

MORAIMA MERA Y ANDRÉS SIMBAÑA V.

Docentes PUCE-SI

mmera@pucei.edu.ec / andres\_sv@pucei.edu.ec

La investigación sobre el aprovechamiento de residuos agroindustriales en la elaboración de tableros compuestos, marca el desarrollo de una importante línea de investigación en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, ya que se ha logrado demostrar que al incorporar fibras de Abacá (*Musa textilis*) y Cabuya (*Fourcraea andina*), en una matriz polimérica de urea formaldehído se obtienen tableros con buenas propiedades físicas y mecánicas como: resistencia a la tracción, elongación a la ruptura, permeabilidad y adhesión.

En cuanto tiene que ver la resistencia a la tracción el sistema matricial compuesto por Abacá<sub>10%</sub>-Resina<sub>90%</sub>-Temp<sub>70 °C</sub>, presentó el resultado más alto (3.46MPa). La elongación fue determinante en el tratamiento Cabuya<sub>10%</sub>-Resina<sub>90%</sub>-Temp<sub>70 °C</sub> (5.83%), las matrices que contienen cabuya, evidencian la menor permeabilidad, de ellas la mejor fue la combinación Cabuya<sub>15%</sub>-Resina<sub>85%</sub>-Temp<sub>90 °C</sub>. Finalmente las pruebas de adhesión, utilizando goma blanca y cemento de contacto a diferentes superficies, las mejores ponderadas fueron de aquellos tableros que contenían Abacá.

Las conclusiones reflejan, que estos dos biopolímeros (resina-fibra) al ser utilizados en la elaboración de materiales compuesto en una matriz sintética son una alternativa válida para el desarrollo industrial en campo del reciclaje de residuos agroindustriales.

## Palabras Claves:

**Tracción.-** Consiste en someter a una probeta normalizada, a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta.

**Elongación.-** Es el cambio de forma que experimenta un cuerpo cuando se le somete a tensión, es decir, cuánto es capaz de estirarse sin romperse.

**Permeabilidad.-** Absorción de agua en el tablero.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación versa sobre la utilización de materiales lignocelulósicos (fibras de Cabuya y Abacá) en la fabricación de tableros compuestos en una matriz de resina urea formaldehído, como una alternativa para el aprovechamiento de residuos, que por lo general en el Ecuador no tienen ningún uso industrial ni como producto principal, ni como subproductos del proceso de desfilado, que por lo general suelen ser abundante y que al final se traduce en un desecho contaminante.

A más de desarrollar un tablero compuesto, la investigación determinó algunas características como; resistencia a la tracción, elongación a la ruptura, permeabilidad y adhesión a superficies. Para lo cual se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, donde se pusieron en juego las variables dependientes ((Resistencia, Elongación, Permeabilidad, Adhesión) y las independientes (tipo de fibra, Contenido de resina, Temperatura).

Los resultados obtenidos son bastante halagadores, puesto que los tableros desarrollados muestran propiedades interesantes,

## Elaboración de tableros mixtos para el aprovechamiento de residuos agroindustriales

por lo tanto es plenamente factible el uso de fibra de Cabuya y Abacá para mejorar la resistencia a la tracción y a la deformación de los tableros. Además la fibra de Cabuya logró demostrar su característica de impermeabilidad.

Finalmente las pruebas de adhesión ratificaron que los tableros compuestos en matriz de resina con adición de Cabuya o Abacá tienen propiedades adhesivas muy buenas por lo que hace pronosticar un excelente nivel de aplicabilidad del material.

## 2.- METODOLOGÍA

La investigación empezó con el diseño de una termo prensa para poder trabajar los tableros. La maquina fue desarrollada con una presión nominal de 50 toneladas y rango de temperatura de 0 a 200 °C, por lo que puede ser usada en frío.

La Resina utilizada fue donada por la empresa INTERQUIMEC S.A. y posee las siguientes propiedades físico – químicas:

### Propiedades Físico- Químicas de la resina Urea formaldehído

Punto de ebullición (760 mm de Hg)	102°C
Punto de ebullición (540 mm de Hg)	92°C
Apariencia	Líquido claro a blanco nuboso
Olor	Ligero característico
Solubilidad en agua	Soluble
Densidad (g/ml, 25°C)	1.26 -1.30
Punto de fusión	-10°C

\*Tomada de: Hoja de Datos de seguridad, INTERQUIMEC S.A.

En función de la disponibilidad de materiales, se emplearon para esta investigación fibra de Cabuya, procedente de la parroquia de Lita en la provincia de Imbabura y Abacá del recinto Monterrey – Las Villegas en Santo Domingo de los Sachilas. Las fibras una vez seleccionadas y secas fueron cortadas finamente. (2mm).

Luego de varias pruebas y una vez establecido el comportamiento de la resina junto con las fibras, se procedió a elaborar las probetas y los tableros. La incorporación de la fibra fue del 10% al 15% de la mezcla, además se empleó un catalizador (acelerante) para ayudar a la adhesión de los materiales. La temperatura dentro de la termo-prensa vario entre 70 y 90°C y el tiempo de curado fue de una hora en estufa a 50 °C.

Los análisis de elongación y ruptura, se realizaron en la Escuela Politécnica Nacional, en el CIAP, las pruebas de permeabilidad en el laboratorio de Suelos y Química Aplicada de la ECAA, para las pruebas de resistencia a la tracción y elongación a ruptura se utilizó una máquina universal de ensayos, de acuerdo a norma ASTM D 638.

Para evaluar la permeabilidad, se utilizó como testigo una gota de agua sobre un vidrio de reloj, se tomo el tiempo de evaporación, y se comparó con los tiempos de absorción de agua en los tableros, dada la naturaleza del vidrio se desprecia la absorción del agua en el vidrio.

Se realizaron pruebas de adhesión en diferentes superficies con dos tipos de pegamentos, las superficies fueron: tablero, cerámica, made-

ra y papel. Los pegamentos: cola blanca y cemento de contacto.

El diseño experimental fue Completamente al Azar, de seis tratamientos y tres repeticiones con lo que se pretendía comprobar la siguiente Hipótesis:

**H1:** La adición de fibras naturales a una matriz polimérica de urea formaldehído, mejora las características mecánicas (resistencia, elongación) y físicas (absorción), así como la adhesión a superficies de tableros de materiales compuestos.

Se estudiaron las siguientes variables:

**Variable Dependiente:** Características de los tableros (Resistencia, Elongación, Permeabilidad, Adhesión).

**Variables Independientes:** Tipo de fibra, Contenido de resina, Temperatura

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN



Para analizar este parámetro, se utilizaron probetas de ensayo tipo IV<sup>B</sup>, según Norma ASTM D638-97. La probeta que mayor resistencia a la tracción presenta es la

A<sub>1</sub>R<sub>1</sub>T<sub>1</sub>, seguida de C<sub>1</sub>R<sub>1</sub>T<sub>1</sub>, la que tiene la misma relación porcentual fibra- resina, pero la fibra es cabuya.

Se pudo observar claramente que la resistencia a la tracción se ve influenciada por el tipo de fibra, lo que puede deberse al mayor contenido de celulosa que presenta el Abacá, en comparación con la cabuya.

## ELONGACIÓN A LA RUPTURA

Para esta prueba, se utilizaron las mismas probetas de la resistencia a la tracción. Las probetas con mejores resultados, son las que contienen cabuya, de ellas el dato más alto de deformación presentó el tratamiento C1R1T1, los resultados que muestran los tratamientos de abacá son muy parecidos entre ellos.

## PERMEABILIDAD

Los mejores resultados presentan los tratamientos que contienen cabuya, todos los tratamientos tienen tiempos superiores al del testigo, por lo que se consideran materiales impermeables. Ver tabla No 1.

Tabla # 1. Tiempo evaporación/ absorción de H<sub>2</sub>O (min) a 20°C

Muestra	Tiempo evaporación/ absorción H <sub>2</sub> O (min) a 20°C	Observaciones
A <sub>1</sub> R <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	82.31	El agua se absorbe, moja la superficie
A <sub>2</sub> R <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	108.0	Gota se deforma, se absorbe parcialmente
A <sub>3</sub> R <sub>3</sub> T <sub>3</sub>	144.1	Se evapora sin absorberse
C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	175.0	Se evapora sin absorberse
C <sub>2</sub> R <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	210.0	Se evapora sin absorberse
C <sub>3</sub> R <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	235.0	Se evapora sin absorberse
Testigo	82.00	Se evapora

## ADHESIÓN A SUPERFICIES

Esta prueba se realizó fijando el tablero sobre varias superficies y utilizando dos clases de pegamentos (goma blanca y cemento de contacto), la prueba establecida fue no paramétrica, sin embargo se puede establecer que los mejores resultados de adhesión presentan los tableros con fibra de abacá y cemento de contacto como pegamento.

## CONCLUSIONES

- El empleo de materiales lignocelulósicos como Abacá y Cabuya, contribuyen exitosamente a modificar las superficies de los tableros de resina urea formaldehído, mejorando la resistencia a la tracción y a la deformación de los mismos.
- La fibra que mayor resistencia a la tracción presenta es el Abacá, el tratamiento corresponde a A<sub>1</sub>R<sub>1</sub>T<sub>1</sub>, seguida de C<sub>1</sub>R<sub>1</sub>T<sub>1</sub> (Cabuya). La resistencia a la tracción se ve influenciada por el tipo de fibra, lo que puede deberse al mayor contenido de celulosa que presenta el Abacá, en comparación con la Cabuya.
- La mayor resistencia a la elongación se evidencia en todos los tratamientos de Cabuya, de ellos el mejor es C<sub>1</sub>R<sub>1</sub>T<sub>1</sub>, por lo que presenta mayor capacidad de deformación, Se presume también que la matriz polimérica tuvo mejor acoplamiento con la fibra a esta temperatura (70°C).
- La compactación de la fibra con la matriz no polar del polímero, disminuye totalmente la absorción de agua, se destacan las propiedades impermeabilizantes, las que están directamente relacionadas con la cantidad de fibra adicionada al tablero. Además, las propiedades termofijas de los tableros varían cuando son sometidos al calor, poniendo de manifiesto su habilidad para formar redes entrecruzadas.
- Las propiedades adhesivas en diferentes superficies fueron muy buenas en las dos clases de tableros y con los dos tipos de pegamentos, el tablero de abacá, es en general el que mejor características de adhesión a superficies presenta, el pegamento que tuvo mejores resultados fue el cemento de contacto.



Muestras de tableros de partículas finas.