

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE COMPUESTO A BASE DE CEMENTO
REFORZADO CON FIBRAS VEGETALES
*MECHANICAL BEHAVIOR OF COMPOSITE BASED ON CEMENT REINFORCED
WITH OF VEGETABLES FIBER*

Juan Pablo Villate Díaz¹
John Jairo Bautista Rocha²

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de un programa experimental sobre el comportamiento mecánico de un compuesto a base de cemento reforzado con fibras vegetales. Se realizaron ensayos a tracción directa tanto de la fibra como del compuesto. El compuesto reforzado con la fibra de chontaduro resultó con la formación una única fisura.

Palabras claves: fibras vegetales; compuesto a base de cemento; comportamiento mecánico.

ABSTRACT

This work presents the results of an experimental program relating to the mechanical behavior of vegetables fibers and cement-based composites reinforced with these fibers. The composites presented a strain softening behavior with the formation of only one crack.

Keywords: vegetable fiber; Cement-based composite; Mechanical behavior.

¹ Ingeniero civil, Magíster en estructuras. Docente tiempo completo Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Facatativá, Colombia. villate.juan@uniagraria.edu.co.

² Estudiante ingeniería civil, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia, bautista.john@uniagraria.edu.co

INTRODUCCIÓN

Los materiales de construcción como el acero, el concreto y la madera son los componentes más relevantes en la infraestructura y presentan una alta demanda hoy en día. No obstante, por los elevados costos de estos materiales y su gran impacto negativo en el medio ambiente, se ha aumentado el uso de materiales sustentables, como lo son los compuestos reforzados con fibras naturales (George, Sreekala, y Thomas, 2001). Estos compuestos naturales pueden reducir el desecho de la industria de la construcción y aumentar la eficiencia energética, ya que ofrecen una solución a la infraestructura en poblaciones menos favorecidas, así como promueven el concepto de sustentabilidad.

Estudios sobre compuestos reforzados con fibras largas y bidireccionales muestran que tienen una mayor resistencia a la tracción y una alta capacidad de absorción de energía, con la formación de múltiples fisuras (Fidelis, Silva y Filho, 2014; Silva, Zhu, Mobasher, Soranakom y Filho, 2010). Para esto, el contenido de fibra debe ser mayor que la fracción crítica (Bentur y Mindess, 2007). Los estudios acerca de la interfaz de la fibra natural con una matriz de cemento muestran que las secciones transversales irregulares presentan altos niveles de adherencia, con valores promedio hasta de 0.92 MPa (para sisal fibras) (Silva, Mobasher, Soranakom, y Filho, 2011). En caso de que se produzca una alteración en la interfaz, por ejemplo, estos valores de adherencia

pueden mejorar y aumentar hasta 1.25MPa con un recubrimiento polimérico (Fidelis et al., 2014).

La búsqueda de nuevos materiales sustentables ha motivado este trabajo. Los autores han buscado una alternativa con una fibra natural como la de chontaduro, además que esta planta tiene un crecimiento rápido. El objetivo primordial del presente trabajo era desarrollar, caracterizar y evaluar el comportamiento mecánico tanto de la fibra como del compuesto a base de cemento reforzado con fibras de chontaduro (Silva, Filho, Filho y Fairbairn, 2010; Filho, Silva, Fairbairn y Filho, 2009; Filho, Ghavami, England y Scrivener, 2003).

Apremia entonces la creación de un material que se ajuste a las necesidades de las poblaciones menos favorecidas, donde los materiales convencionales tienen un costo muy alto. Además, en lugares remotos, su accesibilidad y transporte es complejo. Las fibras naturales, este nuevo material con refuerzos renovables, se investigan y se trabajan en pro de los pilares de la Fundación Universitaria Agraria, para llevar desarrollo a las poblaciones rurales.

Programa experimental

Las fibras se organizaron unidireccionalmente en el sentido axial a la carga, para que los esfuerzos a tracción estuvieran distribuidos al largo de la fibra, como se muestra en la Figura 1.

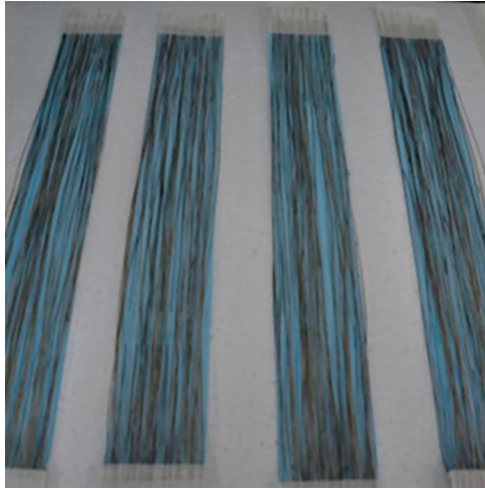


Figura 1. Ensayo a tracción directa de la fibra de chontaduro.
Fuente: elaboración propia.

Los ensayos de tracción directa del compuesto se realizaron en el modelo MTS 311 con una celda de 1000 kN. La velocidad de desplazamiento fue 0,5 mm/

min, como se muestra en la Figura 2. Las dimensiones de cada cuerpo de prueba fueron de 400 x 50 x 15 mm (longitud x ancho x espesor).

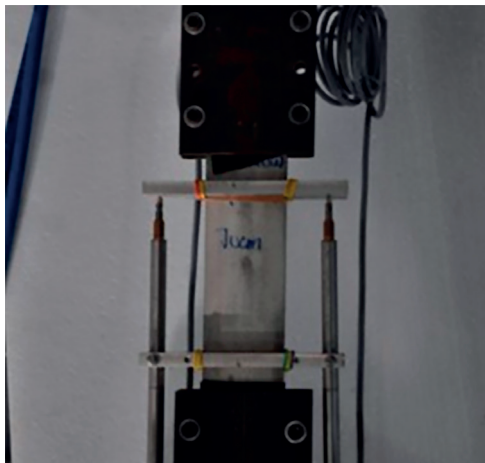


Figura 2. Ensayo de tracción directa compuesto.
Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

La fibra obtuvo un módulo de

elasticidad de 8 GPa y una resistencia a tracción de 190 MPa, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados ensayo a tracción fibra de chontaduro.

Tipo de fibra	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Resistencia máxima a tracción (MPa)	Deformación máxima (%)	Módulo de elasticidad GPa
Chontaduro	20	0,4 ±0,04	190 ±17,8	2,8 ±0,3	7,3 ±0,8

Fuente: elaboración propia.

Una de las consecuencias de no obtener un comportamiento dúctil en la conformación de múltiples fisuras es la baja adherencia de la fibra de chontaduro con la matriz de cemento, que también se mencionó en otros estudios (de Farias, Farina, Pezzin y Silva, 2009). Se puede ver que el comportamiento mecánico del compuesto,

cuando se utiliza fibras, aunque se presente una formación de una sola fisura como se muestra en la Figura 3, después existen un endurecimiento causada por la resistencia establecida por las fibras, hasta la falla de las mismas. Este comportamiento frágil puede también deberse a la baja fracción volumétrica de fibra en la matriz.

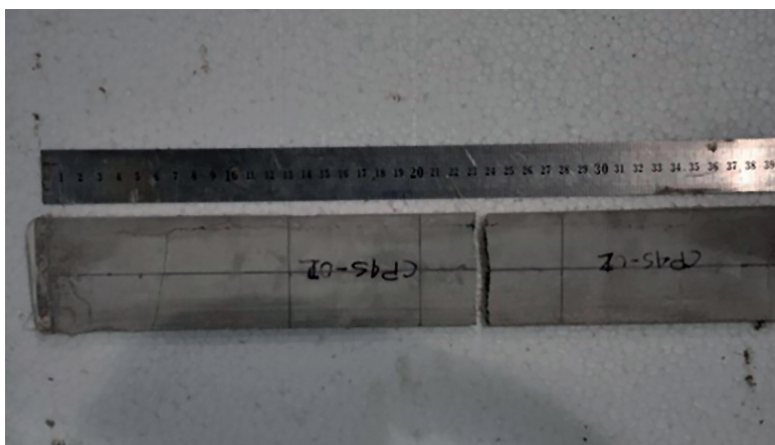


Figura 3. Formación de única fisura dentro del rango del compuesto.

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

La fracción volumétrica de las fibras tiene una gran influencia en la resistencia y el módulo de elasticidad. El comportamiento mecánico a tracción del compuesto inició con un aumento de una única fisura, seguido de un endurecimiento que llegó finalmente a la falla del material. El comportamiento frágil del compuesto es ocasionado por la baja de la cantidad de volumen de fibra utilizada; por tanto, las fibras necesitan un tratamiento en su superficie para aumentar su adherencia con aumento en la fracción volumétrica para que se genere una formación múltiple de fisuras.

Este análisis es vital para mejorar las propiedades de adherencia, para seguir una secuencia experimental usando otras fibras naturales y para determinar cuál se adapta a un modelo y a las necesidades de la vivienda unifamiliar de un piso. Mediante trabajos futuros, esperamos que se realice un diseño estructural sujeto a unas memorias de cálculo y planos y que se use un sistema constructivo de muros de carga que cumpla con los parámetros mínimos de diseño, para que sea una construcción con un impacto positivo económica y socialmente.

REFERENCIAS

- Bentur, A., y Mindess, S. (Eds.) (2007). *Fibre reinforced cementitious composites*. Oxford: Taylor & Francis.
- De Farias, M., Farina, M., Pezzin, A., y Silva, D., (2009). Unsaturated polyester composites reinforced with fiber and powder of peach palm: Mechanical characterization and water absorption profile. *Materials Science and Engineering*, 29 (2), pp. 510-513. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2008.09.020>
- Fidelis, M. E., Silva, F., y Filho, R. (2014). The Influence of Fiber Treatment on the Mechanical Behavior of Jute Textile Reinforced Concrete. *Key Engineering Materials*, 600, pp. 469-474, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.600.469
- Filho, R., Ghavami, K., England, G., y Scrivener, K. (2003). Development of vegetable fibre–mortar composites of improved durability. *Cement and Concrete Composites*, 25 (2), pp. 185-196. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00018-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00018-5)
- Filho, R., Silva, F., Fairbairn, E., y Filho, J. (2009). Durability of compression molded sisal fiber reinforced mortar laminates. *Construction and Building Materials*, 23 (6), pp. 2409-2420. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.10.012>
- George, J., Sreekala, M. S., y Thomas, S. (2001). A Review on Interface Modification and Characterization. *Polymer Engineering and Science*, 41 (9), pp. 1471-1485.
- Silva, F., Filho, R., Filho, J., y Fairbairn, E. (2010). Physical and mechanical properties of durable sisal fiber–cement composites. *Construction and Building Materials*, 24 (5), pp. 777-785, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.030>
- Silva, F., Mobasher, B., Soranakom, C., y Filho, R. (2011). Effect of fiber shape and morphology on interfacial bond and cracking behaviors of sisal fiber cement based composites. *Cement and Concrete Composites*, 33 (8),

pp. 814-823, doi: <http://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.05.003>

Silva, F., Zhu, D., Mobasher, B., Soranakom, C., y Filho, R. (2010). High speed

tensile behavior of sisal fiber cement composites. *Materials Science and Engineering*, 527 (3), pp. 544-552, doi: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2009.08.013>