de peso, se logró un ladrillo aceptable para usar en muros divisorios interiores.

En otras investigaciones, como la de Liu & Fan (2024), se encontró que combinar residuos orgánicos con tierra estabilizada permitió una mejora del 20 % en cohesión interna y un 18 % más de resistencia. Sankar et al. (2023) resaltaron la idea de que este tipo de mezclas ayuda a reducir residuos en hasta 30 %, lo que también aporta desde el enfoque ambiental.

Un trabajo de Kumar et al. (2024) propuso una mezcla híbrida con varios residuos: cenizas, estiércol, fibras y restos industriales. Obtuvieron resistencias entre 3.20 y 3.75 MPa, porosidades de 9.4–13.4 %, absorciones de 11.4–12.9 %, y densidades que iban desde 1430 hasta 1850 kg/m<sup>3</sup>. La mezcla llamada AB-1 fue la que tuvo mejor desempeño.

Sobre el CSP, Moujoud et al. (2023) informaron que con 30 % de polvo de cáscara de coco a 1100 °C, se logró una conductividad térmica baja (0.37 W/m·K) y una resistencia a tracción de 9.88 MPa, aunque también aumentaron la porosidad y la absorción con dosis más altas.

Riedel et al. (2020) probaron el pelo de cerdo como refuerzo y lograron una mejora del 20 % en resistencia a flexión y 15 % menos grietas. De manera similar, Thanushan & Navaratnarajah (2020) observaron un aumento del 25 % en tenacidad y una mejora del 18 % en resistencia a tracción.

En resumen, aunque estos materiales alternativos no siempre mejoran todas las propiedades estructurales, sí ofrecen beneficios como menor peso, mayor tenacidad o mejor comportamiento térmico, lo cual puede ser útil dependiendo del uso que se le quiera dar al ladrillo.

**Tabla 4**  
*Estudios que emplean aditivos poco convencionales en ladrillos ecológicos.*

<b>Autor</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Tipo de ladrillo</b>	<b>Resultados clave</b>	<b>% Aditivo en mezcla</b>
(Helmy et al., 2023)	PET reciclado	Híbrido	Mejora de estabilidad dimensional 15%, reducción de absorción 20%.	5%–15%
(Jha & Kewate, 2024)	Residuos varios	Ecoladrillo PET	Reducción de peso 40%, adecuada resistencia para divisiones interiores.	0-20% según el material
(Li, 2022)	PET, residuos secos	Ecobricks	Reducción de peso 25%, resistencia básica a compresión 1.2 MPa.	100%
(Singh et al., 2023)	PET, PE reciclado	Plástico fundido	Aumento de resistencia a humedad 50%.	100%
(Sankar et al., 2023)	Subproductos del coco (madera, cascara y fibra)	Variado	Aplicabilidad sostenible, reducción de residuos 30%.	variable
(Suganya et al., 2016)	Tiras de PET reciclado	Ladrillo con ceniza volante	Resistencia a compresión: 18.67 N/mm <sup>2</sup> (1% PET); módulo de ruptura: 5.57 N/mm (0.5% PET); absorción de agua: 2-10%.	0.5%–2%
(Kumar et al., 2024)	Pinus-Roxburghii, abaca, trigo, estiércol, madera residual, resina fenólica y yeso	Ladrillo híbrido	Resistencia a compresión: 3.20–3.75 N/mm <sup>2</sup> ; porosidad: 9.4-13.4 %; absorción agua: 11.4-12.9 %; densidad: 1430-1850 kg/m <sup>3</sup> . A 1100 °C con 30 % CSP: conductividad térmica reducida a 0.37 W/m·K;	Composición variable según el tipo (AB-1 a AB-4)
(Moujoud et al., 2023)	Polvo de cáscara de coco (CSP)	Ladrillo cocido (arcilla)	resistencia a tracción adecuada: 9.88 MPa; incremento de porosidad y absorción con más CSP.	0 %, 10 %, 20 %, 30 %

(Thanushan & Navaratnarajah, 2020)	Banana y coco	Arcilla	Incremento de tenacidad 25%, resistencia a tracción mejorada 18%.	2%–5%
(Rauniyar et al., 2024)	HDPE reciclado	Ladrillo de plástico	Hasta 35% HDPE mantiene buena resistencia compresiva y absorción reducida.	≤35%

Nota: CSP: polvo de cáscara de coco. Los porcentajes de incorporación dependen del diseño experimental reportado en cada investigación.

### Fibra de coco con ceniza

Varios estudios también han probado usar la fibra de coco junto con su propia ceniza (CFA) como aditivo para mejorar los ladrillos ecológicos. La idea es aprovechar la resistencia mecánica de la fibra y las propiedades puzolánicas de la ceniza, buscando una mezcla que no solo sea más fuerte, sino también más fácil de trabajar.

Por ejemplo, Vagestan et al. (2024) lograron una resistencia a compresión de 33.77 MPa a los 28 días usando un 5 % de CFA, lo cual es un valor bastante alto comparado con el control. Sin embargo, cuando subieron al 15 % de CFA, la resistencia bajó en un 24.8 %, lo que indica que pasarse de la dosis puede debilitar el material. También reportaron que la trabajabilidad disminuyó, ya que el slump bajó de 120 mm a 90 mm, lo cual complica un poco la colocación de la mezcla.

Nguyen et al. (2025) también obtuvieron buenos resultados. En su caso, al combinar fibra con ceniza de coco, la resistencia a compresión mejoró un 14 % y además el peso total del ladrillo se redujo un 10 %, lo que facilita su uso en obra y reduce la carga en la estructura.

En resumen, la combinación de fibra de coco con CFA parece ser una opción prometedora, siempre que se controle bien la cantidad usada. Esta mezcla mejora varios aspectos clave como resistencia, peso y flexibilidad, y se puede adaptar a diferentes necesidades dependiendo del uso que se le dé al ladrillo.

**Tabla 5**

*Estudios que emplean fibra de coco con ceniza como aditivo en ladrillos ecológicos.*

Autor	Aditivo	Tipo de ladrillo	Resultados clave	% Aditivo en mezcla
(Vagestan et al., 2024)	Fibra de coco y ceniza de fibra de coco (CFA)	Hormigón	Resistencia máxima: 33.77 MPa a 28 días con 5% CFA; reducción del 24.8% con 15% CFA)	Ceniza de fibra de coco: 0%, 5%, 10%, 15%

(Nguyen et al., 2025)	Fibra de coco + ceniza	Adobe no cocido	Aumento de resistencia a compresión 14%, reducción de peso 10%	5%–15%
(Ramesh Kumar & Kesavan, 2020)	Ceniza de fibra de coco (CFA)	Ladrillo no cocido	Buena resistencia compresiva, baja resistencia a tracción, mejora ductilidad	5%–15%

*Nota:* CFA: ceniza de fibra de coco. Las proporciones indicadas corresponden a porcentajes de reemplazo o incorporación reportados por los autores.

### **Cenizas agroindustriales**

En algunos artículos también se exploró el uso de cenizas como aditivo, sobre todo las que vienen de residuos industriales o agrícolas, como la ceniza volante o la de biomasa. Aunque no son tan comunes como otros materiales, los resultados que se encontraron fueron interesantes.

Por ejemplo, Jaramillo et al. (2025) vieron que, al agregar este tipo de ceniza en ladrillos estabilizados, la resistencia a compresión subió un 19 %, y además se obtuvo más estabilidad dimensional. Y lo mejor es que se usaron cantidades pequeñas, lo cual es práctico para ladrillos que no cargan mucho peso.

También está el estudio de Raut et al. (2018), donde con ceniza volante se logró una resistencia de hasta 25.9 MPa (a los 28 días), con absorciones de entre 13 y 16 %, y porosidades del 21.7 al 23.85 %. La densidad de esos ladrillos estuvo entre 1610 y 1860 kg/m<sup>3</sup>, lo cual es aceptable si se trata de piezas no estructurales que igual deben aguantar humedad.

Aunque no hay demasiados estudios con este tipo de cenizas, la mayoría coincide en que mejoran la resistencia y la cohesión interna del material. Además, al ser un residuo reciclable, ayuda a reducir el impacto ambiental del ladrillo tradicional.

**Tabla 1**

*Estudios que emplean cenizas agroindustriales como aditivo en ladrillos ecológicos.*

<b>Autor</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Tipo de ladrillo</b>	<b>Resultados clave</b>	<b>% Aditivo en mezcla</b>
(Saravanan & Rao, 2023)	Varios residuos (fibras, plásticos, cenizas)	Ecológico no cocido	Incremento de resistencia de 10 a 28%, reducción de absorción de agua entre 15 y 35%.	Variable (5%–30%)

(Khrissi & Tilioua, 2025)	Fibras naturales, residuos agroindustriales	Ladrillo de tierra	Resistencia a compresión: 1.6–10.5 MPa (según aditivo y tratamiento); reducción de absorción hasta 32%.	Variable (revisión de múltiples casos)
(Jaramillo et al., 2025)	Ceniza de paja y bagazo	Cocido	Mejora de resistencia a compresión 19%, estabilidad dimensional mejorada	10%–25%
(Raut et al., 2018)	Ceniza volante + polvo de cantera	Ladrillo de geo polímero	Compresión: hasta 25.9 MPa (M1, 28 días); absorción de agua: 13% (M1) a 16% (M4); densidad: 1860–1610 kg/m <sup>3</sup> ; porosidad: 21.7–23.85%	FA: 60–75%

*Nota:* FA: ceniza volante (fly ash). Los porcentajes corresponden a la proporción de ceniza utilizada en cada mezcla experimental.

### **Caucho reciclado**

Cuatro estudios evaluaron el caucho reciclado, fabricado principalmente con neumáticos fuera de uso. Para mejorar la absorción de impactos, la elasticidad y la adsorción acústica y térmica de los cauchos ecológicos, este material se incorpora en forma de partículas o fibras. Además, su inclusión responde a la necesidad de disminuir el impacto ambiental de los residuos de caucho, cuya degradación se considera lenta.

Los resultados muestran una notable mejora de la ductilidad y la resistencia al impacto, sobre todo en los bloques de hormigón y ecobrick. Sin embargo, varios estudios sugieren que, si se aumenta la cantidad de caucho sin un agente estabilizador complementario, puede producirse una reducción del 15% en la resistencia a la compresión.

Destaca el trabajo de Cumpa et al. (2023) que combinó caucho y PET reciclado para producir bloques de liviano con resistencia aceptable y buena integridad estructural. Por otro lado, los estudios de Surehali et al. (2023) y García-Troncoso et al. (2022) reportan comportamientos favorables del hormigón con contenidos de caucho que oscilan entre el 5% y el 15%.

**Tabla 2**

*Estudios que emplean caucho reciclado como aditivo en ladrillos ecológicos.*

<b>Autor</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Tipo de ladrillo</b>	<b>Resultados clave</b>	<b>% Aditivo en mezcla</b>
(Helmy et al., 2023)	Caucho, vidrio y arcilla reciclada	Concreto ligero	Reducción de peso 18%, incremento de porosidad superficial	10%–20%

(Surehali et al., 2023)	Caucho reciclado	Hormigón	Disminución del módulo elástico en 30%, aumento de deformabilidad	5%–15%
(García-Troncoso et al., 2022)	Caucho reciclado	Hormigón	Disminución de resistencia a compresión 15%, aumento de resistencia a impacto	5%–15%
(Cumpa et al., 2023)	Caucho y PET reciclado	Ecobrick modular	Reducción de peso 30%, buena integridad para uso estructural	15%–30%

*Nota:* Los porcentajes de caucho reciclado fueron definidos según las condiciones de fabricación de cada estudio analizado.

## DISCUSIÓN

El análisis conjunto de los estudios revisados permite identificar tendencias claras en el comportamiento de los ladrillos ecológicos modificados con aditivos no convencionales. En términos generales, estos materiales contribuyen a mejorar propiedades específicas, sin embargo, su efectividad depende tanto del tipo de aditivos como de la proporción empleada y las condiciones de fabricación.

### **Plásticos y caucho: aligeran, pero hay que tener cuidado**

El PET y el HDPE, que son plásticos reciclados, ayudaron a bajar bastante el peso de los ladrillos. En algunos casos hasta en un 40 %. Además, mejoraron cosas como la resistencia al agua y al calor. Pero cuando se usaron más del 30 %, bajó la resistencia a compresión. Lo mismo pasó con el caucho. Da flexibilidad y buena absorción de impacto, pero si se usa mucho, el ladrillo se vuelve débil. Lo ideal fue mezclar estos residuos con otros como vidrio o arcilla para que la mezcla quede más equilibrada.

### **Fibras vegetales: mejoran la cohesión y la resistencia a tracción**

Las fibras como la de coco, banano o sisal ayudaron a que los bloques resistan más la tracción y no se rompan tan fácil. También aportaron algo en la resistencia térmica y la flexión. Pero si se pone mucha fibra, el ladrillo queda poroso y pierde compacidad. Un resultado interesante fue cuando se usó fibra de coco junto con su ceniza. Esa mezcla reforzó bastante el ladrillo y duró más.

### **Cenizas agroindustriales: buena resistencia y menos absorción**

Las cenizas del bagazo, la paja o la cascarilla de arroz funcionaron bien como aditivos.

Algunas mezclas llegaron a más de 25 MPa de resistencia, sobre todo en ladrillos tipo geopolímero. Estas cenizas actúan como relleno fino o como puzolana. Mejoran la mezcla y ayudan a que el ladrillo sea más denso. También aportan en sostenibilidad porque se aprovechan residuos agrícolas. El problema es que no todos los estudios calcinan igual ni analizan bien la composición de las cenizas, así que los resultados no siempre se repiten.

### **Problemas comunes en los estudios**

Hay mucha diferencia entre los trabajos. Algunos usan mezclas distintas, otros aplican métodos diferentes o ni siquiera usan las mismas unidades. Eso hace difícil comparar o sacar una fórmula clara. Además, casi nadie analiza si el ladrillo resiste con el tiempo, ni si soporta cambios de clima o cuál es su impacto ambiental completo.

### **Contradicciones en la investigación**

La evidencia sobre ladrillos ecológicos elaborados con materiales reciclados o alternativos no es uniforme. En propiedades mecánicas, varios estudios informan un aumento de la resistencia a compresión cuando se incorporan plásticos reciclados (PET/HDPE/PP) como fracción de agregado fino mediante compresión y fusión parcial; sin embargo, otros registran disminuciones cuando el polímero se usa por encima de un umbral de reemplazo, cuando no se logra compatibilidad o cuando la presión de compactación no es suficiente para consolidar. En absorción de agua sucede lo inverso, existe estudios que reportan menor absorción por formación de poros cerrados o sellados superficial con polímero, frente a otros que evidencian absorción más alta.

### **Limitaciones en estudio**

Diversos estudios revisados presentan limitaciones que condicionan la aplicabilidad de los resultados. Por ejemplo, Sanou et al. (2024) reportaron absorciones extremadamente altas cuando la fibra de coco no recibió tratamiento, lo que restringe su uso en zonas húmedas. De manera similar, Vagestan et al. (2024) evidenciaron que al superar el 5% de ceniza de coco la resistencia disminuye notablemente, mostrando la sensibilidad a la dosificación. En el caso del caucho reciclado, Helmy et al. (2023) y García-Troncoso et al. (2022) señalaron reducciones en la resistencia a compresión, lo que limita su empleo estructural. Finalmente, Moujoud et al. (2023) y Ramesh Kumar & Kesavan (2020) advirtieron que un exceso de aditivo incrementa la porosidad y reduce la resistencia a tracción, evidenciando la necesidad de estandarizar tratamientos y proporciones.

### **Qué se puede hacer a futuro**

Para avanzar en el desarrollo de ladrillos ecológicos, es fundamental realizar estudios que no solo experimenten con diferentes proporciones de aditivos no convencionales, sino que también exploren la combinación de estos en distintas mezclas. Evaluar rangos precisos, por ejemplo, entre 10% y 40% para plásticos reciclados, 0.5% a 3% para fibras vegetales y 5% a 20% para cenizas agroindustriales, permitirá identificar el equilibrio óptimo que maximice la resistencia, durabilidad y sostenibilidad del material. Además, combinar aditivos como fibras con cenizas o plásticos con fibras vegetales puede generar efectos sinérgicos que mejoran simultáneamente propiedades como la tenacidad, la resistencia a la tracción, la reducción de porosidad y el comportamiento térmico del ladrillo.

Estos enfoques combinados deben estar respaldados por análisis estadísticos y modelaciones predictivas, incluyendo simulaciones e inteligencia artificial, para acelerar la identificación de proporciones eficientes sin tanto ensayo y error. Así, las futuras investigaciones podrán profundizar en la interacción entre diferentes tipos y cantidades de aditivos, estandarizando resultados y promoviendo una producción ecológica realmente optimizada.

### **Normativa Vigente**

Actualmente, no existen normativas específicas que regulen el uso de aditivos no convencionales en ladrillos ecológicos, lo que dificulta su certificación y estandarización. Las regulaciones actuales solo consideran materiales tradicionales y no contemplan las características de plásticos, fibras o cenizas usadas como aditivos. Se necesita urgentemente una actualización que integre criterios normativos técnicos y ambientales para apoyar la aceptación y uso seguro de estos materiales. Además, normas homogéneas a nivel internacional favorecerían la investigación y el desarrollo tecnológico, promoviendo una construcción sostenible basada en la economía circular.

### **CONCLUSIONES**

El presente estudio permitió evidenciar que el uso de aditivos no convencionales en ladrillos ecológicos constituye una alternativa viable para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, así como para reducir el impacto ambiental asociado a los materiales tradicionales.

Los resultados muestran que los plásticos reciclados y el caucho contribuyen significativamente a la reducción de densidad y absorción de agua, aunque su uso en proporciones elevadas puede afectar negativamente la resistencia a compresión. Por su parte,

las fibras vegetales, especialmente la fibra de coco, mejoran la cohesión interna y la resistencia a tracción, siendo más efectivas en bajas proporciones.

Asimismo, las cenizas agroindustriales presentan un comportamiento favorable como material puzolánico, incrementando la resistencia y mejorando la estabilidad del ladrillo. No obstante, la variabilidad en los métodos de preparación limita la comparabilidad de resultados.

Finalmente, se concluye que la combinación de diferentes tipos de aditivos representa una línea prometedora para el desarrollo de materiales más eficientes y sostenibles. Sin embargo, es necesario avanzar hacia la estandarización de metodologías y establecer normativas específicas que permiten validar su uso a nivel técnico e industrial.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abdullah, A. C., & Lee, C. C. (2017). Effect of Treatments on Properties of Cement-fiber Bricks Utilizing Rice Husk, Corncob and Coconut Coir. *Procedia Engineering*, 180, 1266–1273. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.04.288>

Aamma, S., & Baisakhi D. (2023). *Bricks Made Out of Plastic*. [www.ijfmr.com](http://www.ijfmr.com)

Ahmad, J., Majdi, A., Al-Fakih, A., Deifalla, A. F., Althoey, F., El Ouni, M. H., & El-Shorbagy, M. A. (2022). Mechanical and Durability Performance of Coconut Fiber Reinforced Concrete: A State-of-the-Art Review. *Materials 2022, Vol. 15, Page 3601*, 15(10), 3601. <https://doi.org/10.3390/MA15103601>

Amjad, M. S., & Diaz-Elsayed, N. (2024). Evaluating the environmental impacts of brick production from waste plastic. *Manufacturing Letters*, 41, 1683–1695. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2024.09.196>

Ashraf, N., El-Monayeri, O. D., & Hassan, H. A. (2024). Lego-like Bricks Manufacturing Using Recycled Polyethylene (PE) and Polyethylene Terephthalate (PET) Waste in Egypt. *Sustainability 2024, Vol. 16, Page 8567*, 16(19), 8567. <https://doi.org/10.3390/SU16198567>

Biradar, S. V., Srujan Kumar, A., Vijaya Gowri, T., & Alisha, S. S. (2024). Comparative Study on Properties of Plastic Bricks with Conventional Bricks. *Journal of Physics: Conference Series*, 2779(1), 012088. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2779/1/012088>

Cirino, E., Curtis, S., Wallis, J., Thys, T., Brown, J., Rolsky, C., & Erdle, L. M. (2023). Assessing benefits and risks of incorporating plastic waste in construction materials.

*Frontiers in Built Environment*, 9, 1206474.

<https://doi.org/10.3389/FBUIL.2023.1206474/BIBTEX>

- Cumpa, O. O., Lizarzaburu, D., D, J., & Benittes, E. (2023). Recycling of Rubber and Polyethylene Terephthalate (PET) to Produce Ecological Bricks in Perú. *Chemical Engineering Transactions*, 101, 2023. <https://doi.org/10.3303/CET23101034>
- Ereño, J., Cayanan, J. E., Santiago, N., Javier, V. D., Somera, K. A., & Tan, J. (2025). *Eco Bricks and Sustainability: A Scientific Perspective on Waste-Based Materials*. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202505.0810.V1>
- Ferreira, G. M. G., Cecchin, D., Valadão, I. C. R. P., da Silva, T. R., do Carmo, D. de F., Moll Hüther, C., Ferreira, F., & de Azevedo, A. R. G. (2022). Evaluation of the Technological Properties of Soil–Cement Bricks with Incorporation of Coconut Fiber Powder. *Eng 2022, Vol. 3, Pages 311-324*, 3(3), 311–324. <https://doi.org/10.3390/ENG3030023>
- Gagan, D, N., A, A. J. S., & J, T. (2023). Experimental Investigation on Brick with the Partial Replacement of Coconut Fibre. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(6), 2773–2778. <https://doi.org/10.22214/IJRASET.2023.54142>
- Garcia-Troncoso, N., Acosta-Calderon, S., Flores-Rada, J., Baykara, H., Cornejo, M. H., Riofrio, A., & Vargas-Moreno, K. (2022). Effects of Recycled Rubber Particles Incorporated as Partial Sand Replacement on Fresh and Hardened Properties of Cement-Based Concrete: Mechanical, Microstructural and Life Cycle Analyses. *Materials 2023, Vol. 16, Page 63*, 16(1), 63. <https://doi.org/10.3390/MA16010063>
- Hasan, K. M. F., Eter, P. ', Gy", G., Horváth, G., Horváth, H., Os Bak, M., Alpár, T., & Alpár, A. (2021). A state-of-the-art review on coir fiber-reinforced biocomposites. *RSC Advances*, 11(18), 10548–10571. <https://doi.org/10.1039/D1RA00231G>
- Helmy, S. H., Tahwia, A. M., Mahdy, M. G., Abd Elrahman, M., Abed, M. A., & Youssf, O. (2023). The Use of Recycled Tire Rubber, Crushed Glass, and Crushed Clay Brick in Lightweight Concrete Production: A Review. *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 10060*, 15(13), 10060. <https://doi.org/10.3390/SU151310060>
- Jaramillo, H. Y., Vasco-Echeverri, O., López-Barrios, R., & García-León, R. A. (2025).

- Optimization of Bio-Brick Composition Using Agricultural Waste: Mechanical Properties and Sustainable Applications. *Sustainability* 2025, Vol. 17, Page 1914, 17(5), 1914. <https://doi.org/10.3390/SU17051914>
- Jha, A. K., & Kewate, S. P. (2024). *Manufacturing of Eco Bricks: A Sustainable Solution for Construction*. 28. <https://doi.org/10.3390/ENGPROC2024066028>
- Kallou, A., Debieb, F., & Kenai, S. (2025). Performance of compressed earth blocks reinforced with natural fibres. *Budownictwo i Architektura*, 24(1), 25–49. <https://doi.org/10.35784/bud-arch.6179>
- KARSLIOĞLU, A., & Balaban, E. (2021). Insulation Properties of Bricks with Waste Rubber and Plastic: A Review. *Journal of Nature, Science & Technology*, 1(1), 20–27. <https://doi.org/10.36937/janset.2021.001.004>
- Kasie, Y. M., & Mogne, A. Y. (2025). Improvement of mechanical properties of adobe brick reinforced with sisal fiber. *Discover Materials*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00245-3>
- Khrissi, Y., & Tilioua, A. (2025). Development and characterization of eco-friendly earth bricks stabilized with date palm waste fibers for sustainable construction. *Cleaner Waste Systems*, 11(January), 100283. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2025.100283>
- Kulkarni, P., Ravekar, V., Rama Rao, P., Waigokar, S., & Hingankar, S. (2022). Recycling of waste HDPE and PP plastic in preparation of plastic brick and its mechanical properties. *Cleaner Materials*, 5(April), 100113. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100113>
- Kumar, N., Mehta, V., Kumar, S., Singh, J. P., Kumar, R., Sharma, S., Dwivedi, S. P., Kozak, D., Lozanovic, J., & Abbas, M. (2024). An investigation of various properties of hybrid bricks using Natural fibers and waste fiber-based materials. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 19. <https://doi.org/10.1177/15589250241240073>
- Li, Y. (2022). Research on Properties of Ecobricks and its Possible Applications. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 28, 107–114. <https://doi.org/10.54097/HSET.V28I.4095>
- Liu, H. D., & Fan, L. (2024). Optimization and mechanism analysis of a compound additive for unfired bricks made of construction and demolition wastes. *Frontiers in Materials*,

11, 1308884. <https://doi.org/10.3389/FMATS.2024.1308884/BIBTEX>

- Malayali, A. B., R, V., Seikh, A. H., & Iqbal, A. (2024). Investigation and performance analysis of eco-friendly coco fiber concrete hybridized with CNT blend. *Heliyon*, *10*(12), e33031. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33031>
- Manniello, C., Cillis, G., Statuto, D., Di Pasquale, A., & Picuno, P. (2022). Concrete Blocks Reinforced with *Arundo donax* Natural Fibers with Different Aspect Ratios for Application in Bioarchitecture. *Applied Sciences* 2022, *Vol. 12*, Page 2167, *12*(4), 2167. <https://doi.org/10.3390/APP12042167>
- Martinelli, F. R. B., Ribeiro, F. R. C., Marvila, M. T., Monteiro, S. N., Filho, F. da C. G., & Azevedo, A. R. G. de. (2023). A Review of the Use of Coconut Fiber in Cement Composites. *Polymers* 2023, *Vol. 15*, Page 1309, *15*(5), 1309. <https://doi.org/10.3390/POLYM15051309>
- Moujoud, Z., Harrati, A., Manni, A., Naim, A., El Bouari, A., & Tanane, O. (2023). Study of fired clay bricks with coconut shell waste as a renewable pore-forming agent: Technological, mechanical, and thermal properties. *Journal of Building Engineering*, *68*(December). <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106107>
- Nguyen, D. N., Le, T. T. T., Ngo, S. H., & Nguyen, V. D. (2025). Effect of Coconut Fiber Content on the Properties of Unfired Building Bricks Incorporating Thermal Power Plant Ashes. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, *69*(2), 599–610. <https://doi.org/10.3311/PPCI.38299>
- Rajapakse, A. M., Mudunkotuwa, D. Y., Sanjula, S. N., Nishantha, K., & Bandara, T. R. (2022). Cement and Clay Bricks Reinforced with Coconut Fiber and Fiber Dust. *Advances in Technology*, *2022*(3), 233–248. <https://doi.org/10.31357/AIT.V2I3.5534>
- Ramesh Kumar, G. B., & Kesavan, V. (2020). Study of structural properties evaluation on coconut fiber ash mixed concrete. *Materials Today: Proceedings*, *22*, 811–816. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2019.10.158>
- Rauniyar, A., Nakrani, R. K., Narpala, S. R., Nehaun, & Arun, S. (2024). An evaluation of the use of plastic waste in the manufacture of plastic bricks. *Discover Civil Engineering*, *1*(1). <https://doi.org/10.1007/s44290-024-00045-3>







- Raut, A., Bhasker, T., Bhasker, S., Sreelatha, D., Ibrahim, S. M., & Thriveni, R. (2018). Experimental investigation on geopolymer brick by using fly ash and quarry dust. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 4(2), 1810–1817.
- Sahani, K., Joshi, B. R., Khatri, K., Magar, A. T., Chapagain, S., & Karmacharya, N. (2022). Mechanical Properties of Plastic Sand Brick Containing Plastic Waste. *Advances in Civil Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8305670>
- Sankar, A., Srinivasarao, S. V., Sivasankaran, S., Basha, A. F. K., & Ismail, Z. (2023). Survey on Applications of Coconut Timber, Shell and Coir in Construction Industry. *AIP Conference Proceedings*, 2643(1). <https://doi.org/10.1063/5.0110298/2872886>
- Saravanan, J., & Rao, P. V. (2023). Past investigations on development of sustainable bricks – A comprehensive review. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 3, 100030. <https://doi.org/10.1016/J.SCENV.2023.100030>
- Singh, A., Srivastava, A. K., Singh, G., Singh, A. D., Singh, H. K., Kumar, A., & Singh, G. K. (2023). Utilization of Plastic Waste for Developing Composite Bricks and Enhancing Mechanical Properties: A Review on Challenges and Opportunities. *Advances in Polymer Technology*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/6867755>
- Suganya, S., Alan, S., Professor, A., Student, P., & Student, U. (2016). A Study on Mechanical Properties of fly ash Brick with Waste Plastic Strips. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(53). <https://www.researchgate.net/publication/313030157>
- Surehali, S., Singh, A., & Biligiri, K. P. (2023). A state-of-the-art review on recycling rubber in concrete: Sustainability aspects, specialty mixtures, and treatment methods. *Developments in the Built Environment*, 14, 100171. <https://doi.org/10.1016/J.DIBE.2023.100171>
- Tambunan, L., Mufrida, C., & Larasati, D. (2024). Study of mechanical properties of multilayer composite plastic blocks with various materials. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 23(4), 1329–1338. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2265139>

- Thanushan, K., & Navaratnarajah, S. (2020). *A Comparative Study on the Influence of Banana and Coconut Fibre on Stabilized Soil Blocks*. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-122119/V1>
- Vagestan, P. K., Periyasamy, M., Pathikonda, P., Kiran, U., Yadav, S. P., Zahid, M., & Avula, D. (2024). Enhancing the strength properties of concrete using coconut fiber and coconut fiber ash. *AIP Conference Proceedings*, 3037(1). <https://doi.org/10.1063/5.0196073/3280487>
- Velasco-Aquino, A. A., Espuna-Mujica, J. A., Perez-Sanchez, J. F., Zuñiga-Leal, C., Palacio-Perez, A., & Suarez-Dominguez, E. J. (2020). Compressed earth block reinforced with coconut fibers and stabilized with aloe vera and lime. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19(3), 795–807. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2020-0055>
- Wang, Y., & Abuel-Naga, H. (2025). Unfired Bricks from Wastes: A Review of Stabiliser Technologies, Performance Metrics, and Circular Economy Pathways. *Buildings*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS15111861>

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### **Efecto de los nanomateriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión 2021-2025**

### **Effect of nanomaterials on the mechanical properties of concrete: A review 2021–2025**

Fernando Garcia <sup>1</sup><sup>\*</sup>, Brayan Domínguez <sup>2</sup>, Brian Gonzáles <sup>3</sup>, Cristhian Ramos <sup>4</sup>, José Piedra <sup>5</sup> y Nilthon Arce <sup>6</sup>

#### **RESUMEN**

El artículo aborda los efectos de la aplicación de nanomateriales (NM) en el comportamiento mecánico del concreto, considerando su aplicación en forma de adición y reemplazo parcial del cemento. Mediante una exploración exhaustiva en diversas plataformas científicas entre ellas Scopus, Scielo, Dialnet, Latindex y Google Scholar, publicados entre 2021-2025. Se identificaron los tipos de nanomateriales más utilizados, sus proporciones óptimas y sus efectos sobre el rendimiento del hormigón. Los resultados muestran que no existe una dosis universal, la eficacia varía según el tipo y forma de incorporación. Entre los hallazgos más relevantes destacan la nanoarcilla (NC) con proporciones óptimas entre 4% y 5% en sustitución, el óxido de grafeno (GO) con niveles máximos del 1% y el nano-TiO<sub>2</sub> (NT) con una alta variabilidad dependiente del contexto experimental. La nanosílice (NS) evidenció mejoras notables en resistencia y durabilidad, aunque reduce la trabajabilidad del concreto fresco. Se concluye que el uso dosificado de nanomateriales mejora la resistencia del concreto frente a compresión, tracción y flexión, reduce la permeabilidad y mejora la durabilidad, constituyendo una estrategia tecnológica clave para mitigar la huella ambiental del concreto y extender su vida útil.

**Palabras clave:** Concreto, sostenibilidad, adición, sustitución y nanomateriales.

#### **ABSTRACT**

The article addresses the effects of the application of nanomaterials (NM) on the mechanical behavior of concrete, considering their application in the form of addition and partial replacement of cement. Through an exhaustive exploration of various scientific platforms, including Scopus, Scielo, Dialnet, Latindex, and Google Scholar, published between 2021 and 2025. The most commonly used types of nanomaterials, their optimal proportions, and their effects on concrete performance were identified. The results show that there is no universal dosage; effectiveness varies depending on the type and form of incorporation. Among the most relevant findings are nano-clay (NC) with optimal proportions between 4% and 5% in substitution, graphene oxide (GO) with maximum levels of 1%, and nano-TiO<sub>2</sub> (NT) with high variability depending on the experimental context. Nanosilica (NS) showed notable improvements in strength and durability, although it reduces the workability of fresh concrete. It is concluded that the measured use of nanomaterials improves compressive, tensile, and flexural strength, reduces permeability, and improves durability, constituting a key technological strategy for mitigating the environmental footprint of concrete and extending its useful life.

**Keywords:** Concrete, sustainability, addition, substitution, and nanomaterials.

\* Autor para correspondencia

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: [fernando.garcia@est.unj.edu.pe](mailto:fernando.garcia@est.unj.edu.pe), [brayan.dominguez@est.unj.edu.pe](mailto:brayan.dominguez@est.unj.edu.pe), [brian.gonzales@est.unj.edu.pe](mailto:brian.gonzales@est.unj.edu.pe), [cristhian.ramos@est.unj.edu.pe](mailto:cristhian.ramos@est.unj.edu.pe), [jpiedrat@unj.edu.pe](mailto:jpiedrat@unj.edu.pe) y [nilthon\\_arce@unj.edu.pe](mailto:nilthon_arce@unj.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido del sector construcción ha incrementado significativamente la demanda mundial de concreto, generando simultáneamente mayores preocupaciones relacionadas con el impacto ambiental de la industria cementera. La producción de cemento representa aproximadamente el 8 % de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, alcanzando alrededor de 1,600 millones de toneladas métricas liberadas únicamente durante 2022 (Purton, 2024). Este problema se encuentra directamente asociado a los procesos de fabricación del clínker y al elevado consumo energético requerido durante la producción del cemento, convirtiendo a esta industria en una de las principales fuentes de emisiones contaminantes a nivel mundial (KUNAK, 2025). De manera complementaria, la Agencia Internacional de Energía señala que cerca del 40 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> y aproximadamente el 36 % del consumo energético final están vinculados al sector de edificaciones, considerando tanto la fase constructiva como las etapas de operación y mantenimiento (En Obra, 2023).

Frente a esta problemática, la búsqueda de materiales cementicios con mayor desempeño mecánico y menor impacto ambiental ha impulsado el desarrollo de investigaciones orientadas a tecnologías emergentes aplicadas al concreto. Entre ellas, la nanotecnología ha adquirido especial interés debido a su capacidad para modificar la microestructura del material a escala nanométrica, permitiendo optimizar propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad. Diversos estudios sostienen que la incorporación de nanomateriales favorece una estructura interna más compacta, disminuye la porosidad y mejora la hidratación del cemento, aspectos que contribuyen a incrementar la resistencia y prolongar la vida útil de las estructuras (Bautista et al., 2019).

En los últimos años, distintos nanomateriales como la nanosílice, el óxido de grafeno, la nanoarcilla y el nano-TiO<sub>2</sub> han mostrado resultados favorables en el comportamiento del concreto, particularmente frente a esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Asimismo, algunos autores reportan mejoras relacionadas con la impermeabilidad, resistencia química y reducción de procesos de deterioro en ambientes agresivos (Del Campo & Negro, 2021). Los nanomateriales potencian la resistencia de los materiales cementicios aportando ventajas a la mezcla resultante, actuando como aislantes térmicos, aumentan la resistencia y la durabilidad, reducen la permeabilidad y proporcionan propiedades auto limpiantes y purificantes (Macías et al., 2024). De igual manera, la incorporación de nanopartículas ha permitido desarrollar materiales con propiedades avanzadas, tales como capacidad autolimpiante, aislamiento térmico

y comportamiento fotocatalítico, representando una alternativa prometedora para el desarrollo de infraestructuras sostenibles (Khan et al., 2024).

En el Perú, esta situación adquiere mayor relevancia debido al crecimiento sostenido de la actividad constructiva. El despacho nacional de cemento en agosto de 2025 superó las 1,153 mil toneladas métricas, representando un incremento de 4.40 % respecto al año anterior (ASOCEM, 2025). Este escenario evidencia la necesidad de implementar soluciones tecnológicas capaces de mejorar el desempeño del concreto y, simultáneamente, disminuir el impacto ambiental asociado al elevado consumo de cemento. En ese sentido, la nanotecnología aplicada a materiales cementicios representa una alternativa con alto potencial para contribuir al desarrollo de construcciones más sostenibles y duraderas (Singh, 2024).

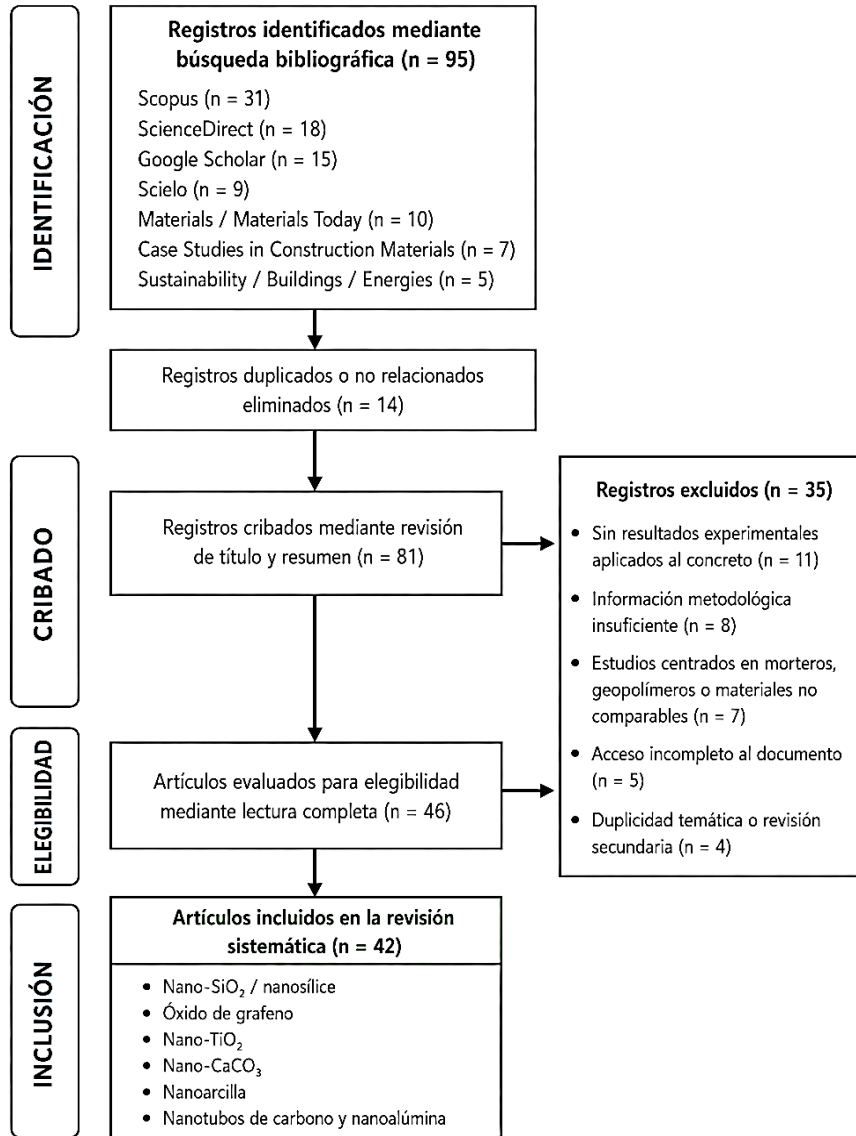
Este estudio tiene como objetivo analizar críticamente las investigaciones publicadas entre 2021 y 2025 sobre el uso de nanomateriales en el concreto, identificando las proporciones óptimas de incorporación mediante adición y sustitución parcial del cemento, comparando sus efectos sobre las propiedades mecánicas y estableciendo tendencias recientes relacionadas con el desempeño y sostenibilidad del material.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para desarrollar el presente artículo de revisión se desarrolló una búsqueda rigurosa con la finalidad de obtener información relevante, mediante los lineamientos PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), priorizando investigaciones de análisis experimentales y revisiones de artículos que comprenden los últimos 5 años (2021-2025), utilizando bases de datos científicas y plataformas académicas reconocidas, entre ellas Scopus, Scielo, Dialnet, Latindex y Google Scholar. La estrategia de búsqueda se estructuró mediante combinaciones de palabras clave en español, inglés ó portugués relacionadas con el tema de investigación, tales como: “nanomateriales”, “concreto”, “nanosílice”, “óxido de grafeno”, “nano-TiO<sub>2</sub>”, “nanoarcilla”, “mechanical properties of concrete”, “nanomaterials in concrete”, “compressive strength”, “durability” y “sustainable concrete”. Asimismo, se emplearon operadores booleanos AND y OR para optimizar la precisión de los resultados obtenidos.

**Figura 1**

Selección de artículos mediante diagrama de metodología de flujo PRISMA2020



*Nota:* El diagrama de flujo PRISMA 2020 se realizó en 4 fases: identificación de registros, cribado, elegibilidad e inclusión, con una selección de 42 artículos relevantes.

La información del proceso de selección y evaluación de pertinencia, se priorizó documentos provenientes de revistas científicas arbitradas y de acceso verificable. Los estudios elegidos, posteriormente organizados con el propósito de identificar el tipo de nanomaterial empleado, método de incorporación (adición o sustitución parcial del cemento), proporciones utilizadas, propiedades evaluadas y principales aportes identificados en el comportamiento mecánico y de durabilidad del concreto. Este procedimiento permitió establecer relaciones entre los distintos tipos de nanopartículas estudiadas y su influencia sobre las propiedades mecánicas

del concreto, contribuyendo a una mejor comprensión del potencial de estas tecnologías en el desarrollo de materiales más sostenibles y resistentes.

## RESULTADOS

Este campo de la ciencia se ocupa del análisis y el cambio de materia a escalas nanométricas, tomando como cuentas a los nanomateriales que tienen alguna dimensión en el rango de 1-100 nm, teniendo en cuenta que el nanómetro equivale a la milmillonésima parte de un metro. Genera un impacto significativo en industrias como el de la tecnología, la química, la ingeniería, la medicina o la agricultura entre muchas otras (Navarro, 2025). Puesto que brindan una mejora notable, convirtiendo las soluciones convencionales en opciones más eficaces y con mayor vida útil.

Es una alternativa frente a las inquietudes en torno a la sostenibilidad, considerando que a nivel mundial la actividad constructiva figura entre los sectores con mayor demanda energética (Cristel, 2024).

Debido a su tamaño, los nanomateriales, al añadirlos al concreto mejoran su rendimiento y generan variaciones notables en las características. Si bien incorporar nanomateriales genera un impacto positivo en las propiedades del hormigón, aplicarlo en exceso puede traer consigo aspectos desfavorables (Caballero et al., 2021).

En la tabla 1, la información recopilada fue analizada de manera comparativa y crítica con el propósito de identificar tendencias recientes, proporciones óptimas de incorporación y efectos recurrentes asociados al uso de nanomateriales en mezclas de concreto fresco.

**Tabla 1**

*Clasificación de nanomateriales en el concreto, incorporación, proporción óptima y sus principales aportes*

Grupo de nanomaterial	Autor	Tipo de nanomaterial	Incorporación	Proporción óptima	Principales aportes
	Dongo & Saavedra	Nanosílice (NS)	Adición	0.5% para la relación agua cemento 0.6 y 0.7% para las relaciones a/c de 0.55	Incrementa la resistencia compresiva a edades tempranas y aumenta la demanda de agua
	Alvansaz et al.	Nanosílice (NS)	Adición	1.5%	Mejora resistencia compresiva y tracción indirecta
	Mohammadfarid et al.	Nanosílice (NS)	Adición	0.25%	Optimiza microestructura y mayores porcentajes reducen trabajabilidad

<b>Nanosílice y derivados silícicos</b>	Alvansaz et al.	Nanosílice (NS) + Microsílice	Adición	3% NS y 15% microsílice	Incrementa resistencia compresiva y disminuye trabajabilidad
	Loganathan & Mohammed	NS + caucho granulado (CR)	Adición	NS 1%–2%	Mejora compresión, flexión, módulo elástico y reduce contracción
	Varisha et al.	Nanosílice (NS)	Adición	1%	Reduce poros y mejora desempeño mecánico
	Tarangini et al.	Nano sílice	Adición	3%	Reduce porosidad y mejora resistencia frente a congelamiento
	Saleh et al.	Nano-SiO <sub>2</sub>	Adición	3%	Mejora resistencia compresiva y comportamiento térmico
	Caballero et al.	Nanosílice	Adición	0.8%–1%	Reduce porosidad y permeabilidad
	Bravo et al.	Nanosílice + lana de roca	Sustitución	1.4% NS + 6% LR	Optimiza las propiedades mecánicas
	Alqamish & Al	Nanosílice (NS)	Sustitución	1%	Mejora resistencia en mezclas con 30% GGBS
	Dahish & Almutairi	Nanosílice (NS)	Sustitución	3%	Mejora comportamiento térmico hasta 200 °C
	Najaf et al.	Nanosílice (NS)	Sustitución	3%	Incrementa compresión y tracción. Reduce impacto ambiental
	Orakzai	Nanoalúmina + nano-TiO <sub>2</sub>	Adición	0.5%–1%	Mejora compresión, flexión y aceleración de hidratación
	Pathak & Vesmawala	Nano TiO <sub>2</sub>	Adición	4%	Incrementa compresión, tracción y flexión
	Jayakalyani et al.	Nanoóxido de titanio	Adición	0.6%	Mejora resistencia y trabajabilidad
<b>Nanotitanio y derivados</b>	Wu et al.	Nano-TiO <sub>2</sub>	Sustitución	2%	Altos porcentajes reducen resistencia compresiva
	Rawat et al.	Nano-TiO <sub>2</sub>	Sustitución	2%	Incrementa compresión y su exceso prolonga fraguado
	Suneel & Rama	Nano-TiO <sub>2</sub>	Sustitución	1%	Mejora hidratación y

					compresión. Exceso reduce tracción Favorece hidratación y resistencia compresiva
	Sun et al.	Nano-TiO <sub>2</sub>	Sustitución	0.5%	Mejora compresión y tracción indirecta
	Vidya & Vasudev	Nano dióxido de titanio	Sustitución	3%	Incrementa compresión, tracción y flexión
	Sastry et al.	Nano dióxido de titanio	Sustitución	5%	Mejora desempeño eléctrico y mecánico
	Roopa et al.	Fibra de carbono (CF)+ MWCNT	Adición	0.05% MWCNT + 0.05% CF	Mejora compresión, tracción y resistencia a sulfatos
	Ahmad et al.	Nano grafito (NGP)	Adición	5%	Incrementa compresión y flexión
	Long et al.	GO + sílice	Adición	0.01%	Mejora compresión, tracción y flexión
	Varisha et al.	CNT	Adición	0.30%	Incrementa compresión, flexión y módulo elástico
<b>Grafeno y nanotubos de carbono</b>	Hong et al.	Óxido de grafeno (GO)	Adición	0.05%	Reduce permeabilidad y mejora resistencia
	Bheel et al.	GO + PVA	Sustitución	0.05% GO + 1% PVA	Altas proporciones afectan propiedades frescas
	Abdulkadir et al.	GO + caucho granulado	Sustitución	0.067% GO + 6.8% CR	Mejora compresión y tracción
	Noori et al.	Nanoarcilla (NC)	Sustitución	5%	Mejora comportamiento térmico
<b>Nanoarcilla y materiales autocurativos</b>	Dahish & Almutairi	Nanoarcilla (NC)	Sustitución	5%	Favorece autocuración y sellado de fisuras
	Thakur et al.	Nanoarcilla (NC)	Sustitución	4%	Potencial óptimo de autocuración
	Sravanthi & Sashidhar	Nanopartículas de dióxido	Sustitución	2%	Reduce poros y mejora compresión, flexión y tracción
	Reddy & Ramujee	Nanoalúmina Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Adición	2%	Mejora desgaste e hidratación
	Zhu et al.	Nano-Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	Adición	0.16%	

<b>Nano-CaCO<sub>3</sub> y nanopartículas minerales</b>	Alomayri & Adesina	Nano CaCO <sub>3</sub>	Adición	2%	Mejora propiedades mecánicas
	He et al.	Metacaolín	Adición	20%	Refina estructura porosa
	Othuman Mydin et al.	Magnetita (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	Adición	0.25%	Mejora compresión, tracción y flexión
	Othuman Mydin et al.	Nano-CaCO <sub>3</sub>	Adición	4%	Incrementa durabilidad y resistencia
	Poudyal et al.	Nano carbonato de calcio	Sustitución	1%	Incrementa impermeabilidad y compresión
	Alvansazyaz di et al.	Nanopartículas de sílice	Sustitución	2%	Mejora elasticidad y resistencia
	Poudyal et al.	Nano-CaCO <sub>3</sub>	Sustitución	1%	Mejora módulo de elasticidad
	Hakuzweyezu et al.	Nano-CaCO <sub>3</sub>	Sustitución	1%	Resistencia a sulfatos e impermeabilidad
Yang et al.	Nano-CaCO <sub>3</sub>	Sustitución	1%	Reduce corrosión y mejora flexión	

## DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que el desempeño de los nanomateriales (NM) en el concreto depende principalmente de tres factores: tipo de nanopartícula, mecanismo de incorporación (adición o sustitución) y dosificación óptima. Los estudios revisados coinciden en que pequeñas variaciones en la proporción modifican significativamente la microestructura del concreto, alterando propiedades mecánicas, térmicas y de durabilidad. Sin embargo, también se identificaron discrepancias experimentales relacionadas con la dispersión de partículas, relación agua-cemento, compatibilidad química y condiciones de curado, aspectos que explican la variabilidad de resultados entre investigaciones.

En relación con las proporciones óptimas, los resultados muestran diferencias importantes según el tipo de nanomaterial. La nanoarcilla (NC) presentó porcentajes óptimos relativamente elevados, entre 4 % y 5 %, asociados principalmente a procesos de autocuración y sellado de microfisuras (Thakur et al., 2024; Noori et al., 2022). Este comportamiento puede explicarse por su capacidad de absorción y expansión interna, que favorece la formación de productos de hidratación secundarios y la reducción de vacíos capilares. En contraste, el óxido de grafeno (GO) alcanzó mejoras mecánicas significativas con contenidos inferiores al 1 % (Hong et al., 2022; Bheel et al., 2023), debido a su elevada área superficial y capacidad de actuar como puente entre microfisuras, mejorando la adherencia entre la pasta cementicia y los

agregados. Esto evidencia que los nanomateriales basados en carbono requieren dosis considerablemente menores para modificar el comportamiento del concreto.

El Nano-TiO<sub>2</sub> (NT) mostró la mayor dispersión de resultados experimentales. Algunos estudios reportaron incrementos importantes en resistencia mecánica y aceleración de hidratación (Pathak & Vesmawala, 2022; Jayakalyani et al., 2023), mientras que otros identificaron disminuciones progresivas de resistencia cuando la dosificación aumentaba excesivamente (Wu et al., 2022). Estas discrepancias sugieren que este posee alta sensibilidad frente a variables como tamaño de partícula, relación agua-cemento y método de dispersión. Desde el punto de vista físico-químico, el NT actúa como núcleo de nucleación para los productos de hidratación; no obstante, concentraciones elevadas favorecen la aglomeración de nanopartículas, generando zonas débiles y pérdida de homogeneidad en la matriz cementicia.

La nanosílice (NS) fue el nanomaterial más investigado y con resultados más consistentes. Los estudios reportaron mejoras en compresión, tracción, permeabilidad y densificación de la matriz usando porcentajes generalmente inferiores al 3 % (Dongo & Saavedra, 2021; Alvansaz et al., 2022; Caballero et al., 2021). Este comportamiento se relaciona con su elevada reactividad puzolánica, ya que la NS consume hidróxido de calcio y genera mayor cantidad de gel C-S-H, responsable del incremento de resistencia mecánica. Sin embargo, Mohammadfarid et al. (2025) demostró que dosis superiores al valor óptimo reducen trabajabilidad y resistencia, debido al aumento de superficie específica y demanda de agua. Por tanto, aunque la NS presenta alta eficiencia mecánica, también requiere un control riguroso de dispersión y contenido de agua.

En cuanto al nanocarbonato de calcio (Nano-CaCO<sub>3</sub>), los estudios mostraron resultados más uniformes, concentrando sus proporciones óptimas entre 1 % y 4 % (Poudyal et al., 2021; Hakuzweyezu et al., 2021; Yang et al., 2024). Su principal contribución está relacionada con el efecto filler y la aceleración de hidratación temprana, permitiendo reducir porosidad y mejorar impermeabilidad. Además, varios autores identificaron mejoras frente a ambientes agresivos con sulfatos y procesos de corrosión, lo que evidencia su potencial para aplicaciones en infraestructuras expuestas a ambientes marinos o industriales.

Otro aspecto relevante corresponde al mecanismo de incorporación. La sustitución parcial del cemento mostró ventajas ambientales importantes al reducir el consumo de clínker y, por consiguiente, disminuir emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la producción cementicia (Poudyal et al., 2021). Sin embargo, algunos estudios advirtieron que reemplazos elevados aceleran el

proceso de hidratación y alteran el tiempo de fraguado (Alqamish & Al, 2021), afectando la estabilidad del concreto fresco. Por otro lado, la incorporación mediante adición fue más eficiente en nanomateriales de alta reactividad y baja dosificación, como GO y NS, ya que pequeñas cantidades lograron cambios significativos sin modificar sustancialmente la proporción volumétrica de la mezcla (Roopa et al., 2022).

Los resultados también permitieron identificar una relación directa entre el uso de nanomateriales y la mejora integral de la durabilidad del concreto. La reducción de porosidad observada en NS, GO y Nano-CaCO<sub>3</sub> disminuyó permeabilidad, absorción y penetración de agentes agresivos, mejorando la resistencia frente a sulfatos y corrosión (Bheel et al., 2023).

## **CONCLUSIONES**

La investigación nos demuestra que no hay una proporción óptima universal, cada nanomaterial tiene un rango de adición/sustitución donde se logra resultados óptimos, son relativamente bajas entre 0.25 % y el 5% del peso del cemento. El Óxido de grafeno (GO) es potente en dosis como máximo del 1.0%, tanto en sustitución como en adición. Contrario a ello, la Nanoarcilla (NC) es más efectiva en sustitución en concentraciones del 4% al 5%, mientras que el Nano carbonato de calcio (Nca) y el Nano-TiO<sub>2</sub> (NT) presentan proporciones más elevadas en el caso de adición. Además, el Nano-TiO<sub>2</sub> (NT) presento mayor dispersión en ambos métodos, esto sugiere mayor dependencia a las condiciones del proceso de mezcla. Para todos los casos, un porcentaje mayor al óptimo de nanomaterial produce un efecto negativo en las propiedades del hormigón.

El análisis de los factores clave entre la incorporación de nanomateriales por sustitución y adición nos indica que la estrategia de sustitución ofrece beneficios de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y aumenta el desempeño, siendo más conveniente para reducir la cantidad de cemento utilizada, es importante considerar que podría comprometerse la resistencia inicial y la degradación de sus propiedades si se excede la dosis. Para el caso de la adición de nanomateriales (NM), se aprecia un fortalecimiento temprano de las propiedades relacionadas con la tracción y la flexión, este método es favorable para nanomateriales que actúan en bajas proporciones como el caso (Óxido de grafeno).

El uso de nanomateriales (NM) aporta un efecto considerable en el desempeño mecánico del concreto. Se observan mejoras destacadas en el comportamiento estructural del concreto, particularmente en su capacidad para resistir cargas a compresión, tracción y flexión. Asimismo,

se observa un incremento notable en la durabilidad, reflejado en la disminución de la permeabilidad, absorción y resistencia a ataques externos.

Nanomateriales como Nanosílice (NS), el Óxido de grafeno (GO), y la Nanoarcilla (NC) sobresalen por su capacidad de optimizar el desempeño mecánico del concreto, especialmente en compresión, tracción y flexión. Para lograr una mayor reducción de la permeabilidad y absorción, el GO es el nanomaterial que ofrece mejores resultados. El Nano CaCO<sub>3</sub> y el GO tienen mayor impacto en la resistencia a la corrosión y ataques de sulfatos. La NC destaca por la capacidad de autocuración y la mejora del aislamiento térmico. Sin embargo, los nanomateriales presentan un desafío al disminuir la trabajabilidad del concreto fresco, lo que implica el uso de plastificantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdulkadir, I., Mohammed, B., Ali, M., & Liew, M. (2022). Effects of Graphene Oxide and Crumb Rubber on the Fresh Properties of Self-Compacting Engineered Cementitious Composite Using Response Surface Methodology. *Materials*, *15*, 1–19. <https://doi.org/10.3390/MA15072519>

Ahmad, F., Jamal, A., Iqbal, M., Alqurashi, M., Almoshaogeh, M., Al-Ahmadi, H., & Hussein, E. (2021). Performance Evaluation of Cementitious Composites Incorporating Nano Graphite Platelets as Additive Carbon Material. *Materials*, *15*, 1–26. <https://doi.org/10.3390/MA15010290>

Alomayri, T., & Adesina, A. (2021). The influence of nano CaCO<sub>3</sub> on the mechanical performance of micro glass-reinforced geopolymer paste. *Arabian Journal of Geosciences*, *14*, 1–7. <https://doi.org/10.1007/S12517-021-07839-0/METRICS>

Alqamish, H., & Al, A. (2021). Development and Evaluation of Nano-Silica Sustainable Concrete. *Applied Sciences*, *11*, 1–21. <https://doi.org/10.3390/APP11073041>

Alvansaz, M., Arévalo, B., & Arévalo, J. (2022). Eco-friendly concrete pavers made with Silica Fume and Nanosilica Additions. *INGENIO*, *5*, 34–42. <https://doi.org/10.29166/INGENIO.V5I1.3784>

- Alvansaz, M., Bombon, C., & Rosero, B. (2022). Study of the Incorporation of Nano-SiO<sub>2</sub> in High-Performance Concrete (HPC). *INGENIO*, 5, 12–21. <https://doi.org/10.29166/INGENIO.V5I1.3786>
- Alvansazyazdi, M., Alvarez, F., Pinto, J., Khorami, M., Bonilla, P., Debut, A., & Feizbahr, M. (2023). Evaluating the Influence of Hydrophobic Nano-Silica on Cement Mixtures for Corrosion-Resistant Concrete in Green Building and Sustainable Urban Development. *Sustainability*, 15, 1–7. <https://doi.org/10.3390/SU152115311>
- ASOCEM. (2025). *Reporte Estadístico Mensual*. <https://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reportes-estadistico-mensual-agosto-2025>
- Bautista, K., Herrera, A., Santamaría, J., Honorato, A., & Zamora, S. (2019). Recent Progress in Nanomaterials for Modern Concrete Infrastructure: Advantages and Challenges. *Materials*, 12, 1–40. <https://doi.org/10.3390/MA12213548>
- Bheel, N., Mohammed, B., Liew, M., & Zawawi, N. (2023). Effect of Graphene Oxide as a Nanomaterial on the Durability Behaviors of Engineered Cementitious Composites by Applying RSM Modelling and Optimization. *Buildings*, 13, 1–42. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS13082026>
- Bravo, A., Gallardo, W., Muñoz, S., Rodríguez, E., & Fernández, J. (2024). Analysis of the physical-mechanical performance of the concrete partially substituting the cement by nanosilica and the coarse aggregate by rock wool. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 32, 1–15. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052024000100218>
- Caballero, P., Damiani, C., & Ruiz, Á. (2021). Optimization of the concrete through the addition of nanosilice, using aggregates of the cantera de Añashuayco de Arequipa. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36, 71–87. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000100071>
- Cristel. (2024). *La nanotecnología en la arquitectura: revolucionando la eficiencia y la durabilidad*. <https://www.cristel.com.mx/blog/nanotecnologia-en-la-arquitectura>
- Dahish, H., & Almutairi, A. (2023). Effect of elevated temperatures on the compressive strength of nano-silica and nano-clay modified concretes using response surface

methodology. *Case Studies in Construction Materials*, 18, 1–19.

<https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2023.E02032>

Del Campo, J., & Negro, V. (2021). Nanomaterials in Protection of Buildings and Infrastructure Elements in Highly Aggressive Marine Environments. *Energies*, 14, 1–13.

<https://doi.org/10.3390/EN14092588>

Dongo, P., & Saavedra, O. (2021). INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO. *VÉRITAS*, 21, 29–38.

<https://doi.org/10.35286/VERITAS.V22I1.292>

En Obra. (2023, May 25). *Eficiencia energética en construcción: óptimo consumo de energía*.

<https://www.en-obra.com/es/noticias/construccion-representa-el-40-del-uso-de-energia>

Hakuzweyezu, T., Qiao, H., Lu, C., Yang, B., & Li, K. (2021). Life Prediction Model of Nano-CaCO<sub>3</sub> Modified Concrete in Sulfate Environment. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25, 3054–3063.

<https://doi.org/10.1007/S12205-021-1880-1>

He, Z., Wang, B., Shi, J., Liu, D., Liu, J., Wang, D., & Hu, Y. (2023). Drying shrinkage and microstructural evolution of concrete with high-volume and low-grade metakaolin.

*Journal of Building Engineering*, 76, 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2023.107206>

Hong, X., Lee, J., & Qian, B. (2022). Mechanical Properties and Microstructure of High-Strength Lightweight Concrete Incorporating Graphene Oxide. *Nanomaterials*, 12, 1–15.

<https://doi.org/10.3390/NANO12050833>

Jayakalyani, P., Sujatha, T., Nithin, P., Mydili Priya, CH., & Mouni, J. (2023). Study on effects of TiO<sub>2</sub> Nano particles on properties of concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1280, 1–11.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1280/1/012007>

Khan, S., Amjad, H., Ahmad, F., & Khan, H. (2024). A Scientometric Review Summarizing the Impact of Nanomaterials on the Fresh, Hardened, and Durability Properties of Cement-Based Materials. *Advances in Civil Engineering*, 2024, 1–20.

<https://doi.org/10.1155/ADCE/8639483>

- KUNAK. (2025, July 10). *Impacto ambiental de la industria cementera: desafíos y soluciones tecnológicas*. <https://kunakair.com/es/impacto-ambiental-industria-cementera/>
- Loganathan, R., & Mohammed, B. S. (2021). Properties of Rubberized Engineered Cementitious Composites Containing Nano-Silica. *Materials*, *14*, 1–18. <https://doi.org/10.3390/MA14133765>
- Long, Z., Chen, Y., Yin, W., Wu, X., & Wang, Y. (2022). The Effects of Graphene Oxide-Silica Nano-Hybrid Materials on the Rheological Properties, Mechanical Properties, and Microstructure of Cement-Based Materials. *Materials*, *15*, 1–24. <https://doi.org/10.3390/MA15124207>
- Macías, M., Cedeño, J., Morales, C., Tinizaray, R., Perero, G., Rodríguez, J., & Jarre, C. (2024). Nanomaterials in construction industry: An overview of their properties and contributions in building house. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *10*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.CSCEE.2024.100863>
- Mohammadfarid, A., Carlosama, A., Rosillo, J., Bonilla, P., Patrice, D., Santamaria, J., Cadena, H., Logacho, A., & Tapia, J. (2025). Development of Oat Husk-Derived Nano-Silica for High-Performance and Sustainable Mortar Applications. *INGENIO*, *2*, 127–142. <https://doi.org/10.29166/INGENIO.V8I2.8165>
- Najaf, E., Orouji, M., & Zahrai, S. M. (2022). Improving nonlinear behavior and tensile and compressive strengths of sustainable lightweight concrete using waste glass powder, nanosilica, and recycled polypropylene fiber. *Nonlinear Engineering*, *11*, 58–70. <https://doi.org/10.1515/NLENG-2022-0008/MACHINEREADABLECITATION/RIS>
- Navarro, M. (2025). La nanotecnología: una técnica para mejorar la sostenibilidad - Neumáticos en verde. *Blog SIGNUS*. <https://blog.signus.es/la-nanotecnologia-una-tecnica-para-mejorar-la-sostenibilidad/>
- Noori, A., Yubin, L., Saffari, P., Zhang, Y., & Wang, M. (2022). The optimum percentage of nano clay (NC) in both direct-additive and sonicated modes to improve the mechanical properties of self-compacting concrete (SCC). *Case Studies in Construction Materials*, *17*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2022.E01493>

- Orakzai, M. (2021). Hybrid effect of nano-alumina and nano-titanium dioxide on Mechanical properties of concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 14, 1–9.  
<https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2020.E00483>
- Othuman Mydin, M. A., Jagadesh, P., Bahrami, A., Dulaimi, A., Özkılıç, Y. O., Al Bakri Abdullah, M. M., & Jaya, R. P. (2023). Use of calcium carbonate nanoparticles in production of nano-engineered foamed concrete. *Journal of Materials Research and Technology*, 26, 4405–4422. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2023.08.106>
- Othuman Mydin, M. A., Mohd Navi, M., Mohamed, O., & Sari, M. (2022). Mechanical Properties of Lightweight Foamed Concrete Modified with Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Nanoparticles. *Materials*, 15, 1–17. <https://doi.org/10.3390/MA15175911>
- Pathak, S., & Vesmawala, G. (2022). Effect of nano TiO<sub>2</sub> on mechanical properties and microstructure of concrete. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1915–1921.  
<https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.05.161>
- Poudyal, L., Adhikari, K., & Won, M. (2021a). Mechanical and Durability Properties of Portland Limestone Cement (PLC) Incorporated with Nano Calcium Carbonate (CaCO<sub>3</sub>). *Materials*, 14, 1–18. <https://doi.org/10.3390/MA14040905>
- Poudyal, L., Adhikari, K., & Won, M. (2021b). Nano Calcium Carbonate (CaCO<sub>3</sub>) as a Reliable, Durable, and Environment-Friendly Alternative to Diminishing Fly Ash. *Materials*, 14, 1–16. <https://doi.org/10.3390/MA14133729>
- Purton, M. (2024, September 13). *El cemento es un gran problema para el medio ambiente. Aquí te explicamos cómo hacerlo más sostenible.*  
<https://www.weforum.org/stories/2024/09/cement-production-sustainable-concrete-co2-emissions/>
- Rawat, G., Gandhi, S., & Murthy, Y. (2023). Durability Aspects of Concrete Containing Nano- Titanium Dioxide. *ACI Materials Journal*, 120, 25–35.  
<https://doi.org/10.14359/51738490>

- Reddy, N., & Ramujee, K. (2022). Comparative study on mechanical properties of fly ash & GGBFS based geopolymer concrete and OPC concrete using nano-alumina. *Materials Today: Proceedings*, 60, 399–404. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.01.260>
- Roopa, A., Hunashyal, A., & Mysore, R. (2022). Development and Implementation of Cement-Based Nanocomposite Sensors for Structural Health Monitoring Applications: Laboratory Investigations and Way Forward. *Sustainability*, 14, 1–15. <https://doi.org/10.3390/SU141912452>
- Saleh, A., Attar, A., Ahmed, O., & Mustafa, S. (2021). Improving the thermal insulation and mechanical properties of concrete using Nano-SiO<sub>2</sub>. *Results in Engineering*, 12, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2021.100303>
- Sastry, K., Sahitya, P., & Ravitheja, A. (2021). Influence of nano TiO<sub>2</sub> on strength and durability properties of geopolymer concrete. *Materials Today: Proceedings*, 45, 1017–1025. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.03.139>
- Singh, A. (2024). The Role of Nanotechnology in Enhancing Durability and Sustainability of Construction Materials. *AZoBuild*. <https://www.azobuild.com/article.aspx?ArticleID=8707>
- Sravanthi, M., & Sashidhar, C. (2024). Experimental Study on Self Healing Concrete by using the Silicon Dioxide Nano Particles and Crystalline Admixture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1326, 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1326/1/012051>
- Sun, J., Tian, L., Yu, Z., Zhang, Y., Li, C., Hou, G., & Shen, X. (2020). Studies on the size effects of nano-TiO<sub>2</sub> on Portland cement hydration with different water to solid ratios. *Construction and Building Materials*, 259, 1–16. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.120390>
- Suneel, M., & Rama, G. (2024). Effect of Nano-TiO<sub>2</sub> at macro and micro level of concrete by partial substitution of cement. *Research on Engineering Structures & Materials*, 11, 1545–1559. <https://doi.org/10.17515/RESM2024.402MA0817RS>

- Tarangini, D., Sravana, P., & Srinivasa Rao, P. (2022). Effect of nano silica on frost resistance of pervious concrete. *Materials Today: Proceedings*, *51*, 2185–2189. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.11.132>
- Thakur, A., Reddy, V., Chandrashekar, R., Sura, S., Kumar, M., & Reddy, M. (2024). Self-Healing Capability enhancement of Concrete using Nano clay and Crystalline Admixture as Sustainable Material. *E3S Web of Conferences*, *596*, 1–7. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202459601026>
- Varisha, Zaheer, M. M., & Hasan, S. D. (2021). Mechanical and durability performance of carbon nanotubes (CNTs) and nanosilica (NS) admixed cement mortar. *Materials Today: Proceedings*, *42*, 1422–1431. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.01.151>
- Vidya, J., & Vasudev, R. (2023). Experimental investigation on properties of concrete incorporating TiO<sub>2</sub>. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research-DISCONTINUED*. <https://doi.org/10.7770/SAFER-V12N-ART776>
- Wu, L., Mei, M., Li, Z., Liu, S., & Wang, X. (2022). Study on photocatalytic and mechanical properties of TiO<sub>2</sub> modified pervious concrete. *Case Studies in Construction Materials*, *17*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2022.E01606>
- Yang, B., Hu, X., & Qiao, H. (2024). Enhancing Durability of Concrete in Saline Soil with Nano-CaCO<sub>3</sub> Modification: Investigation and Reliability Analysis. *KSCE Journal of Civil Engineering*, *28*, 3791–3804. <https://doi.org/10.1007/S12205-024-0895-9>
- Zhu, J., Zhu, L., Feng, C., Guan, X., Sun, Y., & Zhang, W. (2021). Effect of Nano-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> on the Mechanical Properties of Cement-Based Materials. *Crystals*, *11*, 1–16. <https://doi.org/10.3390/CRYST11121556>

## **ARTÍCULO DE REVISIÓN**

### **Estabilizadores de suelo a partir de ceniza de cáscara de arroz: Una revisión literaria**

#### **Soil stabilizers from rice husk ash: A literature review**

Michael Lopez <sup>1</sup>\* y Manuel Laurencio <sup>2</sup>

#### **RESUMEN**

Los estabilizadores de suelos tradicionales, como el cemento y la cal, son caros y tienen un gran impacto ambiental, por lo que los ingenieros civiles necesitan encontrar urgentemente alternativas sostenibles. Las cenizas agroindustriales son un subproducto abundante y barato que resulta prometedor para mejorar los suelos con escasas cualidades geotécnicas. Este artículo pretende evaluar la eficacia del uso de las cenizas agroindustriales como la cáscara de arroz, como agentes estabilizadores mediante una revisión de la bibliografía. El objetivo es identificar los resultados de las investigaciones y resumir los conocimientos existentes sobre su impacto en las características mecánicas y físicas del suelo. Una revisión exhaustiva de la literatura sirve de base para el proceso. Para encontrar publicaciones pertinentes, se realizó una búsqueda sistemática utilizando palabras clave y criterios de inclusión/exclusión en bases de datos científicas como SciELO y Scopus. Para compilar el estado del arte sobre el tema, se examinaron y combinaron minuciosamente los datos extraídos de las investigaciones seleccionadas.

**Palabras clave:** Estabilización de suelos, cenizas de cáscara de arroz, sostenibilidad, propiedades puzolánicas, revisión literaria

#### **ABSTRACT**

Traditional soil stabilizers, such as cement and lime, are expensive and have a high environmental impact, so civil engineers urgently need to find sustainable alternatives. Agro-industrial ashes are an abundant and inexpensive by-product that holds promise for improving soils with poor geotechnical qualities. This paper aims to evaluate the effectiveness of using agro-industrial ashes such as rice husks as stabilizing agents through a review of the literature. The objective is to identify research results and summarize existing knowledge on their impact on soil mechanical and physical characteristics. A comprehensive literature review serves as the basis for the process. To find relevant publications, a systematic search using keywords and inclusion/exclusion criteria was performed in scientific databases such as SciELO and Scopus. To compile the state of the art on the topic, the data extracted from the selected research was thoroughly reviewed and combined.

**Keywords:** Soil stabilization, rice husk ash, sustainability, pozzolanic properties, literature review

\* Autor para correspondencia

---

<sup>1</sup> Universidad Católica Sedes Sapientiae, Perú. Email: [2020200582@ucss.pe](mailto:2020200582@ucss.pe), [mllaurencio@ucss.edu.pe](mailto:mllaurencio@ucss.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

La optimización de las propiedades geotécnicas de los suelos es un desafío constante en la ingeniería civil, sobre todo en la construcción de carreteras, cimentaciones y otras obras de infraestructura. Dentro de los tipos de suelos, se encuentran los suelos arcillosos, la peculiaridad de los suelos arcillosos es que se dilatan cuando están húmedos y se contraen cuando se secan. Esto puede ser problemático, sobre todo para las estructuras construidas sobre ellos. (Bravo & Lopez, 2021). Este tipo de suelos se han estabilizado históricamente utilizando adiciones tradicionales como son la cal y el cemento Portland. A pesar de su reconocida eficacia, su fabricación tiene un gran coste económico y una importante influencia negativa en el medio ambiente, sobre todo por sus elevadas emisiones de dióxido de carbono y el intenso uso de energía y recursos no renovables.

Para resolver este problema, la investigación geotécnica se ha centrado en la búsqueda de materiales de bajo coste, sostenibles y alternativos que puedan sustituir parcial o totalmente a los estabilizantes convencionales. Siendo populares aquellos aditivos de origen agroindustrial, como el bagazo de caña de azúcar, que es un subproducto de la industria azucarera, que se utiliza sobre todo como combustible. En cambio, las cenizas de bagazo (CBA) que son el resultado de este uso, se consideran un residuo que plantea problemas para su eliminación. En consecuencia, la CBA puede ser reutilizable, si se utiliza como un agente estabilizador. (Torres Agredo et al., 2014)

También se encuentra entre este tipo de aditivos a la ceniza de cáscara de café (CCC), que se obtiene del desecho que queda al momento de retirar la pulpa o grano de café y que posterior a eso se procede a la trilla y la quema o incineración de la cáscara de café, en un horno a temperatura alta el cual nos da un producto llamado ceniza de cáscara de café (CCC) (Vargas et al., 2020), que puede ser aprovechado como material para la estabilización de suelos.

Asimismo, las cualidades puzolánicas de la ceniza de cáscara de arroz (RHA) fueron objeto de numerosas investigaciones en el siglo XX. Al interactuar químicamente con otros estabilizantes, se demostró que la CCA, rica en sílice amorfa, puede mejorar en gran medida las cualidades mecánicas de los suelos arcillosos, disminuyendo su expansividad y flexibilidad y aumentando su densidad y resistencia a la compresión (Pushpakumara & Mendis, 2022).

A pesar de los avances, una comprensión profunda de las capacidades, limitaciones y modos de acción de los muchos tipos de cenizas agroindustriales en una serie de suelos requiere la consolidación y síntesis de los datos dispersos en la literatura. Con el fin de preparar futuros

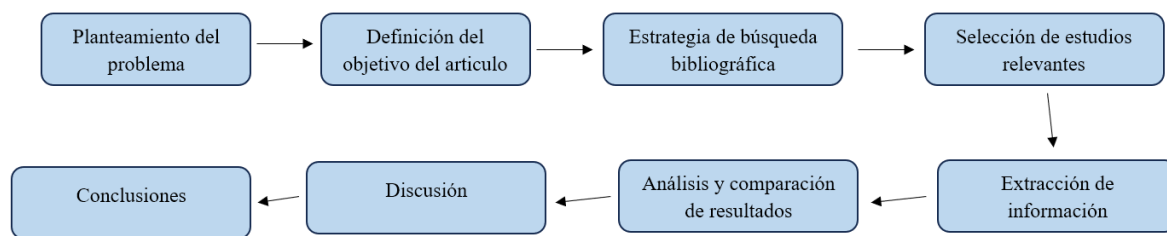
estudios, el presente artículo de revisión intenta realizar un análisis exhaustivo y crítico de la bibliografía existente sobre el uso de cenizas agroindustriales para la estabilización de suelos, centrándose principalmente en las cenizas de cáscara de arroz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio utilizó un enfoque de investigación cualitativo-documental desde un punto de vista analítico, el objetivo principal es recopilar, evaluar y sintetizar la información sobre el uso de la ceniza de cáscara de arroz como agente estabilizador de suelos, para ello se realizó un diagrama de flujo que muestra el proceso general de cómo se llevó a cabo el presente estudio.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo general*



Lo siguiente será comentar sobre los criterios de inclusión que se tuvieron presentes para la realización de este estudio, los artículos tienen que cumplir criterios estrictos para ser incluidos. Sólo se tuvieron en cuenta los trabajos escritos en inglés o español y publicados entre los años 2020 y 2025 que trataran sobre la adición de ceniza de cáscara de arroz a los suelos para estabilizarlos. Se dio prioridad a las investigaciones que utilizaron técnicas experimentales rigurosas, incluyendo ensayos de corte directo, California Bearing Ratio, resistencia a la compresión no confinada, compactación y análisis granulométrico en el laboratorio, así como investigaciones que además de la ceniza de cáscara de arroz también incluyeron la comparación de los resultados con los de otros estabilizantes convencionales como cal, cemento Portland, entre otros. Se excluyeron los trabajos que se centraban en tipos de suelos arenosos o en estabilizantes que no incluyeran la ceniza de cáscara de arroz, o que contenían datos no validados o cuyos métodos eran poco claros y confiables. Para la búsqueda de la información se utilizaron combinaciones de palabras clave en inglés y español, como rice husk ash, soil stabilization, clay soils, agroindustrial waste, ceniza de cáscara de arroz, estabilización de suelos, suelos arcillosos, desechos agroindustriales, para obtener una búsqueda decente en páginas de consulta académica, como lo son Scopus, Science Direct, Scielo, entre otros. Además, se

utilizaron operadores booleanos para mejorar la precisión de la búsqueda. Para el aprovechamiento de los datos se realizó un análisis de viabilidad y variación.

Tras examinar los títulos y resúmenes de diferentes documentos, se descartaron aquellos que no cumplían los procesos de selección. Una vez examinados todos los textos, se seleccionaron 20 fuentes que cumplían todos los requisitos metodológicos y pertinentes para esta evaluación y aportaban una contribución significativa al tema tratado. La matriz de comparación utilizada para analizar estas 20 publicaciones científicas incluía el país donde se realizó el estudio, el tipo de estudio, la metodología utilizada, los aditivos empleados, los laboratorios realizados y las conclusiones generales.

## **RESULTADOS**

En esta sección del estudio se presentan los resultados obtenidos de la revisión de los trabajos seleccionados.

Se decidió organizar los datos en tablas según el país donde se realizó cada estudio, ordenando de manera descendente los países con la mayor cantidad de estudios recopilados. La evidencia seleccionada se concentró en dos países, India y Nigeria, que fueron los que reunieron el mayor número de investigaciones sobre estabilización de suelos con ceniza de cáscara de arroz (RHA) dentro de los criterios de inclusión definidos. Este enfoque permitió comparar los resultados con las normativas técnicas vigentes en cada país e identificar las características particulares del comportamiento de los suelos regionales estabilizados con RHA. De este modo, se pudo evaluar en qué medida los resultados cumplen los criterios mínimos de resistencia y rendimiento establecidos oficialmente.

Para cada uno de estos dos países se documentó el tipo de suelo examinado, el porcentaje de RHA empleado, las pruebas realizadas (Proctor, CBR, UCS, entre otras) y los resultados más pertinentes. Asimismo, se determinaron las normas aplicadas en cada caso, ya fueran reconocidas internacionalmente (ASTM, AASHTO, entre otras) o nacionales (por ejemplo, las normas IS en India o las guías NBRRI en Nigeria).

El análisis realizado examinó cómo los factores locales (el tipo de suelo, el clima y los métodos de construcción) y la normativa vigente en cada país influyeron en la viabilidad técnica de la estabilización mediante RHA. Además de identificar las prácticas más eficaces y las limitaciones observadas, esta revisión permitió formular recomendaciones orientadas a armonizar los criterios técnicos entre las normativas de los países analizados.

A continuación, se presenta la tabla con los estudios realizados en India (13 estudios):

**Tabla 1**  
*Estudios realizados en India*

<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>	<b>Aditivos empleados</b>	<b>Ensayos realizados</b>
Enhancing <sub>1</sub> Soil <sub>1</sub> Stability: <sub>1</sub> The <sub>1</sub> Impact <sub>1</sub> of RHA <sub>1</sub> on Ashok <sub>1</sub> Ashok <sub>1</sub> Expansive <sub>1</sub> Soil <sub>1</sub> Behavior <sub>1</sub>	Nikita <sub>1</sub> Raheja <sub>1</sub> , Gupta <sub>1</sub> y Kushal <sub>1</sub> Kanwar <sub>1</sub>	2024	Ceniza <sub>1</sub> de cáscara <sub>1</sub> de arroz <sub>1</sub> (RHA)	Límite de Atterberg, Índice de expansión libre, Compactación, Relación de soporte de California (CBR) y pruebas de compresión Triaxial no consolidadas no drenadas
Optimization <sub>1</sub> of RHA <sub>1</sub> and Cement <sub>1</sub> Proportion <sub>1</sub> for Soil <sub>1</sub> Stabilization <sub>1</sub>	Ravi Shankar <sub>1</sub> Raman, C Lavanya <sub>1</sub> , V Revathi, Ginni Nijhawan <sub>1</sub> , Dinesh Kumar <sub>1</sub> Yadav <sub>1</sub> , Q. Mohammad <sub>1</sub> , y Vandana <sub>1</sub> Arora Sethi <sub>1</sub>	2024	Cemento Ceniza de cáscara de arroz <sub>1</sub> (RHA)	Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad
Stabilization <sub>1</sub> of Clay <sub>1</sub> Soil <sub>1</sub> with Rice <sub>1</sub> Husk <sub>1</sub> Ash and Cement <sub>1</sub>	Vivek <sub>1</sub> Kumar Chaturvedi <sub>1</sub> y Dr. Navneet <sub>1</sub> Himanshu <sub>1</sub> .	2024	Cemento <sub>1</sub> Ceniza de cáscara de arroz <sub>1</sub> (RHA)	Prueba de compactación, Resistencia a la Compresión No Confinada (UCS) y Relación de Soporte de California (CBR) Pruebas de plasticidad,
Impact of RHA and Xanthan Gum in Road Works (Black Cotton Soil)	K.S Chamberlin, M. Rama Rao y K. Suresh.	2023	Cal <sub>1</sub> Ceniza de cáscara de arroz <sub>1</sub> (RHA)	Compactación, Hinchamiento y Relación de Soporte de California (CBR) Índice de hinchamiento libre (DFS), Compactación Proctor modificado, Límites de Atterberg, Resistencia a la compresión no confinada (UCS), Relación de soporte de California (CBR), Módulo resiliente
Sustainable <sub>1</sub> Subgrade <sub>1</sub> Improvement <sub>1</sub> with Calcium <sub>1</sub> Carbide <sub>1</sub> Residue <sub>1</sub> and RHA	Saba Anjum, Abhishek Sharma, Kennedy C. Onyelowe, Abdullah H. Alsabhan, Shamshad Alam, Kanwarpreet Singh, Aditya Kumar Tiwary, Sahil Sharma, Jibrán Qadri	2025	Carburo de calcio (CCR) Ceniza de cáscara de arroz (RHA)	Pruebas de plasticidad, Compactación, Hinchamiento y Relación de Soporte de California (CBR) Índice de hinchamiento libre (DFS), Compactación Proctor modificado, Límites de Atterberg, Resistencia a la compresión no confinada (UCS), Relación de soporte de California (CBR), Módulo resiliente

Utilisation <sub>1</sub> of Fly Ash <sub>1</sub> and Rice <sub>1</sub> Husk <sub>1</sub> in Soil <sub>1</sub> Stabilization <sub>1</sub>	Shwetha Prasanna	2022	Cenizas volantes Ceniza de cáscara de arroz (RHA)	Límites de Atterberg, Compactación Proctor, Corte directo
Expansive <sub>1</sub> Soil Stabilization <sub>1</sub> using Geopolymer <sub>1</sub> for Subgrade <sub>1</sub> Applications <sub>1</sub> Utilizing <sub>1</sub> a Blend <sub>1</sub> of Rice Husk <sub>1</sub> Ash, Fly Ash, and Ground <sub>1</sub> Granulated <sub>1</sub> Blast Furnace <sub>1</sub> Slag	Nimita Gautam, Abhijeet Nardey, y Padmanabh Gadge	2025	Silicato de sodio Cenizas volantes Cenizas de cáscara de arroz (RHA) Escoria de alto horno	límites de Atterberg, Contenido de humedad óptimo (OMC) y la Densidad seca máxima (MDD), Resistencia a la compresión no confinada (UCS)
Sustainable <sub>1</sub> ground <sub>1</sub> improvement <sub>1</sub> of soft clay <sub>1</sub> using <sub>1</sub> eggshell <sub>1</sub> lime and rice husk <sub>1</sub> ash	Sheena Shaji, P.V. Divya	2024	Cal derivada de cáscara de huevo Ceniza de cáscara de arroz (RHA)	Límites de Atterberg, Límite de contracción, Índice de hinchamiento libre, Proctor de compactación, Resistencia a compresión simple no confinada (UCS), Difracción de Rayos X (XRD), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) Distribución granulométrica
Chemically <sub>1</sub> Stabilized <sub>1</sub> Laterite <sub>1</sub> Soil Using <sub>1</sub> Rice Husk <sub>1</sub> Ash	Somnath Paul y Dipankar Sarkar	2023	Ceniza de cáscara de arroz (RHA)	Límites de Atterberg, Compactación Proctor modificado, CBR (California Bearing Ratio), Resistencia a compresión simple (UCS), Permeabilidad, Consolidación (edómetro)
Rice Husk <sub>1</sub> Ash–Based Geopolymer <sub>1</sub> Stabilization <sub>1</sub> of Indian <sub>1</sub> Peat: Experimental <sub>1</sub> Investigation <sub>1</sub>	Suhail Ahmad Khanday, Monowar Hussain y Amit Kumar Das	2021	Ceniza de cáscara de arroz (RHA)	Límites de Atterberg, Resistencia a la compresión no confinada (UCS), Microscopía electrónica de barrido (SEM), Análisis de difracción de rayos X (XRD)

Effect <sub>1</sub> of Rice Husk <sub>1</sub> Ash and Stone <sub>1</sub> Dust on Selecting <sub>1</sub> Engineering <sub>1</sub> Properties <sub>1</sub> of Poor Subgrade <sub>1</sub> Soil	Ayush Mittal	2021	Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Cemento Polvo de piedra	Límites de consistencia, Gravedad específica, Hinchamiento libre diferencial, Características de compactación, Valor de la Relación de Soporte de California (CBR) saturado Límites de Atterberg, Límite de contracción, Compactación (Proctor mini), Resistencia a la compresión simple, Difracción de Rayos X (XRD), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)
Justification <sub>1</sub> of strength <sub>1</sub> properties <sub>1</sub> of microstructural <sub>1</sub> changes <sub>1</sub> in the black <sub>1</sub> cotton soil stabilized <sub>1</sub> with rice husk <sub>1</sub> ash and carbide <sub>1</sub> lime in the presence <sub>1</sub> of sodium <sub>1</sub> salts	H. N. Ramesh, B. V. Manjunatha	2020	Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Cal de carburo Sales de sodio	

Algo que resulta común en los 13 estudios realizados en India es que la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz (RHA), reduce significativamente la plasticidad y el índice de expansión libre, en algunos casos de valores cercanos al 55%–70% hasta menos del 15%. También incrementa el CBR (California Bearing Ratio), en ocasiones más de siete veces respecto al suelo natural. Además mejora la resistencia a la compresión no confinada (UCS), alcanzando valores de hasta 189 kN/m<sup>2</sup> (cemento + RHA) y, en casos de mezclas con cal de carburo y sales de sodio, valores cercanos a 3000 kPa tras 90 días de curado. Incluso disminuye la permeabilidad, lo que aumenta la estabilidad frente a infiltraciones y ciclos de humedad-sequía. Por último se pudo observar que el desempeño óptimo suele encontrarse en rangos de 10%–20% de RHA combinada con 6%–10% de otro aglutinante (cemento, cal, CCR o polvo de piedra).

De acuerdo con la normativa nacional de carreteras de la India, en particular las especificaciones de la Indian Standard (IS:2720) para ensayos de suelo, y las guías del Indian Roads Congress (IRC 37-2018) para diseño de pavimentos, se requieren valores de CBR superiores al 5% para capas de subrasante en carreteras rurales y pavimentos flexibles. Los estudios analizados demuestran que, con la dosificación adecuada de RHA y aditivos complementarios, los valores de CBR obtenidos (entre 5% y 12%) cumplen o superan estos

mínimos establecidos por las normas indias. Por ejemplo, el trabajo de Anjum et al. (2025) alcanzó un CBR de 12.4% con 10% de CCR + 15% de RHA, muy por encima del requisito base.

En conclusión, la evidencia indica que el uso de RHA en India no solo es técnicamente viable, sino que además se alinea con las exigencias normativas locales, permitiendo el desarrollo de soluciones de bajo costo y sostenibles para la estabilización de suelos expansivos.

A continuación, se presenta la tabla con los estudios realizados en Nigeria (7 estudios):

**Tabla 2**

*Estudios realizados en Nigeria*

Título	Autor(es)	Año	Aditivos empleados	Ensayos realizados
Subgrade <sub>1</sub> Stabilization <sub>1</sub> Using RHA-Based Geopolymer <sub>1</sub> and Cement <sub>1</sub> Kiln <sub>1</sub> Dust	Emmanuel Adeyanju, Chukwueloka Austin Okeke, Isaac Akinwumi, Ayobami Busari	2020	Polvo de horno de cemento (CKD) Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Hidróxido de sodio (NaOH)	Límites de Atterberg, Compactación Proctor modificada, Índice de soporte de California (CBR), Resistencia a la compresión no confinada (UCS) Análisis granulométrico,
Influence <sub>1</sub> of RHA on Engineering <sub>1</sub> Properties <sub>1</sub> of Soil	I. C. Onyechere, C. U. Anya, P. D. Onodagu, A. U. Onyechere, U. G. Eziefula, F. C. Njoku, L. Anyuogu	2024	Ceniza de cáscara de arroz (RHA)	Límites de Atterberg, Gravedad específica, Prueba de compactación Proctor estándar, California Bearing Ratio (CBR)
Utilization <sub>1</sub> of RHA in Soil <sub>1</sub> Improvement <sub>1</sub>	Yahaya Ishaq Dikko Tariq Bala Mniauduga Auwal Shuaibu Uloko, Josiah Onu	2024	Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Cemento Portland (OPC)	Límites de Atterberg (LL, PL, PI), gravedad específica, granulometría, Prueba Proctor estándar, CBR, UCS

Impact <sub>1</sub> of Rice Husk <sub>1</sub> Ash Based <sub>1</sub> - Geopolymer <sub>1</sub> on Some <sub>1</sub> Geotechnical <sub>1</sub> Properties <sub>1</sub> of Selected <sub>1</sub> Residual <sub>1</sub> Tropical <sub>1</sub> Soils <sub>1</sub>	A. L. Ayodele I. K. Ajibola A. B. Fajobi	2024	Hidróxido de sodio (NaOH) Meta silicato de sodio (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ) Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Activador alcalino (RG)	Límites de Atterberg (LL, PL, PI), granulometría, pH, Prueba Proctor estándar, CBR, UCS, Difracción de rayos X, Fluorescencia, Microscopía electrónica
Effect <sub>1</sub> of rice husk <sub>1</sub> ash admixed <sub>1</sub> with treated <sub>1</sub> sisal <sub>1</sub> fibre <sub>1</sub> on properties <sub>1</sub> of lateritic <sub>1</sub> soil as a road construction <sub>1</sub> material <sub>1</sub>	J.E. Sani, P. Yohanna, I.A. Chukwujama	2020	Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Fibra de sisal	Contenido de humedad natural, límites de Atterberg, gravedad específica, clasificación AASHTO y USCS. Análisis por fluorescencia de rayos X (XRF), Ensayo Proctor modificado, Resistencia a la compresión no confinada (UCS), Resistencia a la tracción y elongación
Optimization <sub>1</sub> of the California <sub>1</sub> Bearing <sub>1</sub> Ratio <sub>1</sub> of Lateritic <sub>1</sub> Soil Stabilized <sub>1</sub> with Rice Husk <sub>1</sub> Ash using Scheffe's <sub>1</sub> Method <sub>1</sub>	Ike Ubadinanwa Elvis y Ike Charles Chinwuba	2023	Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Agua	Contenido de humedad natural, Límites de Atterberg, Gravedad específica, Compactación Proctor y CBR

Microstructural investigation and strength properties of clay stabilized with cement, rice husk ash and promoter	Mustapha Mohammed Alhaji, Musa Alhassan, Taiye Waheed Adejumo, Ayuba Ibrahim Dogo	Cemento Ceniza de cáscara de arroz (RHA) Promotor	Límites de Atterberg, Granulometría, Gravedad específica, Compactación Proctor, Resistencia a la compresión simple, Módulo de elasticidad, Difracción de Rayos X (XRD), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)
--	---	---	--

Los resultados comunes que se encuentran en estos estudios al incorporar la ceniza de cáscara de arroz (RHA), es que reduce la plasticidad de los suelos y mejora su clasificación según AASHTO y SUCS. También se pudo observar que los valores de CBR aumentan significativamente en la mayoría de los estudios, pasando de valores muy bajos ( $< 5\%$ ) en el suelo natural a rangos superiores al 10%–15% cuando se combina la RHA con cemento, activadores alcalinos o fibras. Por otro lado la resistencia a la compresión no confinada (UCS) también mejora, alcanzando en algunos casos más del doble de los valores originales. Se logra observar un efecto positivo adicional cuando la RHA se combina con fibra de sisal tratada, cenizas geos poliméricas o promotores químicos, logrando mejoras tanto en la resistencia como en la durabilidad.

En Nigeria, las especificaciones de diseño de carreteras están reguladas por la Federal Ministry of Works and Housing (FMWH) y las guías de la Nigerian Building and Road Research Institute (NBRRI). Estas establecen que los suelos destinados a subrasante deben presentar un  $\text{CBR} \geq 5\%$  en condiciones remojadas y resistencias suficientes para soportar cargas de tráfico ligero y medio.

Los estudios analizados demuestran que la adición de RHA sola puede mejorar los suelos, pero en algunos casos los resultados apenas cumplen los mínimos normativos.

Por otro lado la adición de RHA combinada con cemento, CKD o activadores alcalinos produce un CBR entre 8% y 15%, valores que superan ampliamente los requeridos por FMWH y NBRRI.

En varios estudios, los valores de UCS también superan las recomendaciones de la norma BS 1924-2:2018, adoptada en Nigeria para estabilización de suelos con cal y cemento.

## **DISCUSIÓN**

Según la revisión de investigaciones realizadas en India y Nigeria, la ceniza de cáscara de arroz (RHA) tiene un gran potencial para estabilizar suelos de baja capacidad portante, como los suelos lateríticos y expansivos. Parámetros críticos como el índice de plasticidad (PI), la capacidad de carga (CBR), la resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la durabilidad frente a los ciclos ambientales mejoraron significativamente en todos los contextos examinados con la adición de RHA, ya sea sola o en combinación con otros aditivos (como fibras, metacaolín, cemento, yeso, escoria y cal).

Sin embargo, los resultados también muestran variaciones en función del tipo de suelo y la dosis utilizada. El RHA por sí solo mostró aumentos modestos en India y Nigeria, pero cuando se combinó con cemento o cal, los valores de CBR superaron fácilmente los requisitos reglamentarios ( $\geq 30\%$  para las subbases y  $\geq 5\%$  para las subrasantes).

Una característica común a todas las investigaciones es que todas ellas respaldan la actividad puzolánica del RHA, que está relacionada con su alta concentración de sílice amorfa. La producción de geles cementantes se ha demostrado mediante investigaciones con SEM/XRD. Estos geles se encargan de compactar la microestructura, mejorar la resistencia y disminuir la plasticidad. De este modo, el RHA se está consolidando como un aditivo sostenible que puede reducir las emisiones de carbono, sustituir parcialmente a los materiales tradicionales y añadir valor a un residuo agrícola muy abundante en los países productores de arroz.

## **CONCLUSIONES**

La evidencia recopilada permite concluir que la ceniza de cáscara de arroz (RHA) es un estabilizador viable, eficaz y sostenible para la mejora de suelos en ingeniería vial y geotécnica. Los principales hallazgos indican que:

- La RHA, en combinación con cal, cemento o escoria, alcanza valores de CBR y UCS que cumplen e incluso superan los requerimientos normativos establecidos por organismos internacionales (ASTM, AASHTO, BS) y nacionales en cada país analizado.
- La dosificación óptima suele situarse entre 5%–15% de RHA, dependiendo del tipo de suelo y del co-estabilizante empleado, siendo necesario evitar contenidos excesivos que reducen la resistencia.

- Los resultados fueron consistentes en los dos contextos geográficos analizados, India (Asia) y Nigeria (África), lo que sugiere un potencial prometedor de la técnica en distintas condiciones de suelo y clima. No obstante, dado que la evidencia revisada proviene únicamente de estos dos países, se recomienda ampliar la investigación a otras regiones antes de generalizar su aplicabilidad.
- La RHA contribuye no solo al cumplimiento normativo, sino también a la sostenibilidad ambiental, al reutilizar un residuo agrícola problemático y reducir el consumo de materiales de mayor impacto ambiental como el cemento.
- En países con normativas más exigentes, la RHA puede no alcanzar los valores requeridos para capas de base de alto tránsito, pero sí resulta aplicable en subbases y vías de bajo volumen, consolidándose como una alternativa técnica y ambientalmente responsable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo, B. y Lopez, H. (2021). Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura.
- Pushpakumara, B. y Mendis, W. (2022). Suitability of rice husk ash (RHA) with lime as a soil stabilizer in geotechnical applications. *International Journal of Geo-Engineering*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40703-021-00169-w>
- Vargas, Y., Gutierrez, Y. y Rojas, J. (2020). Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de contracción de vías. *Revista Universitaria de Geografía*, 27(1).
- Torres, J., de Gutiérrez, R. y Gonzales, L. (2014). Characterization of sugar cane bagasse ash as supplementary material for Portland cement. *Ingeniería e Investigación*, 34(1).
- Rahaja, N., Gupta, A., & Kanwar, K. (2024). Enhancing Soil Stability: The Impact of RHA on Expansive Soil Behavior. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202459601011>
- Raman, R. S., Lavanya, C., Revathi, V., Nijhawan, G., Yadav, D. K., Mohammad, Q., & Arora Sethi, V. (2024). Optimization of RHA and Cement Proportion for Soil Stabilization. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452901015>
- Chaturvedi, V. K., & Himanshu, N. (2024). Stabilization of Clay Soil with Rice Husk Ash and Cement. <https://doi.org/10.53555/AJBR.v27i4S.3704>

- Adeyanju, E., Okeke, C. A., Akinwumi, I., & Busari, A. (2020). Subgrade Stabilization Using RHA-Based Geopolymer and Cement Kiln Dust. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00388>
- Chamberlin, K. S., Rao, M. R., & Suresh, K. (2023). Impact of RHA and Xanthan Gum in Road Works (Black Cotton Soil). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339101004>
- Onyechere, I., Anya, C., Onodagu, P., Onyechere, A., Eziefula, U., Njoku, F., & Anyaogu, L. (2025). Influence of Rice Husk Ash on the Engineering Properties of Soil . NIPES - Journal of Science and Technology Research, 7(2), 253–262. <https://doi.org/10.37933/nipes/7.2.2025.17>
- Dikko, Y. I., Mniauduga, T. B., Shuaibu, A., & Onu, J. (2024). Utilization of RHA in Soil Improvement. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14578755>
- Ayodele, A. L., Ajibola, I. K., & Fajobi, A. B. (2024). Impact of Rice Husk Ash Based-Geopolymer on Some Geotechnical Properties of Selected Residual Tropical Soils. <https://doi.org/10.63746/njtd.v21i2.2417>
- Anjum, S., Sharma, A., Onyelowe, K. C., Alsabhan, A. H., Alam, S., Singh, K., Tiwary, A. K., Sharma, S., & Qadri, J. (2025). Sustainable Subgrade Improvement with Calcium Carbide Residue and RHA. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98833-z>
- Sani, J. E., Yohanna, P., & Chukwujama, I. A. (2020). Effect of rice husk ash admixed with treated sisal fibre on properties of lateritic soil as a road construction material. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2018.11.001>
- Elvis, I. U., & Chinwuba, I. C. (2023). Optimization of the California Bearing Ratio of Lateritic Soil Stabilized with Rice Husk Ash using Scheffe's Method. [http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2023-35\(3\)-19](http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2023-35(3)-19)
- Mittal, A. (2021). Effect of Rice Husk Ash and Stone Dust on Selecting Engineering Properties of Poor Subgrade Soil. Recuperado de: <https://jjce.just.edu.jo/Download.ashx?f=Yq%2FDs4fZWIPciA2yV%2FUKx9Pe2BMqEifzz9cH3MPwiRU%3D>
- Alhaji, M. M., Alhassan, M., Adejumo, T. W., & Dogo, A. I. (2020). Microstructural investigation and strength properties of clay stabilized with cement, rice husk ash and promoter. <https://doi.org/10.11113/jt.v82.14353>

- Ramesh, H.N., Manjunatha, B.V. Justification of strength properties of microstructural changes in the black cotton soil stabilized with rice husk ash and carbide lime in the presence of sodium salts. *SN Appl. Sci.* 2, 457 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2226-1>
- Wibowo, D. E., Ramadhan, D. A., Endaryanta, & Prayuda, H. (2023). Soil stabilization using rice husk ash and cement for pavement subgrade materials. *Revista de la Construcción*, 22(1), 192. <https://doi.org/10.7764/RDLC.22.1.192>
- Centeno-Demera, C. J., Saltos-Hidalgo, F. A., & Ortiz-Hernández, E. (2024). Estabilización de suelos arcillosos con el empleo de las cenizas de cáscara de arroz combinada con cal. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 7(14), 101-113. <https://doi.org/10.46296/ig.v7i14.0206>
- Almuaythir, S., Zaini, M. S. I., Hasan, M., & Hoque, M. I. (2024). Sustainable soil stabilization using industrial waste ash: Enhancing expansive clay properties. *Heliyon*, 10(20), e39124. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39124>
- Zaika, Y., & Suryo, E. A. (2020). The durability of lime and rice husk ash improved expansive soil. *International Journal of GEOMATE*, 18(65), 171-178. <https://doi.org/10.21660/2020.65.5539>
- Abbasi, M., Hosseinpour, I., Salimi, M., Astaneh, A. G., & Payan, M. (2025). A comparative study on stabilization efficiency of kaolinite and montmorillonite clays with fly ash (FA) and rice husk ash (RHA)-based geopolymers. *Journal of Materials Research and Technology*, 36, 2332-2347. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.03.234>
- Li, B., Luo, F., Li, X., & Liu, J. (2024). Mechanical properties evolution of clays treated with rice husk ash subjected to freezing-thawing cycles. *Case Studies in Construction Materials*, 20, e02712. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02712>
- Baldin, C. R. B., Kawanami, M. Y., Costa, W. G. S., Bordignon, V. R., da Luz, C. C., & Izzo, R. L. S. (2023). Mechanical properties of a clay soil reinforced with rice husk under drained and undrained conditions. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 15(10), 2676-2686. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2023.02.022>
- Jamil, M. A.-B., Hayano, K., Mochizuki, Y., & Li, C. (2024). Consolidation characteristics of compacted clayey soils treated with various biomass ashes. *Results in Engineering*, 24, 103480. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103480>




- Zivari, A., Siavoshnia, M., & Rezaei, H. (2023). Effect of lime–rice husk ash on geotechnical properties of loess soil in Golestan province, Iran. *International Journal of Geo-Engineering*, 14, Artículo 20. <https://doi.org/10.1186/s40703-023-00200-7>
- Moazami, A., Nabizadeh, M., Komaei, A., & Soroush, A. (2025). Sustainable soil stabilization with sodium carbonate-activated slag, pumice, rice husk, and sugarcane bagasse ashes: A life cycle assessment approach. *Results in Engineering*, 25, 106900. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106900>
- Syahril, S., Sagala, S. D., Purba, D. A., & Syahputra, K. H. (2025). Sustainable soft clay stabilization using rice husk ash and waste spent catalyst from residual catalytic cracking. *International Journal of GEOMATE*, 29(131), 48-55. <https://doi.org/10.21660/2025.131.4842>
- Nimita Gautam, Abhijeet Nardey, Padmanabh Gadge, "Expansive Soil Stabilization using Geopolymer for Subgrade Applications Utilizing a Blend of Rice Husk Ash, Fly Ash, and Ground Granulated Blast Furnace Slag," *International Journal of Civil Engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 93-101, 2025. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V12I3P109>
- Ike, U. E., & Ike, C. C. (2023). Optimization of the California Bearing Ratio of Lateritic Soil Stabilized with Rice Husk Ash using Scheffe's Method. *Jurnal Kejuruteraan*, 35(3), 705-715. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2023-35\(3\)-19](https://doi.org/10.17576/jkukm-2023-35(3)-19)
- Bournebe Baimourne, Richard Ocharo Onchiri, Joseph Ng'ang'a Thuo, "Investigation on the Suitability of High Clay Lateritic Soils Stabilized with Cement and Rice Husk Ash for Use in Road Base Construction: A Case Study of Juja Town," *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, vol. 71, no. 2, pp. 121-128, 2023. Crossref, <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I2P215>

The logo consists of the letters 'UNJ' in a bold, white, sans-serif font, centered on a blue, semi-transparent globe that shows a map of the Americas. The globe is surrounded by various icons representing technology, business, and nature.

# UNJ

**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN**

 ¡Hola Revista PAKAMUROS!

-  pakamuros@unj.edu.pe
-  <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros>
-  Carretera Jaén – San Ignacio Km24 – sector Yanuyacu – Jaén  
Módulo de Ing. Mecánica y Eléctrica – 3° piso