



INGENIERÍA CIVIL

Programa de Doctorado en Ingeniería

Línea de Investigación

SISTEMAS ESTRUCTURALES Y MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN

50 AÑOS
POSGRADOS
INGENIERÍA CIVIL

Área Curricular de Ingeniería Civil y Agrícola
Facultad de Ingeniería
Sede Bogotá



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

50 AÑOS
POSGRADOS
INGENIERÍA CIVIL

1966 – 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. FACULTAD DE INGENIERÍA. CENTRO DE INVESTIGACIONES, EXTENSION Y DOCTORADOS. 2015

Metodología para determinar las propiedades de la sección transversal en fibras

Methodology for determining cross-sectional properties of fibers



Programa de Doctorado en
Ingeniería

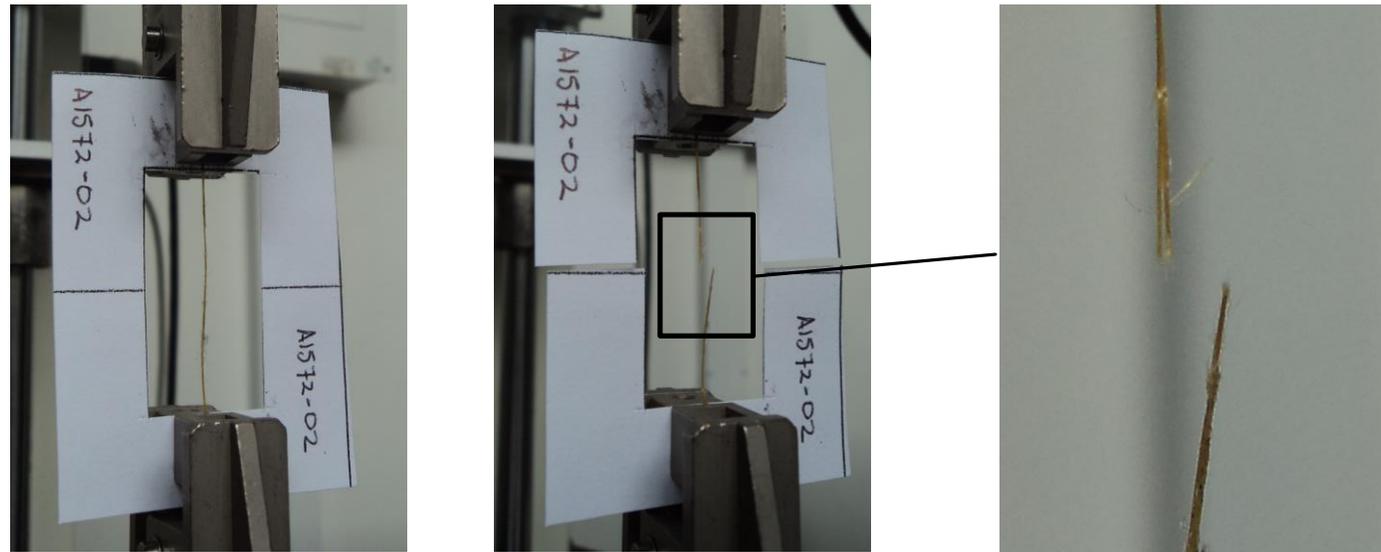
INGENIERÍA CIVIL

Línea de Investigación en

SISTEMAS ESTRUCTURALES Y MATERIALES PARA
CONSTRUCCIÓN

Ingeniería Civil y
Agrícola
Curricular de

- ▶ La determinación de las diferentes propiedades geométricas de la sección transversal de las fibras es fundamental cuando se desean evaluar propiedades mecánicas como módulo de elasticidad y resistencia.
- ▶ De acuerdo con Parthasarathy (2001) y la ASTM C1557 (2014) su determinación debe hacerse a partir de mediciones realizadas en secciones que coincidan con el plano de fractura de la fibra.

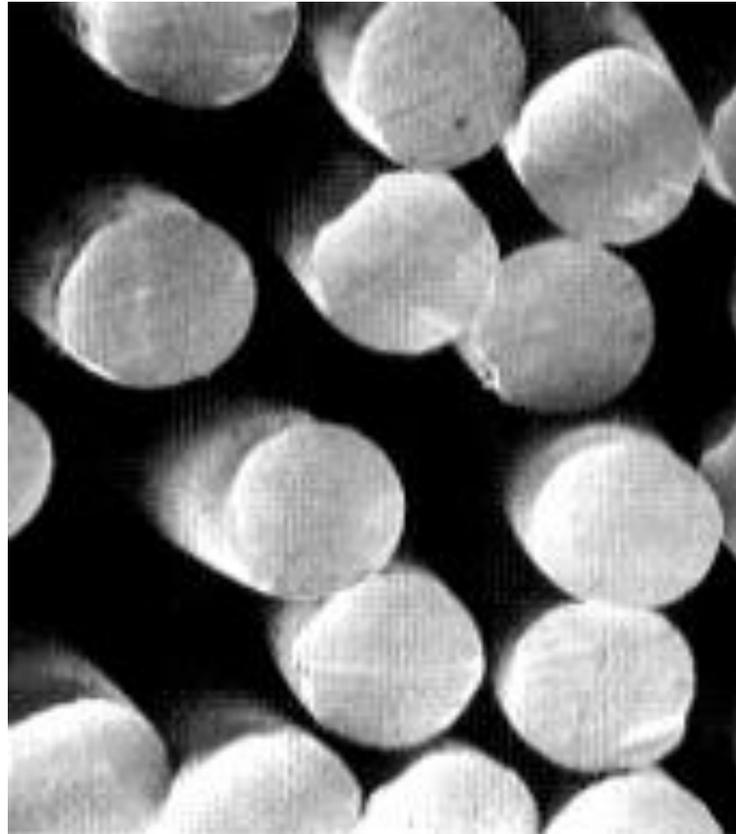


Ensayo a tensión en fibras de bambú Guadua. Fuente: autor

Introducción

50 AÑOS
POSGRADOS
INGENIERÍA CIVIL

1966 – 2016



Sección transversal fibras de poliéster.

Fuente: <http://todopolyester.blogspot.com.co/2013/02/vista-transversal-y-longitudinal.html> (consultado 16/05/2016)

Programa de Doctorado en
Ingeniería

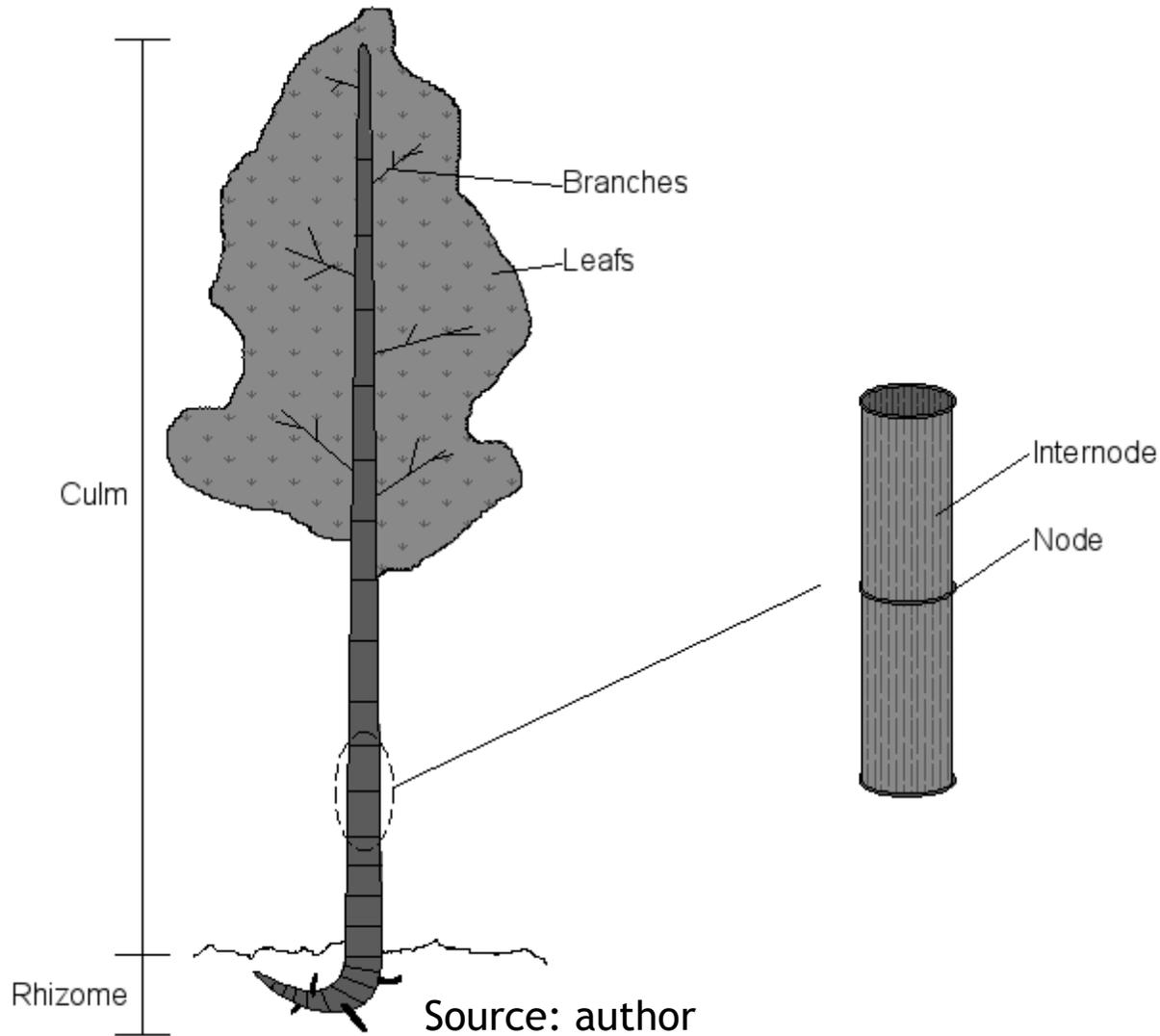
INGENIERÍA CIVIL

Línea de Investigación en

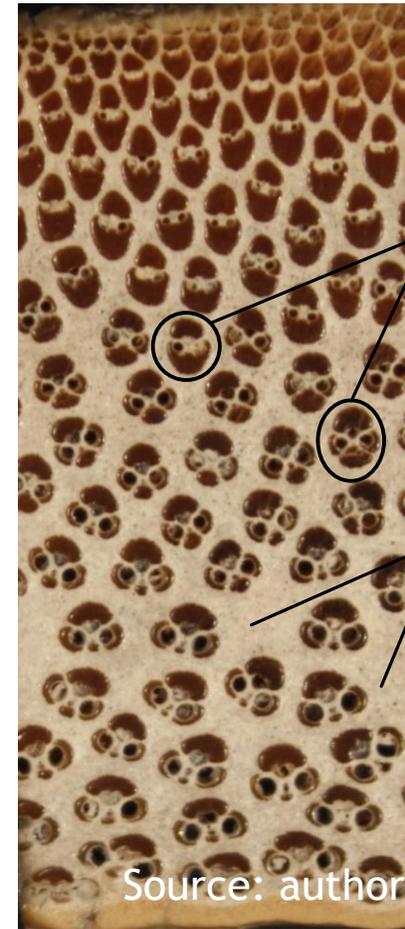
SISTEMAS ESTRUCTURALES Y MATERIALES PARA
CONSTRUCCIÓN

Ingeniería Civil y
Agrícola
Curricular de

Introducción



Cortex (external layer)

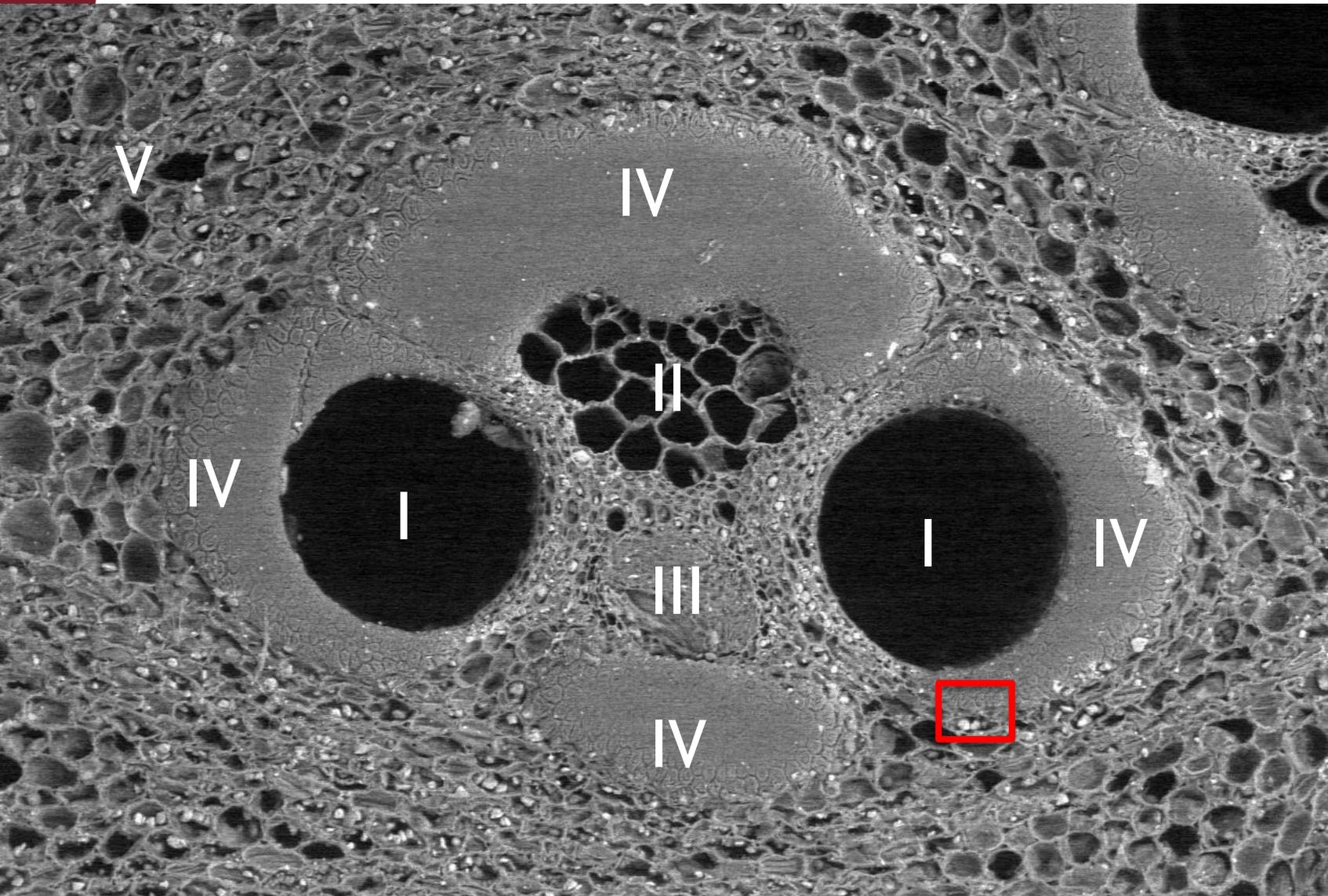


Vascular bundle

Parenchyma tissue

Inner layer

Introducción



- (I) Vessels
- (II) Floem
- (III) Protoxilem,
- (IV) Fiber bundles
- (V) Parenchyma tissue

20kV

X100

100µm

Source: author

Introducción



Elementary fibers

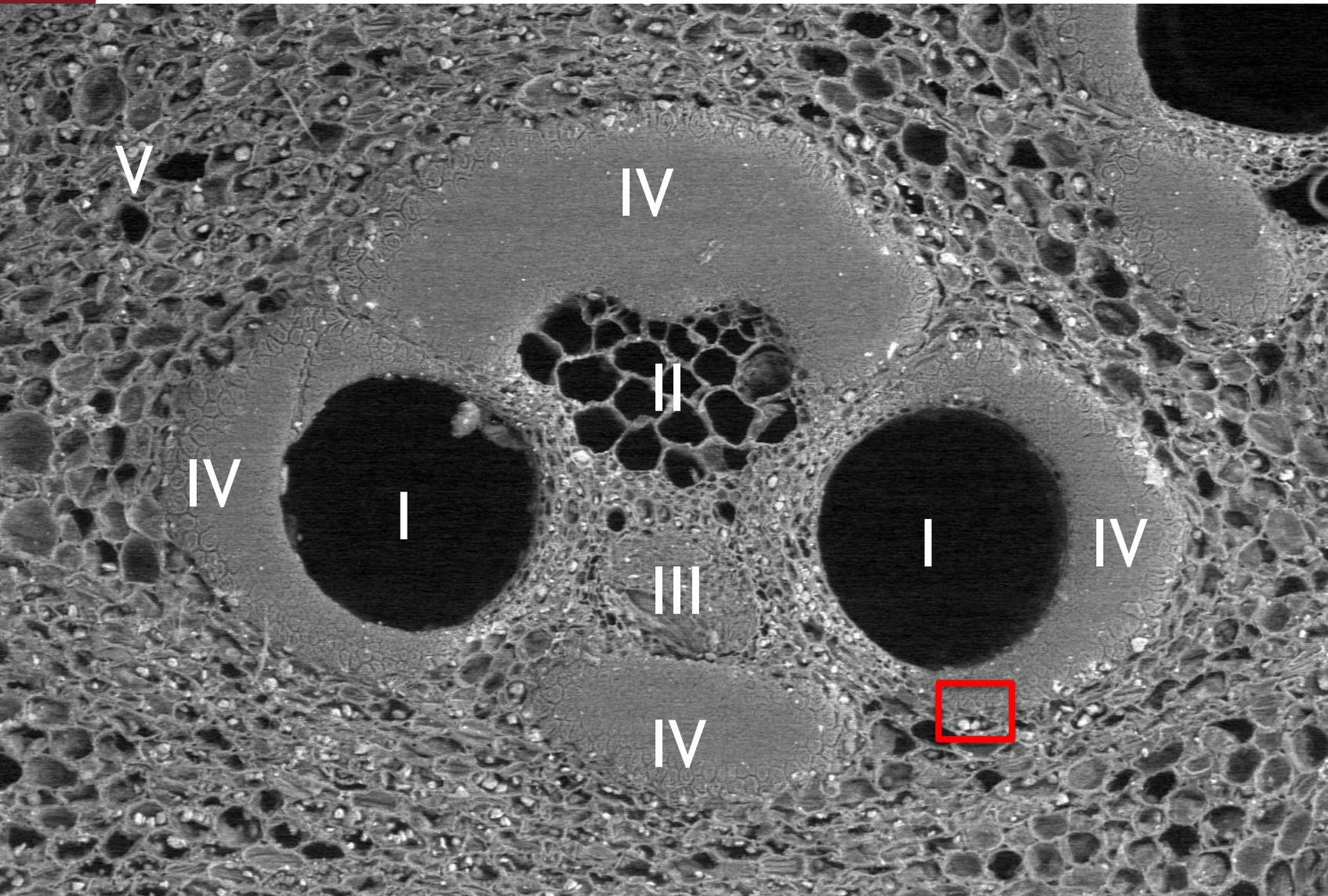
20kV

X1,500

10 μ m

Source: author

Introducción



- (I) Vessels
- (II) Floem
- (III) Protoxilem,
- (IV) Fiber bundles
- (V) Parenchyma tissue

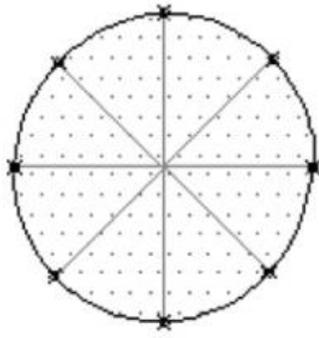
20kV

X100

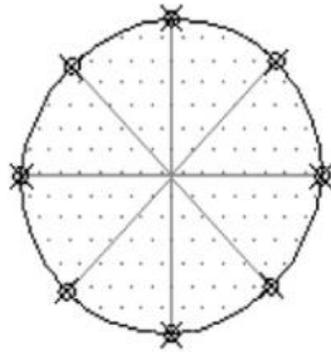
100µm

Source: author

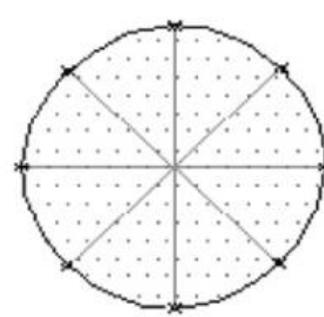
Introducción



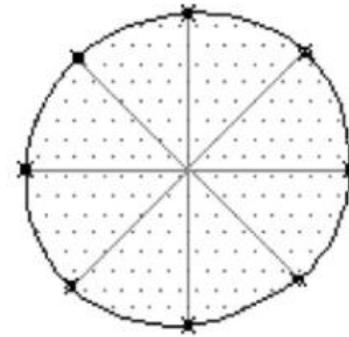
Bamboo
($A=0.4287 \text{ mm}^2$)



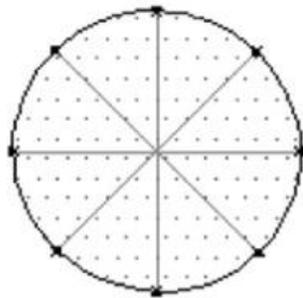
Banana
($A=0.3596 \text{ mm}^2$)



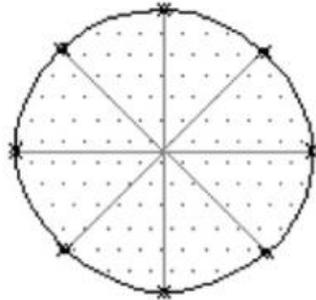
Date
($A=0.4105 \text{ mm}^2$)



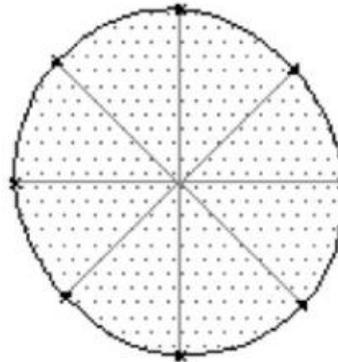
Palm
($A=0.5167 \text{ mm}^2$)



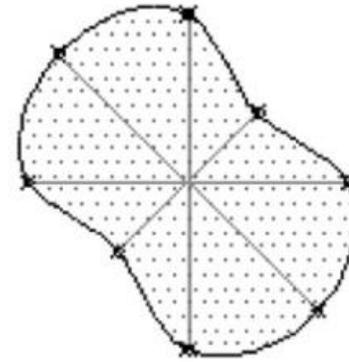
Coconut
($A=0.3653 \text{ mm}^2$)



Sisal
($A=0.3139 \text{ mm}^2$)

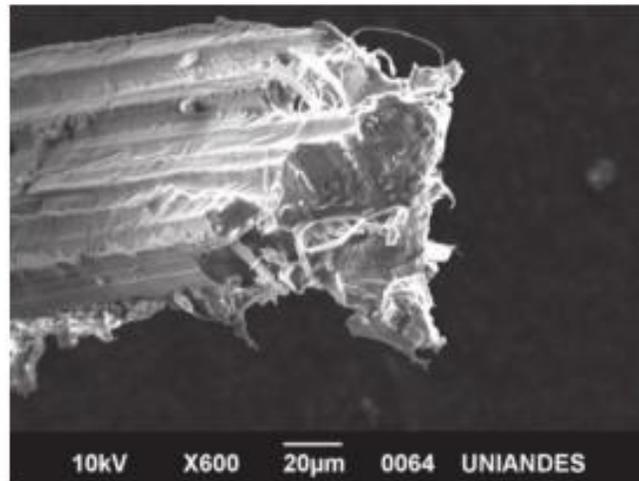
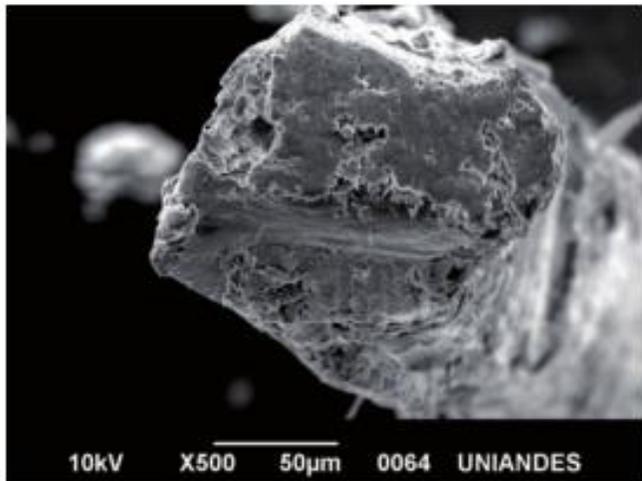
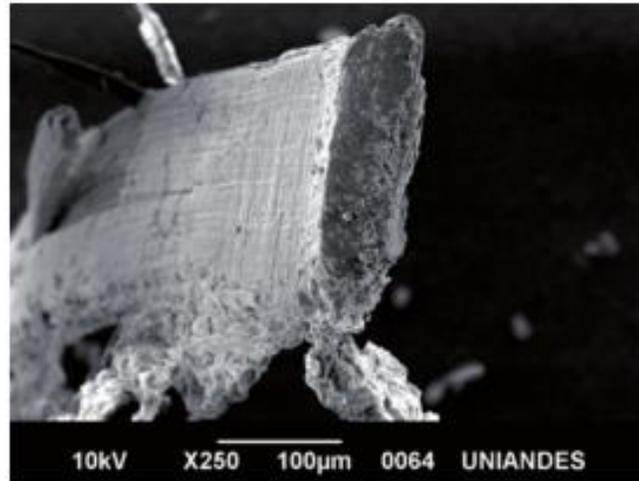
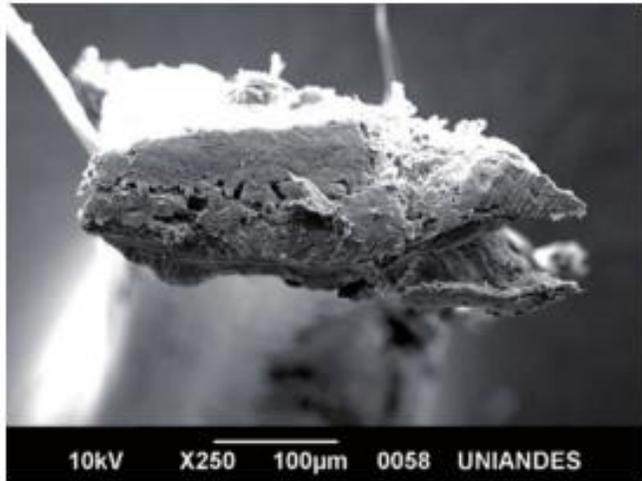


Vakka
($A=0.9508 \text{ mm}^2$)

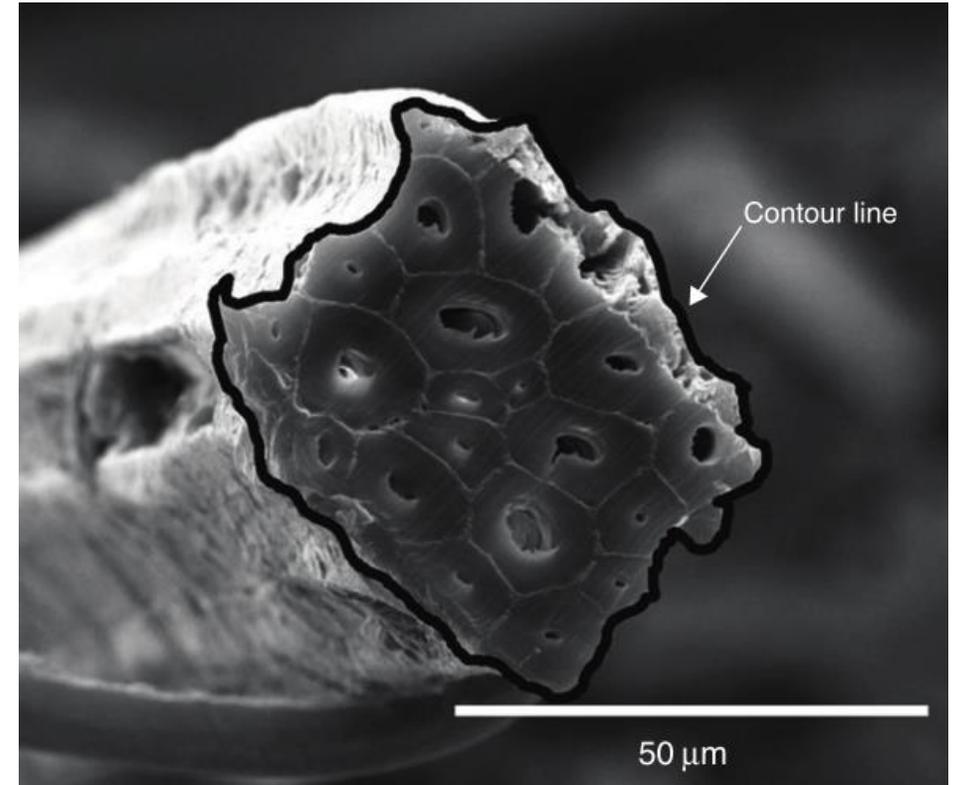


Rejected Vakka
($A=0.8413 \text{ mm}^2$)

Sección transversal de diferentes fibras naturales. Fuente: Murali & Mohana (2007)



Sección fibras de guadua. Fuente: Estrada (2010)

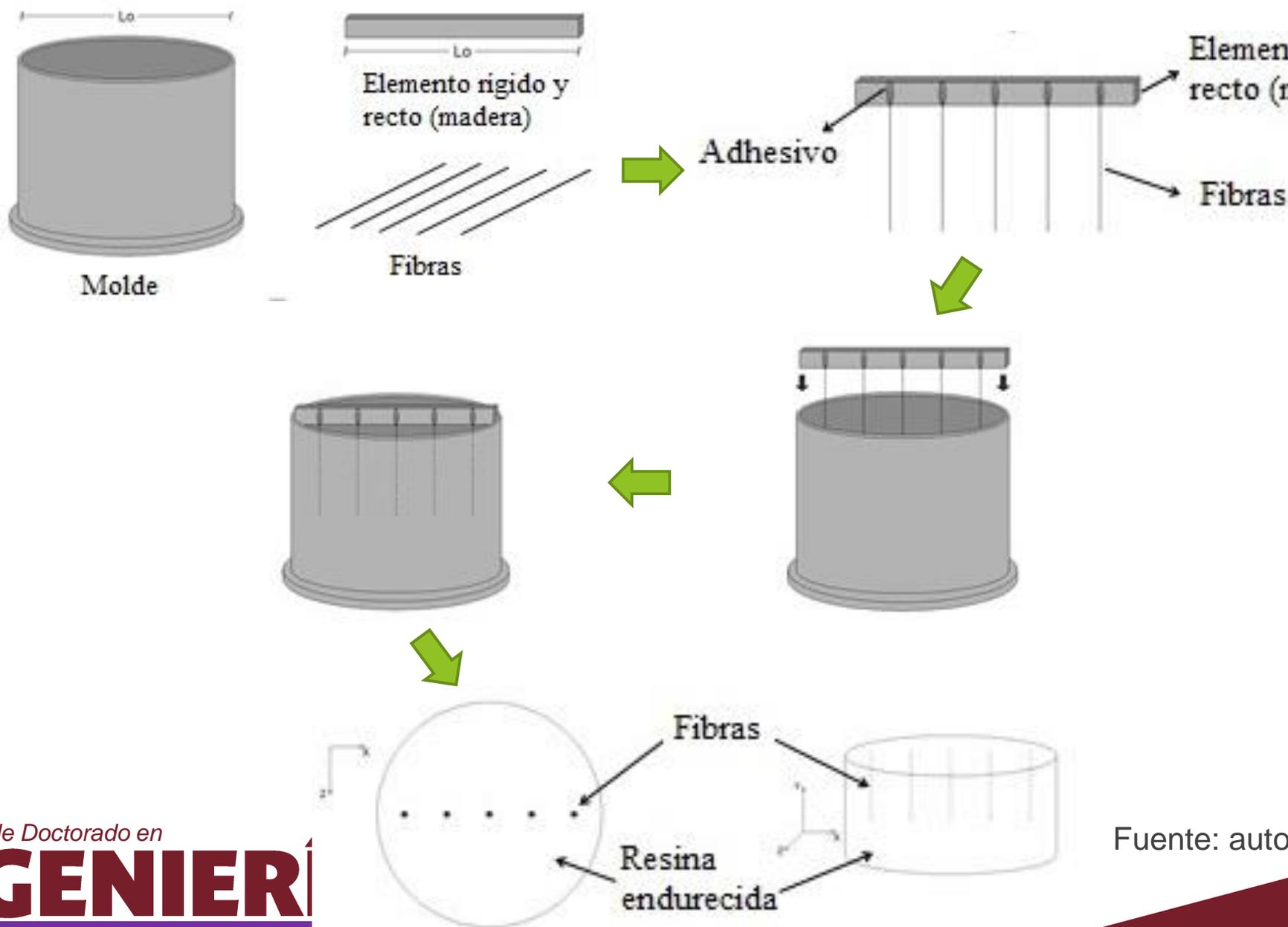


Sección fibras de yute. Fuente: Alves et al. (2013)

- ▶ Moreno et al. (2006), Osorio et al. (2010) y Osorio et al. (2011) propusieron la determinación del área de su sección transversal (A) a partir de una medición indirecta en función de la densidad de la fibra (ρ), masa (m) y longitud (L), usando la siguiente ecuación:

$$A = \frac{m}{\rho \times L}$$

Metodología propuesta

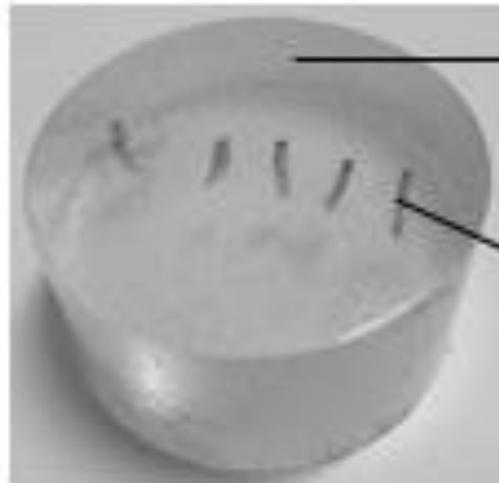
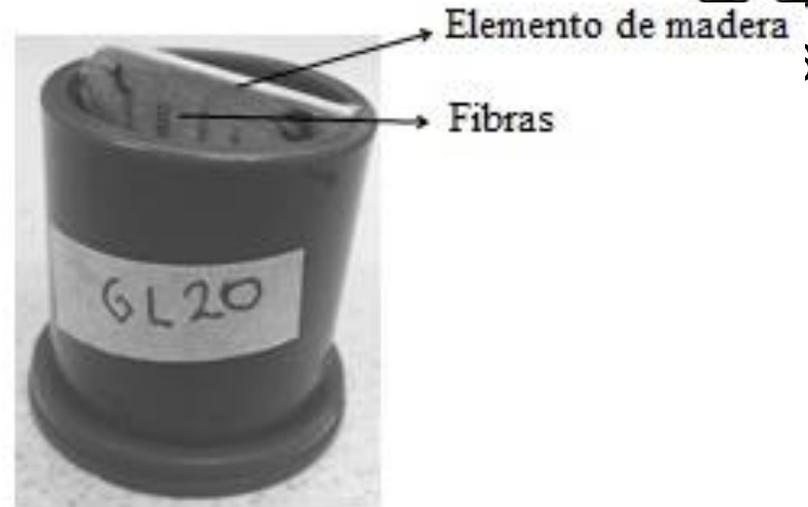
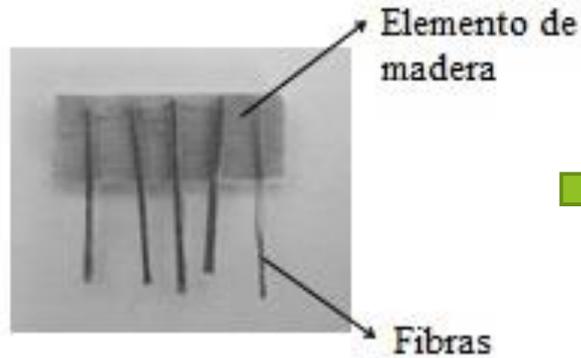


Fuente: autor

Metodología aplicada



Molde

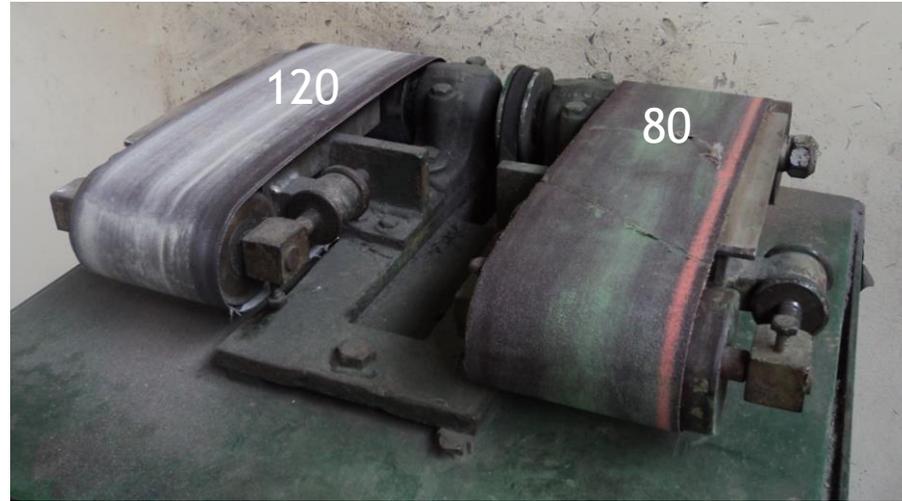


Para disminuir la cantidad de aire atrapado, el conjunto fue introducido dentro de una cámara de vacío, la cual fue ajustada para trabajar a una presión de -50kPa durante 60 minutos

Fuente: autor

Metodología aplicada

50 AÑOS
POSGRADOS
INGENIERÍA CIVIL
1966 – 2016



Devastar la superficie



Pulimiento de la superficie

Paño
(250rpm)

Fuente: autor



Programa de Doctorado en
Ingeniería

INGENIERÍA CIVIL

Línea de Investigación en

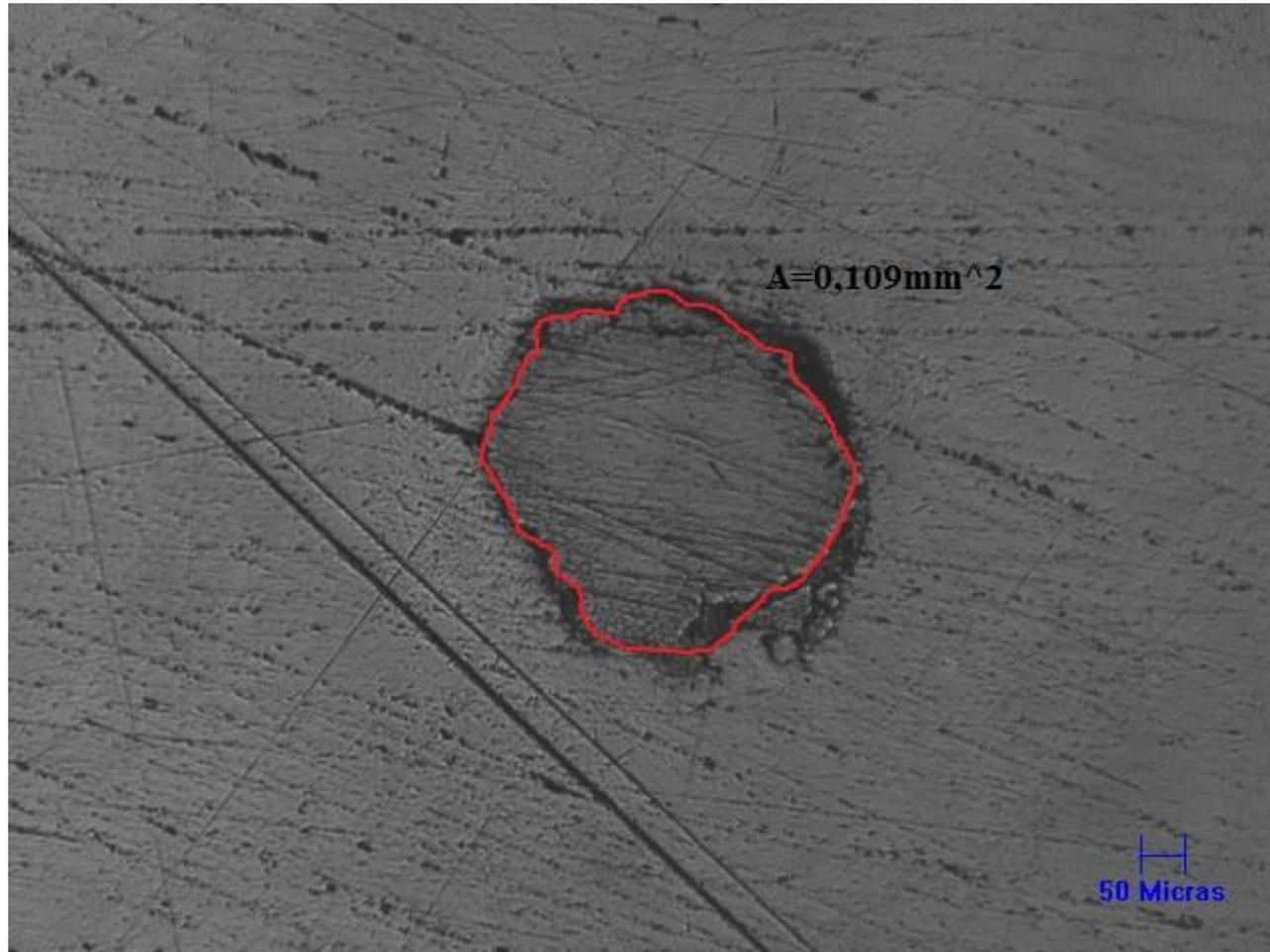
SISTEMAS ESTRUCTURALES Y MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN

Ingeniería Civil y
Agrícola
Curricular de

Micrografía sección fibra de guadua

50 AÑOS
POSGRADOS
INGENIERÍA CIVIL

1966 – 2016



Sección fibra de guadua. Fuente: autor

Comparación de resultados

Fibra	A_{MP}^a (mm ²)	A_{MI}^b (mm ²)	Diferencia (%)
F01	0,109	0,114	4,24
F02	0,059	0,084	42,72
F03	0,094	0,105	12,21
F04	0,120	0,125	4,49
F05	0,065	0,101	55,87
F06	0,077	0,073	-5,28
F07	0,147	0,180	22,28
F08	0,091	0,116	28,01
F09	0,223	0,212	-5,08
F10	0,052	0,060	15,9

a: Área determinada usando la metodología propuesta

b: Método gravimétrico

- ▶ La metodología propuesta para la determinación de las propiedades geométricas de la sección transversal puede ser usada cuando se desean tomar mediciones de planos específicos al eje longitudinal de la fibra, como por ejemplo el plano de falla. Esta metodología puede ser usada para fibras de origen natural o sintético que presenten gran variabilidad del diámetro a lo largo de su longitud.
- ▶ Los métodos propuestos por la norma ASTM C1557 para la determinación del diámetro de la fibra, no especifican que la micrografía debe ser tomada de forma tal que se garantice que el plano de fractura de la fibra coincide con el plano de la imagen. La metodología propuesta garantiza mediciones más precisas pues el plano de fractura siempre estará de forma perpendicular al plano del observador.
- ▶ Métodos indirectos gravimétricos, comúnmente utilizados en la determinación del área de sección transversal de las fibras naturales, pueden conducir en los errores de más del 20%, ya que utilizan la masa de fibras, que depende del contenido de humedad de la fibra en el momento de su medición.

- ▶ T. A. Parthasarathy, “Extraction of Weibull Parameters of Fiber Strength from Means and Standard Deviations of Failure Loads and Fiber Diameters,” in *23rd Annual Conference on Composites, Advanced Ceramics, Materials and Structures*, 2001, pp. 588–592
- ▶ ASTM, *ASTM C1557-14: Standard Test Method for Tensile Strength and Young’s Modulus of Fibers*. 2014, pp. 1–10
- ▶ K. Murali and K. Mohana, “Extraction and tensile properties of natural fibers: Vakka, date and bamboo,” *Compos. Struct.*, vol. 77, no. 3, pp. 288–295, Feb. 2007
- ▶ M. Estrada, “Extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú (*Guadua angustifolia*) para su uso potencial como refuerzo de materiales compuestos,” Universidad de Los Andes, 2010.
- ▶ M. Alves, T. Vitorino, O. D. F. M. Gomes, F. de Andrade Silva, and R. Toledo Filho, “The effect of fiber morphology on the tensile strength of natural fibers,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 149–157, 2013
- ▶ L. Moreno, L. Osorio, and E. Trujillo, “Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de *Guadua angustifolia*,” *Ing. Desarro.*, pp. 125–133, 2006

- ▶ L. Osorio, E. Trujillo, A. Van Vuure, F. Lens, J. Ivens, and I. Verpoest, “The relation between bamboo fibre microstructure and mechanical properties,” in *14th European Conference on Composite Materials*, 2010.
- ▶ L. Osorio, E. Trujillo, A. Van Vuure, and I. Verpoest, “Morphological aspects and mechanical properties of single bamboo fibers and flexural characterization of bamboo/ epoxy composites,” *J. Reinf. Plast. Compos.*, vol. 30, no. 5, pp. 396–408, Mar. 2011



Guadua angustifolia bamboo fibers as reinforcement of polymeric matrices: An exploratory study



P. Luna^{a,*}, J. Lizarazo-Marriaga^a, A. Mariño^b

^aDepartamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia

^bDepartamento de Física, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia

HIGHLIGHTS

- Effect on surface appearance of bamboo fibers treated using sodium hydroxide baths.
- Effect on tensile strength of bamboo fibers treated using sodium hydroxide baths.
- Effect on surface appearance of bamboo fibers using a dry plasma etching technique.
- Effect on tensile strength of bamboo fibers using a dry plasma etching technique.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 September 2015

Received in revised form 7 April 2016

Accepted 26 April 2016

Keywords:

Bamboo fiber

Sodium hydroxide

Argon plasma treatment

Tensile strength

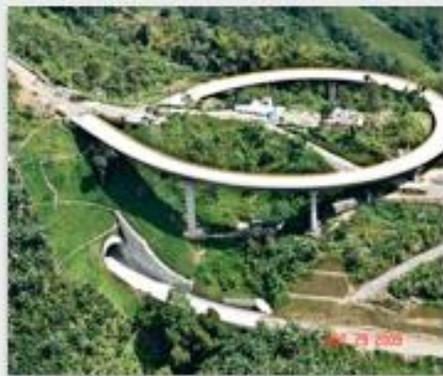
ABSTRACT

Mechanical behavior of composites depends on the individual properties of each component; however, bonding between fibers and matrix plays a predominant role in the material performance. The interfacial region, which is considered as a zone of property gradients, determines the stress transfer between the bonded fibers and the matrix. A well establish interface linkage assures an adequate mechanical behavior of composite materials.

The main disadvantage for using natural fibers as reinforcement of polymeric matrices is the physico-chemical incompatibility between fibers and matrix. Because of the hydrophilic nature of fibers and the hydrophobic character of resins, it is necessary to treat both materials in order to improve the final properties of composites, avoiding premature and delamination failures.

This paper describes an exploratory research intended to use *Guadua angustifolia* bamboo fibers as reinforcement of polymeric matrices. Two different techniques of compatibilization were employed: first, standard baths of sodium hydroxide as coupling agent were applied to fibers, and second, a novel plasma treatment was implemented for natural fibers. The influence of both compatibilization methods on tensile strength and surface appearance of fibers were evaluated. Results confirm that sodium hydroxide baths decrease the mechanical strength of fibers and clean its surface. In contrast, plasma treatments showed very encouraging results, without changes on mechanical strength and improving the fiber surface.

50 AÑOS
POSGRADOS
INGENIERÍA CIVIL
 1966 – 2016



PREGRADO

INGENIERÍA CIVIL



DOCTORADO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL



PREGRADO

INGENIERÍA AGRÍCOLA



MAESTRÍA EN INGENIERÍA

ESTRUCTURAS



MAESTRÍA EN INGENIERÍA

GEOTECNIA



MAESTRÍA EN INGENIERÍA

RECURSOS HIDRÁULICOS



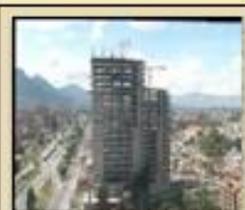
MAESTRÍA EN INGENIERÍA

TRANSPORTE



MAESTRÍA EN INGENIERÍA

INGENIERÍA AGRÍCOLA



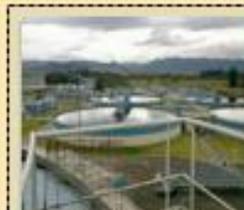
ESPECIALIZACIÓN

ESTRUCTURAS



ESPECIALIZACIÓN

TRÁNSITO, DISEÑO Y SEGURIDAD VIAL



ESPECIALIZACIÓN

SANEAMIENTO



Programa de Doctorado en
 Ingeniería

INGENIERÍA CIVIL

Línea de Investigación en

SISTEMAS ESTRUCTURALES Y MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN

Ingeniería Civil y Agrícola
 Curricular de