

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2178>

## Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adición de ceniza de cáscara de arroz

Systematic review of the literature on the improvement of the physical-mechanical properties of concrete with the addition of rice husk ash

**Hebert Hernán Panta Panta**

Hebertpanta@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0009-9839-6536>  
Universidad Cesar Vallejo  
Piura – Perú

Artículo recibido: 21 de mayo de 2024. Aceptado para publicación: 06 de junio de 2024.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

El presente estudio presenta una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de ceniza de cáscara de arroz y otros componentes orgánicos para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto. Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos publicados entre 2015 y 2024 en diversas bases de datos, resultando en la recopilación de 15 estudios pertinentes. Los hallazgos revelan consistentemente que la adición de ceniza de cáscara de arroz y otros componentes orgánicos tiene un impacto positivo en diversas propiedades del concreto, incluida la resistencia a la compresión, la permeabilidad y la trabajabilidad. Estos resultados sugieren que esta práctica puede ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad y durabilidad del concreto. Sin embargo, se identificaron limitaciones en la literatura revisada, como la falta de estudios a largo plazo sobre la durabilidad del concreto y la variabilidad en las características de los materiales utilizados. Se recomienda la realización de futuras investigaciones para abordar estas lagunas y fortalecer la base de conocimientos en este campo. En síntesis, el estudio destaca el potencial significativo de la adición de ceniza de cáscara de arroz y otros componentes orgánicos en la mejora de las propiedades del concreto, con implicaciones importantes para la industria de la construcción.


*Palabras clave:* propiedades físico-mecánicas del concreto, ceniza de cáscara de arroz, sostenibilidad

### Abstract

The present study presents a systematic review of the literature on the use of rice husk ash and other organic components to improve the physical-mechanical properties of concrete. An exhaustive search of scientific articles published between 2015 and 2024 was carried out in various databases, resulting in the compilation of 15 relevant studies. The findings consistently reveal that the addition of rice husk ash and other organic components has a positive impact on various concrete properties including compressive strength, permeability and workability. These results suggest that this practice can be an effective strategy to improve the quality and durability of concrete. However, limitations were identified in the reviewed literature, such as the lack of long-term studies on the durability of concrete and the variability in the characteristics of the materials used. Future research is recommended to address

these gaps and strengthen the knowledge base in this field. In summary, the study highlights the significant potential of the addition of rice husk ash and other organic components in improving the properties of concrete, with important implications for the construction industry.

*Keywords:* physical-mechanical properties of concrete, rice husk ash, sustainability

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Cómo citar: Panta Panta, H. H. (2024). Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adicción de ceniza de cáscara de arroz. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (3), 2055 – 2062. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2178>

## INTRODUCCIÓN

Los tres componentes habituales más costosos del hormigón son el agua, los agregados finos y gruesos y el cemento. Como consecuencia, el precio del hormigón, un material crucial utilizado en la construcción, ha aumentado recientemente. La necesidad de cemento aumentó junto con el sector de la construcción de Malasia, lo que a su vez impulsó el desarrollo infraestructural de la nación. Afortunadamente, los avances en la tecnología del hormigón permiten reducir las emisiones de dióxido de carbono del sector del cemento y utilizar residuos industriales y agrícolas en lugar de hormigón en los proyectos de construcción. Desde hace unas décadas, es práctica común emplear materiales sustitutivos del cemento, como cenizas volantes y escoria granulada de alto horno, para reducir la cantidad de cemento necesaria.

Por ser suficientemente resistente, impermeable y duradero, el hormigón es un material de construcción muy utilizado. El cemento es uno de los elementos más costosos del hormigón y su demanda aumenta constantemente en todo el mundo. Por lo tanto, es fundamental emplear materiales de desecho contemporáneos, aditivos minerales y otros materiales para satisfacer el creciente uso del hormigón con el fin de mantener los costes de construcción bajo control. En lugar de cemento, pueden utilizarse residuos agrícolas, como la ceniza de cáscara de arroz (RHA), para fabricar un hormigón más eficaz y con mejores cualidades, como impermeabilidad, trabajabilidad, resistencia y resistencia a la corrosión de la armadura de acero. Preservar la utilización de los recursos brutos del cemento es necesario para aumentar la mejora razonable del hormigón. Aproximadamente el 20% del peso del grano de arroz está formado por cáscara de arroz. Se separa del grano durante el proceso de apilado, produciendo mucha ceniza de cascarilla. El segundo productor de arroz de Colombia es el departamento del Meta, por consiguiente, es uno de los departamentos que más RH produce, con una producción prevista de más de 300.000 toneladas anuales para 2021. Dado que el sector arrocerero tiene una clara necesidad de este subproducto y que su biodegradación es compleja, lo que supone un importante riesgo medioambiental, es vital encontrar un método alternativo para utilizarlo, ya que su tratamiento y eliminación final no son especialmente sostenibles.

El propósito de este estudio fue llevar a cabo una revisión bibliográfica de investigaciones que se centraron en mejorar las propiedades mecánicas del concreto mediante la adición de ceniza de cáscara de arroz. Este proceso involucró la búsqueda de artículos científicos y de revisión, como se describe en la sección metodológica, y se presentaron extractos de los resultados obtenidos. Por último, se ofrecen las conclusiones derivadas de este trabajo, junto con las referencias citadas a lo largo del documento.

Desde un punto de vista teórico, es esencial tener en cuenta que la ceniza de cáscara de arroz tiene cualidades puzolánicas debido a la sílice amorfa y otras sustancias químicas que contiene. Debido a esta característica, puede reaccionar con el hidróxido de calcio que se encuentra en el cemento Portland para generar otros compuestos que ayuden a mejorar las características del hormigón durante el proceso de hidratación. Además, la adición de ceniza de cáscara de arroz al hormigón puede disminuir la necesidad de cemento Portland en las mezclas de hormigón, lo que tiene importantes efectos positivos para el medio ambiente y la economía. Este estudio pretende determinar el potencial de la ceniza de cascarilla de arroz como aditivo mineral para mejorar la trabajabilidad, durabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la fractura del hormigón.

Desde un punto de vista práctico, el uso de ceniza de cáscara de arroz como aditivo del hormigón tiene varias ventajas que benefician directamente a las industrias de la construcción y la ingeniería civil. Para empezar, la ceniza de cascarilla de arroz es una alternativa menos costosa y más eficiente al cemento Portland. La ceniza de cascarilla de arroz, al ser un subproducto agrícola, suele ser más barata que el cemento Portland, lo que supone un ahorro considerable en la fabricación de hormigón. Esto es

especialmente útil en proyectos de construcción a gran escala, en los que el precio de los materiales puede suponer una parte importante del presupuesto total.

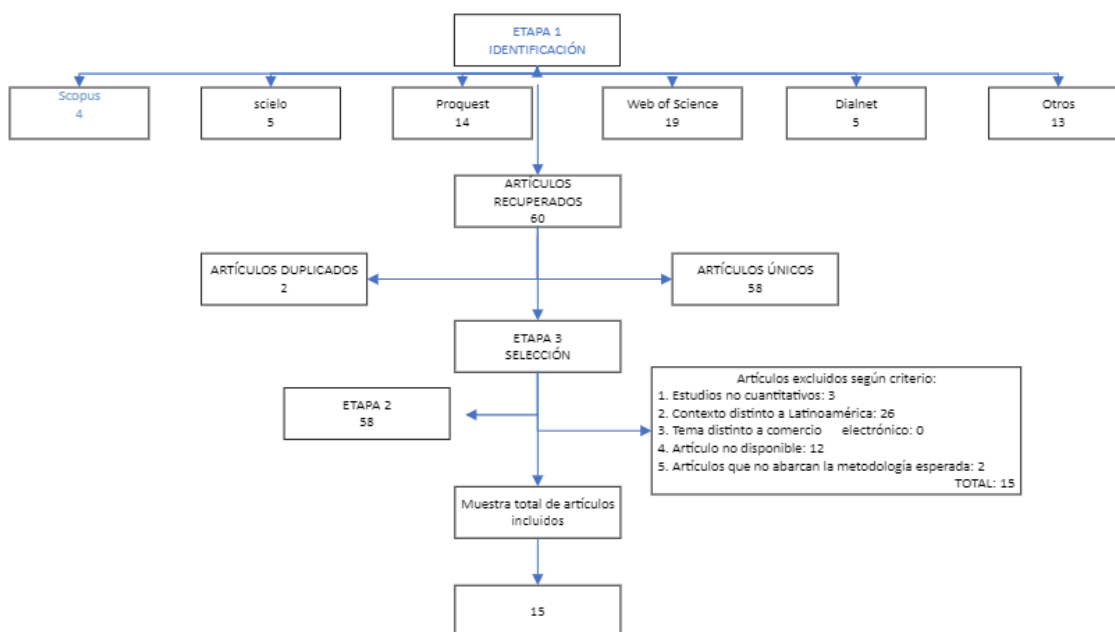
Por último, desde el punto de vista metodológico, realizar una evaluación sistemática de artículos de revistas científicas siguiendo una guía de análisis documental garantiza una recopilación de datos rigurosa y fiable. Este enfoque metodológico nos permitió descubrir, analizar e integrar investigaciones anteriores sobre el tema de manera coherente, lo que dio como resultado una imagen exhaustiva y actualizada que respalda la premisa del estudio. La meticulosidad en la selección de fuentes y el uso de criterios estándar para el análisis son fundamentales para garantizar la validez y pertinencia de los resultados recogidos, que contribuyen en gran medida a la solidez del estudio. Este meticuloso planteamiento no sólo pone de relieve la amplitud del estudio, sino que sienta un precedente para futuros trabajos en este campo.

### METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica en diez bibliotecas virtuales: Scielo, Proquest, Universidad el Bosque, Dialnet, Web of Science, Ebsco Host, Scopus, ScienceDirect, ResearchGate, UEX. Las palabras clave utilizadas fueron “propiedades físico-mecánicas”, “concreto”, “aditivos”, “cascara de arroz” tabla 1. Los criterios de inclusión fueron estos: artículos científicos originales del año 2015 en adelante y en idioma español. Por otra parte, los criterios de exclusión fueron artículos repetidos, estudios no cuantitativos, contexto distinto, temas no relacionados, artículos no disponibles, artículos fuera de contexto de estudio; después de haber aplicado los filtros se trabajó con 15 artículos originales.

**Figura 1**

*Diagrama de artículos seleccionados*



**Nota:** la figura muestra la cantidad de artículos seleccionados de diversas bases de datos bibliográficas. Fuente: Elaboración propia.

Los estudios seleccionados para la revisión fueron evaluados según criterios de inclusión y exclusión definidos previamente. Se incluyeron estudios que abordan específicamente la mejora de las

propiedades físico-mecánicas del concreto mediante la adición de ceniza de cáscara de arroz. Se consideraron artículos de investigación originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y revisiones de literatura que cumplieran con los objetivos del estudio. Se excluyeron estudios que no estuvieran relacionados directamente con el tema de interés, así como aquellos que carecieran de información relevante sobre la metodología utilizada o los resultados obtenidos.

Los estudios seleccionados fueron sometidos a un análisis crítico de calidad, evaluando la robustez de su metodología y la validez de sus resultados. Se utilizó un enfoque basado en la evaluación de aspectos como el diseño del estudio, el tamaño de la muestra, la claridad en la presentación de resultados y la objetividad en la interpretación de los hallazgos. Además, se realizó una síntesis de los resultados de los estudios incluidos, identificando patrones, tendencias y discrepancias en la literatura revisada. Este análisis permitió obtener una visión comprehensiva y objetiva del estado actual del conocimiento sobre el tema de estudio.

### **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

En la revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adición de ceniza de cáscara de arroz, se realizó un análisis exhaustivo que abarca tanto estudios experimentales como teóricos, con el propósito de comprender el impacto de esta adición en la calidad y durabilidad del concreto. El estudio se estructura en base a los diferentes aspectos de la adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto. Se exploran temas como la dosificación óptima de la ceniza, los efectos en la resistencia a la compresión, la durabilidad frente a condiciones ambientales adversas y la influencia en la trabajabilidad del concreto. Además, se consideran los avances cronológicos en la investigación, desde los primeros estudios pioneros hasta las investigaciones más recientes que incorporan tecnologías innovadoras de análisis.

Se realizó un análisis detallado de los hallazgos clave de cada estudio revisado. Se destaca la mejora significativa en la resistencia mecánica del concreto con la adición de ceniza de cáscara de arroz, así como la reducción de la permeabilidad y la mejora en la resistencia a la corrosión. Sin embargo, también se señalan discrepancias en los resultados, especialmente en relación con la dosificación óptima y los efectos a largo plazo en la durabilidad del concreto. Se resaltan las metodologías más efectivas y las variables críticas que influyen en los resultados, proporcionando una visión crítica y equilibrada del estado actual del conocimiento.

Por otra parte, se destaca la necesidad de estudios más rigurosos sobre los efectos a largo plazo de la adición de ceniza de cáscara de arroz en la durabilidad del concreto, así como la exploración de nuevas técnicas de caracterización para evaluar su influencia en las propiedades físico-mecánicas. Es relevante investigar el potencial de combinaciones con otros materiales complementarios y explorar enfoques innovadores para optimizar la utilización de la ceniza de cáscara de arroz en la industria del concreto. Esta identificación de áreas de investigación futura impulsa el desarrollo continuo del conocimiento y la innovación en este campo crucial para la construcción sostenible.

### **DISCUSIÓN**

Los hallazgos de la revisión confirman consistentemente que la adición de ceniza de cáscara de arroz efectivamente mejora diversas propiedades físico-mecánicas del concreto. Se observa un aumento significativo en la resistencia a la compresión y una disminución en la permeabilidad del concreto. Además, se encontró que la adición de ceniza de cáscara de arroz puede mejorar la trabajabilidad del concreto fresco, lo que facilita su manipulación y colocación durante la construcción. Estos resultados respaldan la hipótesis inicial de que la ceniza de cáscara de arroz puede ser un aditivo efectivo para mejorar la calidad del concreto.

Las implicaciones teóricas de estos hallazgos sugieren que la ceniza de cáscara de arroz puede ser considerada como un componente viable en la formulación de concretos de alta resistencia y durabilidad. Además, las implicaciones prácticas son significativas, ya que el uso de este residuo agrícola como adición en la industria del concreto no solo puede reducir los costos de producción, sino que también puede contribuir a la sostenibilidad ambiental al promover la reutilización de materiales residuales. Asimismo, se observó que la adición de ceniza de cáscara de arroz puede contribuir a la reducción de la retracción plástica y la generación de calor hidráulico durante el fraguado, lo que puede ser beneficioso en aplicaciones donde se requiere controlar estos aspectos, como en la construcción de estructuras masivas de concreto. Además, algunos estudios han sugerido que la ceniza de cáscara de arroz puede actuar como un agente activador en la reacción puzolánica, lo que contribuye a la mejora de las propiedades mecánicas del concreto a largo plazo.

A pesar de los resultados positivos, es importante reconocer algunas limitaciones en la literatura revisada. Por ejemplo, la mayoría de los estudios revisados se centran en condiciones de laboratorio, lo que puede limitar la extrapolación de los resultados a situaciones de campo. Además, la variabilidad en las fuentes y características de la ceniza de cáscara de arroz utilizada en los estudios revisados podría influir en los resultados y dificultar la comparación entre ellos. Otra limitación importante es la falta de estudios a largo plazo que evalúen la durabilidad a largo plazo de las estructuras de concreto que utilizan ceniza de cáscara de arroz como adición. Además, algunos investigadores han señalado la necesidad de evaluar el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en la resistencia a la abrasión y la resistencia al ataque químico en ambientes agresivos, como ambientes marinos o industriales. Estas limitaciones pueden impactar en la comprensión general del tema y resaltan la necesidad de investigaciones adicionales que aborden estas brechas y proporcionen una base más sólida para la aplicación práctica de la ceniza de cáscara de arroz en la industria del concreto.

En síntesis, los hallazgos de esta revisión sistemática respaldan la eficacia de la adición de ceniza de cáscara de arroz en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto. Sin embargo, es crucial abordar las limitaciones identificadas para fortalecer la evidencia y promover una aplicación más amplia y efectiva de esta tecnología en la industria de la construcción.

## **CONCLUSIONES**

Los principales hallazgos de esta revisión confirman que la adición de ceniza de cáscara de arroz tiene un impacto positivo en las propiedades físico-mecánicas del concreto. Se observa un aumento significativo en la resistencia a la compresión, una disminución en la permeabilidad y mejoras en la trabajabilidad del concreto. Además, se identificó que la ceniza de cáscara de arroz puede contribuir a reducir la retracción plástica y la generación de calor hidráulico durante el fraguado del concreto. Estos hallazgos amplían el conocimiento existente sobre los beneficios de utilizar este residuo agrícola como aditivo en la industria del concreto.

Se sugiere que futuras investigaciones abordan algunas lagunas identificadas en la literatura revisada. En particular, se necesitan estudios a largo plazo que evalúen la durabilidad a largo plazo de las estructuras de concreto que utilizan ceniza de cáscara de arroz como adición. Además, se requieren investigaciones que examinen el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en la resistencia a la abrasión y la resistencia al ataque químico en diferentes ambientes. Además, sería beneficioso explorar el potencial de combinaciones con otros materiales complementarios y desarrollar métodos de caracterización más avanzados para evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades del concreto.

Además, la adición de ceniza de cáscara de arroz puede ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad y durabilidad del concreto. Esto tiene implicaciones significativas para la industria de la construcción, dado que, puede contribuir a la reducción de costos de producción y al mismo tiempo

promover la sostenibilidad ambiental al reutilizar residuos agrícolas. Además, los resultados de esta revisión sugieren que el concreto con ceniza de cáscara de arroz puede ser una opción viable para aplicaciones que requieren resistencia y durabilidad mejoradas, como en la construcción de infraestructuras y edificaciones.

## REFERENCIAS

Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Matthey, P, y otros. 2, 2015, Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, Vol. 35, págs. 285-294.

Comparación de la adición de cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de tejas a cemento de geopolímero en base a cenizas volantes con cemento Portland. Nurtanto, D, y otros. 3, 2020, Revista ingeniería de construcción, Vol. 35, págs. 287-294.

Composition of Engineered Cementitious Composite with Local Materials, Composite Properties and Its Utilization for Structures in Developing Countries. Sikandar, A. y Majid, A. 1, 2023, Engineering Proceedings, Vol. 53, págs. 1-13.

Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. Camargo, N y Higuera, C. 1, 2017, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 27, págs. 91-109.

Effect of Incorporation of Rice Husk Ash Instead of Cement on the Performance of Steel Fibers Reinforced Concrete. Zaid, O., y otros. 2021, Frontiers in Materials, Vol. 8.

Effect of Rice-Husk as Replacement Cement on Mechanical Properties Concrete. Najmudin, M., y otros. 2, 2023, Journal of Mechanical Engineering, Vol. 20, págs. :91-104.

Influencia de cáscara de papa calcinada en propiedades de mezclas asfálticas en caliente. Chiclote, J y Muñiz, A. 1, 2024, Ingeniería, Vol. 34, págs. 50-61.

Influencia de la Sustitución Porcentual del Cemento por Ceniza de Cáscara de Arroz en Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto -2023. Alvarez, C y Orado, A. 4, 2023, Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Vol. 7, págs. 6246-6261.

Producción de hormigón verde a partir de ceniza de cascarilla de arroz y residuos de vidrio como sustitutos del cemento. Rúa, A, y otros. 2, 2022, rev. ion, Vol. 35, págs. 101-109.

Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto. Molina, N, y otros. 9, 2015, Ciencia e Ingeniería Neogranadina: Science and Engineering Neogranadina, Vol. 25, págs. 99-116.

Resistencia a compresión simple del concreto con yeso y residuos de conchas de abanico. De La Cruz, S, y otros. 1, 2022, Revista Boliviana de Química, Vol. 39, págs. 1-9.

Structural performance of self-healing concrete by Bacillus bacteria with addition of rice husk ash. Brégy Choque, A. S., Perez Yagama, C. y Urías Amaya, S. 2023, Structures, Vol. 61.

Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Huaquisto, S y Belizario, G. 2, 2018, Revista de Investigaciones Altoandinas, Vol. 20, págs. 225-234.