

PROCYP Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.

Universidad Nacional de Misiones. República Argentina

<http://www.unam.edu.ar/procyp.html>

<http://www.fceqyn.unam.edu.ar/>

www.unam.edu.ar



Texto libre para usos sin fines de lucro, si se cita de la siguiente manera: 'por Carlos Eduardo Núñez – PROCYP – Universidad Nacional de Misiones – Argentina -2004'.

ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS RECURSOS FIBROSOS PARA PULPA

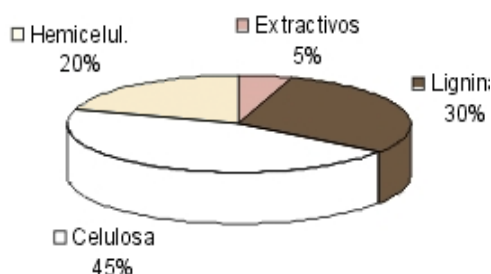
En este texto se describirán las características básicas del análisis químico que se le hace a los tejidos vegetales lignificados con el objetivo del conocimiento de su calidad para su utilización en la fabricación de pulpa para papel. Incluye, además de la madera, materiales no leñosos como el bambú y el bagazo de la caña de azúcar.

Dado el carácter de materiales naturales, poseen frecuentemente variaciones considerables de composición química de acuerdo al sitio del tallo que se considere, su antigüedad, su procedencia y su historia, es decir en las condiciones externas en las que la planta ha crecido. Por ello es sumamente importante realizar un muestreo adecuado que implica frecuentemente tomar muestras de varias alturas y de muchos individuos, si se estudia una plantación como un solo conjunto.

Ello hace, en el caso de las maderas, la necesidad de apeaar una cantidad significativa de árboles, con el costo consiguiente que ello conlleva.

COMPOSICIÓN TÍPICA DE LA MADERA

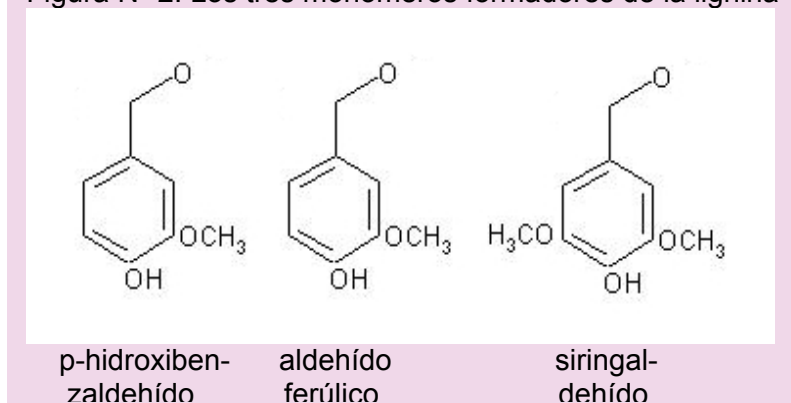
Figura N° 1 Composición típica de la madera



La figura 1 representa una composición típica de maderas, aclarando que individualmente puede haber significativas desviaciones de estos valores. En general las coníferas suelen tener menos hemicelulosas y más lignina que las latifoliadas.

La celulosa, las hemicelulosa y la lignina son sustancias poliméricas que conforman la pared celular. Los extractivos por el contrario están compuestos de moléculas pequeñas, que provienen de las sustancias de protección que los árboles segregan como taninos o resinas, y del metabolismo de las células vivas: proteínas, azúcares, esteroides, etc.. Es por eso que se denominan extractivos porque se pueden extraer por medio de solventes. La celulosa, que es el principal componente de la pared celular, es una macromolécula formada por polimerización de unidades glucosas. Su nombre proviene de 'célula'.

Figura N° 2. Los tres monómeros formadores de la lignina



El término lignina viene del latín 'lignus' que significa leño, porque la lignina es lo que hace leñosos a los tejidos de las maderas y de otros tallos vegetales de carácter rígido.

La lignina es una macromolécula conformada por monómeros aromáticos que se pueden considerar proveniente de los aldehídos parahidroxibenzaldehído 1; ferúlico 2 y sinápico 3, de la figura 2.

Las hemicelulosas, como la celulosa, son polisacáridos, pero en este caso no llegan a ser macromoléculas por su pequeño tamaño, del orden de 20 a 300 unidades, a diferencia de la celulosa que puede llegar a varios miles. Su nombre proviene de que inicialmente se pensó que eran moléculas de celulosa a medio sintetizar, aunque luego se vio que en realidad estaban compuestos por cinco azúcares simples, xilosa, galactosa, arabinosa, glucosa y manosa; ácidos urónicos y unidades acetilos.

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MADERA

Es conveniente aclarar el significado de algunos términos antes de continuar. En los últimos tiempos se ha puesto de moda utilizar la palabra 'test' de origen inglés, que es ambigua para distinguir el tipo de acción que se realiza. Por ello se deberá aclarar lo siguiente.

En castellano se usa la palabra 'determinación' para hablar de una acción única, por ejemplo se dice 'determinación de lignina' o 'determinación del grado de blancura', en ambos casos cuando el objetivo es conocer las características del objeto de estudio. La suma de las determinaciones con las que se obtiene la composición del objeto se denomina análisis, es decir que si decimos análisis estamos considerando la división o separación más o menos completa de algo en partes menores que la componen. En el caso de la determinación de grado de blancura, no estamos analizando el material sino midiendo solamente una de sus propiedades.

El término 'ensayo' debe usarse cuando se efectúan acciones sobre el objeto de estudio para medir su comportamiento como material de uso en alguna otra actividad. Por ejemplo se dice 'ensayo de resistencia a la tracción' o 'ensayo de pérdida de blancura por exposición a la luz'.

ANÁLISIS SUMATIVO

Se denomina así al verdadero análisis de los productos leñosos para distinguirlo de las determinaciones individuales. En este caso se entiende que la suma de las determinaciones porcentuales de cada tipo de sustancias será de 100%.

Preparación del material

El total de rodajas que conforman la muestra a analizar deben descortezarse y extraerse de ellas un sector proporcional a su masa relativa. Dichos sectores se chipean, habitualmente de forma manual, y los fragmentos se muelen en un molino tipo Willey, es decir de cuchillas giratorias. El aserrín debe pasar en su totalidad por malla de 40 mesh. El aserrín así preparado se seca al aire y se guarda en bolsas herméticas debidamente rotuladas.

Determinación de soluble en alcohol – benceno

La primera extracción que se le hace al material es en una mezcla de dos partes de benceno y una parte de etanol. Con ella se extraen todas las sustancias de baja polaridad como resinas, ácidos grasos, hidrocarburos, parte de los taninos, etc.. Se realiza en extractor tipo Soxhlet por un tiempo del orden de las cuatro horas.

Determinación de solubles en agua caliente

Al material extraído en alcohol - benceno se lo trata con agua a baño María por tres horas. El agua caliente disuelve todos los extractivos que no fueron solubles en la etapa anterior. Incluye el resto de los taninos, azúcares, aminoácidos, alcoholes, etc. Para calcular el valor de esta determinación se debe tener en cuenta que no se trabajó con la muestra original sino con la que ya fue extraída con alcohol benceno. Se considera que la suma de solubles en alcohol – benceno y agua caliente corresponde al total de extractivos que posee la madera.

Determinación de lignina insoluble en ácido

La lignina se determina por el método de Klason que consiste en tratar el aserrín extraído con alcohol – benceno y agua caliente, con una solución del ácido sulfúrico frío al 72%. En esas condiciones la lignina se condensa y queda insoluble en su mayor parte, y los polisacáridos se sacarifican hasta azúcares simples que son solubles. Después de este primer tratamiento se efectúa una segunda hidrólisis hirviendo la mezcla previamente diluida al 3% por cuatro horas. Con esta segunda instancia se consigue degradar parte del complejo hemicelulosa – lignina que quedaba en la fracción insoluble y condensar gran parte de la lignina soluble de la fase acuosa.

Determinación de lignina soluble en ácido

En las latifoliadas una parte de la lignina queda soluble a pesar de los dos tratamientos de hidrólisis que se realizaron. Para determinarla se realiza una determinación de su concentración por medio de la absorbancia de la solución en el ultravioleta a 210 nm, dado que se conoce la absorptividad de la lignina soluble que es constante. El valor de lignina que permaneció insoluble es de 0,1% en las coníferas y entre 1,5 y 6% en las latifoliadas.

Lignina total

La lignina total se calcula sumando la lignina soluble e insoluble en ácido.

Celulosa

La determinación de celulosa es difícil dada su composición semejante a los otros polisacáridos. Existen sólo dos métodos suficientemente confiables para su determinación, que son el denominado α -celulosa y el de Saifert. El primero que es el de referencia, es de muy larga y laboriosa determinación, por lo que habitualmente se utiliza el de Saifer que posiblemente de resultados algo más altos.

La celulosa Saifert se determina tratando el aserrín a baño María y con reflujo con una mezcla de acetilacetona, ácido clorhídrico y dioxano por media hora. El material resultante se lava posteriormente con varios solventes y se seca.

RESULTADO DE ANÁLISIS DE MADERAS

Tabla N° 1 Ejemplos de análisis de maderas de la región.

Determinaciones	Eucalyptus grandis	Eucalyptus globulus	Cordia trichotoma	Pinus taeda	Pinus elliottii
Sumativas					
Soluble en alcohol-benceno (T204 cm-97)	1,81	1,6	4,0	1,8	1,9
Soluble en agua caliente (T207 cm-99)*	1,20	1,9	2,1	3,9	2,7
Total extractivos	3,01	3,5	6,1	5,7	4,6
Lignina insoluble (T222 cm-98)	25,8	20,4	28,1	27,0	26,4
Lignina soluble (Tappi UM 250)	2,8	4,4	1,1	0,2	0,2
Lignina total	28,6	24,8	29,2	27,2	26,6
Celulosa (Seifert)	43,8	44,0	47,1	47,6	46,2
Hemicelulosas (por diferencia)	27,4	27,6	17,6	19,5	22,6
No sumativas					
Cenizas a 525°C (T211 om-93)	0,43	0,4	—	0,2	0,2
Soluble en alcohol (T204 cm-97)	2,72	2,4	—	—	—
Soluble en NaOH 1% (T212 om-98)	—	16,9	15,5	—	—

El *Eucalyptus grandis* corresponde a madera de Corrientes, el *E. Globulus* a una plantación de la Provincia de Buenos Aires, *Cordia trichotoma* denominado comúnmente peteriby es el promedio de cinco árboles de Misiones y *Pinus elliottii* y *P. Taeda* a tres árboles cada uno del Alto Paraná.

