



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: Annexos

Alumne: Ana Juárez Muñoz

Director/Tutor: Josep M^a Güell Ordis
Departament: Física
Àrea: Ciència de materials i enginyeria

Convocatòria (mes/any): Setembre 2012

INDEX DE L'ANNEX

ANNEX A.	CAPACITAT D'ABSORCIÓ D'HUMITAT	3
ANNEX B.	ASSAIG DE DENSITAT	5
ANNEX C.	ASSAJOS DE COMBUSTIÓ	7
C.1	ASSAIG DE COMBUSTIÓ A 525°C	7
C.2	ASSAIG DE COMBUSTIÓ A 900°C	10
ANNEX D.	EXTRACCIÓ EN ETANOL BENZÈ	12
ANNEX E.	EXTRACCIÓ EN AIGUA CALENT	15
ANNEX F.	DETERMINACIÓ DE LIGNINA	16
ANNEX G.	DETERMINACIÓ D'HOLOCEL·LULOSA	19
ANNEX H.	DETERMINACIÓ D'ALFACEL·LULOSA	21
ANNEX I.	ASSAIG DE TRACCIÓ	23
I.1	ANÀLISI DE RESULTATS.....	29
I.2	DETERMINACIÓ DE LA RESISTÈNCIA.....	37
ANNEX J.	ASSAIG TERMOGRAVIMÈTRIC, TGA	38
J.1	INTRODUCCIÓ	38
J.2	PROCEDIMENT	38
ANNEX K.	CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE RASTREIG, DSC	40
K.1	INTRODUCCIÓ.....	40
K.2	PROCEDIMENT.....	41
ANNEX L.	ANÀLISI TERMOMECÀNIC, TMA	43
L.1	INTRODUCCIÓ.....	43
L.2	PROCEDIMENT.....	43
ANNEX M.	ANÀLISI MECÀNIC DINÀMIC, DMA	45
M.1	INTRODUCCIÓ.....	45
M.2	PROCEDIMENT.....	45
ANNEX N.	MICROSCÒPIC ELECTRÒNIC DE RASTREIG, SEM I ANÀLISI DE RAJOS X PER SEPARACIÓ D'ENERGIA, EDX	47
N.1	INTRODUCCIÓ.....	47
N.2	PROCEDIMENT.....	48
N.3	INFORME MICROSCOPI ELECTRÒNIC DE RASTREIG, SEM	50
ANNEX O.	MICROCOPI ÒPTIC	75
O.1	PROCEDIMENT.....	75
O.2	CÀLCUL DE LA SECCIÓ.....	79
ANNEX P.	ASSAIG DIFRACCIÓ DE RAIG X	81
ANNEX Q.	PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE	82
ANNEX R.	PRESSUPOST	83

ANNEX A. CAPACITAT D'ABSORCIÓ D'HUMITAT

Es disposa de quatre mostres diferenciades, la primera és una mostra de la fibra Henequén sense tractar, la segona és una mostra tractada amb una dissolució al 2% de NaOH, una altra al 5% i al 10%.

Per tal de determinar la capacitat d'absorció d'humitat de cada mostra es calcula el seu pes sec agafant una petita mostra de menys d'un gram i amb l'ajuda de l'analitzador d'humitat, que disposa de balança i un assecador d'infraroigs, es determina el tant per cent de matèria seca. Un cop determinat el tant per cent cal pesar les mostres amb una bàscula per obtenir el pes humit de cada una.

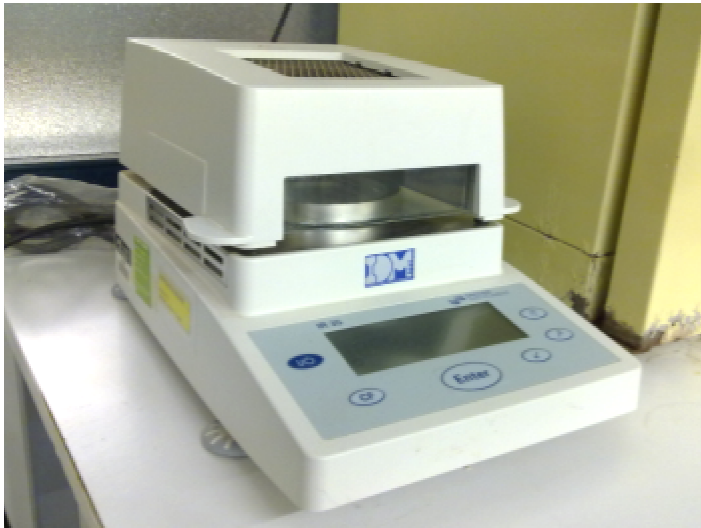


Figura 1: Màquina determinació de sequedat



Figura 2: Balança de laboratori

Amb una regla de tres es calcula el pes sec:

Pes humit – 100%

Pes sec – MS%

$$\text{Pes sec} = \frac{\text{Pes humit} * \text{MS} \%}{100\%}$$

Així es calcula per cada mostra:

	Sense tractar	Tractada al 2 %	Tractada al 5 %	Tractada al 10 %
Pes humit	4,49 g	5,78 g	2,68 g	4,45 g
Massa seca	93,33 %	94,49 %	93,96 %	97,14 %
Pes sec	4,19 g	5,46 g	2,52 g	4,30 g
Capacitat d'absorció d'humitat	6,67 %	5,51 %	6,04 %	2,86 %

Taula 1: Massa seca i capacitat d'absorció d'humitat

El tant per cent de massa seca serveix per poder calcular el pes humit de mostra necessari per realitzar els diferents assajos partint dels pesos secs necessaris segons la norma.

ANNEX B. ASSAIG DE DENSITAT

Segons la norma T 258 om-94, per tal de determinar la densitat de la mostra, aquesta s'ha de submergir en aigua a 23°C. El fet de submergir la mostra en aigua té dos motius: d'una banda assegurar que el volum de la fibra augmenta fins al seu volum verd, és a dir, amb les cavitats internes plenes. I d'altra banda per eliminar un possible error resultat de l'absorció d'aigua mentre està sent mesurat per obtenir el seu volum.

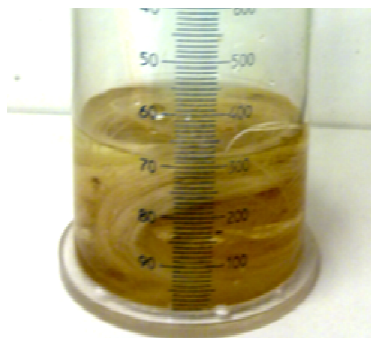


Figura 3: Càlcul de la densitat

El càlcul de la densitat bàsica és: $\frac{b}{e}$, on b : pes sec i e : volum verd

El pes humit de la mostra mesurada per aquest assaig és de 10,21 g

$$\text{pes sec} = \frac{\text{pes humit} * 93,33\%}{100\%} = \frac{10,21 \text{ g} * 93,33\%}{100\%} = 9,5290 \text{ g}$$

El volum verd és el volum desplaçat per la mostra, és a dir la diferència de volum abans i després de submergir la mostra dins l'aigua, que és de: 15ml

Per tant es pot calcular la densitat de la fibra de Henequén sense tractar de la següent manera:

$$\rho = \frac{b}{e} = \frac{9,5290 \text{ g}}{15 \text{ ml}} = 0,6353 \text{ g/ml} = \mathbf{0,6353 \text{ g/cm}^3}$$

Es fa el mateix procediment per les altres mostres i s'obtenen els següents valors:

	Sense tractar	Tractada al 2 %	Tractada al 5 %	Tractada al 10 %
Pes sec	9,529 g	10,403 g	10,561 g	9,530 g
Volum verd	15 ml	- ml	- ml	- ml
Densitat	0,6353 g/ml	- g/ml	- g/ml	- g/ml

Taula 2: Taula resum densitat de les mostres

En fer servir la norma T 258 om-94 apareix un problema, la variació de volum és molt petita i molt difícil de determinar amb exactitud pels aparells dels que es disposa al laboratori. És per aquest motiu que es decideix mesurar la densitat d'una altra manera.

Seguint un altre mètode basat en Arquímedes, es mesura primer la massa del cos, tot seguit es col·loca sobre la balança un recipient amb aigua, es tara la balança i submergint tot el cos dins el recipient es determina el valor m_E , que també es pot determinar per la diferència de pes.

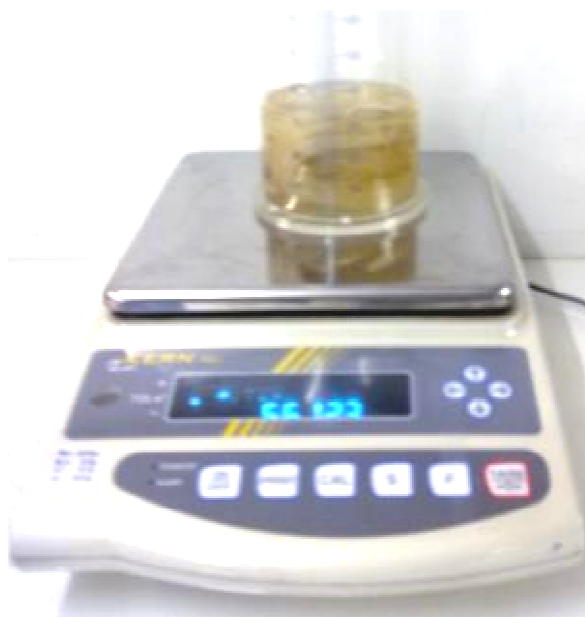


Figura 4: Assaig de densitat per pes

Assumint que la densitat de l'aigua és igual a 1g/cm^3 , la densitat de la fibra s'obté com:

$$\rho_{fibra} = \frac{m_{fibra}}{m_E} \cdot \rho_{aigua}$$

Com es pot veure en l'equació anterior, la tècnica proposada per la determinació de densitats no requereix la mesura de volums. Això es un gran avantatge ja que les balances tenen molta més precisió i exactitud, cosa més difícil per determinar volums.

	Sense tractar	Tractada al 2 %	Tractada al 5 %	Tractada al 10 %
Pes fibra (m_{fibra})	4,66 g	4,07 g	5,85 g	6,18 g
Pes got amb aigua	293,81 g	300,24 g	318,69 g	308,09 g
Pes got amb fibra	297,87 g	303,91 g	324,25 g	313,89 g
Pes E (m_E)	4,06 g	3,67 g	5,56 g	5,8 g
Densitat	1,147 g/cm³	1,109 g/cm³	1,052 g/cm³	1,066 g/cm³

Taula 3: Densitat per pes

ANNEX C. ASSAJOS DE COMBUSTIÓ

Es fan dos tipus d'assajos de combustió, a 525°C i a 900°C. La principal diferència es que l'assaig a 525°C treu la cel·lulosa i la humitat, però deixa com a cendra el carbonat de càlcic essencialment intacte. D'altra banda la combustió a 900°C converteix el carbonat càlcic a òxid càlcic.

Aquests mètodes es poden fer servir conjuntament per proporcionar una bona estimació dels nivells de carbonat càlcic.

C.1 Assaig de combustió a 525°C

Per preparar l'assaig de combustió a 525°C es prepara una quantitat de, aproximadament, 1,5g de massa seca, per la qual cosa s'ha de calcular la massa humida corresponent de cada mostra. Es preparen dos mostres de cada tipus. Les fibres es tallen obtenint longituds d'un mig centímetre.

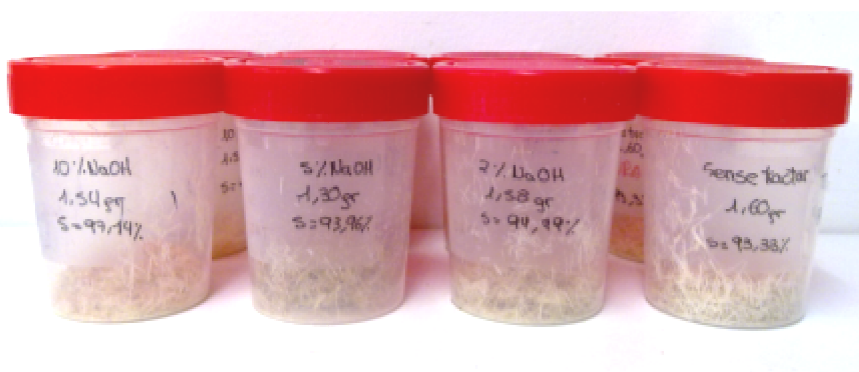


Figura 5: Mostres preparades per l'assaig de combustió

Un cop preparades les mostres s'han de dipositar en un recipient ceràmic com el que veiem a la Figura 6: Mostres en recipient ceràmic, per tal de poder ser cremades dins la mufla:



Figura 6: Mostres en recipient ceràmic

Cada recipient s'ha d'enumerar i pesar amb i sense mostra.

Numero	Pes sense mostra	Tipus mostra	Pes amb mostra
1	18,45 g	Sense tractar, s=93,33%, 1,60 g	20,02 g
2	21,96 g	Sense tractar, s=93,33%, 1,60 g	23,54 g
3	20,62 g	Tractada al 2% NaOH, s=94,49%, 1,58 g	22,18 g
4	20,34 g	Tractada al 2% NaOH, s=94,49%, 1,58 g	21,87 g
5	20,62 g	Tractada al 5% NaOH, s=93,96%, 1,30 g	21,91 g
6	19,37 g	Tractada al 5% NaOH, s=93,96%, 1,34 g	20,68 g
7	21,45 g	Tractada al 10% NaOH, s=97,14%, 1,54 g	22,98 g
8	20,64 g	Tractada al 10% NaOH, s=97,14%, 1,54 g	22,13 g

Taula 4: Mesura de les mostres

Quan les mostres estan dins la mufla s'engega aquesta a una temperatura de 300°C, es deixa la porta oberta per que no hi hagi un cop de calor i no s'incinerin les mostres. Quan s'arriba a la temperatura de 300°C es pot tancar la porta i canviar la temperatura a 525°C. Un cop assolida la temperatura de 525°C es manté durant una hora i mitja. La norma T 211 om-93 considera una quantitat d'1 gram i un temps d'una hora, com en el nostre cas es fa servir 1,5 grams es deixa un temps d'una hora i mitja.

Quan ja ha passat l' hora i mitja es pot aturar la mufla i es deixa refredar amb la porta tancada. Per assegurar que la mufla està prou freda, al dia següent es passen les mostres a una estufa de laboratori, que es troba a 105°C, durant dos hores i després es passen al dessecador durant una hora. Durant aquesta última hora es pot anar mesurant cada mostra per veure si arriba a tenir un pes constant. Quan el pes sigui constant s'anota per tenir el pes de les cendres.



Figura 7: Mufla



Figura 8: Dessecadora

Per tal de calcular el tant per cent de cendres és necessari saber el pes de les cendres i el pes sec de la mostra, d'aquesta manera tenim que el tant per cent de cendres és:

$$Cendres, \% = \frac{pes\ cendres, g \cdot 100}{pes\ sec\ mostra, g}$$

	Pes sense mostra (g)	S	Pes amb mostra (g)	Pes humit fibra (g)	Pes sec fibra (g)	Pes post-combustió (g)	Pes cendres (g)	% Cendres
1	18,45	0,9333	20,02	1,57	1,465281	18,5	0,05	3,41231477
2	21,96	0,9333	23,54	1,58	1,474614	22,17	0,21	14,2410149
3	20,62	0,9449	22,18	1,56	1,474044	20,74	0,12	8,14086961
4	20,34	0,9449	21,87	1,53	1,445697	20,5	0,16	11,067326
5	20,62	0,9396	21,91	1,29	1,212084	20,77	0,15	12,3753799
6	19,37	0,9396	20,68	1,31	1,230876	19,54	0,17	13,8113019
7	21,45	0,9714	22,98	1,53	1,486242	21,69	0,24	16,1481105
8	20,64	0,9714	22,13	1,49	1,447386	20,71	0,07	4,8363049

Taula 5: Taula resum cendres a 525°C

Com aquests valors varien bastant entre mostres del mateix tipus i no s'assemblen a les esperades tornem a repetir el procediment per tal de tenir més valors. Aquest cop es fa servir un gram de mostra i, per tant, roman a 525°C només una hora. D'aquesta manera s'obté:

	Pes sense mostra (g)	S	Pes amb mostra (g)	Pes humit fibra (g)	Pes sec fibra (g)	Pes post-combustió (g)	Pes cendres (g)	% Cendres
1	18,45	0,9333	19,43	0,98	0,914634	18,47	0,02	2,18666702
2	21,97	0,9333	23,00	1,03	0,961299	21,98	0,01	1,04025907
3	20,63	0,9449	21,61	0,98	0,926002	20,64	0,01	1,07991127
4	20,34	0,9449	21,29	0,95	0,897655	20,35	0,01	1,11401374
5	20,63	0,9396	21,69	1,06	0,995976	20,65	0,02	2,00808052
6	19,38	0,9396	20,42	1,04	0,977184	19,4	0,02	2,04669745
7	21,46	0,9714	22,49	1,03	1,000542	21,47	0,01	0,99945829
8	20,63	0,9714	21,66	1,03	1,000542	20,67	0,04	3,99783317

Taula 6: Taula resum cendres a 525°C

El valor esperat del tant per cent de cendres de fibres és inferior al 5 %, així es pot considerar aquests valors correctes. Fent la mitjana aritmètica de les dos mostres preses per cada tipus de tractament de la fibra s'obté el valor del tant per cent de cendres final.

Tipus de mostra	% Cendres a 525°C
Mostra sense tractar	1,613
Mostra tractada al 2%	1,097
Mostra tractada al 5%	2,027
Mostra tractada al 10%	2,499

Taula 7: Tant per cent de cendres a 525°C

C.2 Assaig de combustió a 900°C

La preparació de les mostres per fer l'assaig de combustió a 900°C és la mateixa que s'ha fet per la combustió a 525°C.

Un cop es col·loquen les mostres dins la mufla es fa una primera programació de la temperatura a 300°C. A les tres hores i un cop assolida aquesta temperatura es torna a reajustar a 600°C i posteriorment a 900°C. A aquesta temperatura ha de romandre una hora abans de poder desendollar la mufla.

D'aquesta manera els valors que s'obtenen són:

	Pes sense mostra (g)	S	Pes amb mostra (g)	Pes humit fibra (g)	Pes sec fibra (g)	Pes post-combustió (g)	Pes cendres (g)	% Cendres
1	19,88	0,9333	21,43	1,55	1,446615	19,91	0,03	2,0738068
2	20,18	0,9333	21,89	1,71	1,595943	20,2	0,02	1,2531776
3	20,22	0,9449	21,78	1,56	1,474044	20,24	0,02	1,3568116
4	20,89	0,9449	22,48	1,59	1,502391	20,92	0,03	1,9968171
5	22,03	0,9396	23,55	1,52	1,428192	22,06	0,03	2,1005579
6	20,88	0,9396	22,55	1,67	1,569132	20,91	0,03	1,911885
7	21,65	0,9714	23,23	1,58	1,534812	21,68	0,03	1,9546368
8	20,04	0,9714	21,7	1,66	1,612524	20,05	0,01	0,6201458

Taula 8: Taula resum cendres a 900°C

Tipus de mostra	% Cendres a 900°C
Mostra sense tractar	1,663
Mostra tractada al 2%	1,677
Mostra tractada al 5%	2,006
Mostra tractada al 10%	1,287

Taula 9: Tant per cent de cendres a 900°C

ANNEX D. EXTRACCIÓ EN ETANOL BENZÈ

Abans de muntar l'aparell d'extracció es prepara la solució Etanol-Benzè 1:2, per tant, s'afegeixen 250 ml d'Etanol i 500 ml de Benzè, obtenint una solució de 750 ml de volum. Els materials que es faran servir són:

- 4 Balons de 250 ml ajustatge 29/32.
- 4 Soxhlets d'extracció de 250 ml.
- 4 Serpentins.
- 4 Plaques calefactores.
- 4 Cartutxos de paper de filtre

Es col·loquen els balons sobre les plaques calefactores i es posa greix pel buit a totes les juntes esmerilades dels diferents elements ja que en escalfar-se, un cop finalitzat el procés, costarà desenganxar les parts.

El primer que es fa per preparar l'extracció en etanol-benzè és emplenar els cartutxos de paper de filtre amb matèria prima, sobre la fibra es posa cotó perquè aquesta no surti a la superfície i es dobleguen les bores sobrants tancant-lo. Es col·loca cada cartutx dins el Soxhlet corresponent.

Dins el Soxhlet s'aboca la solució preparada, deixant temps a que el cartutx vagi absorbint. En arribar a una alçada determinada, d'uns 150 ml, es fa una sifonada. Un cop feta, es tira més solució però evitant que en faci una altra.

S'obre la clau de pas d'aigua per deixar passar el líquid pel serpentí. Un cop estigui en funcionament i omplert d'aigua en la seva totalitat es poden muntar tots els elements i engegar les plaques calefactores ajustant la temperatura a 50°C. No es pot sobrepassar la temperatura d'evaporació de l'etanol (78,4°C) ni la del benzè (80,1°C) per tal de no variar la concentració de la solució etanol-benzè. Transcorreguts 15 minuts s'augmenta la temperatura fins a 75 °C.



Figura 9: Muntatge d'extracció

Es pot observar com cada cop la dissolució és més groguenca. Quan hagi passat 6 hores des de la posada en marxa s'apaguen les plaques i s'aboca tot el contingut de solució que hi ha al Soxhlet dins de cada baló corresponent. Per una banda es treuen els cartutxos i es recupera la fibra, el que s'anomena producte E1, per l'altre es deixen els balons escalfant-se perquè s'evapori la dissolució fins que arribi a punt de caramel, moment en que es retiren dins l'estufa a 100°C fins que visualment apreciem una consistència no líquida, llavors es podran posar dins el dessecador. D'aquesta manera s'obté el pes de l'extracte de l'assaig d'extraïbles en etanol-benzè (eeb).

Es fa l'extracte per duplicat i s'obtenen els següents resultats:

	Ph (g)	% S	Ps (g)	eeb (g)	% EEB	% E1
1ª mostra 0%	4,9943	93,33	4,6612	0,1128	2,42	97,58
1ª mostra 2%	5,3275	94,49	5,0340	0,1384	2,75	97,25
1ª mostra 5%	6,5605	93,93	6,1623	0,1292	2,10	97,90
1ª mostra 10%	6,1340	97,17	5,9604	0,1585	2,66	97,34

2^a mostra 0%	4,8384	93,33	4,5157	0,2402	5,32	94,6808
2^a mostra 2%	7,3886	94,49	6,9815	0,1884	2,70	97,3014
2^a mostra 5%	5,6881	93,93	5,3428	0,1627	3,05	96,9548
2^a mostra 10%	6,1495	97,17	5,9755	0,1684	2,82	97,1818

Taula 10: Resultat extracció en etanol-benzè

ANNEX E. EXTRACCIÓ EN AIGUA CALENT

L'extracció en aigua calenta és necessària per netejar la fibra després de tractar-la amb etanol-benzè. El procediment és el mateix que l'extracció anterior. La fibra que es fa servir és la resultant de l'extracció en etanol-benzè, que s'anomena producte E1, en aquest cas es fa servir aigua destil·lada, la temperatura de les plaques no pot ser superior a 100°C i el procés dura un total de quatre hores.

Així els valors obtinguts d'extraïbles en aigua destil·lada són:

	Ph (g)	% S	Ps (g)	extracte (g)	% EEA
1ª mostra 0%	4,6920	90,51%	4,2467	0,1082	2,55
1ª mostra 2%	4,9902	94,07%	4,6943	0,1747	3,72
1ª mostra 5%	6,3963	94,39%	6,0375	0,1601	2,65
1ª mostra 10%	5,6525	95,24%	5,3834	0,1784	3,31
2ª mostra 0%	4,4978	92,31%	4,1519	0,5061	12,19
2ª mostra 2%	7,0596	93,38%	6,5923	0,2124	3,22
2ª mostra 5%	5,6900	93,85%	5,3401	0,1617	3,03
2ª mostra 10%	5,8258	95,19%	5,5456	0,1719	3,10

Taula 11: Resultat extracció en aigua destil·lada

Tot i obtenir un valor molt alt en la segona mostra de fibra sense tractar, es decideix no extreure'l, ja que dóna constància de la quantitat d'extraïbles que es poden obtenir en diferents trams de fibres.

El producte obtingut un cop fetes totes dues extraccions s'anomena producte E1E2.

ANNEX F. DETERMINACIÓ DE LIGNINA

És important conèixer el contingut de lignina ja que juntament amb la holocel·lulosa, ofereix una dada interessant en el moment d'establir el tractament adequat de deslignificació en la cocció.

El material que es necessita per dur a terme aquest assaig és:

- 4 Erlenmeyers de 200 ml
- 4 Varettes de vidre
- 4 Ampolles de vidre d'1L
- 4 Refrigerants
- 4 Plaques filtrants del número 4
- 1 Kitasatos

Abans de començar amb el procediment és necessari preparar Àcid sulfúric al 72%. En la preparació es fa una estimació del volum total necessari, 120 ml, per tant, es prepara una solució de 200ml. L'àcid sulfúric que hi ha al laboratori té una puresa del 97 %.

$$\text{en } 200\text{ml hi ha } x \text{ ml purs} \rightarrow 72\% = \frac{x}{200} \cdot 100 \rightarrow x = 144 \text{ ml purs}$$

$$\text{en } x \text{ ml hi ha } 144 \text{ ml purs} \rightarrow 97\% = \frac{144}{x} \cdot 100 \rightarrow x = 148,5 \text{ ml al } 97\%$$

Així, s'aboquen 148,5 ml d'àcid sulfúric al 97% en un volum de 200 ml omplerts amb aigua destil·lada.

Es pesa aproximadament 1 g de mostra del producte E1E2, és a dir, la mostra que ha estat tractada amb etanol-benzè i aigua destil·lada, i s'introdueix dins dels erlenmeyers de 200 ml secs, fred i tarats. A continuació s'afegeixen 15 ml d'àcid sulfúric al 72%, agitant esporàdicament durant dues hores a una temperatura entre 12 i 15°C.



Figura 10: Producte E1E2 en àcid sulfúric al 72%

Transcorregut aquest temps es transvasa dins les ampolles d'1L que prèviament tenen uns 500 ml d'aigua destil·lada i es recullen les restes de matèria de l'erlenmeyer amb porcions de 50 ml d'aigua i s'emplena fins a completar els 600 ml amb aigua. Es col·loquen les ampolles dins l'autoclaui i es programa a 118°C durant 1 hora.

Un cop refredat el contingut es filtra en plaques n°4 seques, fredes i tarades i es renta amb aigua destil·lada fins aconseguir pH neutre.



Figura 11: Filtratge amb plaques n°4

A continuació es deixen assecar dins l'estufa a 100°C i posteriorment al dessecador. El pes obtingut en pesar-ho sobre el pes sec de la mostra dona el tant per cent de lignina. Els valors obtinguts són els següents:

	Ph (g)	% S	Ps (g)	lignina (g)	% LIGNINA
1ª mostra 0%	1,05	95,89%	1,01	0,14	13,90
1ª mostra 2%	1,10	96,21%	1,06	0,16	15,12
1ª mostra 5%	1,13	92,69%	1,05	0,16	15,28
1ª mostra 10%	1,10	88,55%	0,97	0,14	14,37

Taula 12: Resultat determinació de lignina

ANNEX G. DETERMINACIÓ D'HOLOCEL·LULOSA

Els materials necessaris per tal de fer l'assaig són:

- 4 erlenmeyers de 250 ml amb tap
- 4 plaques filtrants del número 2
- 1 kitasatos

El reactius que es faran servir són:

- Àcid acètic glacial
- Clorit sòdic
- Acetona

Es comença pesant uns 3 grams de mostra del producte E1E2 dins dels erlenmeyers de 250 ml secs, freds i tarats. S'afegeixen 160 ml d'aigua destil·lada i s'introdueixen al bany maria a una temperatura de 75-80°C. Un cop s'arriba a aquesta temperatura s'hi tiren 10 gotes d'àcid acètic glacial i 1,5 grams de clorit sòdic. Cada hora es repeteix aquesta operació fins a un total de tres tractaments, es continua fins que es blanquegi. Es refreda amb aigua molt freda, es col·loquen en safates plenes de gel, per tal d'aturar la reacció.

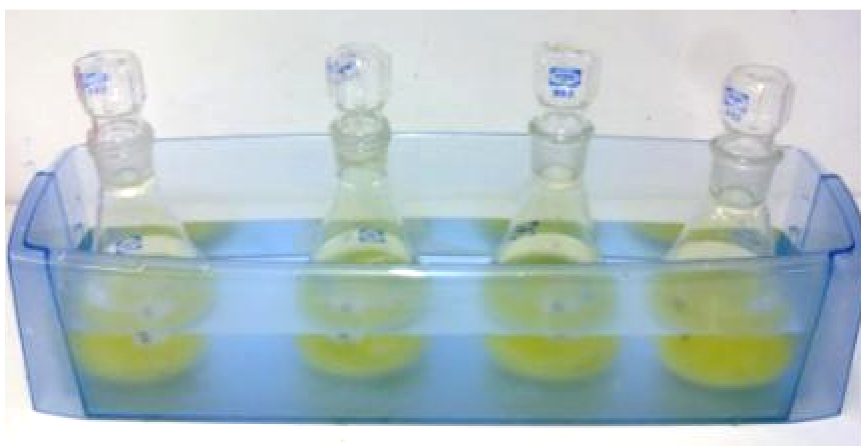


Figura 12: Producte E1E2 amb reactius per determinar l'holocel·lulosa

A continuació es filtren en plaques n°2 seques, fredes i tarades. S'omple la placa amb acetona i es renta amb aigua freda en abundància, aproximadament 500 ml. S'assequen a l'estufa a 100°C durant 24 hores, es refreden i es pesen.

El resultat, producte HOLO, s'expressa en tant per cent sobre la matèria prima seca inicial. Els resultats obtinguts són:

	Ph (g)	% S	Ps (g)	holo (g)	% HOLOCEL·LULOSA
1ª mostra 0%	3,10	93,03%	2,88	2,95	102,30
1ª mostra 2%	3,38	96,71%	3,27	3,03	92,70
1ª mostra 5%	3,24	94,65%	3,07	2,98	97,17
1ª mostra 10%	3,32	92,18%	3,06	3,03	99,01

Taula 13: Resultats determinació d'holocel·lulosa

Els valors que s'han obtingut del contingut d'holocel·lulosa són molt elevats. Aquest fet pot estar degut a que l'assaig està pensant per a materials pastosos i no fibres. És per aquest motiu que es fa servir una equació sumatòria qualitativa que ens dona la quantitat d'holocel·lulosa de la fibra a partir dels valors obtinguts d'extraïbles en etanol-benzè, cendres i lignina.

$$\% \text{EXTRACTES} + \% \text{LIGNINA} + \% \text{HOLOCEL·LULOSA} + \% \text{CENDRES} = 100\%$$

	% Extractes	% Lignina	% Cendres	Suma	% HOLOCEL·LULOSA
1ª mostra 0%	3,8696	13,9048	1,6135	19,3878	80,61
1ª mostra 2%	2,7239	15,1184	1,0969	18,9393	81,06
1ª mostra 5%	2,5709	15,2759	2,0273	19,8743	80,13
1ª mostra 10%	2,7387	14,3729	2,4986	19,6103	80,39

Taula 14: Resultat sumatòria qualitativa

ANNEX H. DETERMINACIÓ D'ALFACEL·LULOSA

Els materials necessaris per tal de fer la determinació d'alfacel·lulosa són:

- 4 Erlenmeyers de 250 ml amb tapa
- Varetes de vidre
- 4 Plaques filtrants del número 2
- 1 Cronòmetre
- 1 Kitasatos

Els reactius necessaris són:

- Hidròxid sòdic al 17,5%
- Hidròxid sòdic al 8,3%
- Àcid acètic 2N

Abans de començar amb el procediment es preparen les solucions necessàries. Per tal de preparar les dissolucions d'hidròxid sòdic es parteix d'aquest en estat sòlid amb una riquesa del 98% i es prepara un volum d'1 litre.

Hidròxid sòdic al 17,5%:

$$\frac{17,5g \text{ pur}}{1 \text{ litre}} \cdot \frac{100g}{98g \text{ pur}} = 17,85 \frac{g}{L}$$

Hidròxid sòdic al 8,3%:

$$\frac{8,3g \text{ pur}}{1 \text{ litre}} \cdot \frac{100g}{98g \text{ pur}} = 8,47 \frac{g}{L}$$

El procediment per preparar àcid acètic 2N és diferent, es parteix d'àcid acètic glacial. Es coneix:

Àcid acètic CH₃COOH

Pm = 60,05 g/mol

Densitat = 1,049 gr /cc

Riquesa = 100 %

València CH₃COOH = 1 → Peq CH₃COOH = 60,05

$$\frac{g}{L}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 * 60,05 * \frac{100}{100} = 120,1$$

$$\frac{cc}{L}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{120,1}{1,049} = 114,49$$

Per tant, s'ha d'afegir 0,1145 litres d'àcid acètic glacial en un volum d'1 litre.

Per començar amb el procediment, es pesa una mostra de producte HOLO d'uns 3 grams en els erlenmeyers secs, fred i tarats. S'introdueixen al bany maria a 20°C i es mesuren 75 ml de sosa al 17,5% que s'afegeixen de la següent manera:

- 15 ml i s'agita durant 1 minut
- 10 ml i s'agita durant 45 segons
- 10 ml i s'agita durant 15 segons

Es deixa reposar durant 1 minut i es continua de la següent manera:

- 10 ml i s'agita durant 2,5 minuts
- Es deixa 2,5 minuts en repòs i s'afegeixen 10 ml
- Es deixa 2,5 minuts en repòs i s'afegeixen 10 ml
- Es deixa 2,5 minuts en repòs, s'afegeixen 10 ml i s'agita durant 2,5 minuts

Es tapen els erlenmeyers i es deixa reposar durant 30 minuts, un cop transcorregut aquest temps, s'afegeixen 100 ml d'aigua destil·lada i s'agita ràpidament i a fons. Es deixa reposar durant 30 minuts.

A continuació es filtren en plaques n°2 seques, fredes i tarades, procurant que el kitasatos estigui net i que la placa no s'assequi. Es neteja l'erlenmeyer amb 25 ml de sosa al 8,3 % i es filtra, el filtrat ha de durar uns 5 minuts. Es renta cinc vegades amb porcions de 50 ml d'aigua destil·lada. Es neteja amb 400 ml d'aigua destil·lada. Sense buit, s'omple la placa amb àcid acètic 2N i es deixa 5 minuts. S'aspira i es renta amb aigua destil·lada fins que no doni reacció àcida. S'asseca en estufa a 100°C durant 24 hores, es refreda i es pesa.

El resultat s'expressa en tant per cent sobre la matèria prima seca inicial de producte HOLO. Els resultats obtinguts són:

	Ph (g)	% S	Ps (g)	alfa (g)	% ALFACEL·LULOSA
1ª mostra 0%	2,93	91,38%	2,68	1,75	65,36
1ª mostra 2%	2,93	90,65%	2,66	1,57	59,11
1ª mostra 5%	2,76	87,85%	2,42	1,52	62,69
1ª mostra 10%	2,82	86,61%	2,44	1,35	55,27

Taula 15: Resultats determinació d'alfacel-lulosa

ANNEX I. ASSAIG DE TRACCIÓ

Per fer l'assaig a tracció es fa servir la norma UNE-EN ISO 5079 "Determinació de la força de ruptura i de l'allargament en la ruptura de fibres individuals".

La màquina que es fa servir ha de poder treballar entre els 5mm/min i 20mm/min. Si l'allargament mig en la ruptura de les provetes és inferior al 8% la velocitat de la pinça mòbil serà el 50% de l'allargament en mil·límetres per minut. Si pel contrari l'allargament mig en la ruptura de les provetes és igual o superior al 8% la velocitat de la pinça mòbil serà el 100% de l'allargament en mil·límetres per minut.

D'acord amb la norma, la longitud de la fibra ha de ser de 25 mm. Per muntar-les es recomana tallar en un cartolina prima un orifici rectangular de longitud la de la proveta.

Es comença calculant l'allargament a ruptura. L'allargament en ruptura és la relació entre la extensió d'una proveta i la seva longitud inicial, expressada en tant per cent, corresponent a la ruptura.

Per tal de determinar l'extensió de la mostra s'anota el numero de voltes que ha donat el motor de la màquina quan ha arribat a la ruptura. Sabent que cada 2 voltes la màquina es desplaça 1 mil·límetre podem saber quants mil·límetres s'ha allargat en el punt de ruptura. Fent un primer assaig s'obté:

- Longitud inicial de la mostra: 25 mm
- Extensió: 3 mm
- Allargament: 15%
- Velocitat: 15 mm/min

Per determinar la velocitat de la màquina es mesura el numero de voltes que fa en mig minut, degut a que la relació voltes - mil·límetres és de 2, el numero de voltes que fa en un minut és directament la velocitat en mil·límetres per minut.

Pel que fa a l'allargament de diferents rèpliques de les quatre mostres disponibles, s'obtenen les dades següents:

	Lo (mm)	voltes	Allargament (mm)	Allargament (%)
1	25	4	2	8
2	25	4	2	8
3	25	3	1,5	6
4	25	4	2	8

5	25	2	1	4
6	25	4	2	8
7	25	3	1,5	6
8	25	4	2	8
9	25	3	1,5	6
10	25	5	2,5	10

Taula 16: Allargament de mostres sense tractar

	Lo (mm)	voltes	Allargament (mm)	Allargament (%)
1	25	4	2	8
2	25	4	2	8
3	25	4	2	8
4	25	3	1,5	6
5	25	4	2	8
6	25	5	2,5	10
7	25	2	1	4
8	25	4	2	8
9	25	3	1,5	6
10	25	3	1,5	6

Taula 17: Allargament de mostres tractades al 2% de NaOH

	Lo (mm)	voltes	Allargament (mm)	Allargament (%)
1	25	4	2	8
2	25	4	2	8
3	25	4	2	8
4	25	5	2,5	10
5	25	7	3,5	14
6	25	3	1,5	6
7	25	4	2	8
8	25	6	3	12
9	25	4	2	8
10	25	4	2	8

11	25	6	3	12
12	25	5	2,5	10
13	25	3	1,5	6
14	25	5	2,5	10
15	25	4	2	8
16	25	3	1,5	6
17	25	7	3,5	14
18	25	5	2,5	10

Taula 18: Allargament de mostres tractades al 5% de NaOH

	Lo (mm)	voltes	Allargament (mm)	Allargament (%)
1	25	5	2,5	10
2	25	3	1,5	6
3	25	4	2	8
4	25	2	1	4
5	25	4	2	8
6	25	3	1,5	6
7	25	2	1	4
8	25	4	2	8
9	25	4	2	8
10	25	4	2	8
11	25	3	1,5	6
12	25	6	3	12
13	25	4	2	8
14	25	4	2	8
15	25	4	2	8
16	25	3	1,5	6
17	25	5	2,5	10
18	25	4	2	8

Taula 19: Allargament de mostres tractades al 10% de NaOH

La màquina de la que es disposa no treballa bé a velocitats molts petites ja que no manté una velocitat constant sinó que va a batzegades. La velocitat més baixa a la que es pot anar és a 22mm/min.

Fent els assajos a aquesta velocitat s'obtenen les següents taules de resultats de la força de trencament:

	Força de trencament (kg)	Zona de trencament
1	1,49	Centre
2	1,26	Extrem
3	1,37	Centre
4	1,26	Centre
5	1,14	Centre
6	1,26	Centre
7	0,9	Extrem
8	1,4	Centre
9	1,46	Centre
10	2,52	Extrem
11	1,38	Centre
12	1,99	Centre
13	1	Centre
14	1,7	Centre
15	1,56	Centre
16	1,47	Centre
17	0,78	Extrem
18	1,19	Centre
19	1,38	Centre
20	1,17	Centre
21	0,88	Centre
22	0,41	Extrem
23	0,92	Centre
24	0,45	Extrem
25	0,68	Centre
26	1,16	Centre
27	1,57	Centre

Taula 20: Força de trencament de mostres sense tractar

	Força de trencament (kg)	Zona de trencament
1	0,56	Centre
2	0,55	Centre
3	0,89	Centre
4	0,75	Centre
5	0,82	Centre
6	0,75	Extrem
7	0,97	Centre
8	0,82	Centre
9	0,84	Centre
10	0,77	Centre
11	0,71	Centre
12	0,73	Centre
13	0,66	Centre
14	0,78	Centre
15	1,14	Centre
16	0,73	Centre
17	0,45	Extrem
18	0,72	Centre
19	0,91	Centre
20	1	Extrem
21	0,97	Extrem
22	1,14	Centre
23	0,46	Extrem
24	0,85	Extrem
25	0,39	Centre
26	0,62	Centre
27	0,43	Centre
28	0,58	Centre
29	0,46	Centre

Taula 21: Força de trencament de mostres tractades al 2% de NaOH

	Força de trencament (kg)	Zona de trencament
1	0,49	Centre
2	1,21	Centre
3	0,44	Extrem
4	0,45	Centre
5	0,46	Extrem
6	0,69	Centre
7	0,81	Centre
8	0,91	Centre
9	0,79	Centre
10	1,02	Extrem
11	1,43	Centre
12	1,51	Centre
13	0,89	Centre
14	1,01	Centre
15	0,86	Centre
16	0,8	Centre
17	0,96	Centre
18	1,09	Centre

Taula 22: Força de trencament de mostres tractades al 5% de NaOH

	Força de trencament (kg)	Zona de trencament
1	0,77	Centre
2	0,9	Centre
3	0,28	Extrem
4	0,35	Extrem
5	0,26	Centre
6	0,68	Centre
7	0,26	Centre
8	0,34	Centre
9	0,57	Centre
10	0,64	Extrem

11	0,3	Centre
12	0,24	Centre
13	0,59	Centre
14	0,69	Centre
15	0,48	Centre
16	0,63	Centre
17	0,45	Centre
18	0,75	Centre

Taula 23: Força de trencament de mostres tractades al 10% de NaOH

Durant l'assaig de tracció hi ha mostres que no arriben a trencar, possiblement degut a una mala fixació de la mostra, que fa que aquesta llisqui.

Per què l'estat de les pinces sigui acceptable el número de ruptures en les mordaces ha de ser inferior al 20%. En el nostre cas, dels 92 assajos que han arribat a trencar, 18 ho han fet per l'extrem, és a dir, un 19,57 %, per tant, l'estat de les pinces es pot considerar acceptable.

I.1 Anàlisi de resultats

Es desitja trobar una distribució continua que ens serveixi per explicar el comportament de la variable aleatòria de la que procedeixen les nostres dades.

Per això es fa servir el programa MINITAB, ja que incorpora una sèrie d'opcions que permeten intentar ajustar un conjunt d'observacions mitjançant algunes de les principals distribucions contínues. Si el procés té èxit es podrà suposar que les dades segueixen un patró caracteritzat per una distribució continua coneguda, la qual cosa facilitarà l'obtenció d'informació addicional sobre el comportament de la variable aleatòria.

Es fa un primer anàlisi de confiança comparant les distribucions de Weibull, log-normal, exponencial i normal.

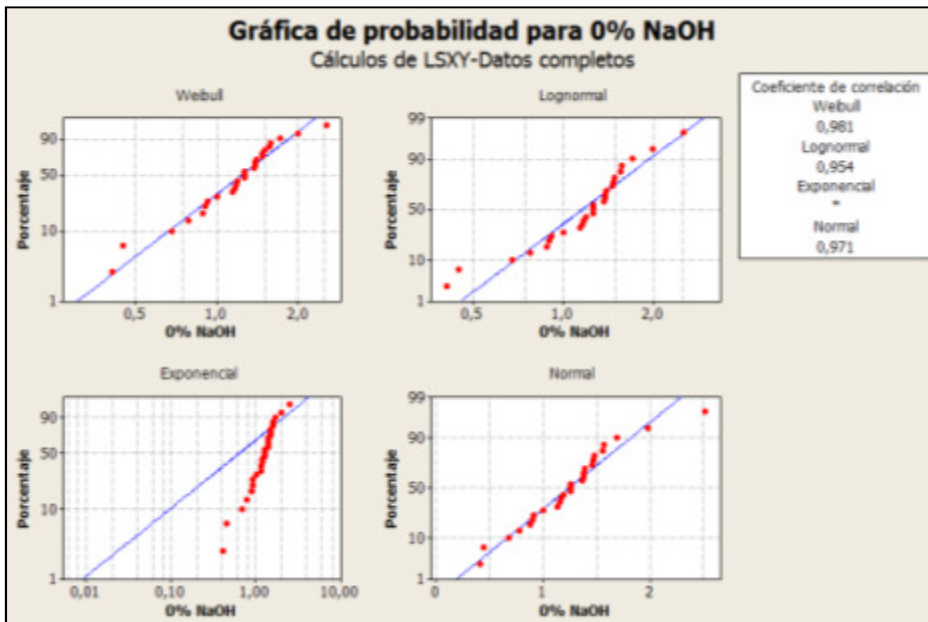


Figura 13: Anàlisi de confiança per fibres tractades al 0% de NaOH

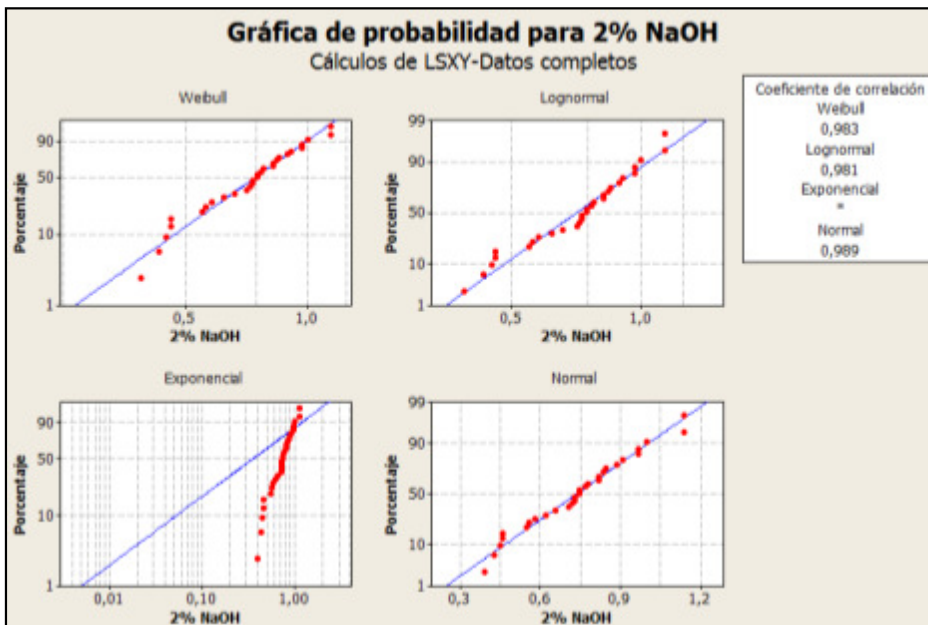


Figura 14: Anàlisi de confiança per fibres tractades al 2% de NaOH

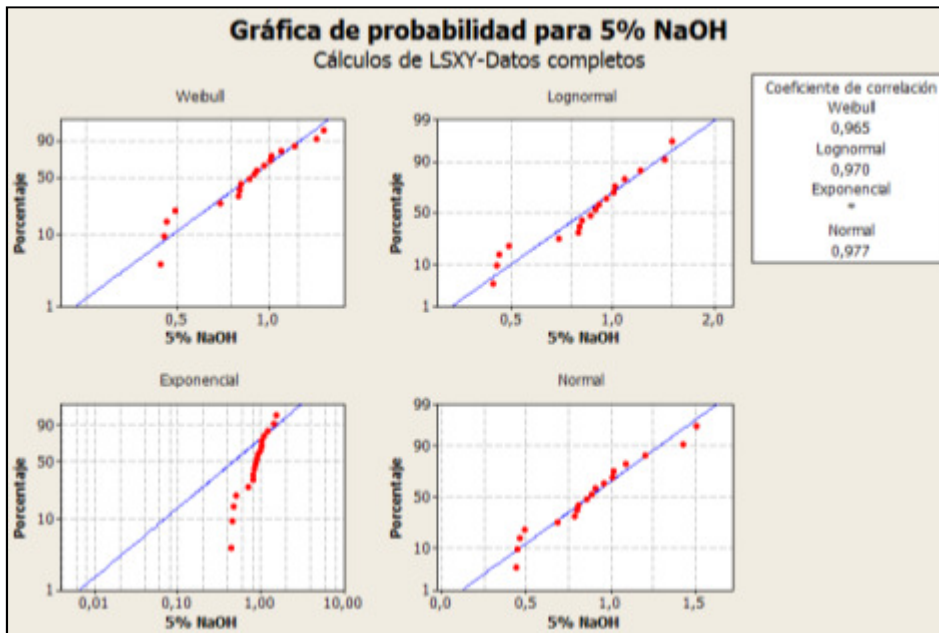


Figura 15: Anàlisi de confiança per fibres tractades al 5% de NaOH

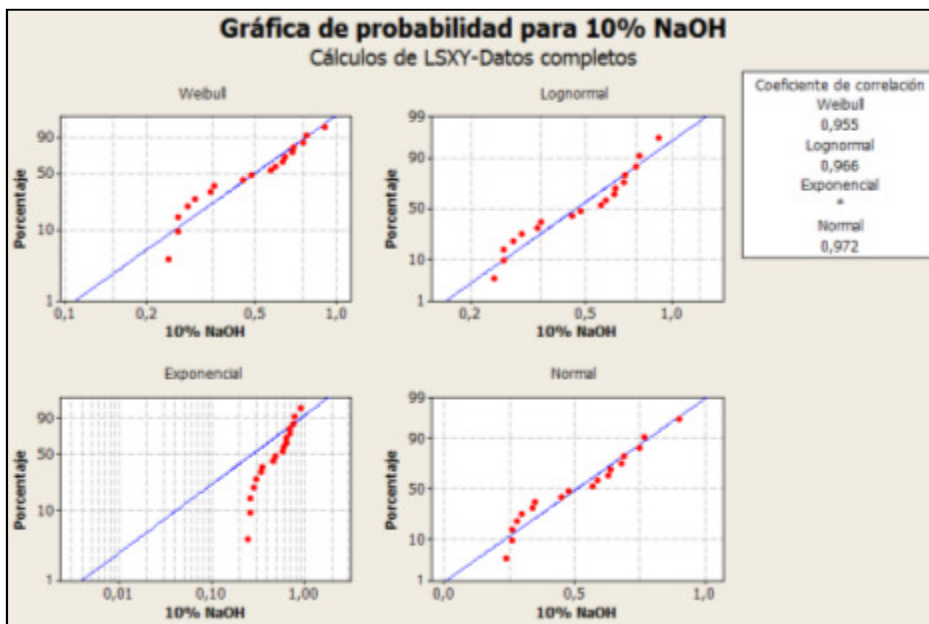


Figura 16: Anàlisi de confiança per fibres tractades al 10% de NaOH

Com es pot observar en les gràfiques anteriors les distribucions de Weibull, normal i log-normal s'ajusten bastant. Els punts es situen molt a prop de la línia i el coeficient de correlació així ho confirma.

Es pot especificar més l'elecció fent un anàlisi paramètric amb la distribució de Weibull i la Normal.

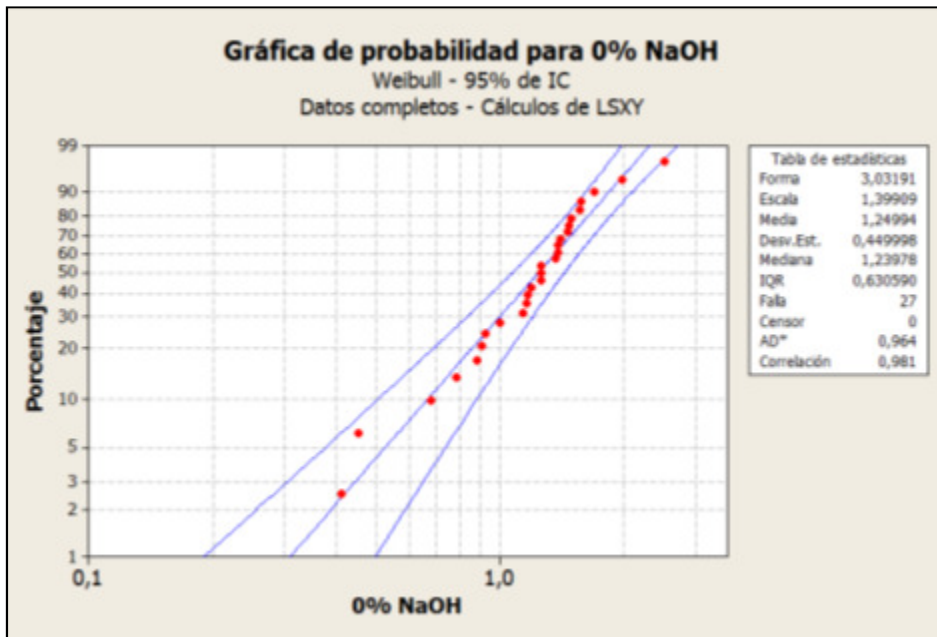


Figura 17: Anàlisi paramètric de Weibull, fibra tractada al 0% de NaOH

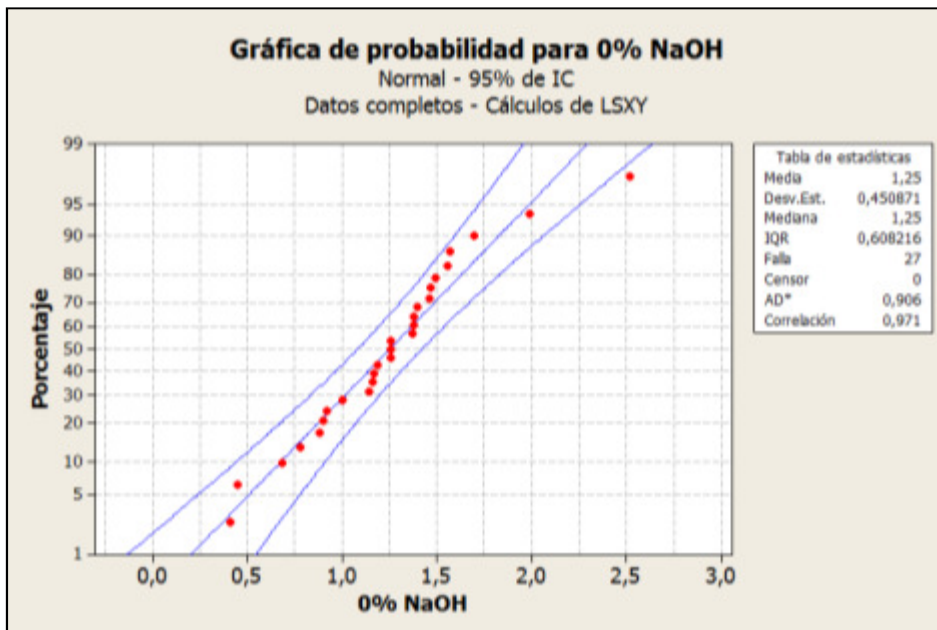


Figura 18: Anàlisi paramètric Normal, fibra tractada al 0% de NaOH

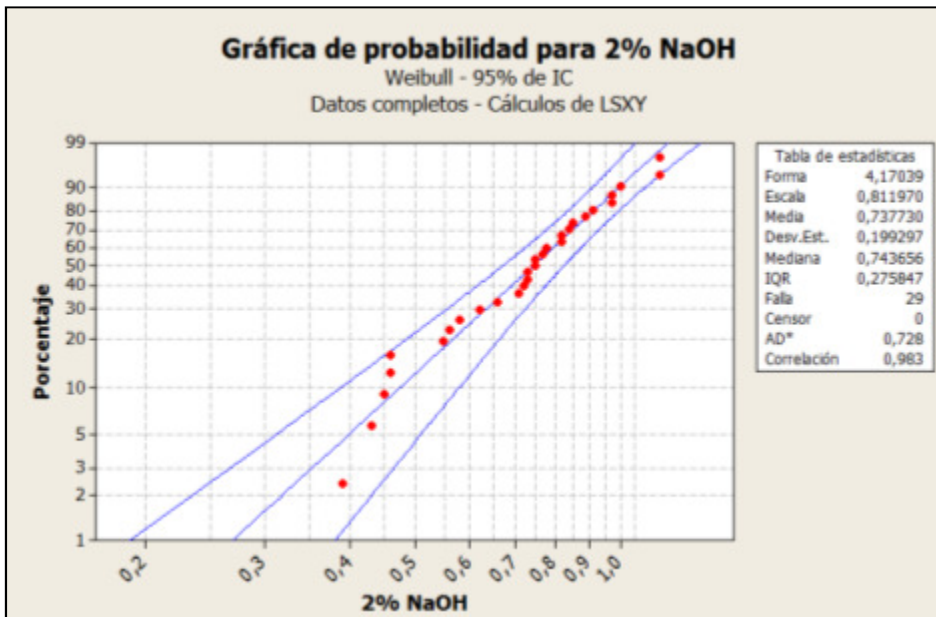


Figura 19: Anàlisi paramètric de Weibull, fibra tractada al 2% de NaOH

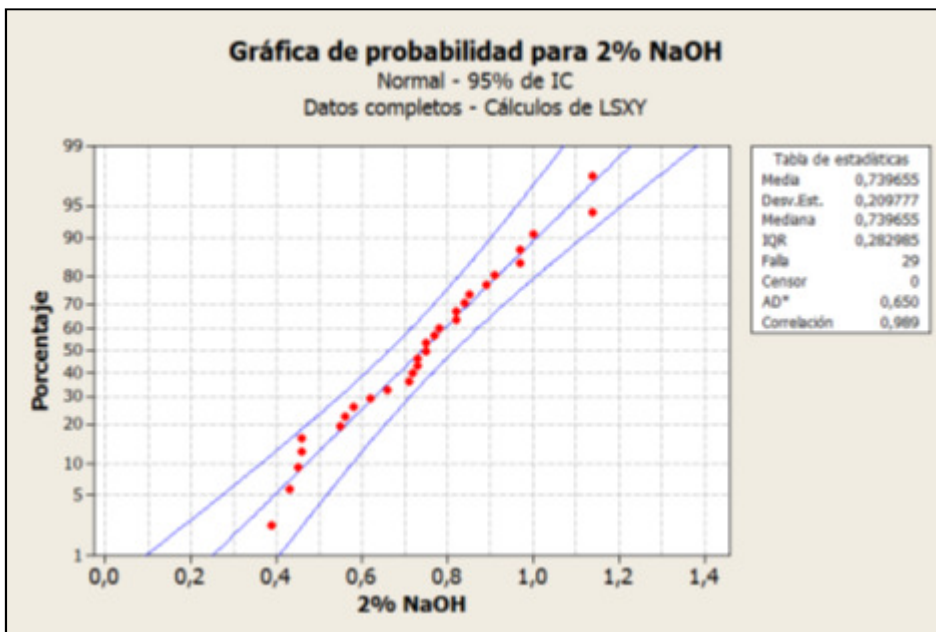


Figura 20: Anàlisi paramètric Normal, fibra tractada al 2% de NaOH

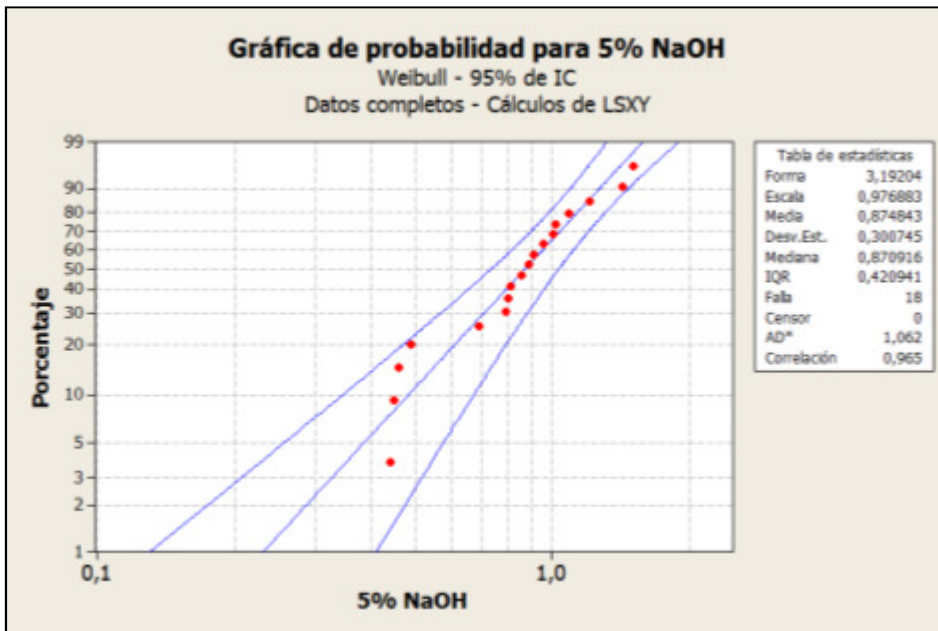


Figura 21: Anàlisi paramètric de Weibull, fibra tractada al 5% de NaOH

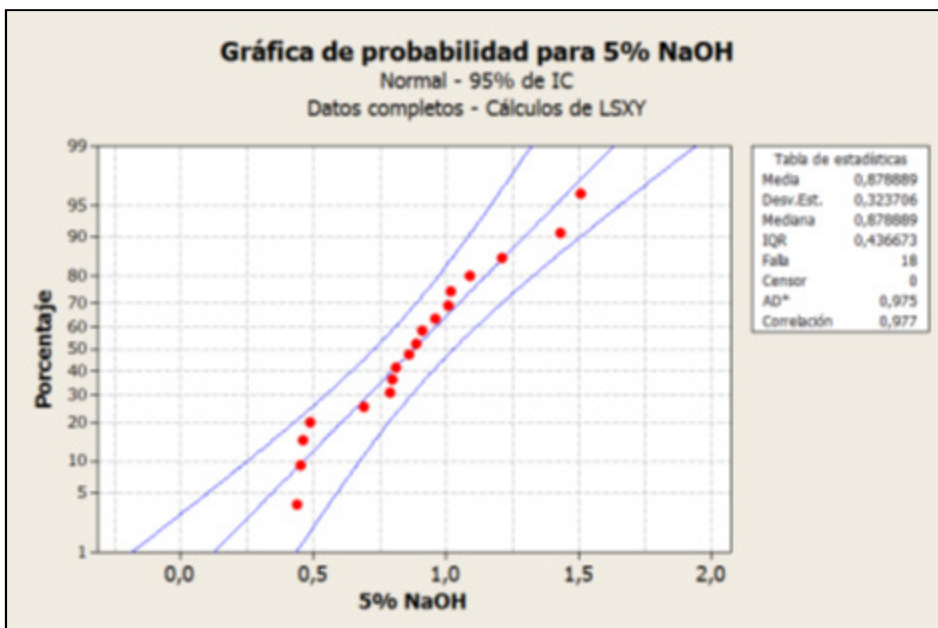


Figura 22: Anàlisi paramètric Normal, fibra tractada al 5% de NaOH

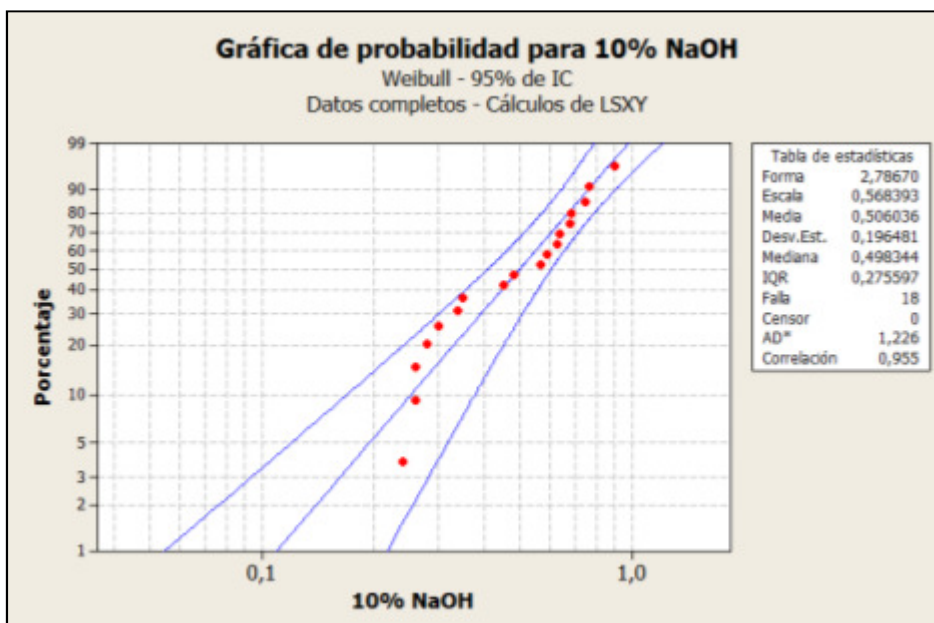


Figura 23: Anàlisi paramètric de Weibull, fibra tractada al 10% de NaOH

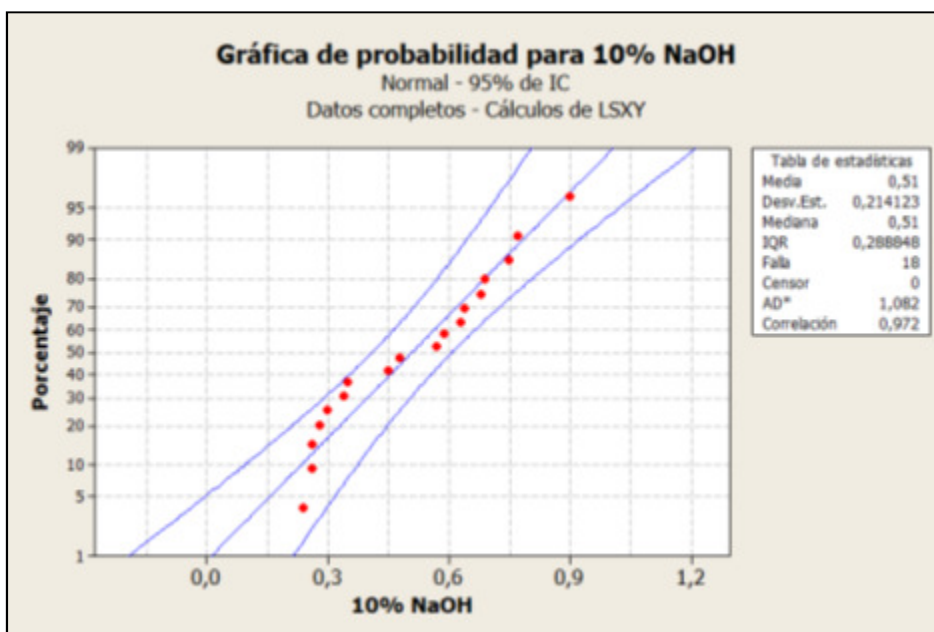


Figura 24: Anàlisi paramètric Normal, fibra tractada al 10% de NaOH

A més de les gràfiques ens proporcionen l'estadístic d'Anderson-Darling ajustat (AD*), el qual es un reflex de lo allunyat que es troben els punts respecte de la recta. Per tant, quan més petit sigui el valor de dita estadística, millor serà la bondat de l'ajust.

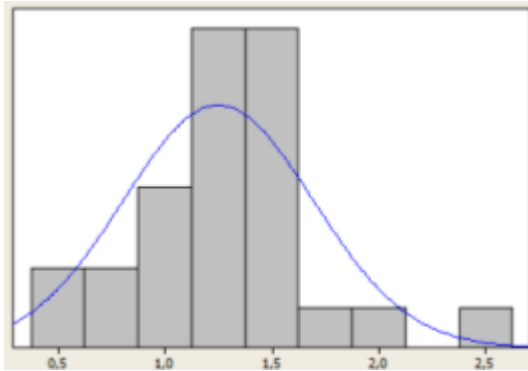
	Sense tractar	Tractada al 2 %	Tractada al 5 %	Tractada al 10 %
AD* de Weibull	0,964	0,728	1,062	1,226
AD* Normal	0,906	0,650	0,975	1,082

Taula 24: Taula resum de l'estadístic Anderson-Darling ajustat

En tots quatre casos la distribució Normal dóna un valor estadístic d'Anderson-Darling inferior, per tant, es pot dir que les dades s'ajusten a una distribució Normal de paràmetres estimats coneguts:

- **Fibra Sense tractar**

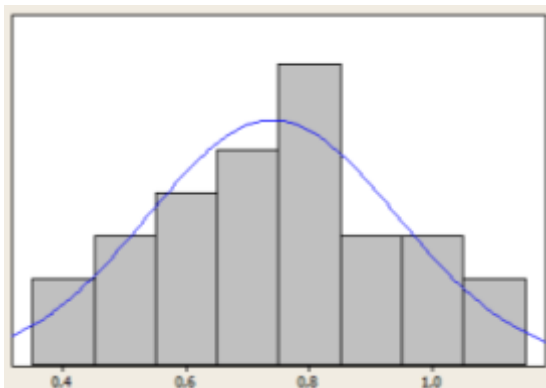
Mitjana 1,25
 Desviació estàndard 0,450871



Intervalo de confianza de 95% para la media	1,0742	1,4258
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	1,1358	1,4018
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	0,3500	0,6090

- **Fibra tractada al 2% de NaOH**

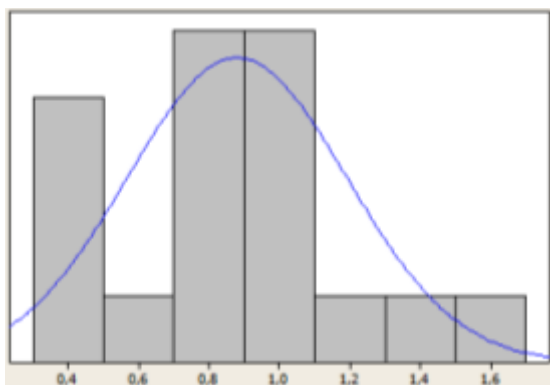
Mitjana 0,739655
 Desviació estàndard 0,209777



Intervalo de confianza de 95% para la media	0,66229	0,81702
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	0,65337	0,82332
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	0,16141	0,27508

- **Fibra tractada al 5% de NaOH**

Mitjana 0,878889
 Desviació estàndard 0,323706

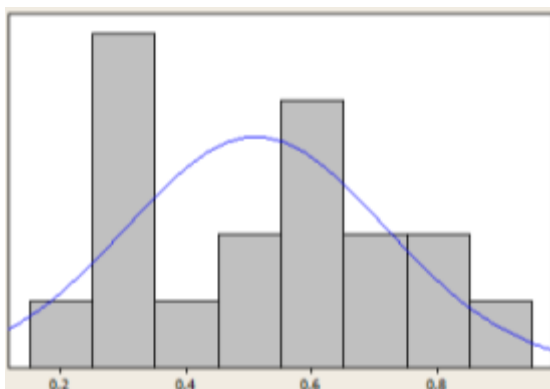


Intervalo de confianza de 95% para la media	0,72353	1,03425
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	0,74180	1,01482
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	0,23443	0,46834

- **Fibra tractada al 10% de NaOH**

Mitjana 0,51

Desviació estàndard 0,214123



Intervalo de confianza de 95% para la media	0,40668	0,61332
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	0,32072	0,65928
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	0,15590	0,31146

I.2 Determinació de la resistència

Coneixent la secció de cada fibra obtinguda amb el microscopi òptic, els valors de la força de trencament es poden expressar com resistència de trencament. Aquesta resistència és el resulta de dividir la força de trencament entre la secció.

	Força de trencament (kg)	Àrea promig (mm ²)	Resistència (MPa)
Mostra sense tractar	1,25	0,02458	498,88120
Mostra tractada al 2%	0,74	0,02542	285,57828
Mostra tractada al 5%	0,88	0,01851	466,38574
Mostra tractada al 10%	0,51	0,01404	356,34615

Taula 25: Resistència de trencament

ANNEX J. ASSAIG TERMOGRAVIMÈTRIC, TGA

J.1 Introducció

En l'assaig termogravimètric es registra contínuament la massa d'una mostra, col·locada en una atmosfera controlada, en funció de la temperatura o del temps, al augmentar la temperatura de la mostra. La representació de la massa o del percentatge de massa en funció del temps es denomina termograma o corba de descomposició.

Els instruments emprats en termogravimetria són: una balança analítica sensible, un forn, un sistema de gas de purga per proporcionar una atmosfera inert, o a vegades reactiva, i un microprocessador per el control de la maquinària i la adquisició i visualització de dades. A més, existeix l'opció d'afegir un sistema per canviar el gas de purga en les aplicacions en les que aquest gas ha de canviar-se durant l'experiment.

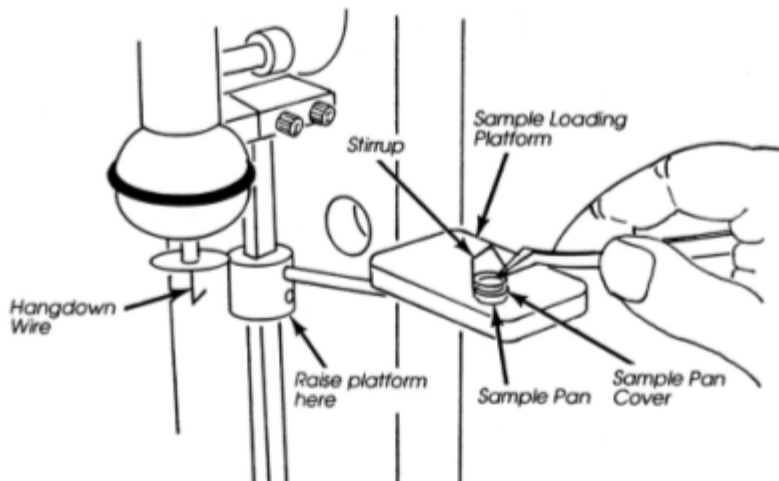


Figura 25: Manipulació de mostra TGA

J.2 Procediment

L'assaig es fa amb una atmosfera de nitrogen amb un cabal de 40 ml/min. Primer de tot s'agafa un gresol d'alúmina de 70µl prèviament tarat i s'afegeixen 10 mg de mostra. Aquest es situa dins el forn de la balança termogravimètrica que està aïllat de l'exterior mitjançant un tub de vidre. Es fa servir la mateixa termobalança per mesurar la massa inicial de mostra.



Figura 26: Forn del TGA

L'assaig es programa a una temperatura ambient de 30°C fins a 700°C a una velocitat de 10°C/min. La durada és d'uns 60 minuts aproximadament i es repeteix amb cada una de les mostres tractades amb diferents percentatges d'hidròxid sòdic.

Les causes de variació de pes són:

- Reacció de descomposició
- Reacció d'oxidació
- Vaporització
- Sublimació
- Desorció

Així, amb aquest assaig, es determina la temperatura de degradació de les mostres.

ANNEX K. CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE RASTREIG, DSC

K.1 Introducció

La calorimetria diferencial de rastreig permet l'estudi dels processos en els que es produeix una variació entàlpica com pot ser la determinació de calors específics, punts d'ebullició i cristallització, entalpies de reacció i determinació d'altres transicions de primer i segon ordre.

En general el DSC pot treballar en un interval de temperatures que va des de la temperatura del nitrogen líquid fins uns 600°C. Per aquesta raó, aquesta tècnica d'anàlisi es fa servir per caracteritzar aquells materials que pateixen transicions tèrmiques en aquest interval de temperatures.

La finalitat de la calorimetria diferencial de rastreig és registrar la diferència en el canvi d'entalpia que té lloc entre la mostra i un material inert de referència en funció de la temperatura o del temps, quan ambdós estan sotmesos a un programa controlat de temperatures.

La mostra i la referència es col·loquen en dos forns idèntics que s'escalfen mitjançant resistències independents. Això fa possible emprar el principi de "balanç nul" de temperatura. Quan en la mostra es produeix una transició tèrmica, un canvi físic o químic que dona lloc a una alliberació o absorció de calor, s'addiciona energia tèrmica ja sigui a la mostra o a la referència, amb l'objectiu de mantenir ambdues a la mateixa temperatura.

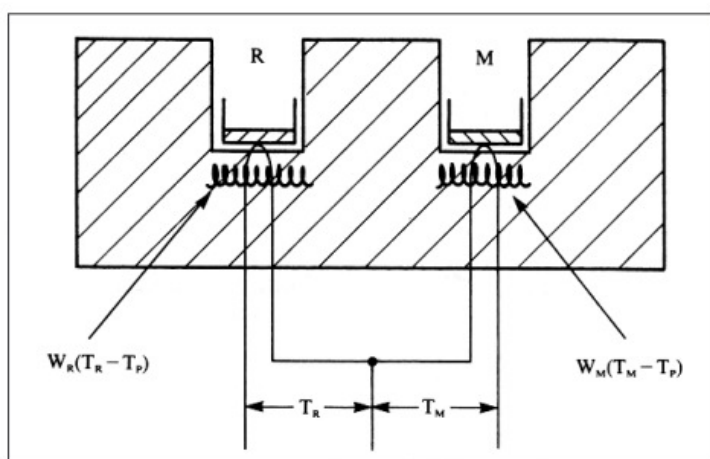


Figura 27: Imatge de les cabitats del DSC

Degut a que l'energia tèrmica és exactament equivalent en magnitud a l'energia absorbida o alliberada en la transició, el balanç d'energia proporciona una mesura calorimètrica directa de l'energia de la transició.

Resumint, la calorimetria de rastreig diferencial no mesura una diferència de temperatures entre la mostra i la referència, substància que no pateix cap transició o transformació en el interval de

temperatures en el que es mesura, sinó que mesura l'energia que es necessita subministrar a la mostra per mantenir-la a idèntica temperatura que la referència.

Un calorímetre diferencial de rastreig consta d'un forn calorimètric, un sistema de gas de purga i un processador per al control de la maquinària i l'adquisició de dades.

K.2 Procediment

L'assaig es fa amb una atmosfera de nitrogen amb un cabal de 40 ml/min. Primer de tot s'agafa un gresol, aquest cop d'alumini de 40 μ l prèviament tarat, s'afegeixen 10 mg de mostra i es tanca hermèticament per impedir que per problemes de dilatació o descomposició de la mostra, aquest es projecti fora de la capsula contaminant la cavitat.



Figura 28: Compressor

Al gresol de la mostra es fa un forat per tal de diferenciar-lo del de referència, que té dos forats. Tots dos es situen dins les dos cavitats.



Figura 29: Gresol de mostra i de referència

L'assaig es programa fins a una temperatura de 300°C. La durada és d'uns 20 minuts aproximadament i es repeteix amb cada una de les mostres tractades amb diferents percentatges d'hidròxid sòdic.

Amb aquest assaig es poden determinar elements que han estat eliminats en tractar la fibra amb hidròxid sòdic a diferents concentracions.



Figura 30: Ubicació del gresol dins el forn del DSC

ANNEX L. ANÀLISI TERMOMECÀNIC, TMA

L.1 Introducció

En l'anàlisi termomecànic la variable que es mesura és el canvi en les dimensions d'una proveta en funció de la temperatura, estant sotmesa a una força, extensió o compressió.

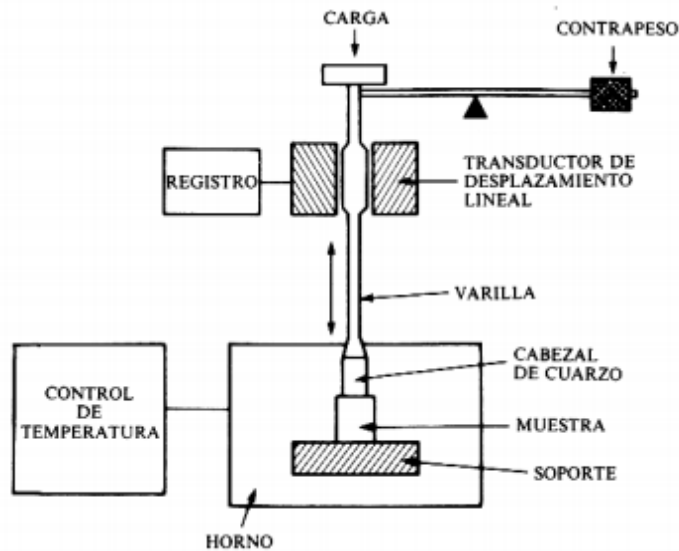


Figura 31: Esquema de l'aparell TMA

Un capçal de quarz es recolza o subjecta sobre la part superior de la mostra a estudiar, aquest capçal es continua mitjançant una vareta que penetra a través del cos d'un transductor lineal de desplaçament, per mesurar els canvis en les dimensions de la proveta. En la part superior de tot aquest sistema s'aplica una determinada força o càrrega. La part inferior del muntatge, que conté la proveta, està recoberta per un forn per controlar i mesurar la temperatura.

La càrrega aplicada pot fer-se manualment, col·locant peces apropiades o bé de forma automàtica. Per tant, a més de mesurar els canvis en les dimensions de la mostra, podem també conèixer la relació entre la càrrega o força aplicada i la deformació produïda, és a dir, el mòdul del material, en funció de la temperatura.

L.2 Procediment

El mètode a fer servir és el TMA quarz amb una rampa de temperatura que va dels 30°C fins els 200°C. Es fa servir un caudal de 40ml/min de Nitrogen per tal de refredar i argó gasós per tal de protegir els forn ja que amb l'aire s'oxidaria, aquest ha d'estar entre el 1.000 mbars i els 1.400 mbars. Es programa una recàrrega de 10 g per tal de fixar les mordaces a l'estructura, tot i que també s'ha de considerar el pes de la vareta que és aproximadament uns 50g.

Les mordaces tenen uns fils de coure mes llargs que la mostra, d'aquesta manera, si la mostra arriba a trencar, la mordassa que queda suspesa no caurà al fons del forn.

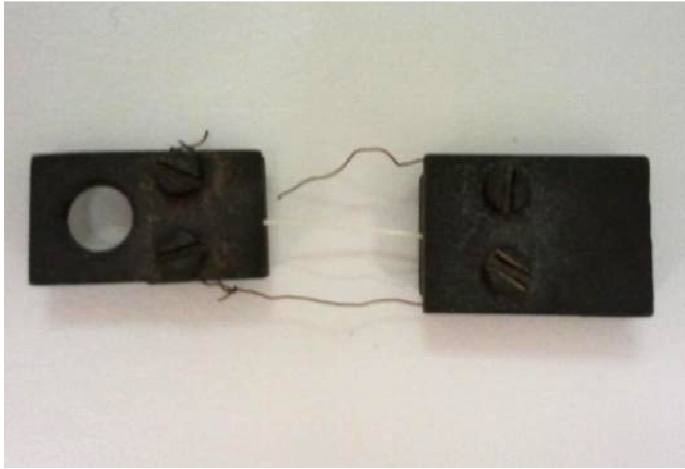


Figura 32: Mordasses i mostra

Per tal de tractar i poder treballar amb els resultat obtinguts es fa servir el programa Origin. A partir dels resultats de l'assaig: Longitud i temperatura, es calcula la derivada de la variació de longitud dividit per la longitud inicial respecte de la variació de la temperatura.

El càlcul del coeficient de dilatació mig es fa a partir de la gràfica obtinguda del TMA, triant un rang de temperatures on el coeficient es mantingui el més lineal possible, evitant, per tant, el començament de la gràfica. D'aquesta manera s'obté:

	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	ΔT (°C)	L ₁ (μm)	L ₂ (μm)	ΔL (μm)	L ₀ (μm)	α _m (°C ⁻¹)
Mostra 0%	60	180	120	-1696,57	-1657,65	38,92	4500	7,2074E-05
Mostra 2%	60	180	120	-970,29	-922,06	48,23	5640	7,1262E-05
Mostra 5%	60	180	120	-1895,77	-1846,36	49,41	4450	9,2528E-05
Mostra 10%	60	180	120	-1868,88	-1815,3	53,58	5000	8,93E-05

Taula 26: Càlcul del coeficient de dilatació mig

ANNEX M. ANÀLISI MECÀNIC DINÀMIC, DMA

M.1 Introducció

L'anàlisi mecànic dinàmic es fa servir en estudis de processos de relaxació i en reologia, per estudiar i caracteritzar el comportament de materials viscoelàstics com polímers i les seves respostes davant impulsos, estrés, deformació en temps i freqüència.

L'assaig DMA utilitza el principi d'estimul-resposta, d'aquesta manera, s'aplica una força oscil·lant a la mostra i el desplaçament resultat és mesurat. La rigidesa de la mostra pot ser determinada i el mòdul de la mostra pot ser calculat. Per mitjà de la medició del lapse entre el desplaçament i la força aplicada és possible determinar les propietats de deformació del material.

M.2 Procediment

Per tal de fixar la fibra a les mordaces sense que aquesta es trenqui pels seus extrems s'afegeix un tros de paper als seus extrems. Primerament es fan assajos a temperatura constant ambient, introduint els valors de la secció de la fibra que es troba al voltant dels 0,2mm i la longitud de la mostra que es de 5,5mm i fixant una força de 0,5N i un desplaçament de 1 μ m, s'espera arribar a un valor de mòdul elàstic constant.



Figura 33: Sistema de mordaces



Figura 34: Màquina DMA

El mateix assaig es fa, no amb una isoterma, sinó amb una rampa de temperatura que va dels $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ fins als $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ amb una velocitat de $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ i fixant un caudal de Nitrogen de $40\text{ ml}/\text{min}$. Per fer aquests assajos es col·loca el forn de manera que cobreixi la mostra.



Figura 35: Màquina DMA amb forn



Figura 36: Sensor de temperatura DMA

ANNEX N. MICROSCÒPIC ELECTRÒNIC DE RASTREIG, SEM I ANÀLISI DE RAJOS X PER SEPARACIÓ D'ENERGIA, EDX

N.1 Introducció

El Microscopi electrònic de rastreig fa servir un feix d'electrons en lloc d'un feix de llum per formar una imatge. Té una gran profunditat de cap, la qual cosa li permet que s'enfoqui alhora una gran part de la mostra. També produeix imatges d'alta resolució, que significa que característiques espacialment properes en la mostra poden ser examinades a una alta magnificació.

La preparació de les mostres és relativament fàcil, doncs la majoria de SEM només requereixen que aquestes siguin conductores. Generalment la mostra és recoberta amb una capa de carbó o una capa prima d'un metall com l'or per donar-li propietats conductores a la mostra. Aquest recobriment ha de tenir un gruix suficientment gran com per que hi circuli el corrent elèctric que es diposita en la mostra i suficientment prim perquè no tapi les característiques superficials d'interès.

Un cop ja estigui preparada, dins la màquina és rastreja amb els electrons accelerats que viatgen a través del canó. Un detector mesura la quantitat d'electrons enviats que llança la intensitat de la zona de mostra, sent capaç de mostrar figures en tres dimensions, projectats en una imatge de Tv o una imatge digital. La seva resolució està entre 4 i 20 nm, depenent del microscopi.

Per la seva part, l'anàlisi de rajos X per separació d'energia és una tècnica de mostreig versàtil, ràpida, no destructiva i relativament nova, que reconeix un gran nombre d'elements químics, no compostos químics, i presenta els resultats en temps real, permetent decidir la necessitat de mostreig addicional davant resultats analítics no conclouents. Aconsegueix límits de detecció de fins a 0,002% (20 ppm).

L'EDX utilitza l'emissió secundària o fluorescent de radiació X que es genera en excitar una mostra amb una font emissora de rajos X. La radiació X incident o primària expulsa electrons de capes interiors de l'àtom. Llavors, els electrons de capes més externes ocupen els llocs vacants, i l'excés energètic resultat d'aquesta transició es dissipa en forma de fotons: l'anomenada radiació X fluorescent o secundària. Per tant, és possible identificar un element dins de l'espectre de la mostra si es coneix l'energia entre els orbitals atòmics implicats (longitud d'ona).

La concentració de cada element es detecta mesurant la intensitat de l'energia associada a cada transició d'electrons. És a dir, la sortida d'una anàlisi EDX és un espectre que mostra la intensitat de radiació en funció de l'energia.

N.2 Procediment

Es comença preparant la mostra per fer l'anàlisi de rajos X per separació d'energia amb el microscopi electrònic de rastreig. Com es vol conèixer el contingut d'elements químics de mostra no es recobreix amb or sinó amb carboni perquè no surti l'or com un element pesant de la mostra ni faci variar la seva energia.

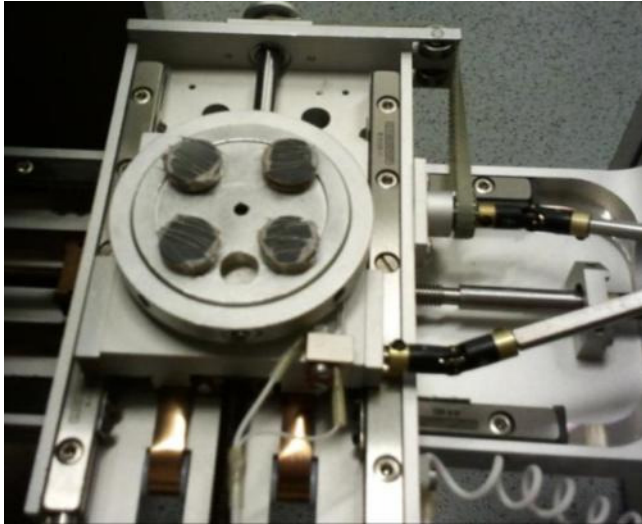


Figura 37: Mostres recobertes amb Carboni

S'introdueixen les mostres dins el microscopi electrònic de rastreig i es deixa un temps a que es faci el buit per evitar que interaccionin les molècules de l'aire.



Figura 38: Microscopi elèctric de rastreig

Un cop s'ha obtingut el contingut d'elements químics es fa un recobriment amb or a les mateixes mostres per tal d'aconseguir imatges de millor qualitat.

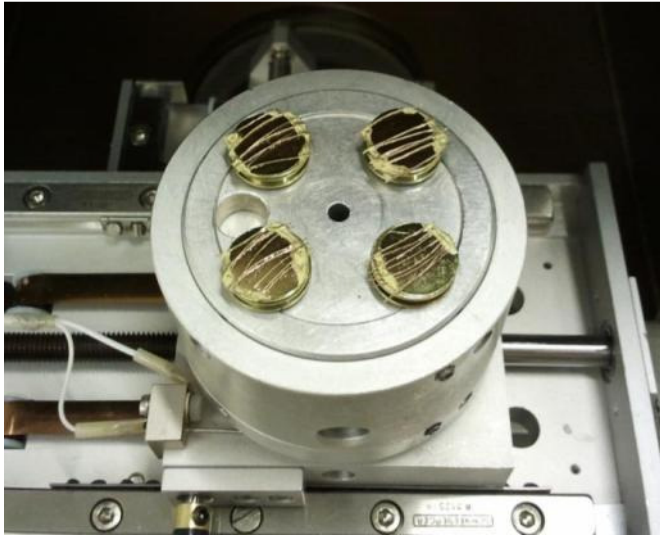
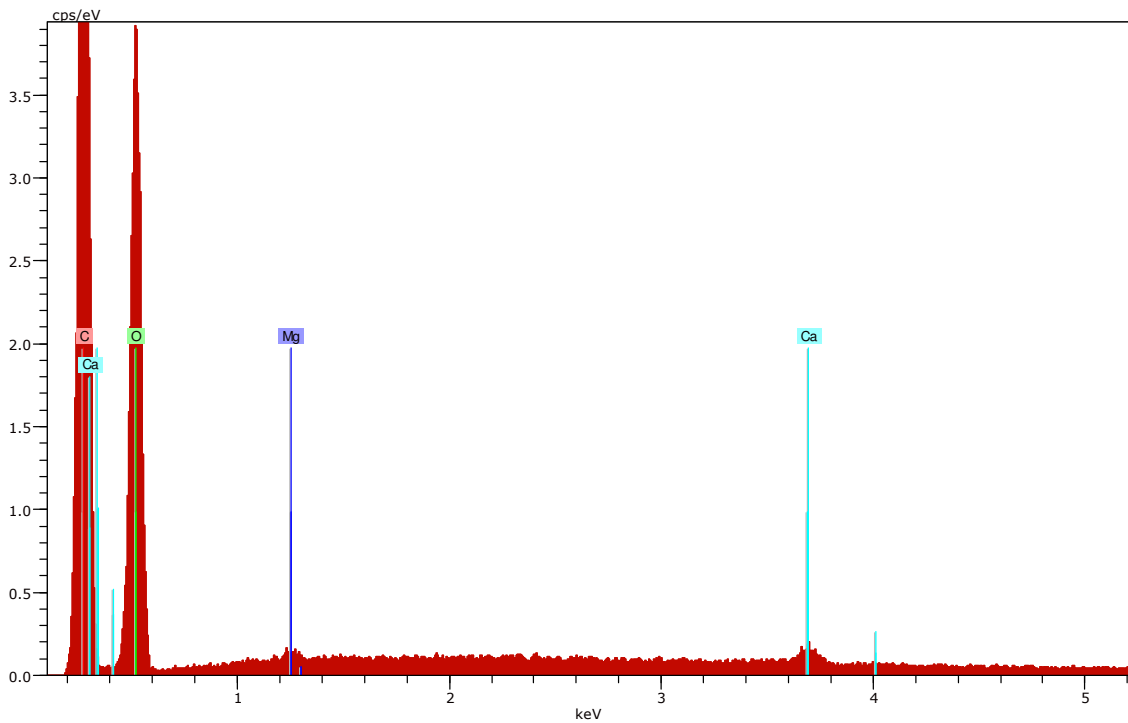
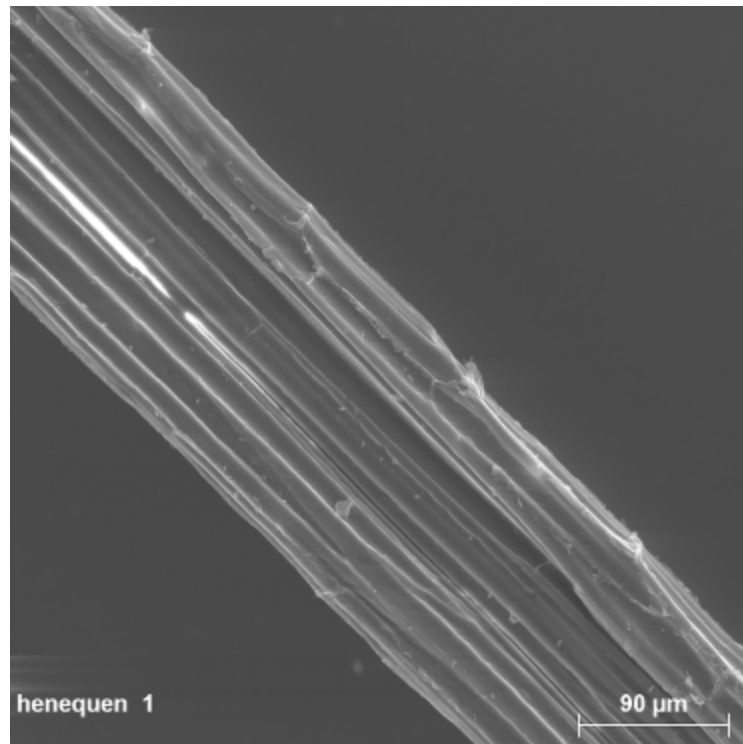


Figura 39: Mostres recobertes amb Or

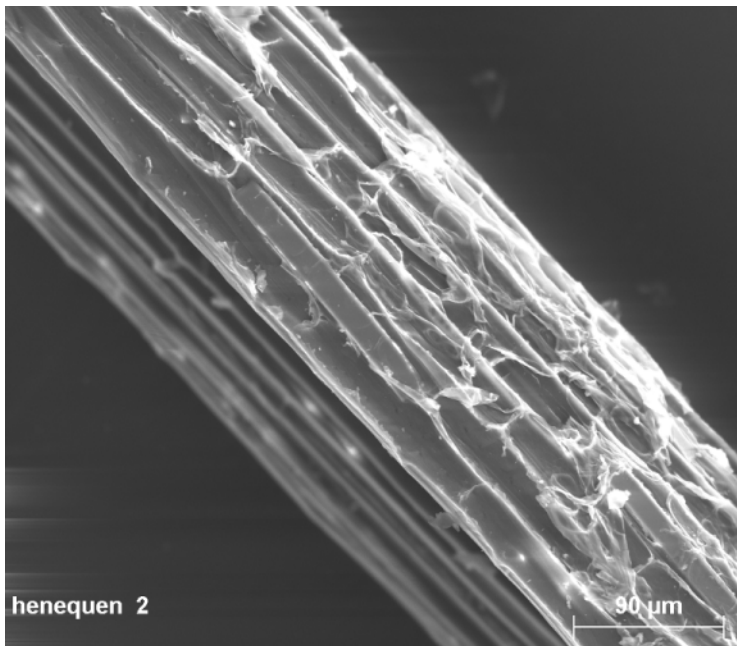
N.3 Informe microscopi electrònic de rastreig, SEM

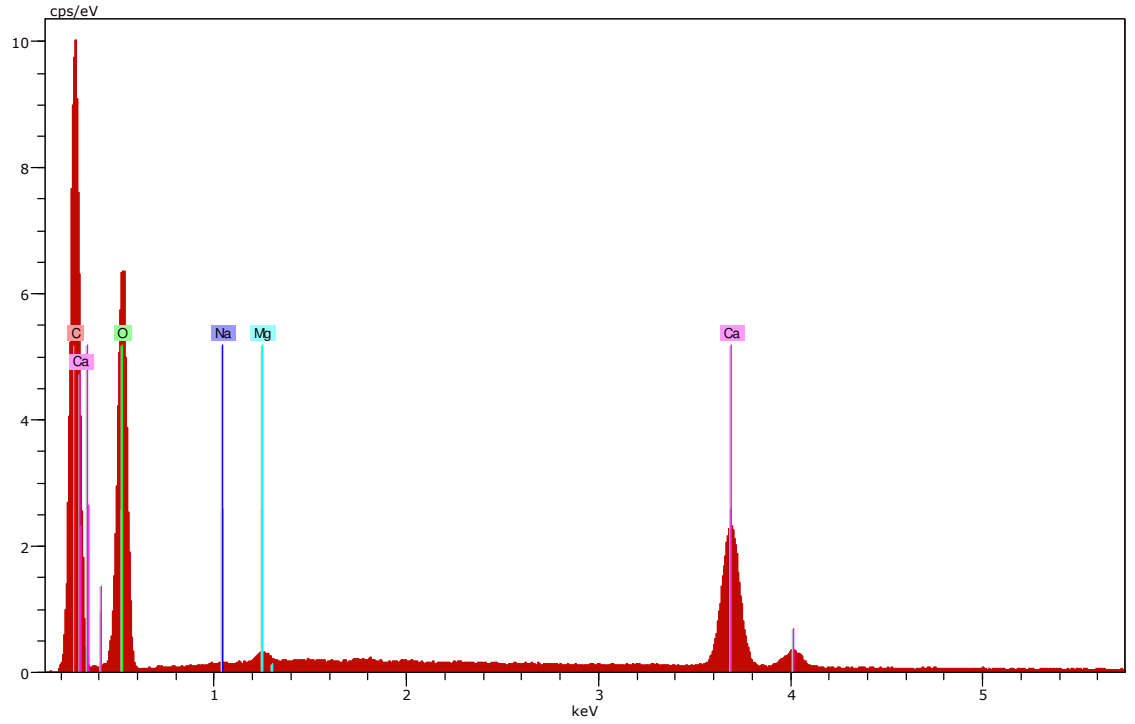




Spectrum: henequen 1

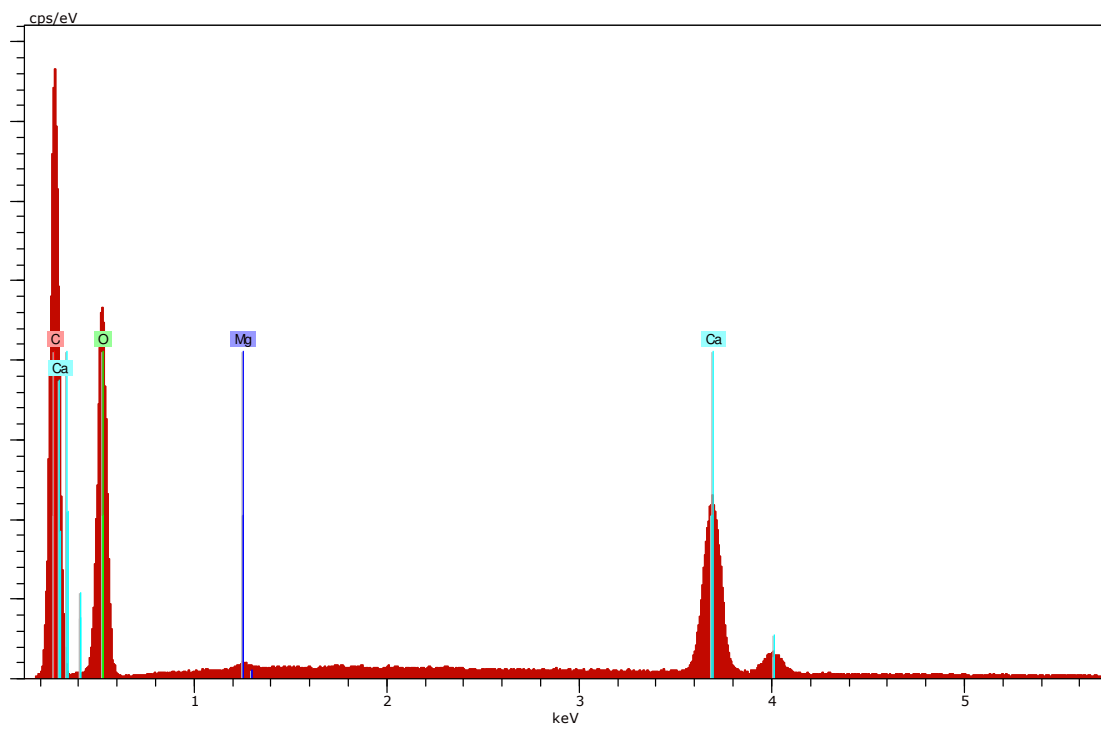
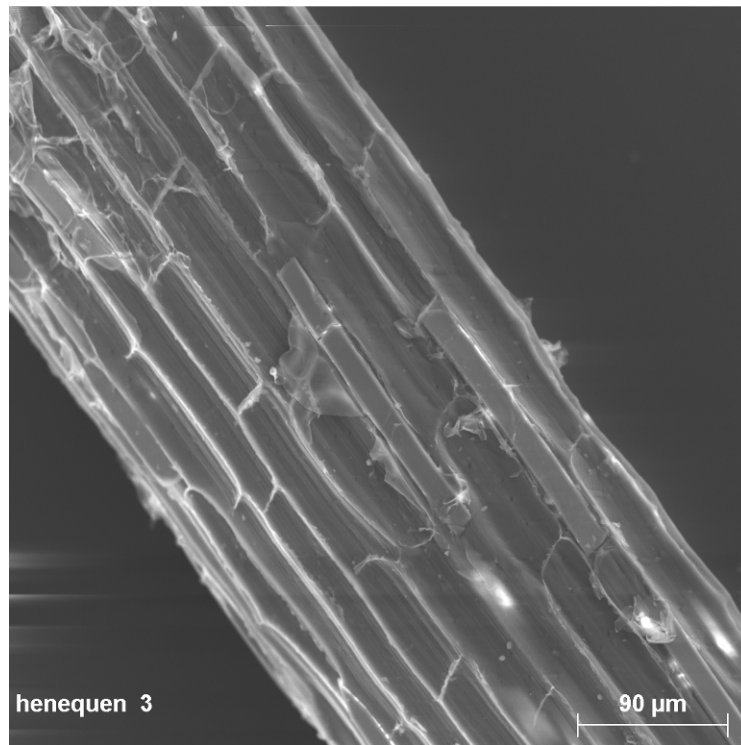
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	52,12	52,12	59,31	6,3
Oxygen	K-series	47,44	47,44	40,53	6,0
Magnesium	K-series	0,04	0,04	0,02	0,0
Calcium	K-series	0,40	0,40	0,14	0,0
Total:		100,00	100,00	100,00	





Spectrum: henequen 2

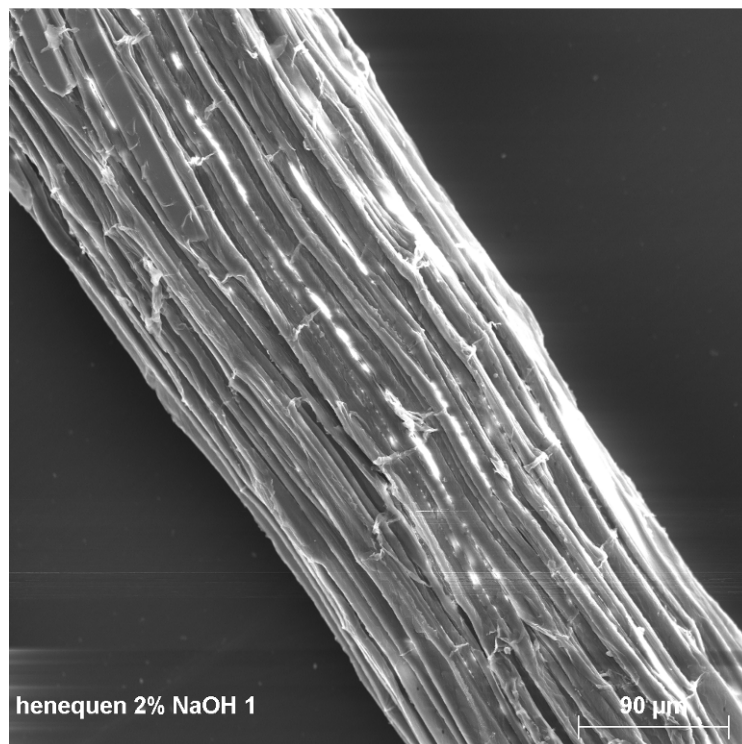
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	44,93	44,93	53,67	5,3
Oxygen	K-series	49,20	49,20	44,13	6,0
Sodium	K-series	0,11	0,11	0,07	0,0
Magnesium	K-series	0,28	0,28	0,17	0,0
Calcium	K-series	5,48	5,48	1,96	0,2
Total:		100,00	100,00	100,00	

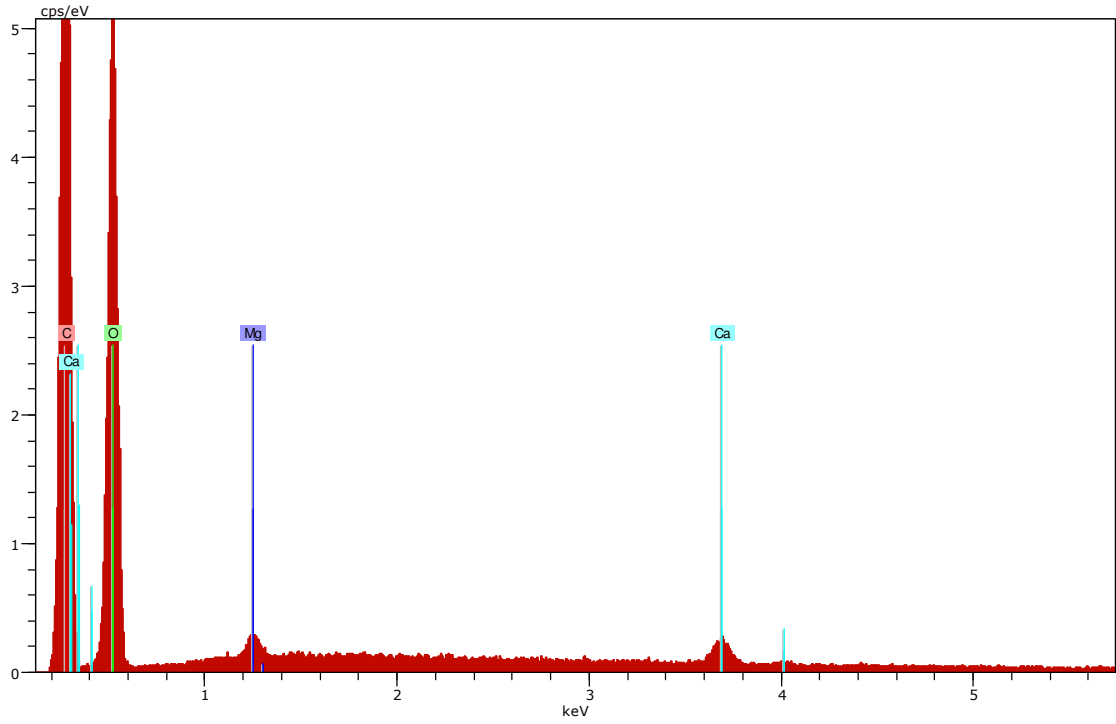




Spectrum: henequen 3

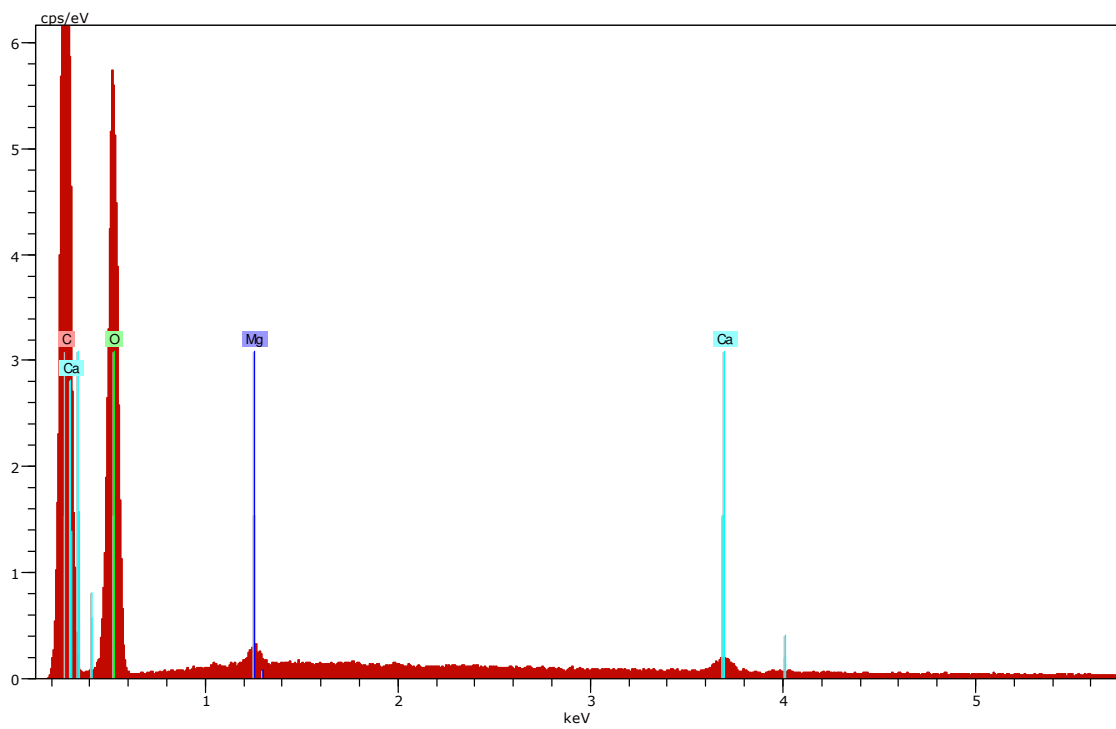
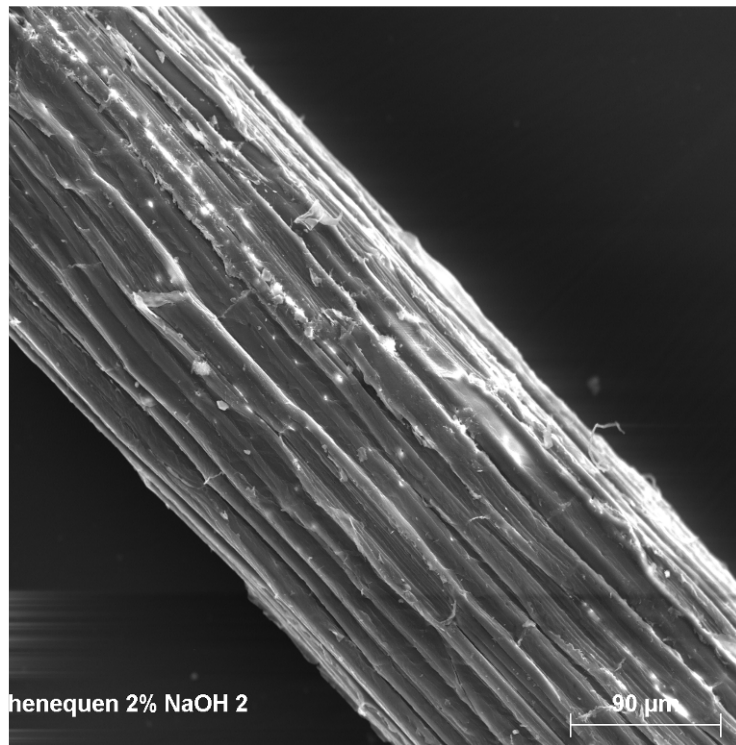
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	44,37	44,37	53,51	5,3
Oxygen	K-series	48,45	48,45	43,87	6,0
Magnesium	K-series	0,13	0,13	0,08	0,0
Calcium	K-series	7,04	7,04	2,55	0,2
Total:		100,00	100,00	100,00	





Spectrum: henequen 2% NaOH 1

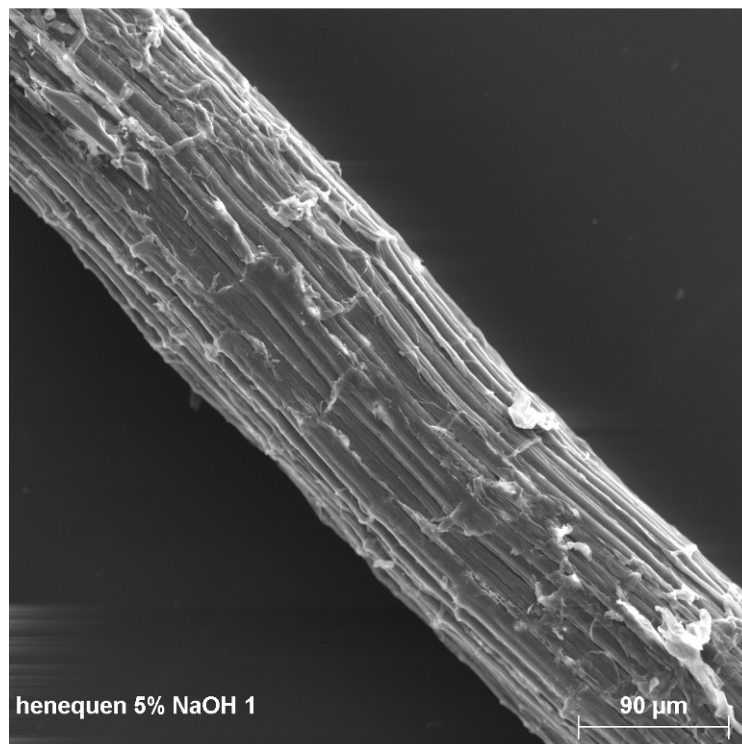
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	49,26	49,26	56,64	5,9
Oxygen	K-series	49,72	49,72	42,92	6,1
Magnesium	K-series	0,40	0,40	0,23	0,1
Calcium	K-series	0,62	0,62	0,22	0,0
Total:		100,00	100,00	100,00	

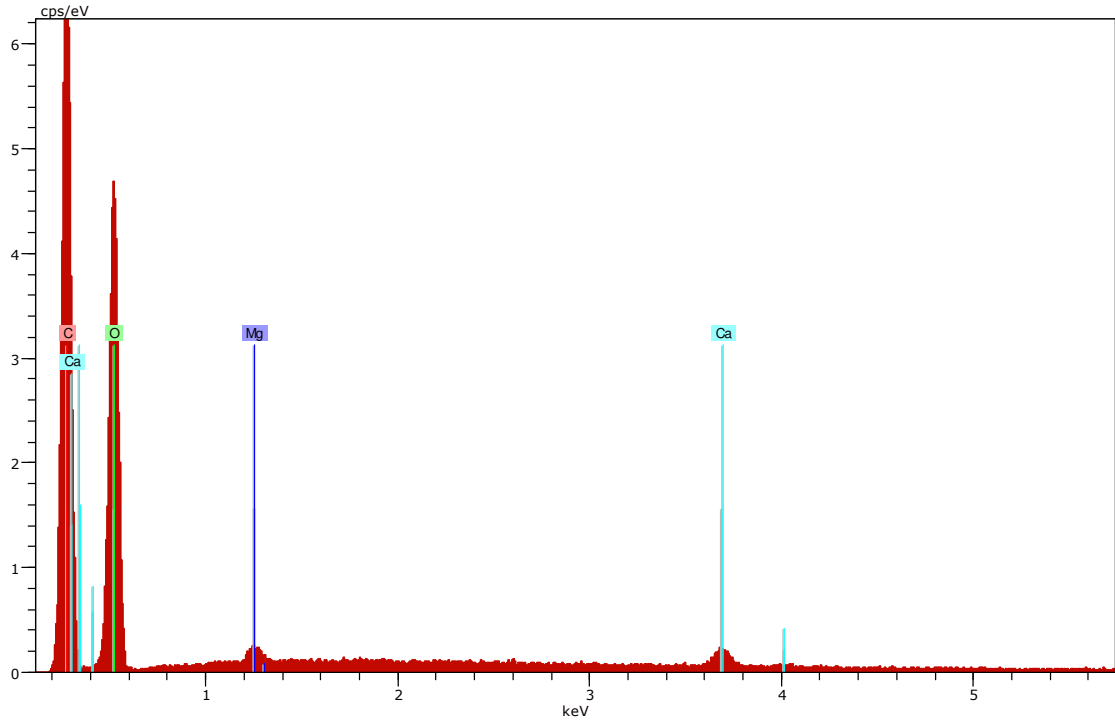




Spectrum: henequen 2% NaOH 2

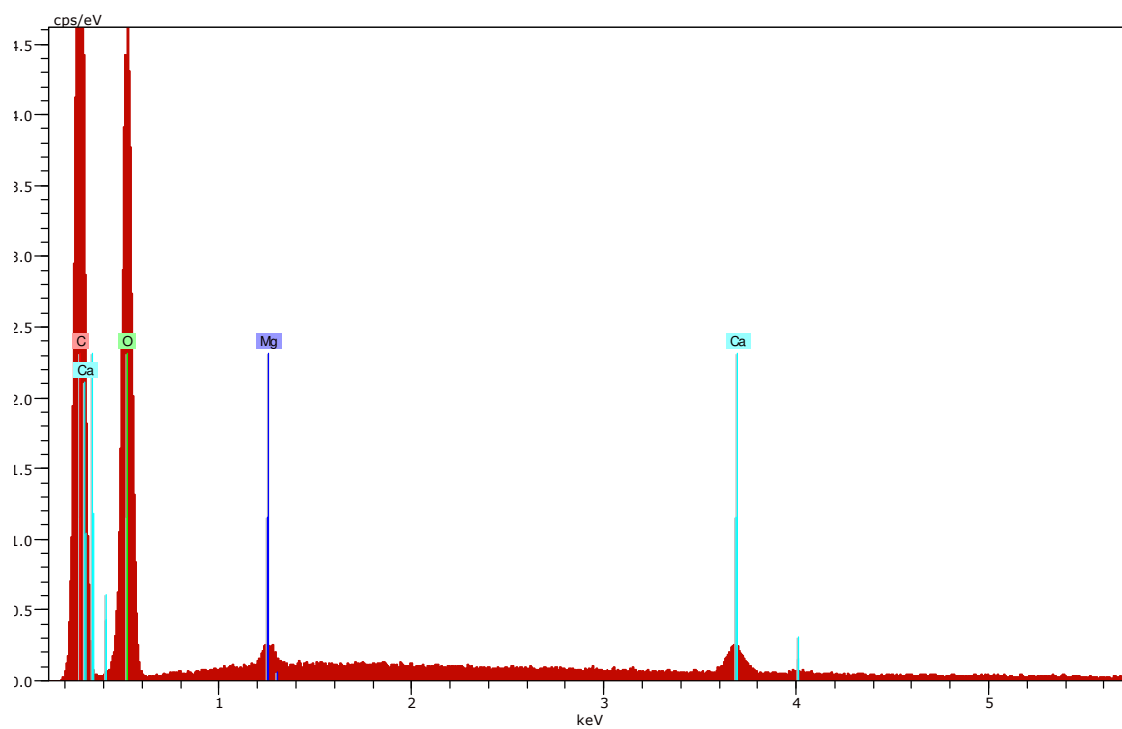
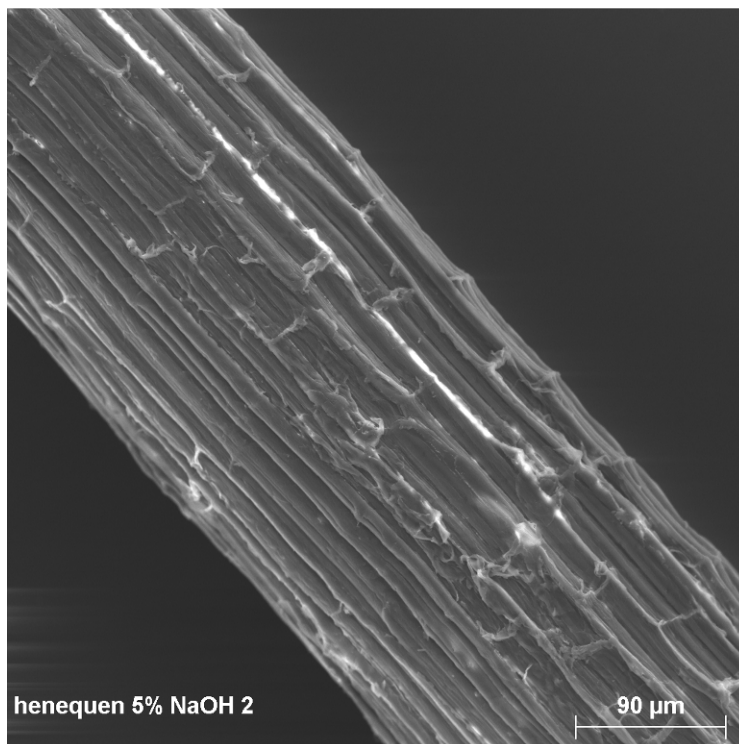
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	50,75	50,75	58,02	6,0
Oxygen	K-series	48,54	48,54	41,66	6,0
Magnesium	K-series	0,36	0,36	0,20	0,0
Calcium	K-series	0,36	0,36	0,12	0,0
Total:		100,00	100,00	100,00	





Spectrum: henequen 5% NaOH 1

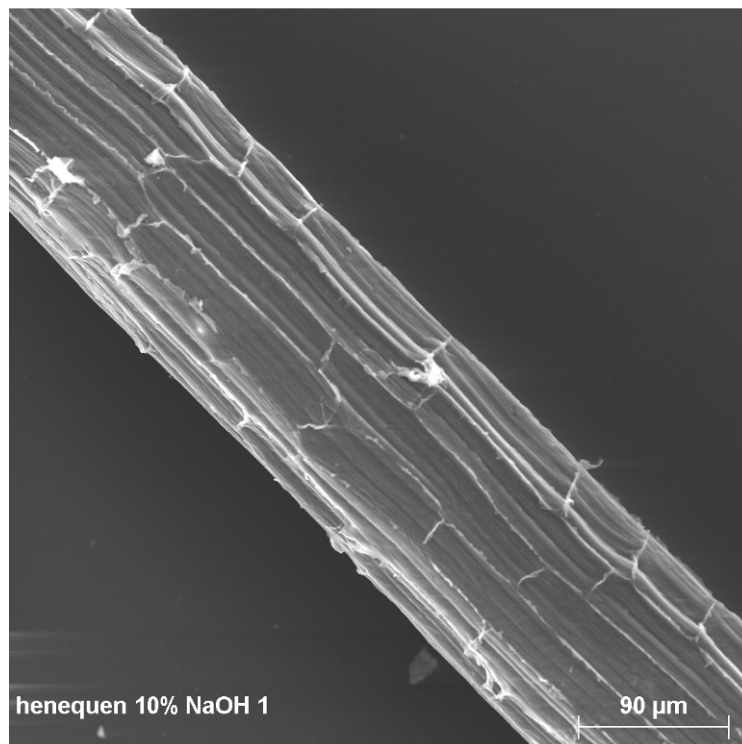
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	48,64	48,64	56,02	5,9
Oxygen	K-series	50,38	50,38	43,56	6,3
Magnesium	K-series	0,37	0,37	0,21	0,1
Calcium	K-series	0,61	0,61	0,21	0,0
Total:		100,00	100,00	100,00	

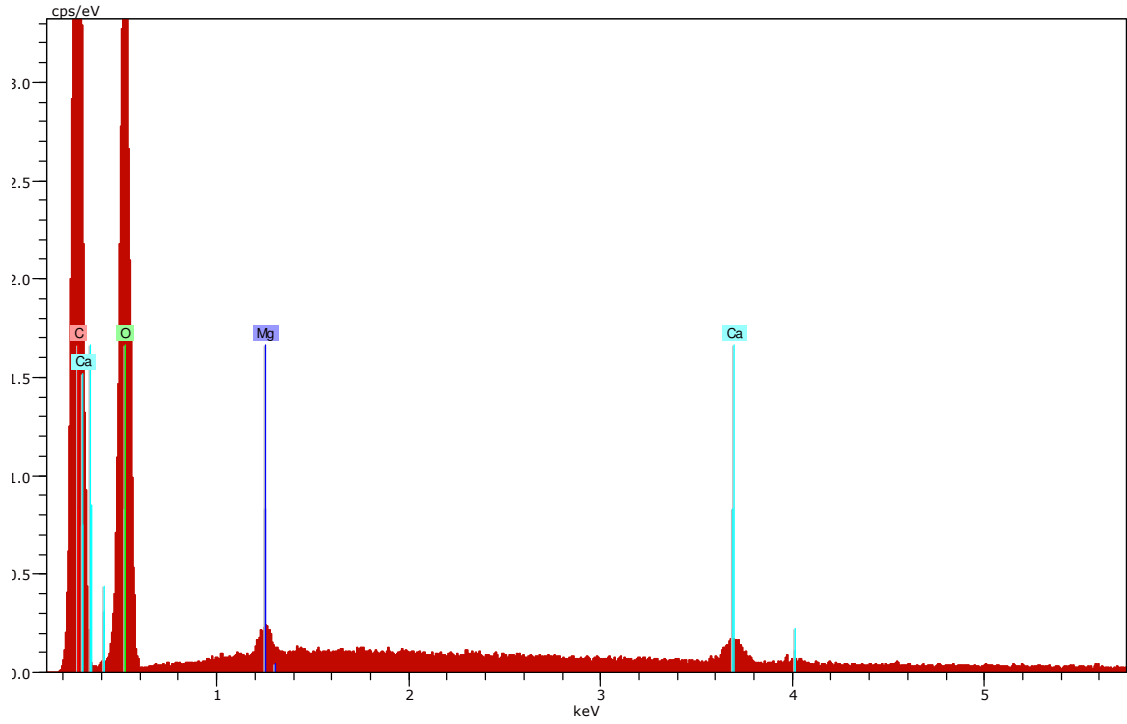




Spectrum: henequen 5% NaOH 2

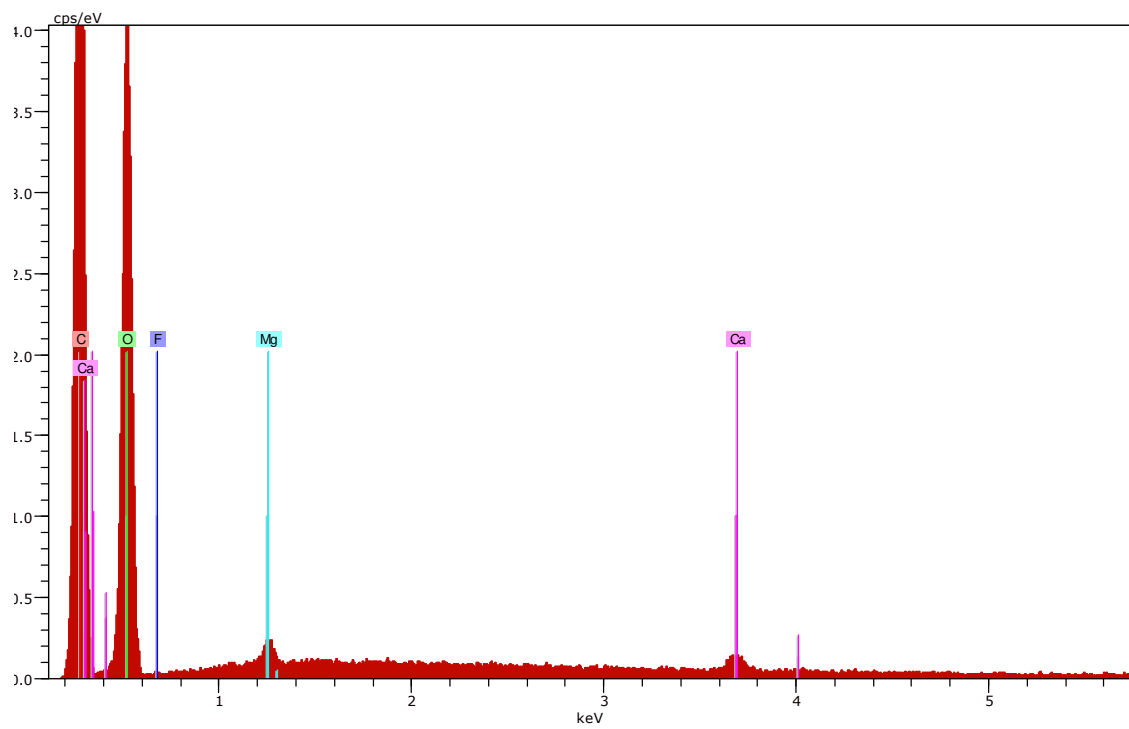
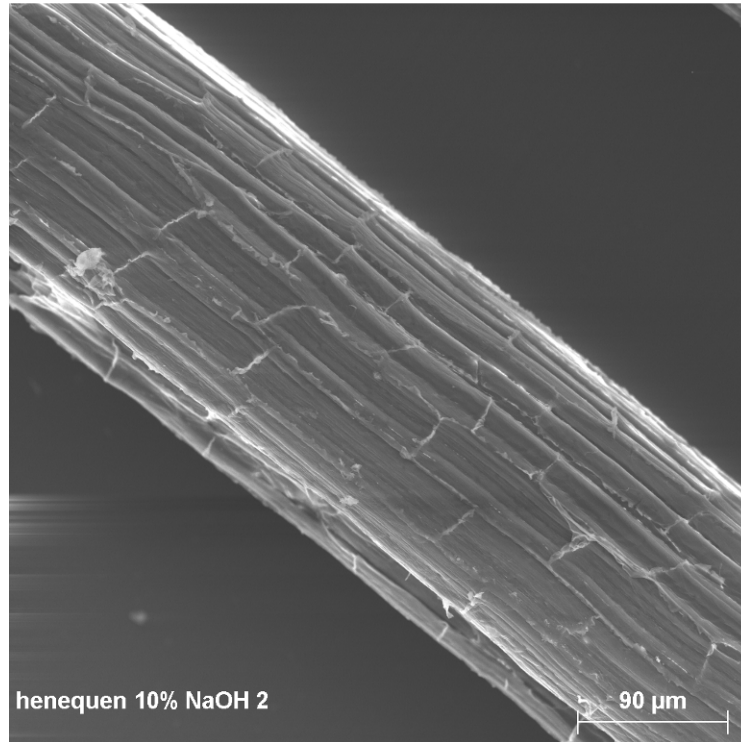
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	48,25	48,25	55,66	5,8
Oxygen	K-series	50,67	50,67	43,88	6,3
Magnesium	K-series	0,39	0,39	0,23	0,1
Calcium	K-series	0,69	0,69	0,24	0,1
Total:		100,00	100,00	100,00	





Spectrum: henequen 10% NaOH 1

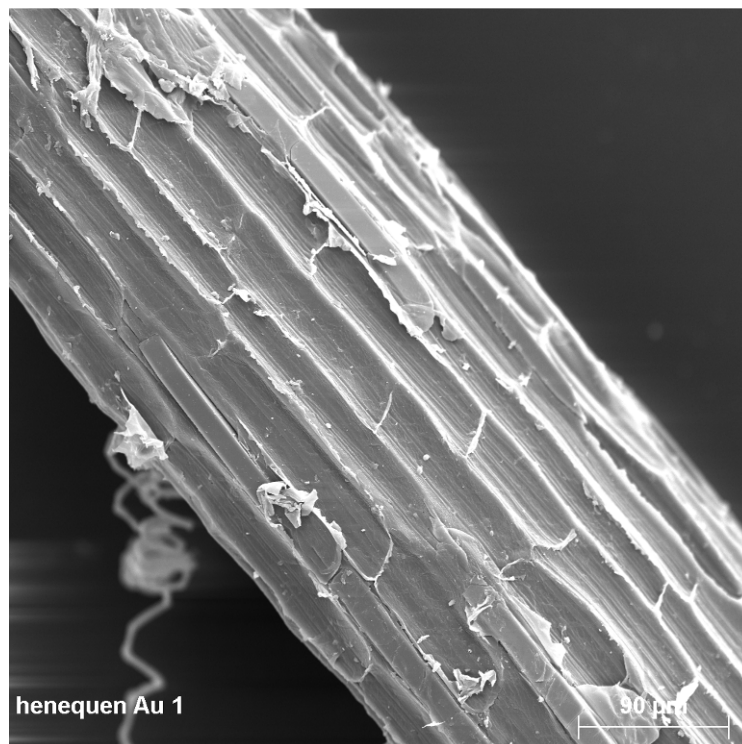
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	49,21	49,21	56,55	6,0
Oxygen	K-series	49,89	49,89	43,05	6,3
Magnesium	K-series	0,40	0,40	0,23	0,1
Calcium	K-series	0,50	0,50	0,17	0,0
Total:		100,00	100,00	100,00	

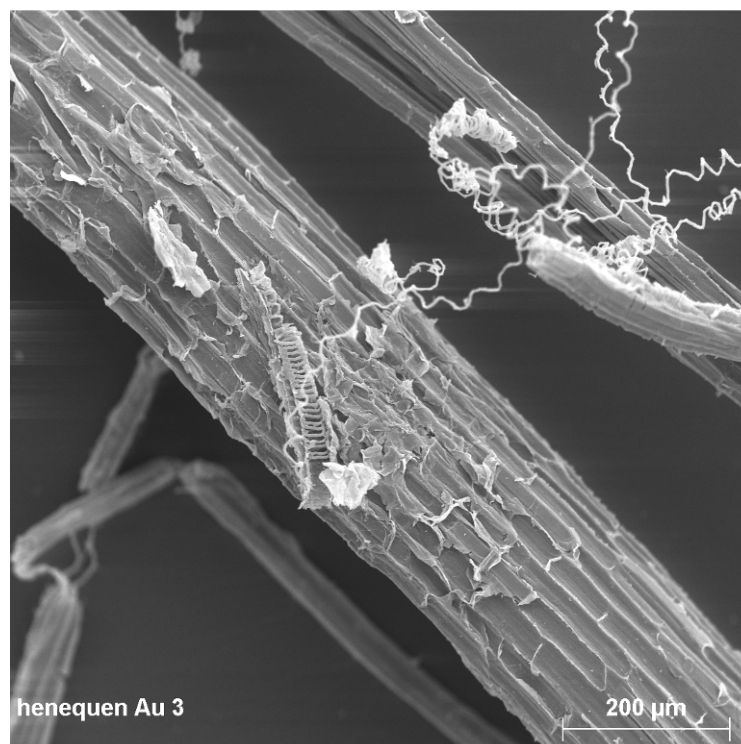
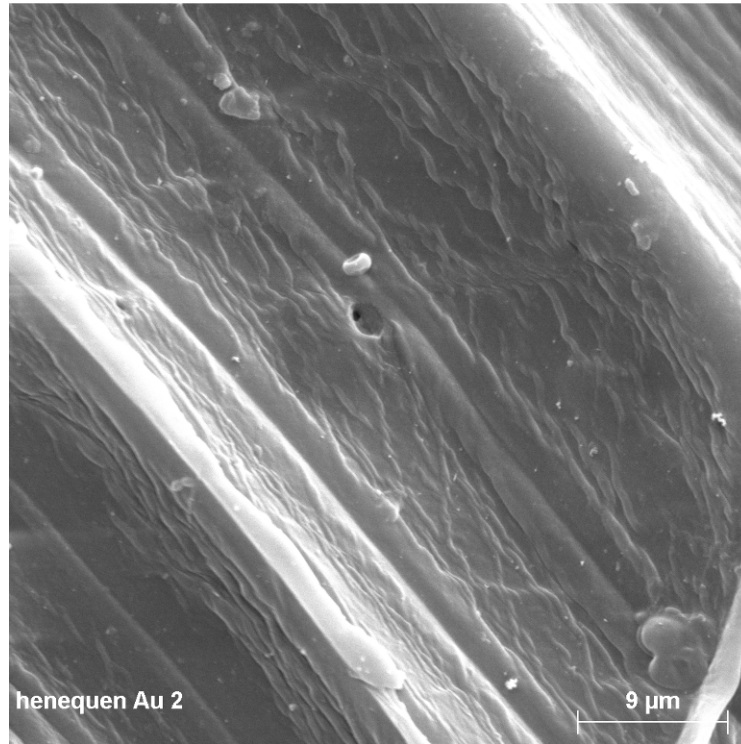


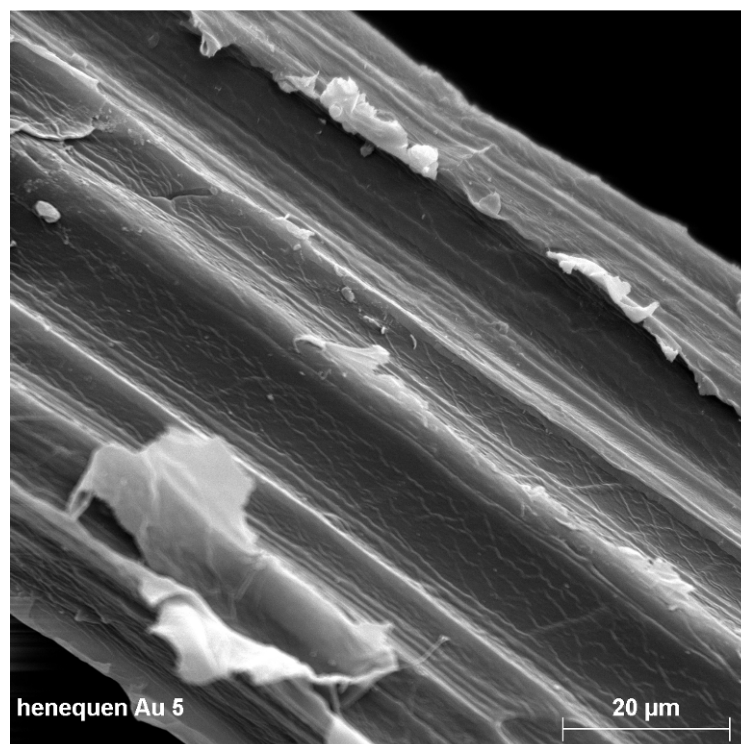
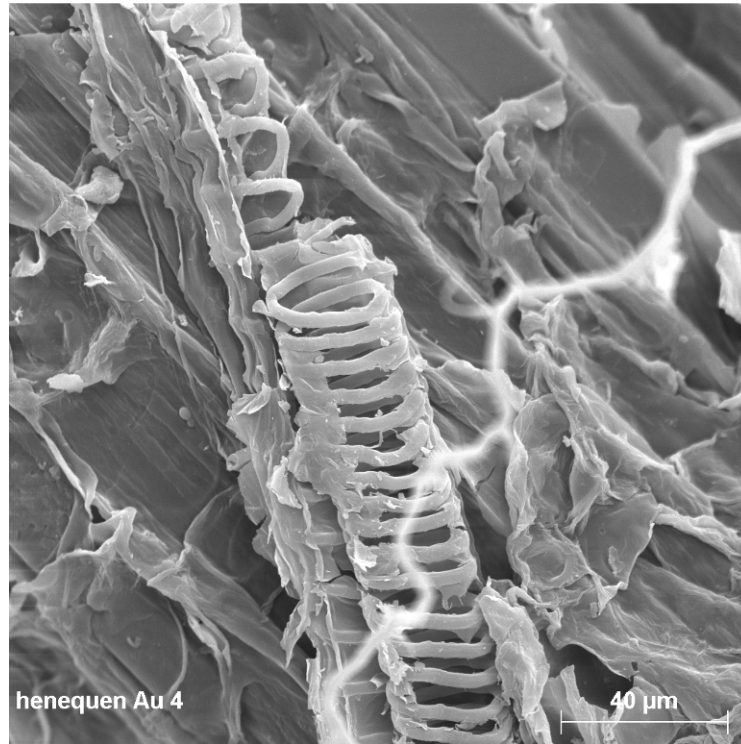


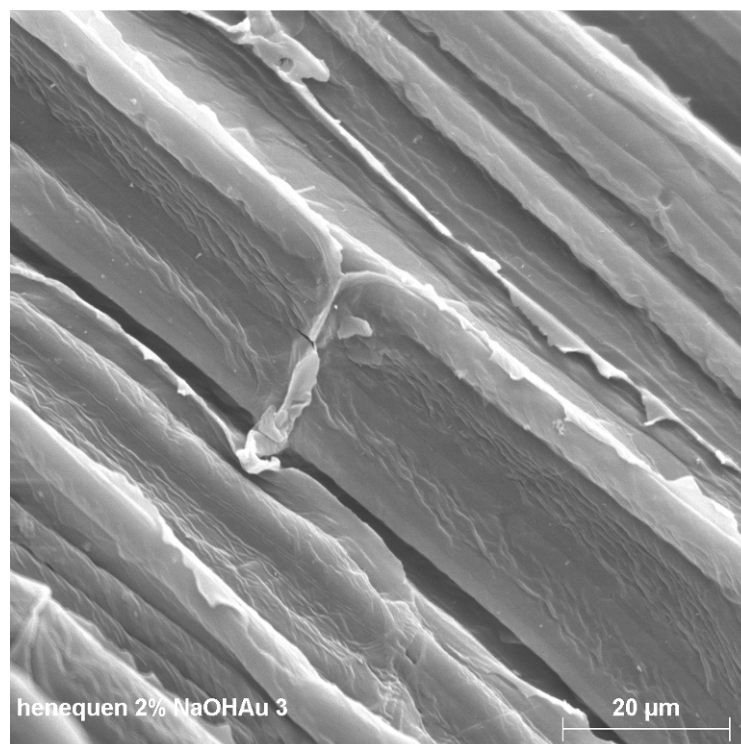
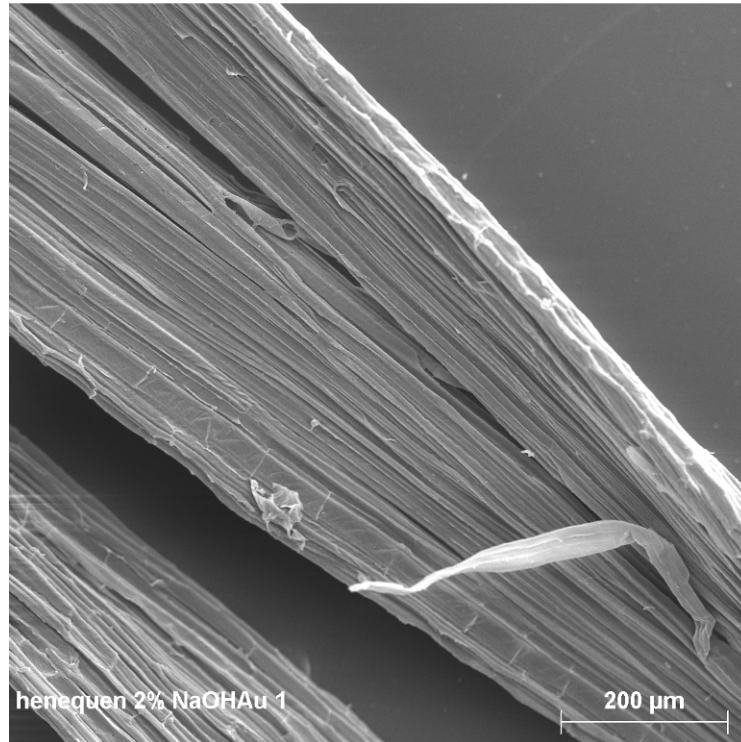
Spectrum: henequen 10% NaOH 2

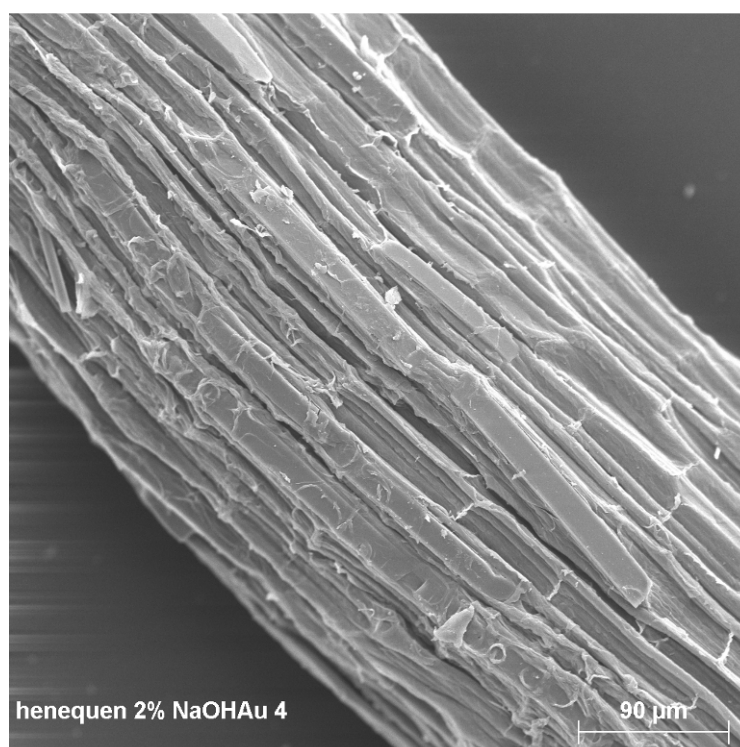
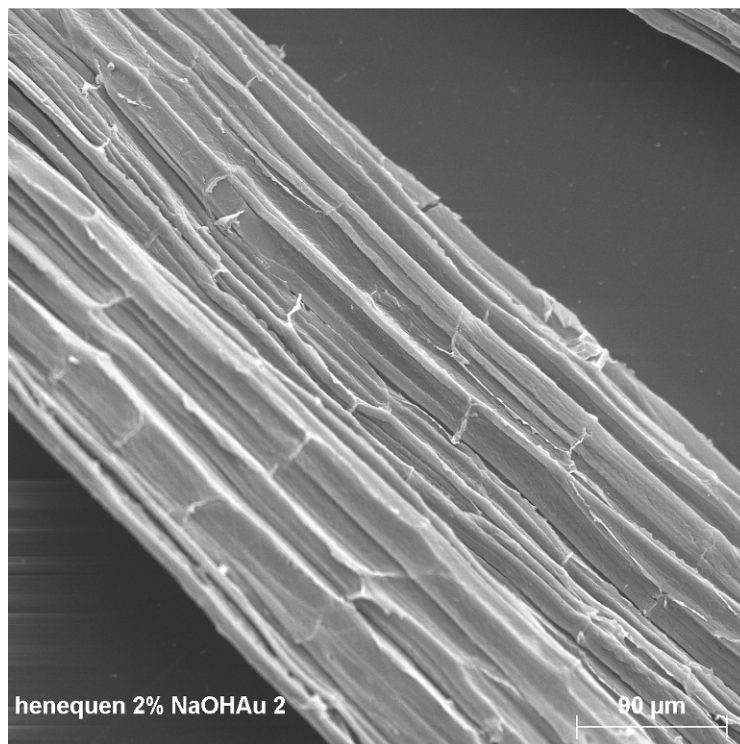
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	48,64	48,64	55,97	5,9
Oxygen	K-series	50,31	50,31	43,47	6,4
Fluorine	K-series	0,29	0,29	0,21	0,2
Magnesium	K-series	0,39	0,39	0,22	0,1
Calcium	K-series	0,38	0,38	0,13	0,0
Total:		100,00	100,00	100,00	

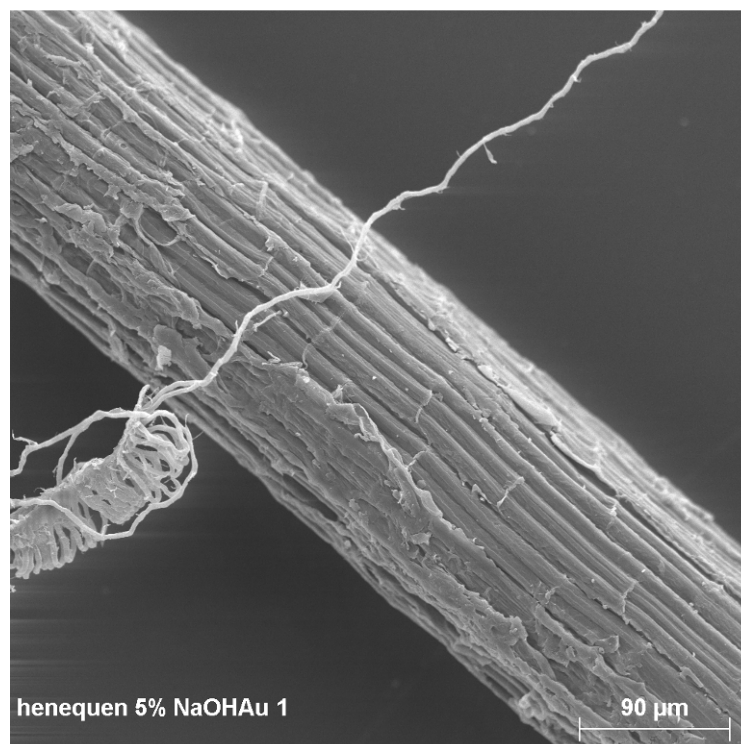
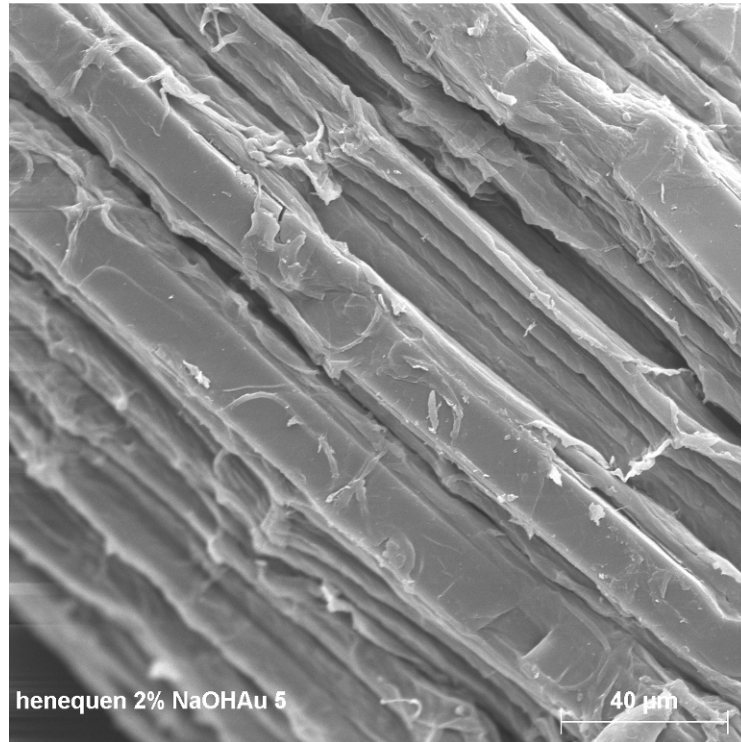


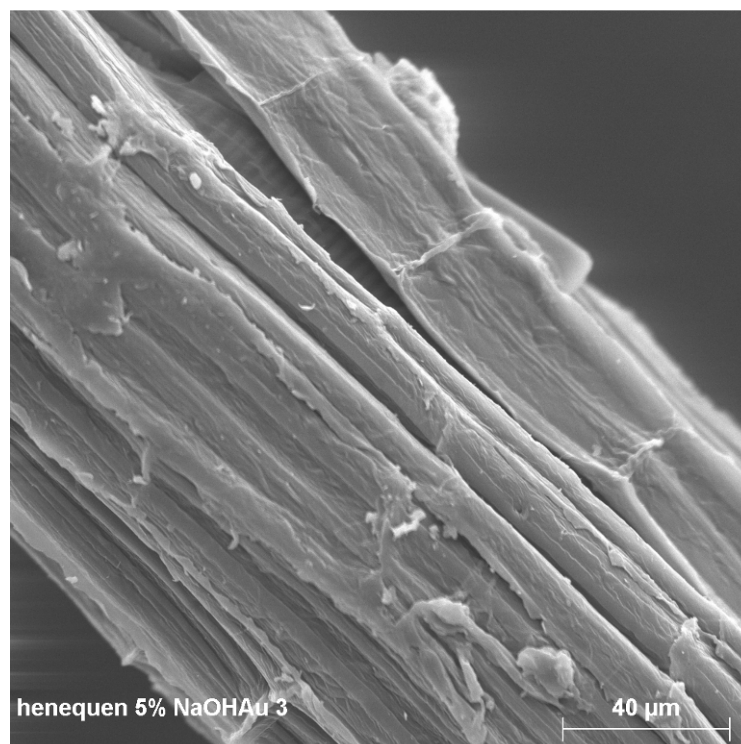
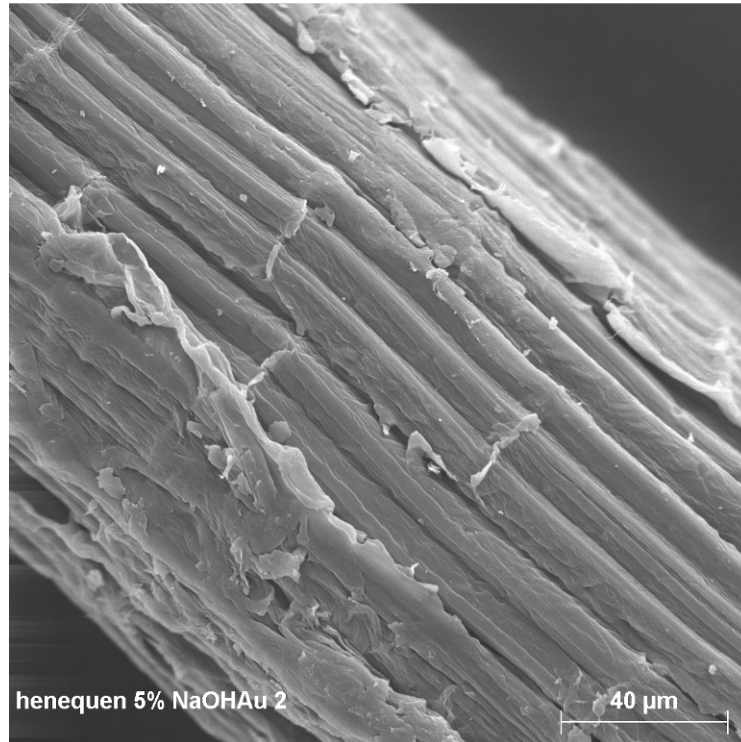


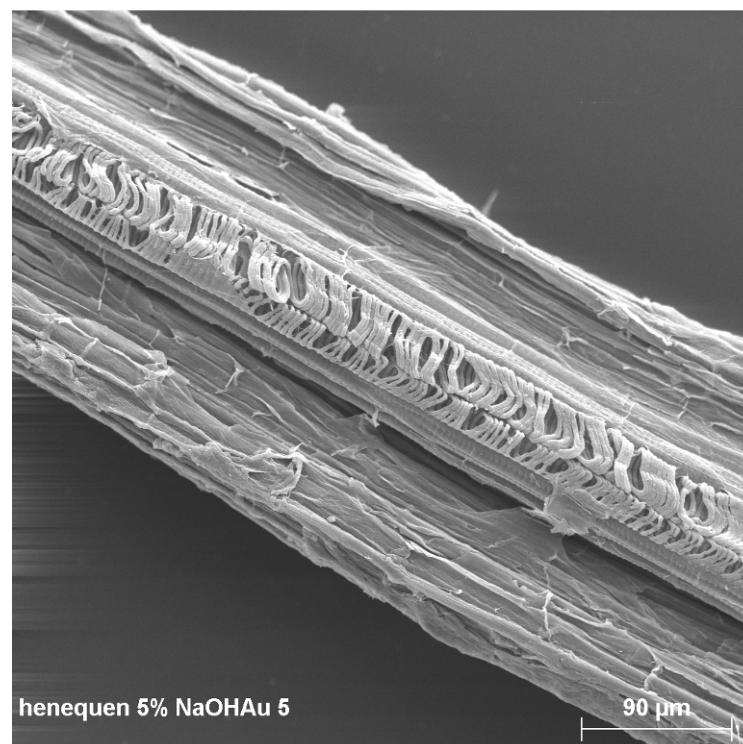
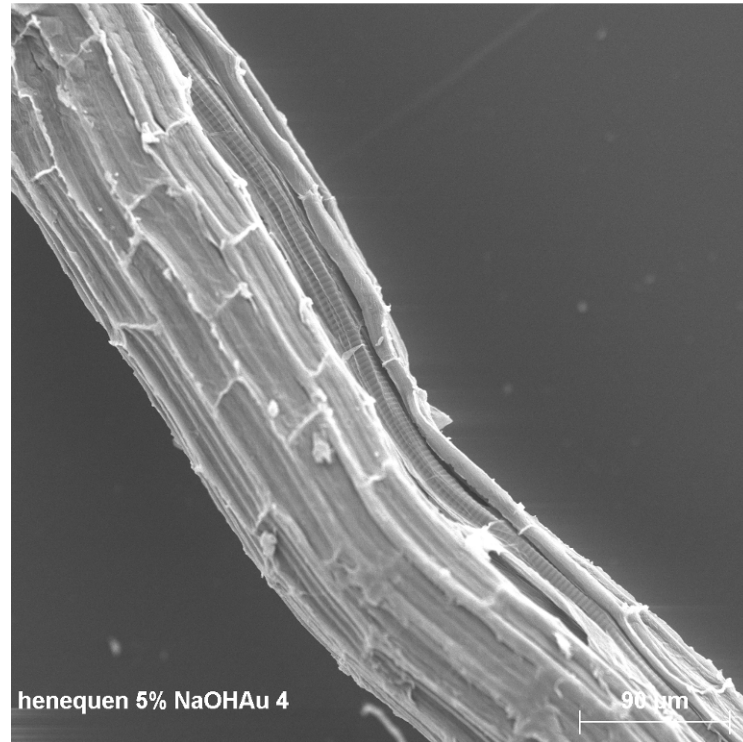


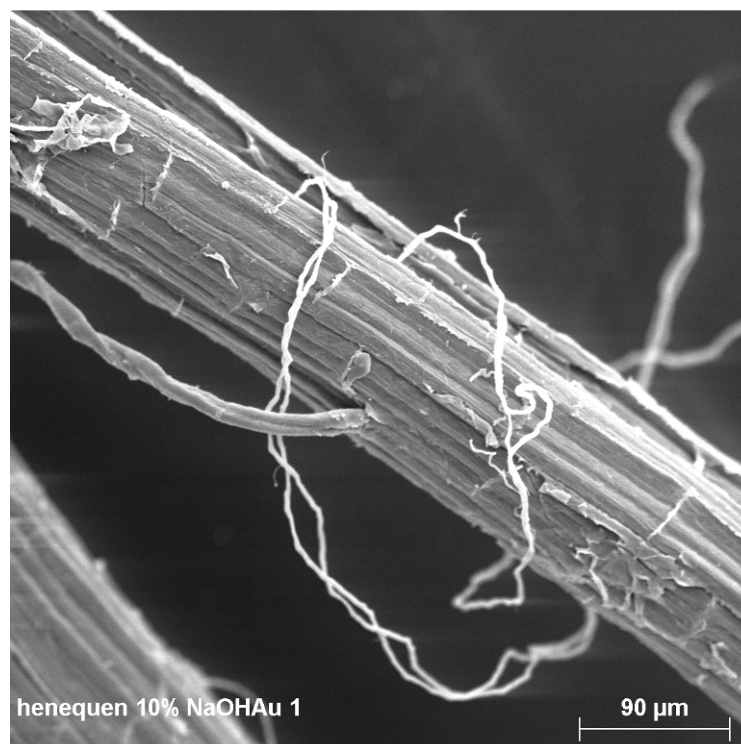
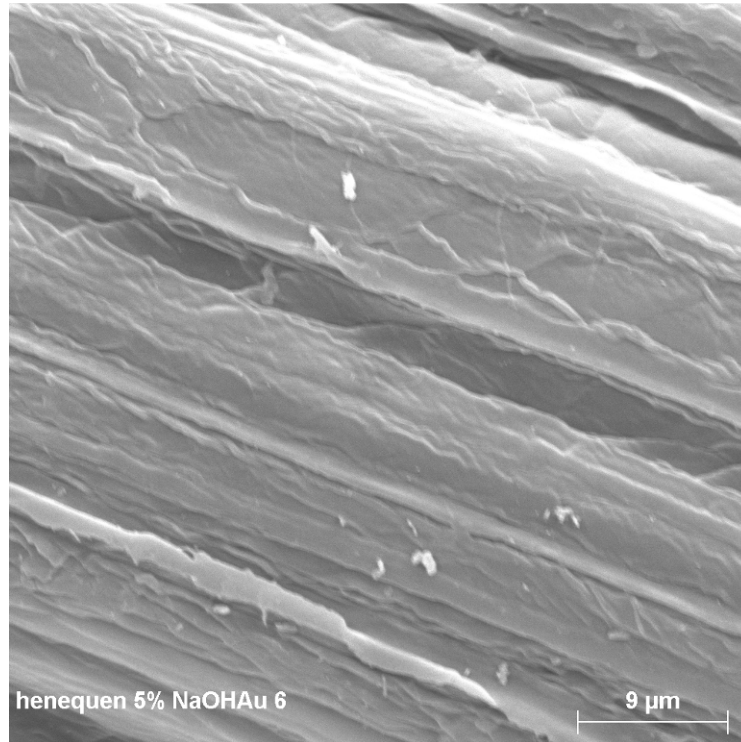


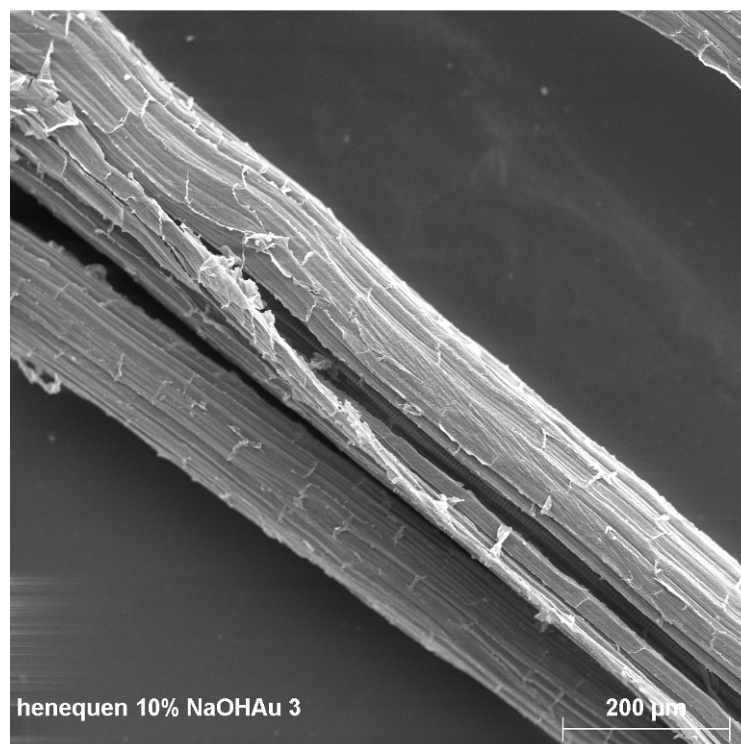
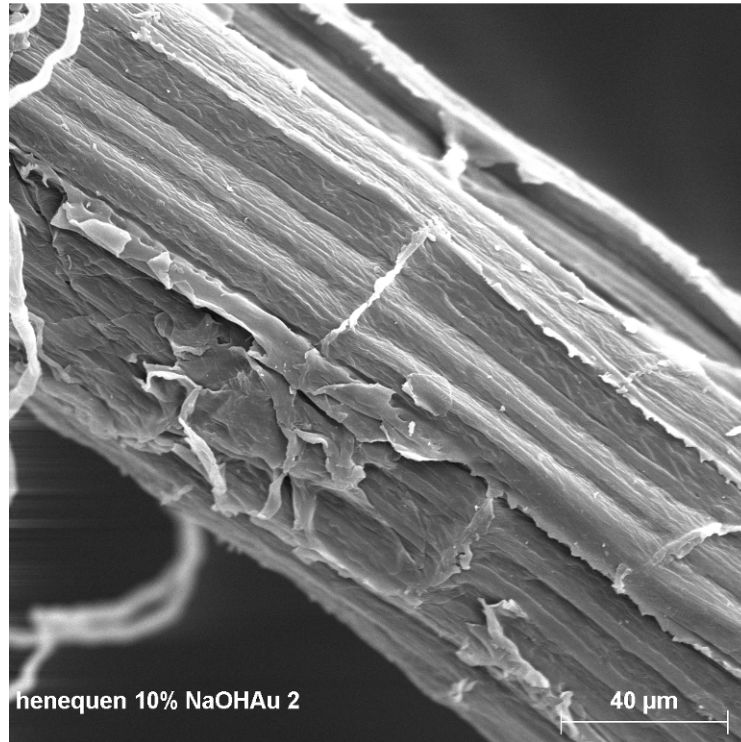


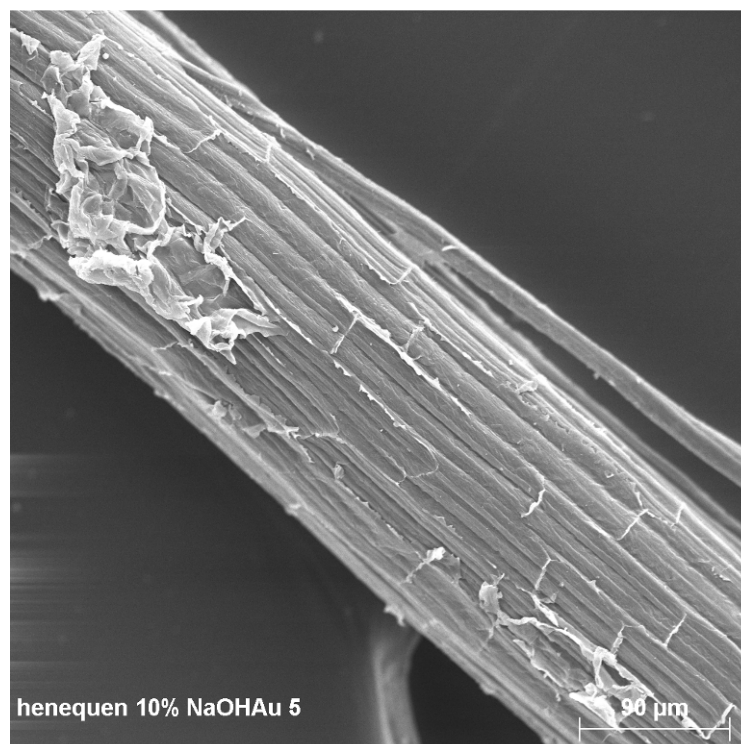
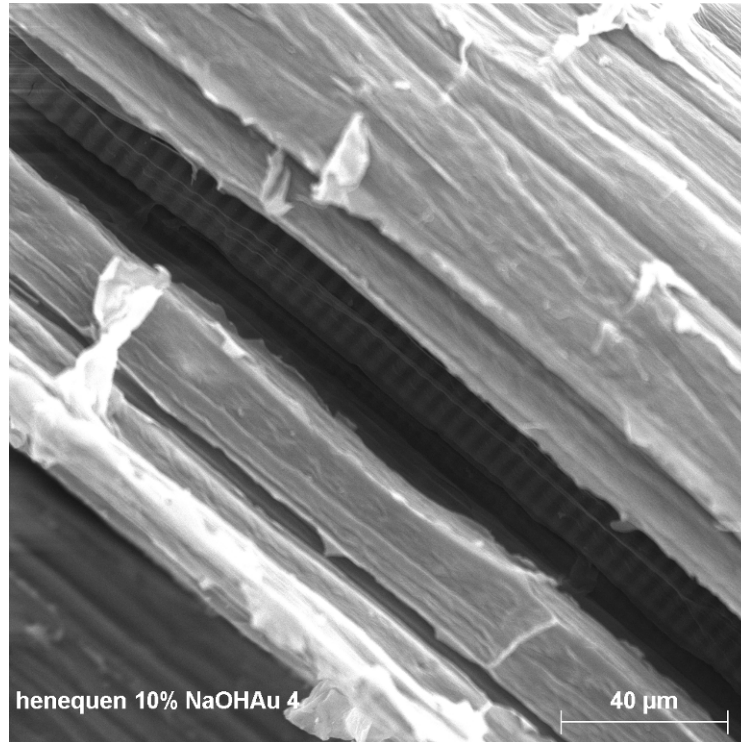


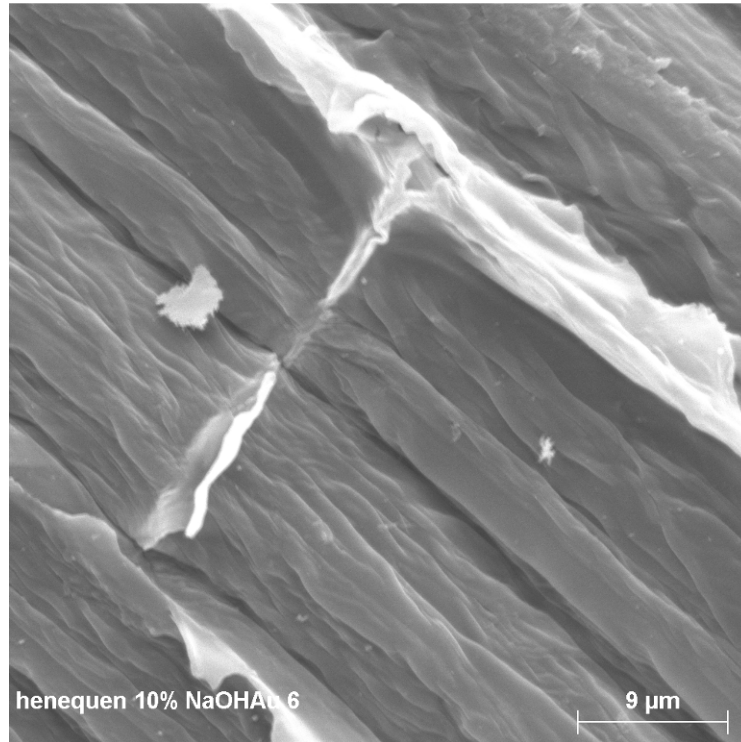












ANNEX O. MICROCOPI ÒPTIC

0.3 Procediment

El procés de preparació de les mostres per ser observades amb microscopi òptic consta de quatre etapes a realitzar un cop es té el feix de mostra a observar tallat i lligat amb fil de cotó pels extrems.

1. Fixació

Consisteix en aturar els processos metabòlics i estabilitzar els components cel·lulars. En el nostre cas no cal fer la fixació ja que no es tracta d'un vegetal tendre, sinó que disposem d'una fibra seca.

2. Inclusió

Aquest procediment li confereix a la fibra la resistència al impacte de la navalla del micròtom, alhora que manté les diverses parts de la fibra sempre en la mateixa posició entre si. El mètode que es fa servir és la inclusió en resina Epoxy, aquest medi d'inclusió permet la obtenció de talls seriatos. El procés d'inclusió en resina involucra tres etapes:

2.1. Deshidratació

Normalment aquest procés consisteix en posar les mostres en una sèrie de banys d'acetona de concentració ascendent, en el nostre cas, però no es farà de manera progressiva ja que no es tracta d'una fibra fresca. Es banya la fibra en acetona al 100% durant 20 minuts, aquest procés es repeteix tres vegades per treure tota l'aigua.

2.2. Infiltració

La fibra es passa a una relació de resina Epoxy-Acetona 1:3, tot seguit es passa a una relació 2:2 i finalment a una relació 3:1, en cada etapa ha de romandre durant quatre hores com a mínim i en una sèrie amb rotació suau. D'aquesta manera l'acetona vehiculitza la resina per les cavitats de la fibra.

Per treure tota l'acetona es passa la fibra dins de resina Epoxy pura, a les 2 hores es canvia la resina i es deixa durant tota la nit. Al dia següent s'hi torna a evocar resina neta i a les 2 hores es torna a canviar.

2.3. Inclusió

L'última renovació de resina es fa dins d'uns motllos per tal de formar blocs, com es pot observar a la figura 40. Es deixa durant 72 hores dins una estufa a 60°C



Figura 1: Motlle amb fibra inclosa amb resina Epoxy

3. Tall i muntatge

Es fa servir un ultramicròtom rotatiu, la fibra inclosa en resina Epoxy roman fixa i és la ganiveta de vidre la que puja i baixa, aquest mecanisme es pot observar en la figura 42. L'avantatge d'aquest equip és que cada tall s'enganxa a l'anterior formant una cinta. L'espessor del tall es de entre $1,5\mu\text{m}$ i $2\mu\text{m}$.



Figura 2: Ultramicròtom rotatiu



Figura 3: Mecanisme de tall

Es tira una gota d'aigua a la platina de vidre que es troba a 90°C i damunt es col·loca un o varis talls. S'escalfa la platina fins que l'aigua s'hagi evaporat, d'aquesta manera els talls queden adherits a la platina.

4. Coloració

Sobre els talls adherits a la platina s'afegeix una gota de clorur de metilionina, més conegut com Blau de metilè, l'únic que dóna coloració a la resina Epoxy. Passats 10 segons es renta el colorant amb aigua destil·lada.



Figura 4: Platina de vidre amb mostres tallades

Un cop es tenen les mostres tallades i tractades amb colorant per donar-li contrast, es poden observar al microscopi òptic amb 200 augments.



Figura 5: Microscopi òptic

0.4 Càlcul de la secció

Per tal de poder calcular l'àrea de les fibres a partir de les imatges del tall transversal es disposa d'un full de Excel a partir del qual es pot trobar la relació dels píxels amb la mida en micròmetres.

Objectiu Lent intermitja	5x									10x								
	1x			1,25x			1,6x			1x			1,25x			1,6x		
	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm
260 x 206 (5x bin col)	1000	153	0,153	1000	192	0,192	1000	244	0,244	840	257	0,306	670	255	0,381	570	254	0,446
432 x 342 (3x bin col)	1000	253	0,253	1000	317	0,317	1000	408	0,408	840	428	0,510	670	425	0,634	570	424	0,744
650 x 514 (1x col)	1000	381	0,381	1000	476	0,476	1000	610	0,610	840	642	0,764	670	639	0,954	570	636	1,116
1300 x 1030 (1x col fast)	1000	761,0	0,761	1000	952,0	0,952	1000	1221,0	1,221	840	1285,0	1,530	670	1277,0	1,906	570	1272,0	2,232
1300 x 1030 (1x col high)	1000	763,0	0,763	1000	951,0	0,951	1000	1221,0	1,221	840	1285,0	1,530	670	1277,0	1,906	570	1272,0	2,232
1300 x 1030 (4x col)	1000	764,0	0,764	1000	953,0	0,953	1000	1221,0	1,221	840	1285,0	1,530	670	1277,0	1,906	570	1272,0	2,232
2600 x 2060 (16x col)	1000	1523,0	1,523	1000	1906,0	1,906	1000	2442,0	2,442	840	2567,0	3,056	670	2555,0	3,813	570	2541,0	4,458
3900 x 3090 (9x col)	1000	2286,0	2,286	1000	2859,0	2,859	1000	3663,0	3,663	840	3854,0	4,588	670	3832,0	5,719	570	3811,0	6,686
3900 x 3090 (36x col)	1000	2284,0	2,284	1000	2859,0	2,859	1000	3663,0	3,663	840	3853,0	4,587	670	3832,0	5,719	570	3811,0	6,686

Objectiu Lent intermitja	20x amb cubre								
	1x			1,25x			1,6x		
	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm	Mesura calibrada (µm)	Píxels	Píxels/µm
260 x 206 (5x bin col)	420	258	0,614	330	252	0,764	260	255	0,981
432 x 342 (3x bin col)	420	429	1,021	330	420	1,273	260	424	1,631
650 x 514 (1x col)	420	644	1,533	330	630	1,909	260	636	2,446
1300 x 1030 (1x col fast)	420	1286,0	3,062	330	1260,0	3,818	260	1271,0	4,888
1300 x 1030 (1x col high)	420	1286,0	3,062	330	1260,0	3,818	260	1271,0	4,888
1300 x 1030 (4x col)	420	1286,0	3,062	330	1260,0	3,818	260	1271,0	4,888
2600 x 2060 (16x col)	420	2571,0	6,121	330	2520,0	7,636	260	2541,0	9,773
3900 x 3090 (9x col)	420	3857,0	9,183	330	3779,0	11,452	260	3815,0	14,673
3900 x 3090 (36x col)	420	3857,0	9,183	330	3779,0	11,452	260	3815,0	14,673

Nom imatge captura (RESOLUCIÓ)	Relació Píxels/µm càmera fotogràfica ProgRes C14																	
	5x			10x			20x amb cubreobjectes			20x sense cubreobjectes			40x			50x		
	1x	1,25x	1,6x	1x	1,25x	1,6x	1x	1,25x	1,6x	1x	1,25x	1,6x	1x	1,25x	1,6x	1x	1,25x	1,6x
260 x 206 (5x bin col)	0,153	0,192	0,244	0,306	0,381	0,446	0,614	0,764	0,981	0,615	0,767	0,981	1,230	1,538	1,962	1,531	1,908	2,440
432 x 342 (3x bin col)	0,253	0,317	0,408	0,510	0,634	0,744	1,021	1,273	1,631	1,024	1,279	1,638	2,045	2,556	3,269	2,550	3,177	4,050
650 x 514 (1x col)	0,381	0,476	0,610	0,764	0,954	1,116	1,533	1,909	2,446	1,537	1,915	2,458	3,070	3,825	4,900	3,825	4,762	6,100
1300 x 1030 (1x col fast)	0,761	0,952	1,221	1,530	1,906	2,232	3,062	3,818	4,888	3,076	3,839	4,908	6,140	7,656	9,785	7,644	9,523	12,200
1300 x 1030 (1x col high)	0,763	0,951	1,221	1,530	1,906	2,232	3,062	3,818	4,888	3,076	3,839	4,908	6,140	7,656	9,785	7,638	9,523	12,200
1300 x 1030 (4x col)	0,764	0,953	1,221	1,530	1,906	2,232	3,062	3,818	4,888	3,076	3,839	4,908	6,140	7,656	9,785	7,640	9,523	12,200
2600 x 2060 (16x col)	1,523	1,906	2,442	3,056	3,813	4,458	6,121	7,636	9,773	6,151	7,673	9,827	12,280	15,306	19,577	15,288	19,038	24,380
3900 x 3090 (9x col)	2,286	2,859	3,663	4,588	5,719	6,686	9,183	11,452	14,673	9,220	11,497	14,742	18,400	22,938	29,377	22,938	28,554	36,590
3900 x 3090 (36x col)	2,284	2,859	3,663	4,587	5,719	6,686	9,183	11,452	14,673	9,220	11,497	14,742	18,400	22,938	29,377	22,913	28,554	36,590

Nom imatge captura (RESOLUCIÓ)	3900 x 3090 (9x col)	1er) Trieu la resolució de la imatge.
Augments Objectiu_lent intermitja	20ax_1x	2n) Trieu la combinació d'augment <u>objectiu</u> i <u>lent intermitja</u> .
Nº Píxels horitzontals	3900	3er) Indiqueu el nombre de píxels de l'ample de la imatge o de la barra de micres a mesurar.
Equivalència (µm)	424,682	4rt) Aquesta és l'equivalència (en µm) del nombre de píxels indicat.

Taula 1: Conversió píxels a micròmetres

Es sap que l'ample d'imatge fa 3900 píxels, per tant, 424,682 µm. Coneixent aquesta relació es pot mesurar les àrees de les imatges anteriors.

Per fer un càlcul aproximat de les àrees de les diferents fibres que s'observen a les imatges, es divideixen en quadrats de 50 µm de costat o cercles de diferents radis segons semblances. A la taula 28 es pot observar la quantitat de fils de fibra que s'han aproximat, la forma, l'àrea en micròmetres quadrats i l'àrea mitjana en mil·límetres quadrats.

Mostra sense tractar	Forma	Quantitat	Àrea (μm^2)	Àrea (mm^2)
1	Quadrat	5,5	13.750,00	
2	Quadrat	8	20.000,00	
3	Quadrat	16	40.000,00	
		Mitjana	24.583,33	0,02458
Mostra tractada al 2%	Forma	Quantitat		
1	Quadrat	7,5	18.750,00	
2	Quadrat	10	25.000,00	
3	Quadrat	13	32.500,00	
		Mitjana	25.416,67	0,02542
Mostra tractada al 5%	Forma	Diàmetre (μm)		
1	Cercle	175	24.052,82	
2	Cercle	108,3	9.217,52	
3	Cercle	175	24.052,82	
4	Cercle	137,5	14.848,93	
5	Cercle	175	24.052,82	
6	Cercle	137,5	14.848,93	
		Mitjana	18.512,31	0,01851
Mostra tractada al 10%	Forma	Diàmetre (μm)		
1	Cercle	137,5	14.848,93	
2	Cercle	137,5	14.848,93	
3	Cercle	112,5	9.940,20	
4	Cercle	137,5	14.848,93	
5	Cercle	179,2	25.211,83	
6	Cercle	116,7	10.690,14	
7	Cercle	100	7.853,98	
8	Cercle	137,5	14.848,93	
9	Cercle	116,7	10.690,14	
10	Cercle	141,7	15.762,50	
11	Cercle	137,5	14.848,93	
		Mitjana	14.035,77	0,01404

Taula 2: Àrea promig de la fibra Henequén

ANNEX P. ASSAIG DIFRACCIÓ DE RAIG X

Es fa un primer assaig de difracció de raig X amb una mostra de fibra Henequén sense tractar i el resultat obtingut ha estat el següent:

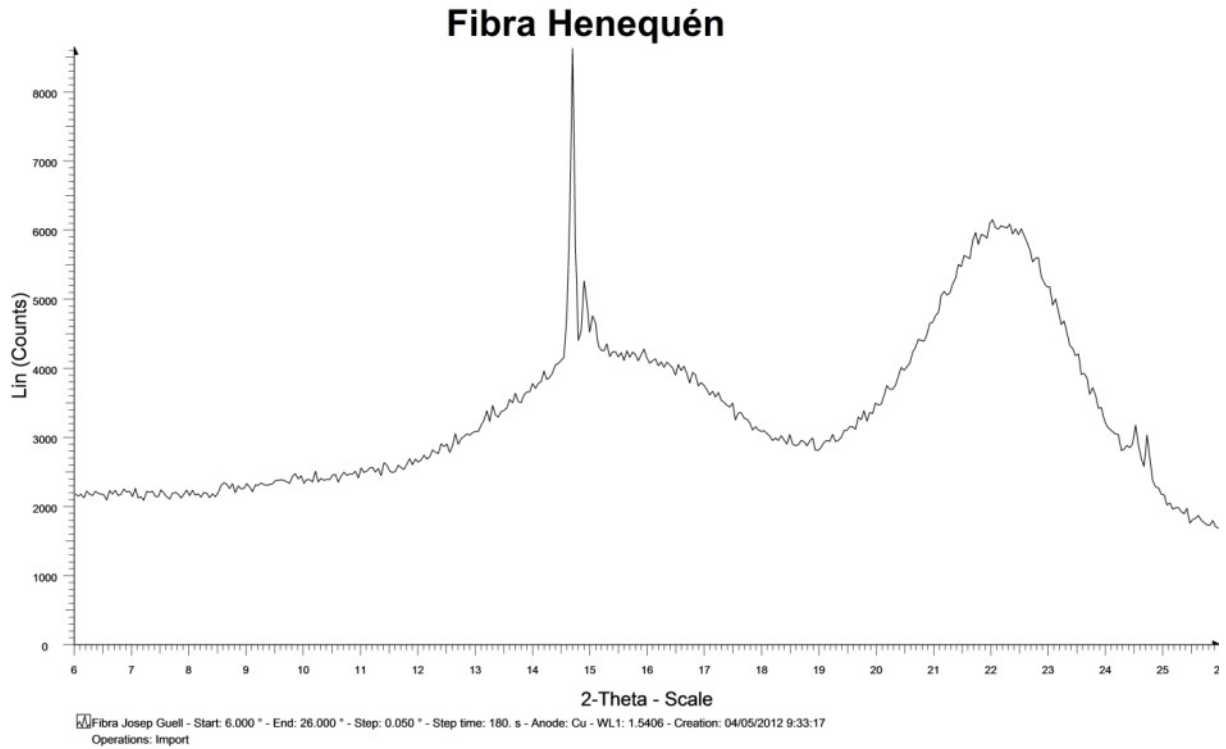


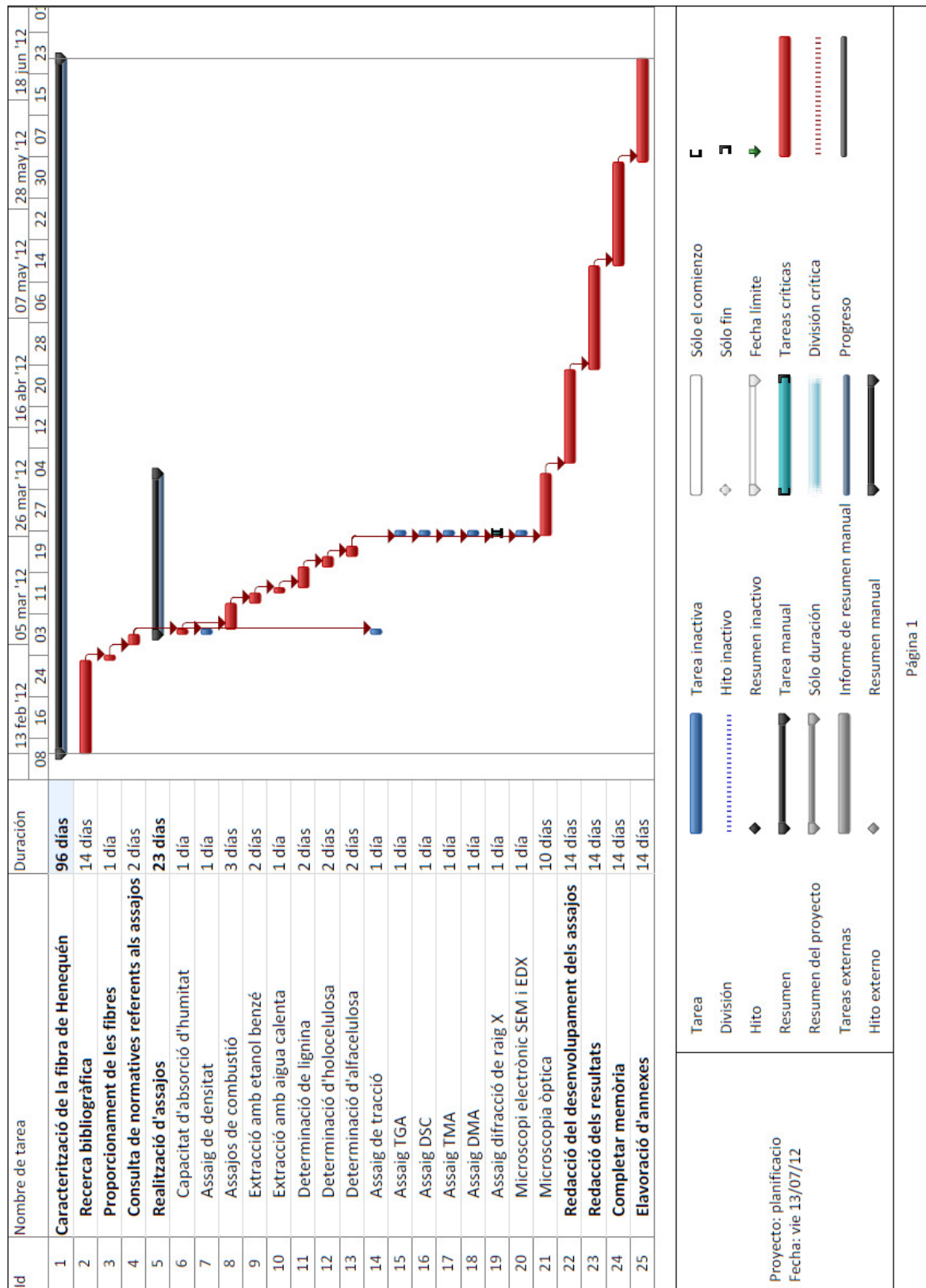
Figura 6: Resultat assaig difracció de raig X

Amb aquesta imatge només es dedueix que hi ha molta part amorfa i traces de cristal·linitat, on les molècules estan disposades d'una manera regular i periòdica.

Un cop feta la difracció de raig X de la mostra de fibra de Henequén sense tractar s'ha arribat a la conclusió que no s'extreuen dades rellevants d'aquest assaig i s'ha decidit no repetir-lo per la resta de mostra tractades amb hidròxid sòdic.

ANNEX Q. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

La planificació del projecte s'ha desenvolupat tal i com es mostra al diagrama de Grantt.



ANNEX R. PRESSUPOST

UA	DESCRIPCIÓ	PREU
----	------------	------

Caracterització de 4 mostres de fibra Henequén				
--	--	--	--	--

		Unitats	Preu unitari	Parcial €	Import €
Mà d'obra					
h	Assajos químics	112,00	20,00	2.240,00	
h	Assajos de resistència	8,00	20,00	160,00	
u	Deshidratació acetona	1,00	33,27	33,27	
u	Inclusió en SPURR	1,00	79,84	79,84	
u	Muntatge M.E.R	4,00	15,21	60,84	
			Suma ma d'obra	2.573,95	2.573,95 €
Maquinària					
h	Laboratori lepamap	112,00	5,50	616,00	
h	Laboratori de resistència de materials	8,00	5,50	44,00	
h	Màquina TGA	4,00	30,90	123,60	
h	Màquina DSC	4,00	30,90	123,60	
h	Màquina TMA	4,00	30,90	123,60	
h	Màquina DMA	4,00	30,90	123,60	
h	Difracció de raig X	1,00	30,90	30,90	
h	Microscopi òptic Leica	1,50	66,37	99,56	
u	Tall semifi	4,00	37,24	148,96	
h	M.E.R i suport tècnic	3,00	82,13	246,39	
			Suma maquinària	1.680,21	1.680,21 €
Material					
l	Etanol	0,25	65,30	16,33	
l	Benzè	0,50	65,30	32,65	
l	Àcid sulfúric 72%	0,21	121,00	25,41	
l	Àcid acètic glacial	0,13	29,20	3,69	
Kg	Clorit sòdic	0,02	39,80	0,72	
Kg	Hidròxid sòdic	0,03	13,10	0,34	
l	Acetona	0,80	48,80	39,04	
u	Recobriment C	1,00	15,34	15,34	
u	Recobriment Au	1,00	30,37	30,37	
			Suma material	163,89	163,89 €
	Despeses auxiliars		1,50%	Mà d'obra	38,61 €
	Cost directe				4.456,65 €
	Despeses indirectes		5%		222,83 €
	Cost execució material				4.679,48 €

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE A FALTA D'IVA

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	4.679,48 €
13% Despeses Generals	608,33 €
6% Benefici Industrial	280,77 €
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE A FALTA D'IVA	5.568,58 €

Ana Juárez Muñoz

Girona, 3 de Setembre de 2012