



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Industrial. Pla 2002

**Títol:** Caracterització de la fibra Henequén per ser utilitzada com a reforç en materials compostos

**Document:** Resum

**Alumne:** Ana Juárez Muñoz

**Director/Tutor:** Josep M<sup>a</sup> Güell Ordis  
**Departament:** Física  
**Àrea:** Ciència de materials i enginyeria

**Convocatòria** (mes/any): Setembre 2012



La generació massiva de residus plàstics constitueix actualment un gravíssim problema mediambiental. Una de les estratègies desenvolupades per pal·liar-ho consisteix en el reciclatge dels residus plàstics i la seva posterior utilització per diferents aplicacions en sectors com la construcció.

La incorporació de reforços en el material reciclat millora les propietats mecàniques del mateix. Un possible reforç són les fibres d'origen vegetal o biofibres, que, a més de millorar tècnicament el producte, presenten avantatges econòmics i ambientals. Les biofibres són un bon competidor contra les fibres reforçants tradicionals com la fibra de vidre ja que presenten un baix cost, baixa densitat i, per tant, bones propietats específiques, menys equip de processament, alta suavitat, biodegradabilitat i són ecològicament sostenibles, ja que es produeixen a partir de recursos naturals.

En aquest treball es fan servir fibres provinents de la pinya de Henequén. Aquestes fibres són un subproducte del procés per a l'obtenció del licor de Henequén i es volen fer servir com a reforç en materials compostos.

Ja s'han fet estudis sobre la fibra de Henequén que creix a Mèxic. Aquest projecte s'emmarca dins una col·laboració entre la Universitat de Girona i la Universitat Cubana de Holguin, per tal d'estudiar la fibra de Henequén que creix a Cuba.

Donat el fet que l'alt contingut de lignina condueix a l'absorció d'humitat i, per tant, a una menor adhesió amb els materials termoplàstics hidrofòbics o termostables, és necessari fer un tractament previ a la fibra. És per aquest motiu que s'estudiarà la caracterització de la fibra de Henequén sense tractar i tractada amb concentracions del 2%, 5% i 10% d'hidròxid sòdic, durant dos hores i a temperatura ambient, amb l'objectiu de tenir els coneixements necessaris per, posteriorment a aquest projecte, fer compostos en les millors condicions materials.

Per dur a terme l'estudi, paral·lelament a la recerca d'informació s'ha realitzat assajos químics i físics que permeten conèixer les principals propietats de les diferents mostres per tenir una primera orientació de com afecta el pretractament amb hidròxid sòdic.

Amb els assajos químics es coneix, a part de la capacitat d'absorció d'humitat i la densitat, el contingut en cendres a 525°C i 900°C, l'extracció en etanol benzè i en aigua calenta, el contingut de lignina, d'holocel·lulosa i d'alfacel·lulosa. Els resultats es mostren a la taula següent:

	Sense tractar	Tractada al 2 %	Tractada al 5 %	Tractada al 10 %
<b>Capacitat d'absorció d'humitat</b>	6,67 %	5,51 %	6,04 %	2,86 %
<b>Densitat</b>	1,147 g/ cm <sup>3</sup>	1,109 g/ cm <sup>3</sup>	1,052 g/ cm <sup>3</sup>	1,066 g/ cm <sup>3</sup>
<b>Cendres a 525°C</b>	1,613 %	1,097 %	2,027 %	2,499 %

<b>Cendres a 900°C</b>	1,663 %	1,677 %	2,006 %	1,287 %
<b>Extraïble en etanol benzè</b>	3,870 %	2,724 %	2,571 %	2,739 %
<b>Extraïble en aigua calenta</b>	7,369 %	3,472 %	2,840 %	3,207 %
<b>Lignina</b>	13,90 %	15,12 %	15,28 %	14,37 %
<b>Holocel·lulosa</b>	80,61 %	81,06 %	80,13 %	80,39 %
<b>Alfacel·lulosa</b>	65,36 %	59,11 %	62,69 %	55,27 %

Taula 1: Resultat d'assajos químics

El valor obtingut de la concentració de lignina és molt important, ja que s'observa com el pretractament no ha extret lignina com s'esperava. De la mateixa manera, tampoc es pot assegurar que el tractament amb hidròxid sòdic hagi afectat a la holocel·lulosa i l'alfacel·lulosa.

Pel contrari, els assajos físic mecànics mostren com la força de trencament disminueix quan augmenta la concentració del pretractament. L'àrea promig també disminueix, és per això que la resistència disminueix però molt suaument.

	<b>Sense tractar</b>	<b>Tractada al 2 %</b>	<b>Tractada al 5 %</b>	<b>Tractada al 10 %</b>
<b>Força de trencament</b>	1,25 kg	0,74 kg	0,88kg	0,51 kg
<b>Àrea promig</b>	0,02458 mm <sup>2</sup>	0,02542 mm <sup>2</sup>	0,01851 mm <sup>2</sup>	0,01404 mm <sup>2</sup>
<b>Resistència</b>	498,88120 MPa	285,57828 MPa	466,38574 MPa	356,34615 MPa

Taula 2: Resultat assajos físic mecànics

Amb els assajos termocalorimètrics i òptics s'ha pogut conèixer més a fons el comportament i els elements que formen les diferents mostres estudiades.

Així es coneix la temperatura de degradació de les mostres, el coeficient de dilatació i el mòdul de Young amb la realització dels assajos termocalorimètrics:

	<b>Sense tractar</b>	<b>Tractada al 2 %</b>	<b>Tractada al 5 %</b>	<b>Tractada al 10 %</b>
<b>Temperatura de degradació</b>	337,71 °C	341,33 °C	339,55 °C	340,89 °C
<b>Coeficient de dilatació mig</b>	7,2074E-05 °C <sup>-1</sup>	7,1262E-05 °C <sup>-1</sup>	9,2528E-05 °C <sup>-1</sup>	8,93E-05 °C <sup>-1</sup>
<b>Mòdul de Young</b>	13,5 GPa	21 GPa	12,5 GPa	24 GPa

Taula 3: Resultats assajos termocalorimètrics

Amb l'execució dels assajos DSC i TMA es pot afirmar que no hi ha estructura cristal·lina.

En observar els resultats dels assajos TGA, DSC i DMA s'observa la presència d'un component que desapareix en tractar la fibra, per tant, s'està eliminant un component que podria ser ceres, extractius o altres components superficials.

Es fa servir el microscopi electrònic de rastreig, SEM i anàlisi de rajos X per separació d'energia, EDX, per trobar la concentració dels elements presents a la fibra.

	<b>Carboni (%)</b>	<b>Oxigen (%)</b>	<b>Magnesi (%)</b>	<b>Calci (%)</b>	<b>Sodi (%)</b>	<b>Fluor (%)</b>
<b>Mostra sense tractar</b>	47,14	48,36	0,15	4,31	0,04	0,00
<b>Mostra tractada al 2%</b>	50,01	49,13	0,38	0,49	0,00	0,00
<b>Mostra tractada al 5%</b>	48,45	50,53	0,38	0,65	0,00	0,00
<b>Mostra tractada al 10%</b>	48,93	50,10	0,40	0,44	0,00	0,15

**Taula 4: Resultat SEM i EDX**

D'altra banda s'obtenen imatges de gran qualitat i resolució de les fibres, on es pot observar com les fibres tractades al 5% estan més atacades ja que es veu part del reforç dels vasos de la fibra. També s'observa que la fibra tractada al 10% està més deteriorada i esfilagarsada que la fibra de Henequén sense tractar.

Tot i que es poden fer servir aquestes imatges per obtenir una primera aproximació del diàmetre de les fibres, suposant que aquestes tenen secció circular, es fan servir els valors obtinguts de l'observació amb microscopi òptic ja que es pot observar la secció de cada fibra.

	<b>Sense tractar</b>	<b>Tractada al 2 %</b>	<b>Tractada al 5 %</b>	<b>Tractada al 10 %</b>
<b>Àrea promig</b>	0,02458 mm <sup>2</sup>	0,02542 mm <sup>2</sup>	0,01851 mm <sup>2</sup>	0,01404 mm <sup>2</sup>

**Taula 5: Resultats de l'observació òptica**

En les imatges obtingudes s'observa com, al tractar les mostres amb hidròxid sòdic, les fibres agafen formes més arrodonides i petites. Això pot ser degut a que, com mostren les imatges amb microscopi electrònic, hi ha fibres que tendeixen a dividir-se i, en considerar l'efecte del tractament amb hidròxid sòdic, que fa que estiguin més deteriorades, es poden haver separat amb més facilitat.

Finalment els assajos d'infraroigs, difracció de raig X i cromatografia líquida esmentats en el full de projecte no s'han dut a terme ja que la seva execució no aporta cap informació rellevant.

Tenint en compte els resultats obtinguts en realitzar els diferents assajos prèviament explicats, es pot dir, com a conclusió general, que el tractament previ amb hidròxid sòdic no ha donat els resultats esperats.

No només no es contribueix a l'eliminació de lignina sinó que es debilita la fibra, tal i com es pot comprovar amb els valors obtinguts de la resistència a tracció i la observació òptica. És per aquest motiu que no es proposa fer servir la fibra tractada amb hidròxid sòdic com a reforç en materials termostables. En el projecte es proposen altres tractaments previs alternatius.

Pel que fa a les quatre fibres sotmeses a assaig, és la mostra sense tractar la que presenta millors propietats i, per tant, és la candidata per utilitzar en la continuïtat del projecte amb la Universitat Cubana de Holguín.

La presència de lignina no suposa un gran problema ja que es vol utilitzar la fibra de Henequén com a reforç a un compost amb matriu termostable tipus Epoxy. Les fibres seran llargues i, tot i que la lignina fa disminuir l'adherència de la fibra amb la resina, al ser la fibra llarga, té molta superfície de contacte i es podran absorbir els esforços tallants entre la resina i la fibra.

Els pas següent un cop triada com a millor candidata la fibra de Henequén sense tractar serà preparar les fibres de forma adient per formar compostos.

Ana Juárez Muñoz

Girona, 3 de Setembre de 2012