

---

# FIBRA DE MOCORA COMO REFUERZO DE RESINA POLIESTER PARA APLICACIONES MECÁNICAS

*Mocora fiber as polyester resin reinforce for mechanical applications*

*Fibra Mocora como resina de poliéster reforça para aplicações mecânicas*

---

Juan Francisco Nicolalde<sup>1</sup>, Javier Martínez-Gómez<sup>1-2</sup>, Álvaro Ávila<sup>2</sup> & Javier Manguashca<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura e Ingeniería. Universidad Internacional SEK. Quito-Ecuador.  
Correo: jnicolalde.mdm@uisek.edu.ec

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura e Ingeniería. Universidad Internacional SEK. Quito-Ecuador.  
Correo: javier.martinez@uisek.edu.ec

<sup>2</sup> Centro de Investigación. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables-INER. Quito-Ecuador. Correo: javier.martinez@iner.gob.ec

<sup>2</sup> Centro de Investigación. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables-INER. Quito-Ecuador. Correo: alvaro.avila@iner.gob.ec

<sup>3</sup> Centro de Investigación. Instituto Espacial Ecuatoriano-IEE. Quito-Ecuador. Correo: javier.manguashca@institutoespacial.gob.ec

Fecha de recepción: **28 de mayo de 2018**

Fecha de aceptación: **15 de febrero de 2019**

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** El refuerzo de resinas con fibras naturales es utilizado a nivel mundial y debido a la biodiversidad del Ecuador sus fibras de origen natural supondrían un aporte a la manufactura de partes como materiales compuestos. **OBJETIVO.** Caracterizar la fibra de mocora como refuerzo de resina poliéster insaturada, determinar las propiedades del material y encontrar la viabilidad de aplicaciones en el área mecánica. **MÉTODO.** Esta investigación comienza con el levantamiento y documentación de información de la fibra. Caracterización de la fibra tomando medidas, realizando microscopia, SEM, análisis de absorción de humedad, observación de la reacción de la fibra ante la resina, caracterización mecánica del material compuesto, diseñando moldes para probetas y pruebas mecánicas en base a normas ASTM. **RESULTADOS.** Se demuestra que la fibra tiene distintas longitudes en orientaciones 90° con un recubrimiento, la fibra tiene capas impermeables y surcos internos, tiene una absorción de humedad promedio de 61%, el molde de madera resiste la presión, hay encapsulación de la



fibra, pero no tiene mojabilidad con la resina poliéster **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** El molde obtiene probetas sin derramamientos, pero la fibra es inviable como material compuesto bajo las condiciones naturales, sugiriendo futuras investigaciones con tratamientos enzimáticos a la fibra.

**Palabras clave:** Compuestos, mocora, poliéster, SEM, mecánica, simulación.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The reinforcement of resins with natural fibers is used worldwide and due to the biodiversity of Ecuador its natural origin fibers would suppose a contribution to the manufacture of parts as composite materials. **OBJECTIVE.** Characterize the mocora fiber as reinforcement of unsaturated polyester resin, determine the properties of the material and find the viability of applications in the mechanical area. **METHOD.** This research begins with the collection and documentation of fiber information. Characterization of the fiber taking measurements, performing microscopy, SEM, analysis of moisture absorption, observation of the reaction of the fiber with the resin, mechanical characterization of the composite material, designing molds for test pieces and mechanical tests based on ASTM standards. **RESULTS.** It is shown that the fiber has different lengths in 90° orientations with a coating, the fiber has impermeable layers and internal grooves, has an average moisture absorption of 61%, the wood mold resists the pressure, there is encapsulation of the fiber, but It hasn't wettability with polyester resin. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** The mold obtains samples without spills, but the fiber is unfeasible as a composite material under natural conditions, suggesting future investigations with enzymatic treatments to the fiber.

**Keywords:** Compounds, mocora, polyester, SEM, mechanic, simulation.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO.** O reforço de resinas com fibras naturais é usado em todo o mundo e, devido à biodiversidade do Equador, seu fibras de origem natural supõem uma contribuição para a fabricação de peças como materiais compostos. **OBJETIVO.** Caracterizar a fibra mocora como reforço de resina de poliéster insaturado, determinar as propriedades do material e encontrar a viabilidade de aplicações na área mecânica. **MÉTODO.** Esta pesquisa começa com a coleta e documentação de informações de fibra. Caracterização das medidas de tomada de fibra, realização de microscopia, MEV, análise de absorção de umidade, observação da reação da fibra antes da resina, caracterização mecânica do material compósito, desenho de moldes para peças de teste e ensaios mecânicos baseados em padrões ASTM. **RESULTADOS.** É mostrado que a fibra tem diferentes comprimentos em orientações de 90° com um revestimento, a fibra possui camadas impermeáveis e sulcos internos, tem uma absorção média de 61%, o molde de madeira resiste à pressão, há encapsulamento da fibra, mas não Tem molhabilidade com resina de poliéster **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** O bolor obtém amostras sem derrames, mas a fibra é inviável como material compósito sob condições naturais, sugerindo futuras investigações com tratamentos enzimáticos para a fibra.

**Palavras-chave:** Compostos, mocora, poliéster, SEM, mecânico, simulação



## INTRODUCCIÓN

Dentro del área de las ciencias mecánicas, uno de los campos que más exigen manufactura y sirve como referente por sus repuestos, es el área automotriz, en este existen las partes de materiales compuestos; donde, la fibra de vidrio es muy común, esta presenta desventajas en su producción, como por ejemplo, impactos ambientales severos, por eliminación de residuos, ya sea en vertederos o por incineración sin control de emisión de gases; el hecho de ser un material fuerte, es más difícil de desintegrar para el medio ambiente [1]. Por esto, las fibras naturales, han ganado un especial interés como sustitutos de la fibra de vidrio, donde, las ventajas de estas sobre las artificiales son: bajo costo, baja densidad, secuestro de CO<sub>2</sub>, fácil separación y biodegradabilidad [2].

En Estados Unidos 1.5 millones de autos operan con el uso de fibras naturales como: yute, cáñamo, sisal entre otras; sirven como refuerzo de polímeros termoplásticos y termofijos [1]. La marca Mercedes Benz, ha utilizado yute y algodón en los interiores de sus autos, también se han desarrollado compuestos con características técnicas para los paneles de las puertas, pilares estructurales de la cabina, partes de asientos, parachoques, apoya cabezas entre otros [3]; marcas como Toyota y Audi, utilizan otros biocompuestos en diversas aplicaciones, en todos los casos contribuyendo a la reducción de peso [4]. En Ecuador dentro del área automotriz, la producción de autopartes no abastece la necesidad del mercado; por ejemplo, en 2015 la demanda para mantenimiento preventivo de autos livianos fue de 11'443.309 y se reportó una importación de 14'513.943 de partes [5].

El uso de fibras naturales como refuerzo, se ha vuelto muy común debido a que ambientalmente son más amigables; por ejemplo, la fabricación de una estera de fibra de vidrio ocupa 83% más de energía que una de lino [6]. Económicamente son más baratas, tanto en la manufactura como en la disposición después de cumplir su ciclo de vida; sus propiedades mecánicas, pueden ser similares a las de fibra de vidrio y en algunos casos hasta superiores en propiedades elásticas [7]. El desempeño mecánico del material compuesto reforzado con fibra natural, depende mucho de la afinidad de los componentes, suele haber una adhesión pobre entre estos, pues la fibra es hidrofílica mientras que el polímero es hidrofóbico [7].

En Ecuador existe una gran biodiversidad, donde fibras naturales han sido utilizadas ancestralmente para diferentes fines, en el caso de la mocora -palma que se da desde Nicaragua hasta Ecuador, en alturas entre los 200msnm y 500msnm-, se utiliza en diversas aplicaciones desde sombreros hasta muebles [8], por lo que supondría un material candidato para reforzar una resina.

Las fibras naturales refuerzan matrices de resina, los poliésteres insaturados lineales se enlazan en forma cruzada por moléculas de tipo vinilo como el estiren al haber agentes de curado, estas son comúnmente los a base de peróxido como el peróxido de metil etil cetona (MEK) y usualmente también requiere de un activador de naftalanato de cobalto en pequeñas cantidades, de esta manera se cura el poliéster en temperatura ambiente [9]. Esta resina, es reciclable mediante un proceso químico de

glicólisis, en el cuál debe ser reconstruida con la adición de anhídrido maleico y estireno, obteniendo como resultado un producto apto para varias aplicaciones [10].

## MÉTODO

### Materiales

Desde la comunidad de Calceta en la provincia de Manabí, se obtuvo la fibra de mocora natural, extraída y tratada de la forma tradicional por artesanos manabitas, esta fibra es extraída de las hojas jóvenes de la palma de mocora, es hervida, saumeriada y secada al sol [11].

La resina poliéster, se utilizó según las especificaciones, en cantidades de Resina-estireno junto al catalizador para el curado de MEK y activador de cobalto, siendo la resina poliéster diluida con un 20% en estireno monómero y añadido los activadores en 0.03% [12].

### Instrumentos

Se midió la fibra con cinta métrica y calibrador de precisión de hasta 0.02 mm, se realizaron los pesajes con balanza electrónica de precisión de hasta 0.01 g, las microscópicas de inspección industrial se realizaron con el microscopio AMScope de iluminación led con WF 10X20, magnificación de hasta 90x y cámara de 5Mp, las microscopias electrónicas de barrido con el equipo Vega 3 Tescan, con un HV de 20kV y 15kV a magnificaciones de 1.03kx y 1.58kx. Se realizaron simulaciones de esfuerzo en el diseño de moldes con el Software NX.

### Técnicas de análisis de datos

Se analizaron los datos obtenidos realizando tablas de promedios, otros resultados fueron discutidos a partir de la observación.

### Procedimiento

La fibra fue medida en largo total y ancho en la zona central, también se realizaron inspecciones manuales. Se tomaron 50 muestras de 30mm de largo y 10 mm de ancho, estas fueron pesadas para luego dejarlas en agua destilada por 24 horas, después fueron pesadas nuevamente para encontrar el porcentaje de absorción de humedad por medio de la ecuación 1 [13].

$$\%absorción = \frac{P_h - P_s}{P_h} * 100 \quad (1)$$

Donde:

$P_h$ : Peso húmedo

$P_s$ : Peso Seco

Nicolalde, Martínez-Gómez, Ávila & Manguashca (2019). FIBRA DE MOCORA COMO REFUERZO DE RESINA POLIESTER PARA APLICACIONES MECÁNICAS

Enero – Junio

<http://dx.doi.org/10.3210/ca.v8i1.173>

Para poder apreciar mejor los resultados de absorción de agua, se tomaron 10 hebras completas y se les realizó el mismo procedimiento. Posteriormente la fibra entera fue sometida al estiramiento tradicional.

Para la realización de las probetas, se diseñó un molde de madera de 7 slots que impida que la resina se riegue, con este material se buscó reducir costos a comparación de moldes hechos con metal. La medida de los slots está dada con norma ASTM D3039 para orientación de 90° de 175mm x 25mm x 2mm, simulando una compresión de 1 tonelada. El mallado se tomó como referencia en automático, refinándolo cada vez con 7 simulaciones para tener un comparativo y resultados más precisos.

También se realizaron probetas con fibra triturada y pulverizada para conocer su mojabilidad a distintas configuraciones, posteriormente se tamizó la fibra triturada para separar los elementos más pequeños, debido a que la fibra está triturada, su disposición en la probeta fue aleatoria por lo que sus dimensiones bajo la norma ASTM D3039 fueron de 25mm x 250mm x 2.5mm.

## RESULTADOS

### Toma de medidas

Con las fibras estiradas, se realizó la toma manual de datos de espesor, longitud y ancho; se encontró que al inicio de la fibra hay una zona más rígida que el resto, este punto fue el inicio de la toma de medidas, desechando las que no lo posean, pues no están completas. Dado que este punto rígido es una aglomeración, no se lo tomó en cuenta para la medida de espesor. Se encontró que el espesor es variante en toda la fibra, ya que se detectó que la fibra tiene varios surcos irregulares en ambos lados de esta. Este espesor, puede alcanzar hasta los 0.5mm en promedio en varias zonas en una sola muestra. Continuando con el ancho y longitud, se tomaron las medidas de 103 ejemplares, en la tabla 1 se muestran los máximos, mínimos y promedios.

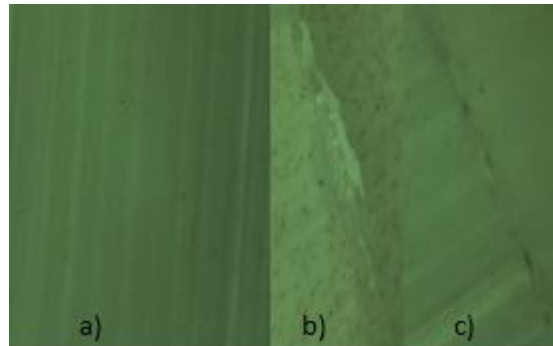
**Tabla 1.** Medidas de fibra

Longitud promedio (mm)	Ancho Promedio (mm)	Longitud máxima (mm)	Longitud mínima (mm)	Ancho máximo (mm)	Ancho mínimo (mm)
1000	14	1315	655	22	8

A simple vista, se puede apreciar que la fibra está compuesta de varias fibras internas, todas orientadas longitudinalmente con un ángulo de 90°, tiene un recubrimiento con un anverso parecido a un laminado plástico y el reverso más rugoso.

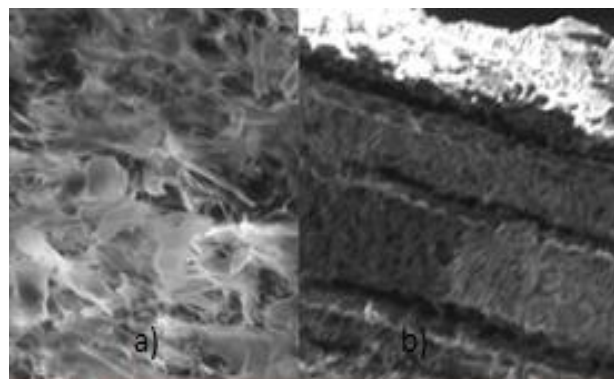
## Microscopia

En la figura 1, se muestra las microscopias de inspección de la fibra, en 1.a se ve una cara, donde cada línea longitudinal es una fibra interna y cada espacio entre ellas es una especie de matriz natural, también se ve una rotura de la fibra, comparando en 1.c el anverso y el reverso en 1.b, aquí se ve claramente que el anverso es más resistente y casi no sufre rotura, mientras que el reverso se rompe totalmente, pero se mantiene unido al anverso.



**Figura 1.** Microscopias de inspección

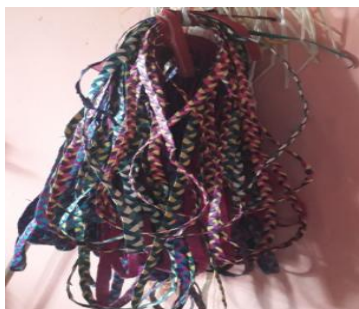
Por otro lado, en la figura 2.a, se muestra la imagen de la microscopia electrónica de barrido (SEM) a 20kV y aumento de 20 $\mu$ m, en esta no se puede ver nada más allá de la capa antes descrita, se observa que se compone como tipos de hojuelas, en la muestra se encontró una rotura lo cual permitió observar su interior en 2.b, también con 15kV y aumento de 50 $\mu$ m, se ve que el recubrimiento tiene surcos donde la fibra se aloja.



**Figura 2.** SEM fibra de mocora

## Porcentaje de absorción de humedad

Es conocido entre los artesanos, que la fibra tiene buena absorción de anilina, a esta la utilizan para darle color a la fibra y usualmente la usan como adorno en sus sombreros, cabe recalcar que la absorción de la anilina no daña a la fibra por lo que se la puede trenzar y darle uso como se muestra en la figura 3.



**Figura 3.** Fibra pigmentada trenzada

Se realizaron muestras de fibra de 30mm, al introducir la muestra dentro del vaso con agua destilada, se pudo observar que estas por su baja densidad flotaban, aunque fueran sumergidas no absorbían la humedad inmediatamente, hasta se podría decir que mostraban cierta impermeabilidad. Después de haber dejado reposar un día, se encontró que algunas muestras habían perdido flotabilidad, pero sin llegar a tocar fondo, se las secaron con papel absorbente, esto se dio con mucha facilidad dejando a la superficie seca al tacto, la fibra húmeda mostró un incremento de peso considerable en los especímenes, por lo menos duplicando su peso seco y en algunos casos hasta cuadruplicándolo.

Cabe recalcar, que la fibra entera al ser humedecida, presentó una mejor maleabilidad y no sufrió ninguna rotura por la tensión aplicada en ella, mostrando que no hubo pérdida significativa de fuerza, pero si presentó una separación de capas por la fricción que se aprecia en la figura 4, esta división se la conoce como “mocora sacada”.



**Figura 4.** Mocora sacada y estirada

En la tabla 2, se muestran los resultados del porcentaje de absorción de humedad en las muestras medidas completas, y de ambos grupos, extrayendo el máximo y el mínimo.

**Tabla 2.** Absorción de humedad

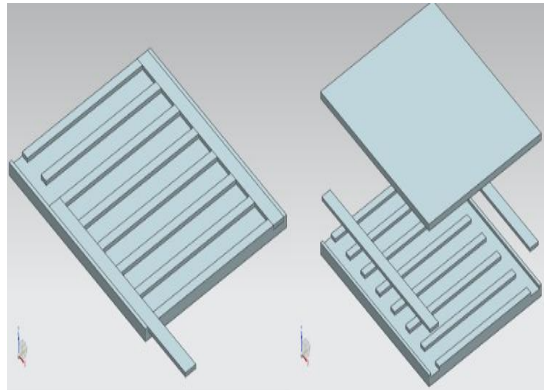
AH Promedio Muestra (%)	AH Promedio Completa (%)	AH Promedio Total (%)	AH Máxima (%)	AH Mínima (%)
61.76	61.14	61.65	75.00	50.00

Clave. AH: Absorción de Humedad

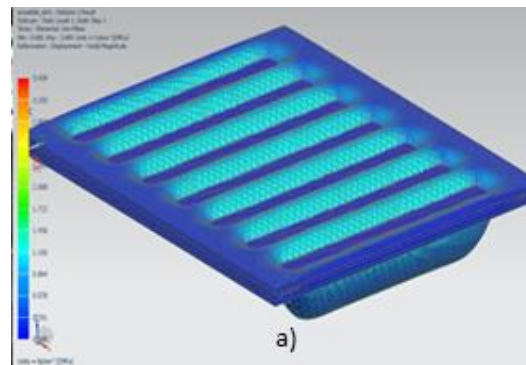
## Generación de molde

Para evitar que la resina se riegue, se diseñó un molde de 4 piezas, sus partes y ensamble se muestran en la figura 5. Se realizó de 7 slots debido a que la norma requiere que se hagan 5 pruebas y 2 extra en caso de cualquier accidente por alguna mala calibración.

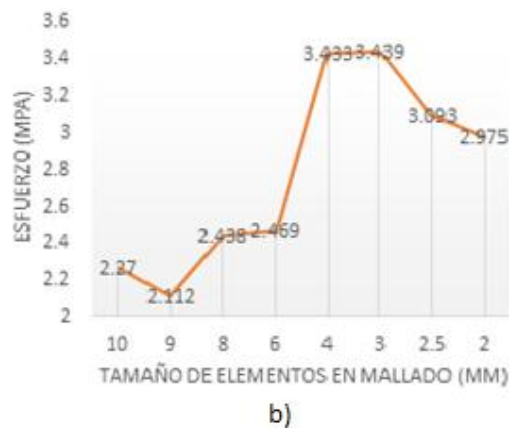
En la figura 6.a, se ve la simulación con un mallado con elementos de 4mm el cual dio el esfuerzo mayor, también en 6.b se observa la gráfica de mallados frente al esfuerzo máximo en cada simulación.



**Figura 5.** Molde



Simulación de molde



**Figura 6.** Simulación



## Material compuesto

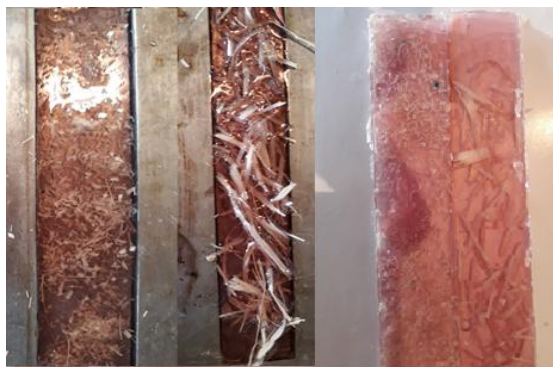
Al romper el material compuesto de fibra y resina, se reveló que la mocora no tiene ningún tipo de absorción a la resina, en la figura 7 se muestra la interacción de la resina y la fibra, donde en 7.a se puede ver una microscopía en la cual apenas se puede diferenciar la resina de la fibra, mostrando que la resina puede cubrir en su totalidad a la fibra, en 7.b se denota que la probeta de material compuesto fleja debido a la reacción exotérmica del curado, en el caso de la resina no es mucho, pero al añadir fibra esta se doblega junto a la matriz, esto se solucionó al aplicar presión en las probetas al curarse se ven varias probetas curvadas.

También en 7.c se ve como se rompe la probeta al ajustarla con mordazas manuales, estas provocaron fisuras en las zonas de ajuste, al realizar el ensayo la separación se da aquí imposibilitando tener una lectura de resistencia.



**Figura 7.** Material compuesto

En la figura 8, se muestra cómo se da la mezcla entre fibra triturada y tamizada con la resina, se ve que hay una mejor mojabilidad en la tamizada



**Figura 8.** Probetas fibra triturada y tamizada

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La simulación del diseño propuesto para moldes, mostró que resiste una carga de 1 tonelada a la compresión, aunque no fue necesaria esta carga, el molde funcionó de la manera esperada, no hubo derrames de resina y su costo fue mucho más conveniente que uno en acero. En la figura 9 se muestra la comparación entre ambos

moldes y en la figura 10 se muestra los restos de resina que evidencia el derramamiento en el molde de acero, cosa que se evitó con el molde diseñado. Hay que recalcar que el molde de madera debe tener un recubrimiento de laca para que no absorba la resina.

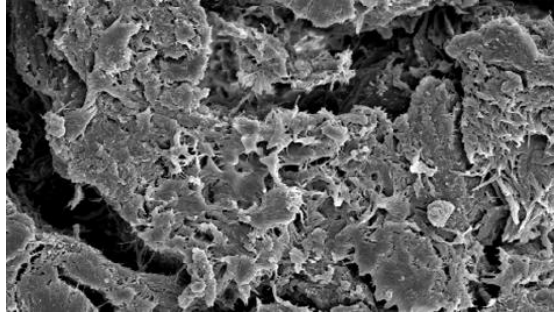


**Figura 9.** Moldes



**Figura 10.** Restos de resina

Las microscopias, mostraron que la fibra posee recubrimientos que encapsulan a las fibras internas, una parte al ser más resistente a la rotura que la otra demuestra que estas también forman parte importante de la resistencia mecánica, por otro lado, las capas y fibras internas son cuerpos distintos, al arrancar una sección, parte del recubrimiento es separado dejando a las fibras internas en su lugar. El SEM mostró que el recubrimiento es sellado, internamente tiene surcos que alojan a las fibras internas dándole zonas específicas para la unión. En comparación con la figura 9 de una microscopia de barrido de una fibra de lino, se puede ver que la mocora es más ordenada y tiene una orientación definida, mientras que el lino es más caótico. Esto se debe a que la fibra de mocora divide sus fibras internas y las alinea en su recubrimiento mientras que la fibra de lino es aglomerada.



**Figura 11.** SEM de lino [14]

Al someter a la fibra húmeda a estiramiento, no sufrió rotura, esto se debe a que las capas al ser impermeables mantienen su fuerza, por esta razón no se rompe, mostrando que la absorción de humedad es interna.

En el caso del ensayo, al ajuste se produjeron fisuras que no permitieron ensayarla, mostrando que para la resina poliéster realizar probetas con 2mm de espesor puede ser muy frágil, además que el refuerzo no está amortiguando la presión de las mordazas, al generar pequeñas fisuras es donde se da la rotura por sus fallas. En la figura 12 se muestra la fractura que se da en un ensayo de resina poliéster con refuerzo de abacá, aquí se ve donde debe darse la fractura y a diferencia de la resina poliéster con mocora que no permite ensayar por sus fracturas en las mordazas.



**Figura 12.** Resina poliéster con refuerzo de abacá [15]

Al triturar la fibra, se puede diferenciar las fibras internas del recubrimiento, pero no se puede escoger solamente una parte para poder realizar las probetas.

No se pudo caracterizar el material compuesto de resina y fibra de mocora, pues la resina y el recubrimiento de la fibra no son compatibles, habiendo ninguna mojabilidad ni absorción por parte de la fibra, teniendo solamente una encapsulación.

Se determinó que la resina no es reforzada por la fibra y que mecánicamente la resina y la fibra trabajan por separado por lo que la fibra de mocora junto a la resina poliéster insaturada no tienen una aplicación como material compuesto en partes mecánicas.

La incompatibilidad entre la resina y la fibra principalmente se da debido al recubrimiento externo que esta posee, para futuras investigaciones se recomienda realizar tratamientos enzimáticos a la fibra, que permitan generar porosidades en esta para que así se de una mojabilidad interna y se pueda dar la formación de un material compuesto.



## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Esta investigación no ha sido financiada.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

No hay conflictos de interés por parte de los autores ni en la investigación

## APORTE DEL ARTÍCULO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este artículo aporta al área del conocimiento en ciencias mecánicas mediante la investigación de nuevos materiales y la factibilidad de aplicación mecánica, denotando que la fibra de mocora a pesar de que sus aplicaciones artesanales han demostrado ser resistentes, esta fibra, tal cual como se la adquiere, no sirve para reforzar resina poliéster, por lo que no hay la generación de un material compuesto para fabricación de partes mecánicas.

## DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

Juan Francisco Nicolalde, desarrolló esta investigación como parte de su trabajo de titulación como Magister en Diseño Mecánico con mención en fabricación de autopartes de vehículo, bajo la dirección y tutoría de Javier Martínez Gómez como director de tesis y mediador con el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, Álvaro Ávila como técnico de laboratorio de caracterización térmica dentro de la Escuela Politécnica Nacional, con el manejo del Microscopio Electrónico de Barrido propiedad del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables y Javier Manguashca como apoyo en el desarrollo de la tesis de maestría como parte del auspicio del Instituto Espacial Ecuatoriano.

## REFERENCIAS

- [1] C. Alves, P. Ferrão, A. Silva, L. Reis, M. Freitas, L. Rodrigues and D. Alves, "Ecodesign of automotive components making use of natural jute fiber composites," *Journal of cleaner production*, pp. 313-327, 2010.
- [2] A. Mohanty, M. Misra and L. Drzal, *Natural Fibers, Biopolymers, And Biocomposites*, Boca Raton: Taylor And Francis Group, 2005.
- [3] C. Tapia, C. Paredes, A. Simbaña and J. Bermúdez, "Aplicación de las fibras naturales en el desarrollo de materiales compuestos y como biomasa," *Revista tecnológica ESPOL*, pp. 113-120, 2006.
- [4] M. Jawaid, S. M. Sapuan and O. J. Alothman, *Green Biocomposites Manufacturing and Properties*, Gewerbestrasse: Springer, 2016.



- [5] C. Escobar, Estudio analítico de la oferta local de autopartes requeridas en procesos de mantenimiento preventivo para vehículos livianos que se encuentran ubicados en el Ecuador, Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2016.
- [6] J. Holbery and D. Houston, "Natural fiber Reinforced Polymer Composites in Automotive Applications," *JOM*, pp. 80-86, 2006.
- [7] N. Chand and M. Fahim, Tribology of natural fiber polymer composites, Boca Ratón: WoodHead Publishing , 2008.
- [8] R. Valencia, R. Montúfar, H. Navarrete and H. Balslev, Palmas Ecuatorianas: biología y uso sostenible, Quito: Herbario QCA de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador, 2013.
- [9] W. F. Smith and J. Hashemi, Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales, México D.F: McGraw Hill, 2014.
- [10] K. Yoon, A. DiBenedetto and S. Huang, "Recycling of unsaturated polyester resin using propylene glycol," *Polymer*, pp. 2281-2285, 1997.
- [11] H. Borgtoft, "Mocora Palm-Fibers: Use and Managment of ASTROCARYUM STANDLEYANUM (ARECACEAE) IN ECUADOR," *Economic Botany* , pp. 310-325, 1994.
- [12] REQUIMEC, "Cristalan 896," REQUIMEC, Quito, 2016.
- [13] L. E. Moreno, E. Trujillo and L. Osorio, "Estudio de las carcterísticas físicas de haces de fibra guadua angustifolia," *Scientia et Technia año XIII*, pp. 613-617, 2007.
- [14] M. Salvador, V. Amigó, A. Nuez, O. Sahuquillo, R. Llorens and F. Marti, "Caracterización de fibras vegetales utilizadas como refuerzo en matrices termoplásticos," in *X Congreso Nacional de Materiales*, San Sebastian, 2008.
- [15] N. A. Tamayo, Obtención y caracterización de materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibra de cabuya mediante estratificación, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2012.

## NOTA BIOGRÁFICA



**Juan Francisco Nicolalde.** ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-8079-9312> Obtuvo su Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtuvo su Maestría en Diseño Mecánico con mención en fabricación de autopartes de vehículo en la Universidad Internacional SEK.



**Javier Martínez Gómez.** ORCID iD <http://orcid.org/0000-0001-8807-7595> Investigador Postdoc Prometeo en el Instituto Nacional De Eficiencia Energética y Energías Renovables. Obtuvo su Ingeniería Industrial de la Universidad Carlos III de Madrid, tiene una maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales de la Universidad Carlos III de Madrid, tiene un Doctorado en Ciencia de la Ingeniería de Materiales de la Universidad Carlos III de Madrid. Su línea de investigación está relacionada con menaje para cocinas para inducción y materiales para paredes en reactores de fusión. Actualmente es profesor titular auxiliar en la Universidad Internacional SEK en el departamento de Mecánica, de la ciudad de Quito, Ecuador.



**Álvaro Javier Ávila Vega.** ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-4530-4174> Obtuvo su Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional. Su línea de investigación está relacionada con nuevos materiales con propósitos de eficiencia energética.



**Javier Alejandro Miguashca.** ORCID iD <https://orcid.org/0000-0001-7671-7962>  
Investigador en el Instituto Espacial Ecuatoriano. Obtuvo su Ingeniería en Agronomía de la Universidad Central del Ecuador, tiene una maestría en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad San Francisco de Quito. Su línea de investigación está relacionada con espectro electromagnético. Actualmente es director de proyectos I+D+I en el Instituto Espacial Ecuatoriano.



Esta obra está sujeta a la Licencia Reconocimiento-SinObraDerivada 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/> o envíe una carta Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Nicolalde, Martínez-Gómez, Ávila & Miguashca (2019). FIBRA DE MOCORA COMO REFUERZO DE RESINA POLIESTER PARA APLICACIONES MECÁNICAS

Enero – Junio

<http://dx.doi.org/10.3210/ca.v8i1.173>