






## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Propuesta de un nuevo material a base de fibra de coco para la utilización en la industria de la construcción**

#### **Proposal for a new coconut fibre-based material for use in the construction industry**

Kristell Bonilla<sup>1</sup> , Carlos Chávez<sup>2</sup> , Stephanny Chávez<sup>3</sup> , Génesis Martínez<sup>4</sup>  y Guillermo Arriola<sup>4</sup> 

#### **RESUMEN**

La industria de la construcción busca reducir su impacto ambiental mediante el uso de materiales sostenibles que permitan aprovechar residuos agroindustriales. En este contexto, la fibra de coco surge como una alternativa ecoeficiente por su disponibilidad, bajo costo y propiedades físicas y mecánicas favorables. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar las propiedades físico-mecánicas y térmicas de paneles elaborados con fibra de coco tratados químicamente, a fin de determinar su viabilidad como material de construcción sostenible. Las fibras fueron sometidas a un proceso de secado y tratamiento con NaOH al 5.00% antes de su incorporación en la matriz. Se elaboraron especímenes para ensayos de densidad aparente, peso unitario, absorción de agua, humedad, resistencia mecánica y conductividad térmica. Los resultados mostraron una densidad aparente de 0.733 g/cm<sup>3</sup>, con un peso unitario de 0.025 g/cm<sup>3</sup>, confirmando la ligereza del material. La absorción de agua alcanzó el 20.00%, mientras que la humedad fue de 8.13%. En términos mecánicos, la fibra presentó una resistencia a la tensión de 574.00 kg/cm<sup>2</sup> y los paneles reforzados registraron valores de flexión entre 10.71 kg/cm<sup>2</sup> y 17.05 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 14.46 kg/cm<sup>2</sup>. Además, el biocompósito SO<sub>4</sub> mostró una conductividad térmica de 0.091 W/m·K, valor característico de materiales aislantes.

**Palabras clave:** Fibra de coco, biocompósitos, propiedades mecánicas, construcción sostenible.

#### **ABSTRACT**

The construction industry seeks to reduce its environmental impact through the use of sustainable materials that allow the use of agro-industrial waste. In this context, coconut fiber emerges as an eco-efficient alternative due to its availability, low cost, and favorable physical and mechanical properties. The objective of this study was to evaluate the physical-mechanical and thermal properties of panels made with chemically treated coconut fiber, in order to determine their viability as a sustainable construction material. The fibers were subjected to a drying process and treatment with 5.00% NaOH before being incorporated into the matrix. Specimens were developed for tests of bulk density, unit weight, water absorption, moisture, mechanical strength and thermal conductivity. The results showed a bulk density of 0.733 g/cm<sup>3</sup>, with a unit weight of 0.025 g/cm<sup>3</sup>, confirming the lightness of the material. Water absorption reached 20.00%, while humidity was 8.13%. In mechanical terms, the fiber presented a tensile strength of 574.00 kg/cm<sup>2</sup> and the reinforced panels registered bending values between 10.71 kg/cm<sup>2</sup> and 17.05 kg/cm<sup>2</sup>, with an average of 14.46 kg/cm<sup>2</sup>. In addition, the SO<sub>4</sub> biocomposite showed a thermal conductivity of 0.091 W/m·K, a characteristic value of insulating materials.

**Keywords:** Coconut fiber, biocomposites, mechanical properties, sustainable construction.

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Señor de Sipán, Perú. Email: [bbanceskristele@uss.edu.pe](mailto:bbanceskristele@uss.edu.pe), [chcotrinaca@uss.edu.pe](mailto:chcotrinaca@uss.edu.pe), [calvaress@uss.edu.pe](mailto:calvaress@uss.edu.pe), [gmartinezgenesi@uss.edu.pe](mailto:gmartinezgenesi@uss.edu.pe), [gariola@uss.edu.pe](mailto:gariola@uss.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria de la construcción enfrenta el reto de disminuir su impacto ambiental mediante la incorporación de materiales sostenibles que permiten reducir el uso de recursos no renovables y aprovechar residuos agroindustriales (Berardi & Iannace, 2015; Bianchi et al., 2023). Frente a esta problemática, se hace imprescindible el desarrollo de materiales ecoamigables que reduzcan la dependencia de recursos convencionales y al mismo tiempo se puedan aprovechar residuos agroindustriales que hoy en día generan un impacto negativo en el medio ambiente por su inadecuada acumulación (Colinart et al., 2021; Mehrzad et al., 2022; Mohammadi et al., 2024).

En regiones tropicales, la producción de coco genera grandes cantidades de residuos orgánicos que en su mayoría no son valorizados y generan un impacto agresivo y negativo a largo plazo (Castro et al., 2020). Esto representa una oportunidad para transformar insumos de origen natural en un valor agregado dentro de la industria de la construcción (Roque et al., 2020), por lo que la incorporación de fibras de coco en matrices cementicias o en biocompuestos, no sólo contribuye a una gestión más eficiente de los desechos, sino que también, promueve una economía circular que favorece tanto a los productores agrícolas como a los constructores (Zhang et al., 2023).

La relevancia científica de esta propuesta radica en demostrar la viabilidad técnica del uso de fibras de origen natural como refuerzo, analizando sus propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad bajo diferentes condiciones ambientales (Abhijeet et al., 2021; Sorte et al., 2024). Además, se busca generar evidencia experimental que permite escalar este tipo de soluciones hacia aplicaciones prácticas, fomentando la innovación en el diseño de materiales de construcción ecoeficientes (Qi et al., 2023; Pacheco-Torgal, 2020).

La fibra de coco, obtenida del mesocarpio del fruto del cocotero (*Cocos nucifera*), constituye un subproducto agrícola abundante en las regiones tropicales (Ravilal et al., 2025). La fibra se caracteriza por su baja densidad, alta resistencia a la tracción y durabilidad natural, lo que la convierte en un recurso atractivo para la elaboración de materiales de construcción no estructurales (Figueiredo et al., 2025; Lertwattanaruk et al., 2022). Su utilización no sólo contribuye a la reducción de residuos orgánicos, sino que también ofrece una alternativa de bajo costo frente a materiales convencionales como el drywall o la madera aglomerada (Alcivar et al., 2024; Kumar & Raja, 2021).

En este contexto, el desarrollo de materiales alternativos se ha convertido en una prioridad para responder a las exigencias de la economía circular y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con producción responsable e innovación en infraestructura (Arcila et al., 2026).

Diversos estudios han demostrado que la incorporación de fibras naturales en materiales compuestos mejora las propiedades como la tenacidad, el comportamiento frente a agentes químicos y la capacidad de absorber tensiones, tal como lo muestran Guruswamy et al. (2024) y Ly et al. (2022) en sus respectivas investigaciones, ya que evaluaron el uso de fibra de coco como refuerzo sostenible para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. Mientras que Akarsh et al. (2025) identificaron que la mezcla óptima con 0.30% de fibra de coco y 10.00% de ceniza de bagazo de caña aumentaron en un 12.00% en las propiedades mecánicas. Asimismo, Rodríguez-Robalino et al. (2025), evaluaron los compuestos de fibra de coco, donde demostraron que la incorporación del 17.50% de esta fibra, aumentó significativamente en 20.50% la resistencia a la tracción.

Por otro lado, Figueiredo et al. (2025), analizaron fibras de coco y alginato de sodio con ensayos de tensión y compresión, determinando un aumento de un 10.00% en compresión y su deformación de hasta 1.13 N/mm<sup>2</sup>. También Mishra & Kumar (2025), encontraron que la fibra de coco empleada en el concreto, desarrolla una mejor resistencia a la flexión, lo cual ofrece una gran solución sostenible en la construcción. Además, Rodríguez-Robalino et al. (2025), analizaron el efecto de la fibra de coco como material térmico, incorporando en volumen hasta el 17.50%, y estudiaron sus propiedades mecánicas y térmicas, así como comportamiento bajo la acción del agua, donde indicaron que la adición de fibra de coco redujo la densidad en un 10.00%, mejorando además la resistencia a la flexión en un 20.50%, la resistencia a la compresión en un 28.40%, pero se disminuyó la conducción térmica en un 56.30%, lo que incrementó la eficiencia energética en 7.80%. Estos hallazgos confirman la viabilidad técnica de la fibra de coco como material complementario en el sector construcción.

Del mismo modo Burhanudin & Setiawan, (2025), utilizaron fibra de coco y ceniza volante en el concreto, donde integraron rangos de 0.25%, 0.50% y 1.00% en proporciones combinadas. El análisis de dicha investigación reveló que la adición de ambos insumos mejoró en un 32.52% la resistencia a la tracción, para la proporción óptima del 0.50%. Además, Satheesh et al., (2024), utilizaron fibra de coco y ceniza de fibra de coco para mejorar la eficiencia y las propiedades de resistencia del concreto, para tal fin, utilizaron desde el 5.00% y el 20.00% en peso del cemento.

Así mismo, lograron examinar diversas propiedades, como la trabajabilidad, las principales propiedades mecánicas y la durabilidad. Finalmente determinaron que la adición de fibra de coco aumenta la resistencia a la compresión, flexión y tracción en un 10.36%, 8.75% y 7.70% a los 28 días, respectivamente, en comparación con el concreto estándar.

En ese contexto, en el Perú, De La Cruz & Guerrero (2019), analizaron la incorporación de fibra de coco en adoquines con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual con la incorporación del 0.15% de este insumo, se notó un aumento de la resistencia a la compresión en 16.50%. Además, Cedeño et al. (2024) evaluaron la incorporación de fibra de coco con una resistencia del 210 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto convencional, demostrando que la incorporación del 1.00% alcanza un aumento 17.50% en resistencia a la flexión.

En ese sentido, la presente investigación propone el desarrollo y evaluación de paneles elaborados con fibra de coco tratada químicamente, con el objetivo de determinar sus propiedades físicas y mecánicas, su resistencia a condiciones ambientales adversas y su viabilidad económica como material alternativo. De esta manera, se busca aportar con evidencia científica que respalda el uso de la fibra de coco como un insumo ecoeficiente en la construcción, contribuyendo a la innovación tecnológica y a la sostenibilidad en la ingeniería civil y ambiental.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales**

Las fibras de coco se extrajeron principalmente de la Región San Martín, ubicado en la selva central del Perú. Posteriormente, estas fibras se dejaron secar a temperatura ambiente durante un periodo de 30 días. Una vez culminado este proceso inicial, y antes de su utilización, se sometieron a un secado adicional en una cámara climática durante 24 horas a una temperatura de 50°C. Estas condiciones controladas de secado resultaron en una reducción de masa del 26.70% y aseguraron que las fibras tuvieran características uniformes en términos de humedad, minimizando las variaciones que podrían afectar los resultados de las pruebas de caracterización posteriores.

Con el fin de mejorar la adherencia entre la fibra y la matriz cementicia, la fibra de coco fue tratada químicamente con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 5.00% en concentración, tal y como recomienda Arcila et al. (2025) para el tratamiento de fibras de origen natural. Finalmente, las fibras de la solución alcalina, se dejaron secar nuevamente en

condiciones controladas antes de ser incorporadas en la matriz, tal como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Tratamiento de las fibras de coco*

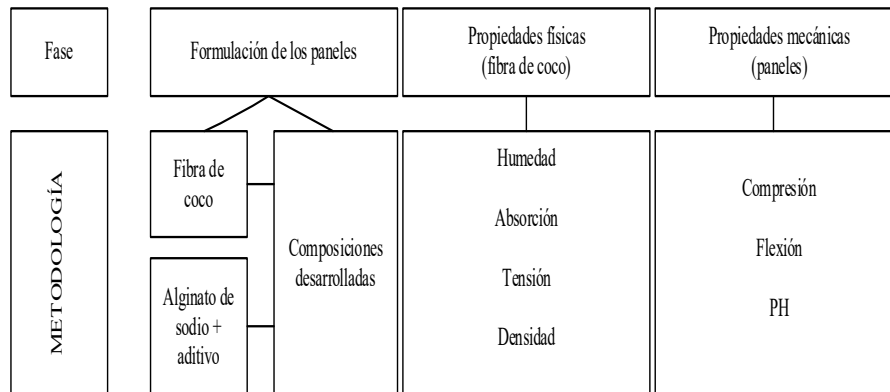


## Métodos

La metodología empleada en este estudio se ilustra en la Figura 2, el cual incluyó: i) formulación de los paneles; ii) propiedades físicas; iii) propiedades mecánicas, esto con el objetivo de conocer las propiedades mecánicas en condiciones ambientales adversas, a la vez que se desarrollen materiales biocompuestos innovadores y sostenibles con un rendimiento térmico y acústico mejorado.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo de la metodología empleada*



### Protocolo de producción de muestras

Con el propósito de evaluar los efectos de la dosificación de la mezcla y la factibilidad de incorporar fibras de coco tratadas con un aglutinante de origen biológico, se elaboraron y caracterizaron un total de 12 especímenes destinados a la ejecución de diversos ensayos experimentales, tal y como se muestra el procedimiento experimental desarrollado en el laboratorio en la Figura 3. Cabe indicar que se evaluó una mezcla compuesta por 0.20 gramos de fibra de coco previamente triturada, 50 mililitros de adhesivo (cola) y 250 mililitros de agua, obteniéndose una solución con un volumen total de 300 mililitros de adhesivo diluido. La mezcla se colocó en moldes de 50.00 mm x 50.00 mm x 50.00 mm y 40.00 mm x 40.00 mm x 160.00 mm y se prensó manualmente. Después de llenar completamente los moldes, las muestras se curaron en una cámara climática durante 72 horas a una temperatura de 50.00°C.

**Figura 3**

*Producción de las muestras en laboratorio*



También, se evaluó la resistencia mecánica de las muestras y se utilizó como criterio de rendimiento para garantizar la caracterización y el desarrollo de paneles aislantes. Además, se investigó la geometría de la superficie para mejorar el coeficiente de absorción acústica. Se investigó también, la geometría superficial de las muestras para examinar cómo las geometrías superficiales afectan la interacción de las ondas sonoras con el material, con el fin de mejorar la eficiencia de absorción acústica.

En el caso de la geometría de la superficie se manipuló durante el proceso de moldeo con las muestras en estado fresco. Por lo tanto, se fabricaron cuatro encofrados diferentes. Las diferentes geometrías de encofrado consistieron en cubos y vigas. Esta geometría se ejecutó en dos fases e incluyó orificios cilíndricos en la primera. Posteriormente, se rotó la probeta y se añadieron orificios adicionales de menor diámetro. Todos estos procedimientos se desarrollaron en relación a la propuesta de la investigación de Figueiredo et al. (2025), el cual es aplicable y válido para biocompuestos a base de fibras de coco.

#### **Pruebas mecánicas**

La resistencia a la compresión y a la flexión de las diferentes probetas de biocompuesto se evaluaron de acuerdo a la norma EN 1014-11 (BS EN 1015-11. 1999). Además, se utilizó una máquina de ensayos universal Forney LA – 3626 – 220 de 44.50 KN con una célula de carga de 5 KN para realizar ambos ensayos. La resistencia a la flexión y a la compresión se determinó mediante el ensayo de tres probetas de 40.00 mm x 40.00 mm x 160.00 mm curadas durante 72 horas en una cámara climática a 50°C.

#### **Pruebas de conductividad térmica**

La conductividad térmica del biocompuesto SO<sub>4</sub> fue determinada mediante el método de fuente de calor plana transitoria (TPS), empleando para ello un equipo HotDisk TPS 2500 S, acompañado de un portamuestras y un sensor de Kapton. Este método ha sido seguido por Liuzzi et al. (2020) y Figueiredo et al. (2025), los cuales manifiestan que, es el adecuado para el ensayo de materiales homogéneos e isotropos, así como de materiales anisotrópicos con estructura aniaxial, siempre que los valores de conductividad térmica se encuentren en un rango de 0.01 a 500.00 W.m. Para este ensayo en particular, se presentaron dos muestras cada una con un diámetro de 15.00 mm y un espesor de 9.00 mm.

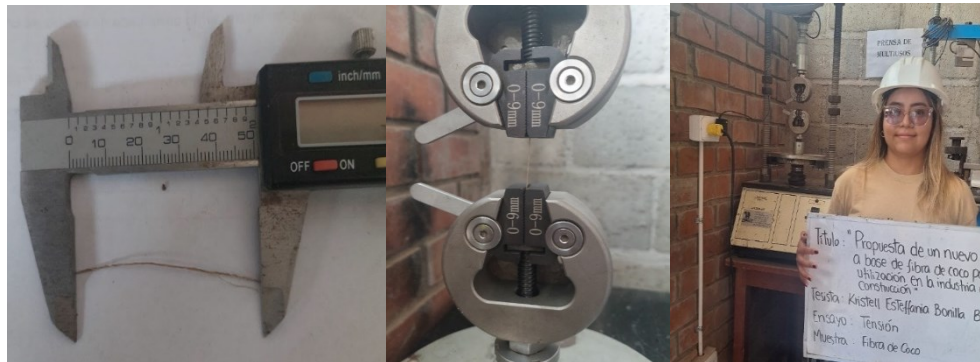
## RESULTADOS

### Propiedades físicas de elementos de fibra de coco

Los ensayos físicos de la fibra de coco mostraron una densidad aparente de  $0.733 \text{ g/cm}^3$ , confirmando su liderazgo y aporte a la reducción de peso en biocompuestos. El peso unitario fue de  $0.025 \text{ g/cm}^3$  y el peso unitario compactado fue de  $0.05 \text{ g/cm}^3$ , lo que evidencia su capacidad de acomodación y disminución de vacíos. La absorción de agua alcanzó un 20.00%, indicando alta porosidad e hidrofiliidad, lo que puede afectar la durabilidad, aunque favorece la adherencia mecánica con la matriz. El contenido de humedad fue de 8.13%. Así mismo, la Figura 4, muestra la resistencia a la tensión, la cual fue de  $574.00 \text{ kg/cm}^2$ , confirmando el uso de la fibra de coco como refuerzo importante y sostenible en materiales compuestos, siempre que se apliquen tratamientos adecuados para mejorar su adherencia y reducir la absorción.

**Figura 4**

*Resistencia a la tensión de la fibra de coco*



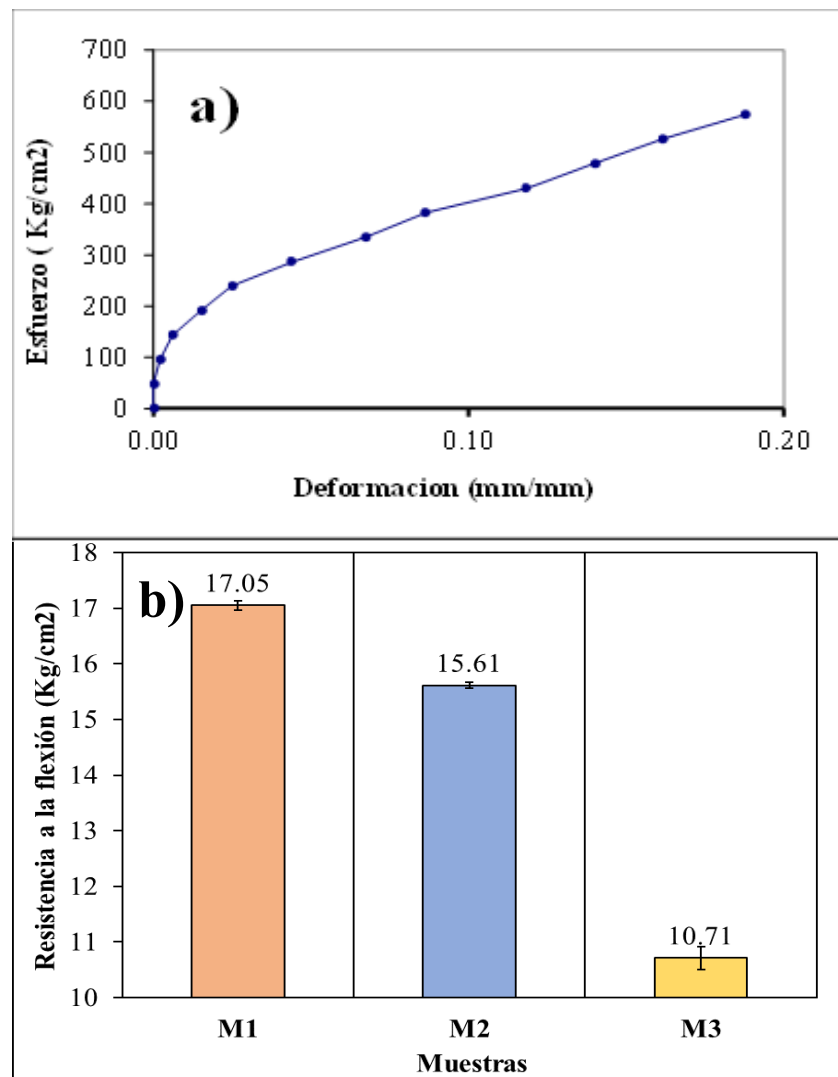
### Propiedades mecánicas

La Figura 5 muestra la tensión y flexión en función del desplazamiento de las muestras. Para un valor de tensión corresponde a una marca de deformación del 10.00%, que representa la deformación de la muestra con respecto a la altura total (Figura 5a). Asimismo, el ensayo de resistencia a la flexión realizado a los paneles reforzados con fibra de coco (Figura 5b), arrojaron valores para la muestra M1 de  $17.05 \text{ kg/cm}^2$ , para la muestra M2 de  $15.61 \text{ kg/cm}^2$  y para la muestra M3 de  $10.71 \text{ kg/cm}^2$ . Estos resultados evidenciaron cierta viabilidad en el desempeño mecánico del material, con un promedio de resistencia de  $14.46 \text{ kg/cm}^2$ , lo que permite apreciar la capacidad del biocompuesto para resistir esfuerzos de flexión en condiciones de carga.

Así mismo se realizó un análisis estadístico ANOVA con la finalidad de establecer la existencia de diferencias significativas entre los valores de las muestras de la resistencia a la flexión (Figura 5b), mediante la prueba de medias de Tukey, determinándose que si existen diferencias significativas entre dichas muestras ( $p=4.76E-17$ ;  $F=3145.62 > F_{\text{crítico}}=3.89$ ), mostrando que el valor promedio de la muestra M1 (17.05 kg/cm<sup>2</sup>) fue el de mejor desempeño, respecto a los demás tratamientos.

**Figura 5**

*Características mecánicas de paneles: (a) esfuerzo de tensión; (b) esfuerzo de flexión*



### **Conductividad térmica**

El biocomposito SO<sub>4</sub> presentó una conductividad térmica media valor de  $0.091 \pm 0.002$  W/m·K. Sin embargo, un análisis literario, donde se utilizaron fibras de coco y otros aglutinantes de base biológico, indican valores de 0.08 W/m·K (Muthuraj et al., 2019). Esto sugiere, que los resultados obtenidos en este estudio podrían mejorar aún más el diseño de mezcla de formulación y refinar el proceso de producción de las muestras para un posterior uso como elemento de construcción.

### **DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que la fibra de coco presenta propiedades físico-mecánicas y térmicas que la posicionan como un material alternativo viable en la industria de la construcción. En términos físicos, la baja densidad ( $0.733$  g/cm<sup>3</sup>) conforma su potencial para la elaboración de elementos ligeros, en concordancia con lo reportado por Figueiredo et al. (2025), quienes señalan que la incorporación de fibras vegetales reduce significativamente el peso biocompuestos sin comprometer su integridad estructural.

En cuanto a la absorción de agua (20.00%) y el contenido de humedad (8.13%), los valores reflejan la naturaleza higroscópica de la fibra, similar a lo documentado por Cedeño et al. (2024). Aunque esta condición puede limitar la durabilidad del material en ambientes húmedos, también contribuye a una mejor adherencia mecánica con la matriz cementicia. De este modo, resulta indispensable la implementación de tratamiento químicos superficiales que reduzcan su hidrofiliidad, aspecto corroborado por Alcívar et al. (2024), quienes observaron mejoras notables en la durabilidad tras aplicar tratamientos alcalinos.

Desde la perspectiva mecánica, la resistencia a la tensión de la fibra ( $574.00$  kg/cm<sup>2</sup>) y la resistencia a flexión de los paneles (valor promedio de  $14.46$  kg/cm<sup>2</sup>) evidencian un desempeño favorable, aunque menor en comparación con materiales tradicionales como la madera aglomerada. Sin embargo, estos valores resultan competitivos frente a otros biocompuestos estudiados por Guruswamy et al. (2024), quienes destacaron incrementos de entre 10.00% y 15.00% en la resistencia de compuestos reforzados con fibras naturales.

Respecto a las propiedades térmicas, la conductividad del biocompuesto ( $0.091$  W/m.K) se encuentra dentro del rango de los materiales aislantes, lo que coincide con lo descrito por Muthuraj et al. (2019) y Figueiredo et al. (2025). Este hallazgo resalta el potencial de la fibra de coco, no sólo como refuerzo estructural, sino también como un componente sostenible en el

desarrollo de paneles de aislamiento térmico y acústico, favoreciendo la condición energética de las edificaciones.

## **CONCLUSIONES**

La fibra de coco presentó una densidad aparente baja, lo que confirma su ligereza y potencial para la reducción de peso en biocompuestos, favoreciendo su aplicación en la industria de la construcción.

Los valores del peso unitario y peso unitario compactado evidencian la capacidad de la fibra para disminuir vacíos en la matriz, lo cual contribuye a una mejor integración en materiales compuestos.

La fibra mostró una alta absorción de agua y contenido de humedad, lo que resalta la necesidad de aplicar tratamientos superficiales que controlen su hidrofiliidad para mejorar la durabilidad y la adherencia con matriz cementicia.

En términos de las respuestas mecánicas, la tensión de rotura demostró que la fibra de coco, posee resistencia significativa, reforzando su viabilidad como un material complementario adecuado y sostenible. En tanto, los ensayos de flexión en los paneles reforzados con fibra de coco alcanzaron un valor promedio de 14.46 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual evidencia un desempeño mecánico aceptable frente a cargas de flexión.

Finalmente, la conductividad térmica del biocompuesto, lo ubica dentro del rango de materiales aislantes, lo que incrementa su potencial como material ecoeficiente para aplicaciones en construcción, abriendo una oportunidad para líneas de investigación en la ingeniería civil, ambiental y ramas afines sobre el uso potencial de este tipo de biocompuestos en el sector construcción.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abhijeet, G., Lata, S., Nath, T., & Kumar, S. (2021). Investigation of indoor environment quality and factors affecting human comfort: A critical review. *Building and Environment*, 204. doi:10.1016/j.buildenv.2021.108146

Akarsh, Marathe, S., Harsimran, K., & Akshaya, K. (2025). Synergistic effects of natural fibres and agro-waste ash on the engineering and sustainability of stone-matrix asphalt mixes. *International Journal of Transportation Science and Technology*. doi:10.1016/j.ijtst.2025.02.010

- Alcivar, S., Petroche, D., & Ramirez, A. (2024). Characterization and life cycle assessment of alkali treated abaca fibers: The effect of reusing sodium hydroxide. *Construction and Building Materials*, 449. doi:10.1016/j.conbuildmat.2024.138522
- Arcila, S., Garcia, J., Villegas, L., Damiani, C., Arriola, G., Villena, L., & Idrogo, C. (2025). Valorization of treated bamboo fiber in the mechanical strength and durability of concrete. *Innovative Infrastructure Solutions*, 10(6). doi: 10.1007/s41062-025-02022-w
- Berardi, U., & Iannace, G. (2015). Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications. *Building And Environment*, 94, 840-852. doi: 10.1016/j.buildenv.2015.05.029
- Bianchi, F., Francisco, C., Teixeira, M., Neves, S., Costa, F., & Garcez, A. (2023). A review of the use of coconut fiber in cement composites. *Polymers*, 15(5). doi:10.3390/polym15051309
- Burhanudin, I., & Setiawan, A. (2025). Effect of coconut fibre on the compressive and tensile strength of geopolymer concrete. *Jurnal Komposit*. doi:10.32832/komposit.v9i1.16456
- Castro, H., Romero, B., Vásquez, C., & Arriola, G. (2020). Influencia de la cáscara y fibra de coco en mezclas asfálticas en caliente. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(2), 176-190. doi:10.26495/icti.v7i2.1506
- Cedeño, J., Vines, J., & Guerra, J. (2024). Fibra de coco y su efecto en la resistencia a la compresión simple y prorsidad del hormigón. *Polo de Conocimiento*, 9(1), 1948-1962. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6475>
- Colinart, T., Pajot, M., Vineslas, T., Hellouin, A., & Lecompte, T. (2021). Thermal conductivity of biobased insulation building materials measured by hot disk: Possibilities and recommendation. *Journal of Building Engineering*, 43. doi:10.1016/j.job.2021.102858
- De La Cruz, L., & Guerrero, E. (2019). *Adición de fibra de coco en bloques de concreto, para mejorar la resistencia a la compresión, Moyobamba, 2019*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49010>

- Figueiredo, A., Vela, G., Ascensao, G., Vettorazzi, E., Vicente, R., & Oliveira, M. (2025). Development of an innovative biocomposite using coconut fibres and bio-based binder for thermal and acoustic applications in buildings. *Journal of Cleaner Production*, 491. doi:10.1016/j.jclepro.2025.144834
- Guruswamy, K., Thambiannan, S., Anthonysamy, A., Jalgaonkar, K., Dukare, A., Pandiselvam, R., & Jha, N. (2024). Coir fibre-reinforced concrete for enhanced compressive strength and sustainability in construction applications. *Heliyon*, 10(21). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e39773
- Kumar, S., & Raja, V. (2021). Processing and determination of mechanical properties of Prosopis juliflora bark, banana and coconut fiber reinforced hybrid bio composites for an engineering field. *Composites Science and Technology*, 208. doi:10.1016/j.compscitech.2021.108695
- Lertwattanaruk, P., Makul, N., & Masuwan, K. (2022). Experimental study of acoustical insulation of cement-based board prepared with waste coconut coir and oil palm fibers. *Journal of Green Building*, 16(4), 63–81. doi: 10.3992/jgb.16.4.63
- Liuzzi, S., Rubino, C., Martellotta, F., Stefanizzi, P., Casavola, C., & Pappalettera, G. (2020). Characterization of biomass-based materials for building applications: The case of straw and olive tree waste. *Industrial Crops And Products*, 147. doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112229
- Ly, E., Khiari, R., & Ndiaye, D. (2022). The acoustic properties of coir coconut fiber. *Coir Fiber and its Composites: Processing, Properties and Applications*, 359-372. doi: 10.1016/B978-0-443-15186-6.00090-4
- Mehrzad, S., Taban, E., Soltani, P., Samaei, S., & Khavanin, A. (2022). Sugarcane bagasse waste fibers as novel thermal insulation and sound-absorbing materials for application in sustainable buildings. *Building and Environment*, 211. doi:10.1016/j.buildenv.2022.108753

- Mishra, R., & Kumar, D. (2025). A comprehensive review sustainable use of coconut shell and coir fiber in concrete. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering*, 13(6), 2523-2529. doi:10.22214/ijraset.2025.72744
- Mohammadi, M., Taban, E., Tan, W., Che Din, N., Putra, A., & Berardi, U. (2024). Recent progress in natural fiber reinforced composite as sound absorber material. *Journal of Building Engineering*, 84. doi:10.1016/j.jobbe.2024.108514
- Muthuraj, R., Lacoste, C., Lacroix, P., & Bergeret, A. (2019). Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husk, wheat husk, wood fibers and textile waste fibers: Elaboration and performances evaluation. *Industrial Crops and Products*, 135, 238-245. doi:10.1016/j.indcrop.2019.04.053
- Pacheco-Torgal, F. (2020). Introduction to biobased materials and biotechnologies for eco-efficient construction. *Bio-Based Materials and Biotechnologies for Eco-Efficient*, 1-16. doi:10.1016/B978-0-12-819481-2.00001-5
- Qi, L., Zhi, C., Meng, J., Wang, Y., Liu, Y., Song, Q., Wu, Q., Wei, L., Dai, Y., Zou, J., Miao, M., & Yu, L. (2023). Highly efficient acoustic absorber designed by backing cavity-like and filled-microperforated plate-like structure. *Materials & Design*, 225. doi:10.1016/j.matdes.2022.111484
- Ravilal, R., Sandip, O., & Girish, D. (2025). Experimental study of concrete using natural coconut fiber. *Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 09(04), 1-9. doi: 10.55041/IJSREM44408
- Rodríguez-Robalino, M., Ferrández, D., Verdú-Vásquez, A., & Zaragoza-Benzal, A. (2025). Development and performance of coconut fibre gypsum composites for sustainable building materials. *Buildings*, 15(11). doi: 10.3390/buildings15111899
- Roque, E., Oliveira, R., Almeida, R., Vicente, R., & Figueiredo, A. (2020). Lightweight and prefabricated construction as a path to energy efficient buildings: Thermal design and execution challenges. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 19(1), 1-32. doi: 10.1504/IJESD.2020.105465

- Satheesh, S., Murugesan, R., Sivaraja, M., & Athijayamani, A. (2024). Innovative eco-friendly concrete utilizing coconut shell fibers and coir pith ash for sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(13). doi:10.3390/su16135316
- Sorte, S., Figueiredo, A., Vela, G., Olivera, M., Vicente, R., Relvas, C., & Martins, N. (2024). Evaluating the feasibility of shredded wind turbine blades for sustainable building components. *Journal of Cleaner Production*, *434*. doi:10.1016/j.jclepro.2023.139867
- Zhang, J., You, Q., Ren, G., Ullah, S., Normatov, I., & Chen, D. (2023). Inequality of Global Thermal Comfort Conditions Changes in a Warmer World. *Earth's Future*, *11*(2). doi:10.1029/2022ef003109