

Tesis de Posgrado

Identificación de maderas mediante reacciones químicas

Pizarro, Mariano Javier

1957

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Pizarro, Mariano Javier. (1957). Identificación de maderas mediante reacciones químicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0956_Pizarro.pdf

Cita tipo Chicago:

Pizarro, Mariano Javier. "Identificación de maderas mediante reacciones químicas". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1957. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0956_Pizarro.pdf

✓
FONDA
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

IDENTIFICACION DE MADERAS MEDIANTE REACCIONES QUIMICAS

Por

Mariano Javier Pizarro

TESIS

Para optar al título

de

Doctor en Química

Orientación Analítica

TESIS 1977

Buenos Aires

1977

70/04/77 1.16



IDENTIFICACION DE MADERAS MEDIANTE REACCIONES QUIMICAS

Por Mariano Javier Pizarro

Mediante éste trabajo que antecede se ha tratado de confeccionar una clave dicotónica de identificación para 53 maderas de especies forestales argentinas, determinando reacciones de identificación para cada una de ellas. Con éste objeto se han utilizado reacciones de coloración, ya ensayadas en maderas extranjeras, pero que no habian sido utilizadas en forma sistemática en maderas de especies autóctonas.

La reacción de Maule nos ha permitido separar 47 maderas de latifoliadas de las 6 maderas de Gimnospermas. Las ulteriores reacciones con respecto a las Gimnospermas solo permitieron identificar, con una reacción característica, la madera de Ciprés (Libocedrus chilensis).

Con respecto a las 47 latifoliadas los resultados fueron mucho más alentadores. Se confeccionó una clave de identificación que nos permite individualizar las 13 maderas siguientes: Anchico colorado (Piptadenia rígida), Algarrobo negro (Prosopis nigra), Grapia (Apuleia leiocarpa), Palo amarillo (Phyllostylon rhamnoides), Itín (Prosonis kuntzei), Cancharana (Cabralea oblongifoliola), Palo santo (Bulnesia sarmientoi), Sauce colorado (Salix humboldtiana), Cedro salteño (Cedrela balansae), Pacará (Enterolobium contortisiliquum), Arrayán (Myrcogenia apiculata), Coihue (Nothofagus dombeyi), y Palo barroso (Blepharocalyx gigantens). En cuanto a las restantes se las ha podido agrupar en base a un comportamiento común, en grupos de no más de cinco maderas.

Creemos que éstos resultados son suficientemente alentadores

FOEN-BA.

como para poder esperar nuevas investigaciones en éste campo de la química forestal.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfaro', written in a cursive style.

Buenos Aires, noviembre de 1957.-

A MI PADRE

A ELENA

INTRODUCCIÓN

El problema de la identificación de maderas se presenta muy a menudo en la actividad tecnológica, notándose la falta de un método de identificación sencillo y accesible a personal no experimentado. Los actuales métodos de identificación están basados en la observación de los distintos caracteres anatómicos de la madera, requiriendo para ello, personal cuya especialización es muy costosa.

El objeto del presente trabajo es encontrar un método de identificación químico, que una vez puesto a punto, pueda ser realizado por operadores de laboratorio no especializados. Ello representa una gran solución para muchas actividades industriales que requieran maderas perfectamente identificadas.

Como antecedentes sobre éste tema, podemos citar las investigaciones de Cohen y Watson en Australia; en el Brasil, los trabajos de A. Schultz y en nuestro país los de Pardo y Ricci sobre las especies del género *Schinopsis*.

Este trabajo ha sido realizado en los laboratorios de la Dirección de Investigaciones Forestales, a cuyas autoridades y técnicos agradecemos la amplia colaboración prestada, especialmente la del Dr. Luis L. Pardo y los Ingenieros Agrónomos Elvira Rodríguez y Rodolfo Falcone.

Esta tesis ha sido apadrinada por el Prof. Dr. Pedro Cattáneo y dirigida por el Dr. Andrés Fortunato, a quienes hacemos presente nuestro agradecimiento por el interés puesto en el mismo.

Buenos Aires, noviembre de 1957.-

1.- Generalidades sobre anatomía de madera

Introducción.-

Todos los individuos que constituyen el Reino Vegetal están agrupados, de acuerdo con su evolución biológica, en cuatro grandes divisiones a saber: Talofitas, Briofitas, Pteridofitas y Espermatofitas.

Las Espermatofitas comprenden dos subdivisiones que se denominan Gimnospermas (con óvulos desnudos) y Angiospermas (con óvulos protegidos por el ovario). Las Gimnospermas se dividen a su vez en cuatro clases u órdenes, de los cuales solo tienen interés desde el punto maderero el de las Coníferas, que agrupa a unas quinientas especies. La subdivisión Angiosperma reúne a la mayoría de las especies vegetales leñosas que actualmente cubren el planeta. Está constituida por alrededor de 150,000 especies agrupadas a su vez en dos grandes clases, las Monocotiledóneas y las Dicotiledóneas. A ésta última clase pertenecen la casi totalidad de las plantas leñosas.

La distribución más extensa de las Angiospermas con respecto a las Gimnospermas, demuestran que éstas plantas presentan una mejor adaptación para el ambiente que actualmente reina en el mundo. Su evolución más avanzada, no solo se nota en la mayor perfección de sus órganos de reproducción, sino también en lo que a las especies madereras se refiere, en la mayor complejidad de la estructura del leño.

Anatomía de la madera

El árbol, como todos los vegetales, tiene un desarrollo continuo, tanto en altura como en espesor, que puede ser más o menos lento, de acuerdo con las características de la especie y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla. Como todo ser vivo presenta una orga-

misión anatómica acorde con las funciones vitales propias. El leño es lo que constituye el cuerpo o masa del tronco, ramas y parte de la raíz y sus funciones fundamentales son de sostén, conducción y almacenamiento de sustancias alimenticias. El crecimiento en altura y espesor se debe a la actividad de dos capas de células meristemáticas situadas una, en la extremidad del tallo, y la otra en el tronco y ramas por debajo de la corteza. Esta última capa denominada "cambium", es la que da origen al leño.

La actividad de las células del cambium, origina la formación de dos tejidos diferentes. Hacia la parte exterior del mismo se forma el "liber" o "floema", que tiene por función distribuir la savia elaborada, y hacia la parte interna, origina la madera o "xiloma", tejido de conducción y sostén.

El estudio anatómico de la madera, se realiza mediante la observación de cortes efectuados según los siguientes planes: a) Transversal o sea perpendicular al eje del árbol, b) Longitudinal radial, en el sentido del radio y c) Longitudinal tangencial, normal al anterior.

La observación de los caracteres macroscópicos, que se realizan a ojo desnudo o bien con ayuda de una pequeña lupa de bolsillo, permite apreciar algunas características peculiares de la madera. Así es posible observar en un corte transversal, dos zonas diferentes, generalmente más notable en las Angiospermas. Una zona central, por lo común más oscura, llamada "duramen" o "borde" que es leño fisiológicamente activo, y se encuentra rodeando exteriormente a la primera. También a veces es fácil ver la médula en el centro del tronco, la cual presenta un color diferente al duramen que la rodea.

En muchas maderas se observa, siempre en corte transversal, una serie de anillos concéntricos llamados "anillos de crecimiento", que corresponden a sucesivos periodos de actividad del cambium. En cada uno de éstos anillos se nota una parte interior más clara que es la madera originada por la actividad del cambium durante la primavera y se denomina "leño de primavera"; luego viene gradualmente una zona más oscura generada durante el verano-otoño, que se llama "leño tardío". En invierno la actividad del cambium se detiene para comenzar en la primavera siguiente, originando un nuevo anillo de crecimiento. Estos anillos anuales, como también se los denomina, ofrecen una diferenciación más nítida, en las regiones con estaciones climáticas bien definidas.

En las maderas de Dicotiledóneas se suelen notar unos pequeños orificios, los "poros", son cortes transversales de los vasos, elementos característicos de las especies que pertenecen a ésta clase. Las Coníferas carecen de éste elemento, y en su remplazo poseen "traqueidas" que en corte transversal no son visibles a simple vista.

Los radios leñosos son hileras de células que se extienden radialmente en el plano transversal. Estos radios leñosos, son por lo general difíciles de distinguir a simple vista; para su observación a menudo se usa la lupa (x8) y aun así mismo en algunas especies resulta difícil de distinguirlos.

Examinando ahora un corte radial, los detalles ya citados presentan una perspectiva diferente. Los anillos de crecimiento se presentan en bandas paralelas, y perpendicular a éstas, en forma de líneas angostas, se observan los radios leñosos. En las maderas de Dicotiledóneas

se notan a veces unas finas rayas que son los vasos cortados longitudinalmente.

En la observación de un corte longitudinal tangencial se notan las secciones transversales de los radios leñosos.

Elementos morfológicos de la madera.-

Un examen más preciso de la madera se lleva a cabo mediante la observación microscópica de cortes realizados según los tres planos fundamentales ya citados.

Los tejidos constituyentes del leño pueden ser, de acuerdo a las funciones que desempeñan, prosenquimático y parenquimático. El tejido prosenquimático o prosénquina, desempeña dos funciones importantes, la de dar cohesión a la madera y la de transportar agua y soluciones acuosas a través del tronco. El tejido parenquimático tiene por finalidad almacenar sustancias de reserva, principalmente hidratos de carbono.

En las Angiospermas, el parénquima está constituido por vasos y fibras. Los vasos que son conductos dispuestos a lo largo del tronco y mediante los cuales se realiza el transporte de agua, están formados por una serie vertical de células perforadas en los extremos que se unen para formar una estructura tubular, articulada, de longitud variable (Fig.1; 1). La comunicación entre los elementos adyacentes, se realiza mediante una disposición especial de la pared celular, llamada "puntuación". Estas puntuaciones son excavaciones en la pared secundaria de las células que suelen estar rodeadas y protegidas por un espesamiento de la pared celular, que tiene el aspecto de una cúpula con un orificio central. Este tipo de puntuación se denomina "areolada". En cambio la "puntuación simple" es aquella que carece de protección. Siempre existe una puntuación análoga en la célula adyacente, por lo tanto queda, limitando ambas, una fina membrana, que

en su parte central presenta un engrosamiento circular de igual diámetro que la abertura de la cúpula protectora. Alrededor de éste espesamiento, llamado "tore", existen unos orificios capilares por los cuales se realiza el pase del agua o soluciones acuosas. Cuando la presión aumenta en la célula, el tore cierra el orificio de la cúpula comportándose como una válvula reguladora de presión.

En un corte transversal se observan los poros, que como hemos mencionado anteriormente, con los cortes transversales de los vasos. Según como están dispuestos en el anillo de crecimiento, las maderas pueden identificarse como de "porosidad circular", "porosidad difusa", etc.

Al examinar un corte longitudinal radial o longitudinal tangencial se destacan mejor las características de los vasos, presentándose como bandas más bien anchas, en las cuales se pueden distinguir perfectamente las "perforaciones" en los extremos de las células vasculares, y también las puntuaciones, con sus características y su disposición en la pared lateral del vaso.

Las fibras (Fig. 1; 2) son células largas y angostas con los extremos aguzados. Constituyen por lo general, la mayor parte del cuerpo del leño y junto con los vasos forman el protoxilema de las maderas de Angiospermas. Las fibras presentan normalmente puntuaciones simples, a veces poseen puntuaciones serreadas cuyas aberturas pueden tomar diferentes formas, son las "fibre-traqueidas".

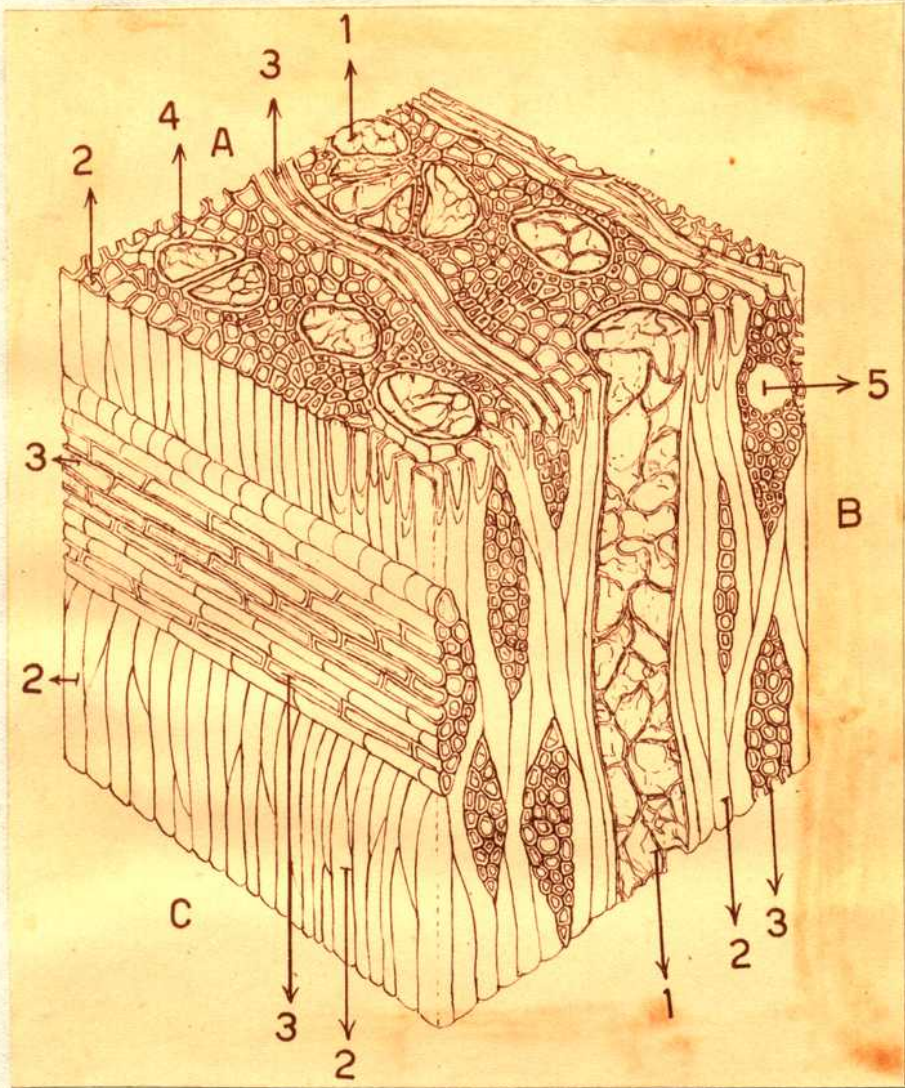


Figura 1.- Cubo de "quebracho colorado" *Schinopsis molle* en el cual se pueden observar los elementos constitutivos del plan leñoso de una Dicotiledonea (latifoliada), en sus tres caras; A, transversal; B, longitudinal tangencial y C longitudinal radial. En ella pueden también notarse los vasos (1); las fibras (2); los radios leñosos (3); el parénquima leñoso (4), y un canal resinífero (5).- Dibujo de C. Oliva; tomado del libro "Maderas y Bosques Argentinos" de Lucas A. Tortorelli).

El parénquima de las maderas provenientes de especies Coníferas, es comparativamente más sencillo que el que acabamos de ver (Fig. 2). En éstas especies las funciones de transporte y cohesión son llevadas a cabo por un solo tipo de células, las "traqueidas" (Fig. 2; 1). Estas constituyen el elemento morfológico fundamental de las Coníferas. Son células largas, no perforadas, de extremos redondeados y con numerosas puntuaciones areoladas mediante las cuales se realiza el transporte de agua y soluciones acuosas. El aspecto de éstas células es algo parecido a la de los vasos, aunque se diferencian por ser células cerradas (Fig. 2; B).

En corte transversal se ve un corte también transversal de las traqueidas, ya que éstas se extienden a lo largo del tronco. Presentan las traqueidas un lumen amplio y paredes delgadas. En corte tangencial radial y longitudinal tangencial se ven en toda su extensión, pudiéndose apreciar sus extremos redondeados, las puntuaciones de sus paredes que son por lo general areoladas. (Fig. 2; C y D).

El tejido parenquimático está destinado al almacenamiento y distribución de los hidratos de carbono. Está constituido por células cortas, rectangulares, de paredes delgadas y numerosas puntuaciones simples. Suelen presentar algunas características diferenciales en su distribución en el leño. Así en las maderas de Angiospermas encontramos el parénquima "paratraqueal" y el parénquima "apetraqueal", según este Fig. 1; 4) o no en contacto con los vasos. También es interesante destacar la "tilosis", que es una proliferación del protoplasma de las células parenquimáticas, que se introduce en la cavidad del vaso adyacente a través de las puntuaciones (Fig. 1; 1). Las células parenquimáticas contienen también colorantes, y resinas las de Coníferas.

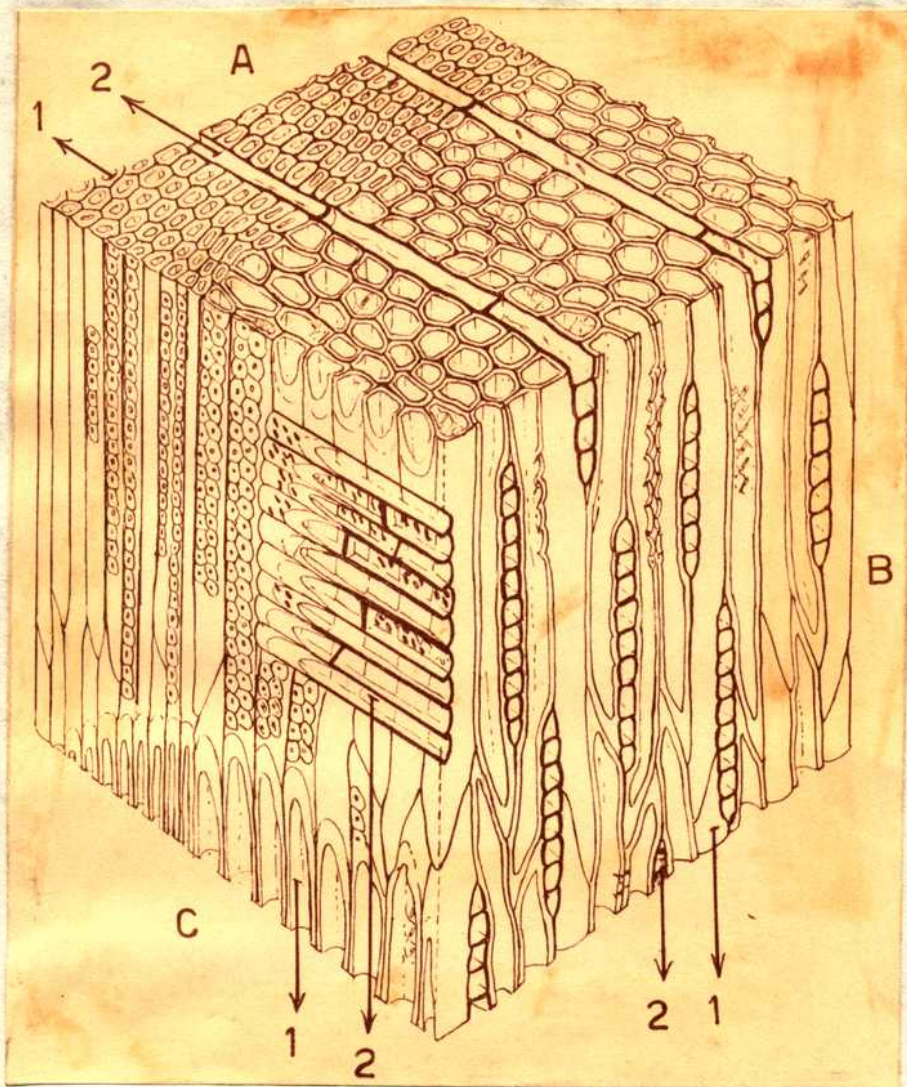


Figura 2.- Cubo de Conifera argentina "pino paraná" *Araucaria angustifolia* mostrando en sus tres caras, A transversal, B longitudinal tangencial y C longitudinal radial, los elementos constitutivos del plan leñoso. Las traqueidas (1) y los radios leñosos (2). En la cara radial se notan las puntuaciones con aréola exagonal y en doble fila vertical. (Dibujo de C. Oliva, tomado del libro "Maderas y Bosques Argentinos" de Lucas, A. Tortorelli).

Los radios leñosos, elementos comunes a las maderas de Coníferas y Angiospermas, están constituidos por un conjunto de células parenquimáticas en fila, que comunican la periferia con el centro del tronco, (Fig. 1 y 2). Se llaman radios "homogéneos", cuando están formados por células radialmente alargadas y "heterogéneos", cuando tienen además células alargadas longitudinalmente. En corte tangencial los radios son notables, presentando generalmente contornos fusiformes. Estos radios leñosos pueden estar formados por más de una capa de células, denominándose, según el número de éstas, uni-, di-, tri-, y multiseriados. Este último tipo de radio leñoso se presenta generalmente en las Angiospermas.

En algunas especies de Coníferas, se observan como características de las mismas, las "traqueidas radiales", que se diferencian de las células del radio leñoso por poseer puntuaciones areoladas (las células parenquimáticas radiales tienen puntuaciones simples) y carecen de sustancias resinosas.

En las Coníferas se denominan "campos de crecimiento" a las zonas de contacto entre las traqueidas verticales y las células parenquimáticas radiales. El número y forma de las puntuaciones ubicadas en dichos campos de crecimiento, tienen suma importancia para la identificación de especies.

Entre los elementos anatómicos de la madera, que en forma somera acabamos de describir, así también como su distribución, son las características que se tienen en cuenta en la identificación de las maderas. Estas características diferenciales están ordenadas en forma de sig-

ves dicotómicas, las cuales permiten identificar más o menos especies de acuerdo a la profundidad de los estudios que se realicen. Así tenemos claves macroscópicas y microscópicas. Las claves macroscópicas solo tienen en cuenta aquellos detalles observables a simple vista o con ayuda de una lupa x10, y por lo tanto, el número de especies identificables en ésta forma es limitado; en cambio en las claves microscópicas, que se confeccionan en base a observaciones con empleo de mayor aumento, permiten reunir gran cantidad de elementos de juicio que facilitan la diferenciación de mayor número de especies. En ambos casos se requiere tener bastante experiencia y conocer bien la anatomía de la medusa, especialmente para los estudios microscópicos que exigen atención, el conocimiento de técnicas muy delicadas.

2.- Composición química de la madera

La composición química de todo organismo vivo, es de una complejidad extraordinaria desde el momento que está adaptada a los complicados mecanismos físico-químicos que constituyen la actividad vital.

Químicamente los tejidos cuya función fundamental es la de sostén, son comparativamente más sencillos que aquellos que tienen funciones más complejas como las de asimilación, reproducción, etc.

Podemos agrupar los constituyentes químicos de la madera en dos grupos. La celulosa, hemicelulosas y lignina, denominados "constituyentes fijos" o "componentes de la pared celular", que constituyen el tejido leñoso y otro grupo que incluye todas aquellas sustancias susceptibles de ser extraídas de la madera mediante solventes neutros, que son las llamadas "sustancias extraíbles", "componentes extraños a la pared celular" o bien "componentes menores".

Desde el punto de vista de la identificación de maderas mediante reacciones químicas, es de singular importancia el estudio de las sustancias que componen el grupo de los extractivos. Encontramos una amplia gama de compuestos químicos que confieren a las distintas maderas las propiedades organolépticas que le son peculiares.

En cuanto a las sustancias componentes de la pared celular, se encuentran siempre en todos los vegetales, salvo la lignina, que está presente únicamente en los tejidos leñosos. Las pequeñas variaciones de concentración de éstos constituyentes fijos ofrece poco valor para la identificación de especies afines.

Componentes de la pared celular--

Calulosa

Este compuesto altamente difundido en el Reino Vegetal, que entra en la formación de los tejidos de todas las plantas, es un alto polímero de la glucosa. Para llegar al conocimiento de la estructura de la celulosa se necesitó del esfuerzo de los más destacados químicos durante más de un siglo y la confirmación de sus deducciones mediante el empleo de técnicas físicas modernas.

En el año 1838, Payen aisló el residuo que queda después de tratar la madera con ácido nítrico y clorato de potasio. A ésta materia a la que Payen consideró como principal constituyente de los tejidos vegetales, Kuhnle le dió el nombre de "celulosa".

La celulosa pertenece a la familia de los hidratos de carbono, el estudio de sus productos de hidrólisis ácida ha permitido afirmar que se trata de un alto polímero de la glucosa, las que se encuentran unidas entre sí mediante puentes beta-glucosídicos, 1,4, formando largas cadenas lineales. Harworth (1) encaró el problema de determinar la longitud de las cadenas mediante métodos químicos. Para ello determinó los porcentajes de los derivados tetrametilados y trimetilados de la glucosa obtenidos por hidrólisis de glucosa totalmente metilada. Por éste procedimiento, Harworth obtuvo valores que indicaban una cadena de 100 a 200 unidades de glucosa, lo que corresponde a un peso molecular de 18,000 a 20,000.

El empleo de los rayos X en el estudio de la estructura molecular de la celulosa, ha corroborado en parte las deducciones químicas y ha demostrado la estructura cristalina de ésta sustancia. Presenta la

celulosa un tipo especial de organización molecular que se ha denominado "cristalito". Este es una especie de haz de unas 200 cadenas, teniendo cada una alrededor de 300 unidades de anhidroglicosa. Las cadenas de glucosa están fijadas entre sí por sus valencias secundarias. Al conjunto de cristalitos o micelas le da cohesión una fuerza intermicelar. Esta disposición le da a la celulosa las propiedades adecuadas a la función que desempeña en las plantas.

Aunque las características citadas son comunes a todos los tipos de celulosa, se notan algunas diferencias que dependen del origen del producto. Así, la celulosa que proviene de las maderas es fácilmente fraccionaria por lo menos en dos porciones. Una soluble en Na_2OH al 17.5 %, llamada beta-celulosa, y otra porción insoluble que es la alfa-celulosa. En cambio la celulosa del algodón es casi exclusivamente de este último tipo. Sin embargo, como ya dijimos más arriba, químicamente la celulosa no ofrece peculiaridades en que se pueda basar ningún método destinado a identificar maderas.

Hemicelulosas

Se denominan hemicelulosas a aquellos constituyentes de la membrana celular que pueden ser extraídos mediante álcalis diluidos. Se hidrolizan con facilidad hirviéndolos con ácidos diluidos, dando hexosas y pentosas.

En la madera las hemicelulosas están constituidas en su gran mayoría por pentosanos, los cuales por hidrólisis originan xilosa.

Al igual que la celulosa, estas hemicelulosas no tienen importancia para la identificación de maderas.

Lignina

Por lignina se entiende un complejo de naturaleza aromática, característico de los tejidos leñosos. Se conoce su presencia en la madera desde los comienzos de los estudios químicos, pero recién en épocas relativamente modernas se ha establecido claramente sus propiedades y aclarado en parte su estructura.

En la lignina un constituyente de la pared celular, está íntimamente unido con la celulosa, requiriendo para su separación métodos muy energéticos, que en parte la alteran, dificultando los estudios estructurales. En el año 1932, Kalb (2) dió una definición de este compuesto, en la cual especificaba claramente sus propiedades químicas, dando además algunas características estructurales. Dice Kalb: "Lignina es un constituyente de la pared celular, constituido por carbono, hidrógeno y oxígeno; con un contenido relativamente alto en carbono y metóxilos, no hidrolizable, fácilmente oxidable, soluble en álcalis calientes y bisulfito, fácilmente condensable con fenoles y que da una serie de reacciones de coloración". El conocimiento actual de la estructura de la lignina, resultado de más de medio siglo de investigaciones, si bien no permiten aún dar una imagen estructural definitiva, acepta que se trata de un producto de la condensación de derivados de 3,4-dihidroxibenzopropeno.

La lignina, como ya dijimos, es característica de los tejidos leñosos, y el porcentaje de ésta en los mismos no es muy variable de una especie a otra como para tener valor en la identificación de maderas. Existe entre la lignina presente en las maderas de Angiospermas y Gimnos-

permas una diferencia estructural que puede parecerse de manifiesto por una reacción de coloración (3), pero entre las que provienen de maderas de especies que pertenecen a la misma subdivisión, no se han encontrado diferencias de este tipo. De entre las numerosas reacciones de coloración atribuidas a la lignina, solo tienen valor en la identificación aquellas que involucren además, algún compuesto extraño a la pared celular, pues así es más lógico esperar variaciones en el comportamiento de aplicación en la identificación. Este sería el caso de la reacción de Isenberg y Bachmann que veremos al describir las reacciones que hemos empleado.

Extractivos

Ya hemos definido al comienzo de esta primera parte, lo que se entiende por extractivos o componentes extraños a la pared celular.

Estas sustancias se encuentran llenando el lumen de las células parenquimáticas y la cavidad de los vasos especialmente en las zonas inactivas del tronco. Son producto normal del metabolismo de la planta, y sus funciones en el leño no son bien conocidas, aunque se sostiene que pueden ser de defensa frente al ataque de insectos y microorganismos.

La extracción de estos compuestos de la madera, se lleva a cabo mediante solventes orgánicos neutros y agua, siguiendo un determinado orden en el empleo de los mismos, a fin de lograr una extracción total de estos componentes. No obstante encontrarse por lo general sustancias como taninos, glucósidos, gomas, ceras, resinas, colorantes, alcaloides etc., en concentraciones diversas, la composición química de los extractivos es muy variable y compleja.

También se consideran como extractivos los componentes minerales de la madera, a pesar de que parte de éstos elementos forman parte de la pared celular (4). La determinación se realiza mediante calcinación de la madera, expresándolos en forma global, como cenizas. El contenido en compuestos minerales, dentro de ciertos límites, es constante para cada especie. Los elementos que encuentran en mayor proporción son, calcio, potasio, magnesio, silicio, fósforo, sodio, etc., aunque su proporción relativa puede variar, generalmente el calcio es el componente mayor. En proporciones mucho menores se encuentran otros elementos como hierro, c.ni, cobre, etc. (5).

Las sustancias extrañas a la pared celular tienen una gran importancia en la identificación de maderas por métodos químicos, pues entre ellos es factible encontrar compuestos que se presentan en forma constante en maderas de especies del mismo género, como el caso de la fisetina en el género *Schinopsis* (6), el lapachol en los géneros *Tabeuia* y *Tacoma* (7), alcaloides en las maderas de *Aspidospermas* (8); o bien compuestos característicos de una determinada madera, como la naclurina y morina en la de mora amarilla (*Chlorophora tinctoria*) (9, 10).

Estas regularidades en la composición de los extractivos son las bases que tenemos para pensar en la posibilidad de encontrar un método de identificación basado en consideraciones puramente químicas.

3.- Reacciones químicas cualitativas

Para la elección de las reacciones de coloración que hemos

empleado en éste trabajo nos ha guiado un criterio práctico, eligiendo reacciones sencillas, que puedan ser llevadas a cabo por personal con poca experiencia y sin mayores conocimientos de química. Por éste motivo hemos descartado todos aquellos ensayos que involucren la aislación e identificación de un determinado compuesto. Este criterio ha sido seguido por los americanos en la búsqueda de "trasadores taxonómicos" (9), que son compuestos que al parecer se encuentran en forma constante en especies afines. La aislación e identificación de éstos "trasadores taxonómicos" requiere técnicas delicadas y personal experimentado, que es precisamente lo que queríamos evitar.

En lo posible, aunque no ha sido el motivo de nuestro trabajo, tratamos de explicar el probable mecanismo de algunas reacciones empleadas, o bien indicar sustancias a cuya presencia sea atribuible un determinado fenómeno.

Reacción de Müllé

En el año 1900, Carl Müllé (10), encontró que algunas maderas al ser tratadas sucesivamente con soluciones de permanganato de potasio, ácido clorhídrico y amoníaco, tomaban una coloración rojiza. Anteriormente Payson había observado un fenómeno similar, al tratar maderas cloradas con bases débiles. En cambio Cross y Bevan hicieron notar que por éste mismo tratamiento, algunas maderas adquirían coloraciones pardo amarillentas.

Siguiendo la técnica de Müllé se ensayaron diferentes maderas, llegándose a la conclusión de que únicamente las de especies Angios-

permas daban la coloración rojiza, mientras que las maderas de especies Coníferas solo tomaban tonalidades parduzcas (3). Este interesante fenómeno que permite diferenciar maderas mediante una simple coloración, llama poderosamente la atención y se pensó en la posibilidad de encontrar nuevas reacciones que permitieran también, en forma sencilla, identificar maderas.

La acción de los reactivos ha sido explicada por Greber (11) de la siguiente forma: el permanganato es reducido por la lignina, formando hidruro de manganeso que en forma de una peluza se deposita sobre las fibras de la madera, el ácido clorhídrico es oxidado por este hidruro de manganeso originándose cloro que actúa sobre la lignina clorandola. Esta clorolignina origina, por un mecanismo desconocido, una coloración rojiza al contacto con la solución de anilina. El comportamiento diferente de las maderas de Coníferas de las de Angiospermas ha sido explicado a la luz de los conocimientos estructurales, como debida a la presencia de agrupaciones síringicas en las ligninas de las maderas de especies Angiospermas (12, 13, 14).

Reacción de Isenberg y Bushman

Isenberg (15) observó que algunas maderas tomaban una coloración violeta cuando se las ponía en contacto con una solución metálica de ácido fuerte. El hecho de que solamente algunas maderas presentaban este fenómeno, le llevo a ensayar el reactivo a fin de estudiar su posible utilidad en la identificación. Con Bushman (16) ensayaron 270 maderas de

especies norteamericanas y sus resultados preliminares nos llevaron a emplear este reactivo en muestras maderas.

Sobre la formación de esta coloración existen dos teorías, una atribuida a Sanised, quien sostiene que se debe a la formación de un complejo de ácido tánico-resina, mientras que Adler (17) la atribuye a una condensación de los grupos siríngicos de la lignina y taninos de naturaleza catéquica. El hecho de que no hayamos encontrado reacción positiva con maderas de Coníferas, ni de Angiospermas que tengan taninos pirogalílicos, parecería que abona la tesis de Adler.

Reacción de Styrsky

Las sustancias tánicas presentes en la madera se pueden clasificar de acuerdo a su estructura en taninos catéquicos o condensados y taninos hidrolizables o pirogalílicos. Por lo general en las maderas se encuentran un solo tipo de tanino que es característico de la especie. Por este motivo, para los fines de identificación, es de interés determinar el tipo de tanino presente en una madera.

Se han descrito numerosas reacciones que permiten poner de manifiesto la presencia de taninos en un extracto acuoso de madera, pero solamente la reacción de Styrsky (18), como las características que consideramos de interés para nuestro trabajo, ya que permite distinguir los dos tipos de taninos que pueden encontrarse en un extracto acuoso de madera. Los taninos catéquicos se eliminan de la solución al hervirla con ácido clorhídrico y formal, se forma un precipitado amorfo y a veces coloreado. En algunos casos en la concentración de taninos en la madera es muy

bajo el precipitado formado es pequeño y puede haber dudas acerca del origen del mismo, por éste motivo hemos completado la reacción de Styrsky con un ensayo de coloración con sales férricas, en el filtrado de eliminar los catéquicos. Una falta de coloración nos indica taninos condensados, en cambio una coloración azul es indicadora de taninos pirogalílicos.

Fluorescencia

Es relativamente común la presencia de sustancias extraíbles de la madera que presentan el fenómeno de fluorescencia a la luz ultravioleta. La intensidad de éste fenómeno es muy variada, en cambio las tonalidades de los colores que hemos observado, solo son amarillas o bien azuladas y verdes. Los extractos tánicos de quebracho colorado, ya sean santiaguense (Schinopsis lorentzii) o chaqueño (Schinopsis molleana), presentan una intensa fluorescencia amarilla a la luz ultravioleta y éste fenómeno ha sido tomado como indicador del origen del extracto (19). En el caso particular de las maderas de especies del género Schinopsis la fluorescencia es debida a la presencia de fisetina (20), compuestos, que al parecer está genéticamente relacionado con los taninos catéquicos (21). En la mayoría de los otros casos en que se observa el fenómeno, desconocemos las sustancias que lo originan.

A los fines de la identificación de maderas hemos considerado el fenómeno de fluorescencia como un elemento de juicio que nos ha permitido agrupar las distintas maderas de acuerdo con los colores que presentan frente a la luz ultravioleta, los extractos acuosos de las mismas disueltos en acetona.

Saponinas

La formación de una abundante espuma al hervir algunos extractos acuosos de madera, es debida a la presencia de sustancias que tienen la propiedad de disminuir notablemente la tensión superficial del agua. Estos compuestos, que se denominan en general saponinas, son glucosidos, que se clasifican de acuerdo con la estructura del agluosa en saponinas esteroides y saponinas triterpenoides (22). A este mismo grupo pertenecen las saponinas que hasta ahora han sido encontradas en especies forestales.

No obstante existir algunas reacciones biológicas muy sensibles que permiten evidenciar la presencia de saponinas (22), hemos pensado que para nuestros fines, la formación de una abundante espuma durante la preparación de los extractos acuosos de madera, es una prueba suficientemente clara como para que sea necesario recurrir a reacciones más sensibles.

Reacción de Flavonoides

En varias oportunidades se ha informado de la presencia de compuestos de naturaleza flavonoide en algunas maderas, entre ellas la de coihue (Mythofagus dombeyi) (23). Estas sustancias estructuralmente vinculadas a las catequinas, tienen la propiedad de originar compuestos de coloraciones rojo guinda cuando se reducen sus soluciones con ClH y Hg . Esta reacción, según sostiene Fov (24), indica la presencia de estructura 3-hidroxi-flavonona y 3-dihidroflavonona, en cambio si la reducción se lleva a cabo con ClH y Zn , solo originan coloración los compuestos con estructura de 3-hidroxi-flavonona.

Considerando que ésta sencilla reacción podría ser de utilidad para los fines de identificación, la hemos ensayado con los extractos alcohólicos de madera.

Determinación del porcentaje de cenizas y alcalinidad de las maderas

Algunos autores australianos sostienen que la alcalinidad de las cenizas que provienen de una madera calcinada, es un valor relativamente constante para cada especie y en base a este dato y algunas reacciones de coloración sostienen que pueden identificar las maderas de distintas especies del género *Eucalyptus* (25). A fin de tener un nuevo elemento de juicio para la identificación y como contribución al conocimiento de las maderas argentinas, hemos realizado la determinación del porcentaje de cenizas en madera y la alcalinidad de las mismas.

Al estudiar los valores que expresan la alcalinidad, así también como el porcentaje de cenizas, hay que tener en cuenta que siempre se encuentran variaciones aún para un mismo árbol, especialmente si la muestra ha sido tomada a alturas diferentes en el tronco. Es por éste motivo que las muestras para estas determinaciones deben ser tomadas a normas fijas a fin de obtener valores comparables.

En las tablas consignamos solamente los valores máximos y mínimos para cada muestra, pues nos parece que tenemos así una imagen más real, que el simple promedio de valores. Para cada madera estudiada hemos analizado cuatro muestras diferentes, tomando solamente los máximos y mínimos encontrados. En lo relativo a los valores de alcalinidad de cenizas

tambien hechos expresado en la misma forma, es decir los valores máximos y mínimos de todos los análisis realizados para determinada madera.

II PARTE EXPERIMENTAL

1.- La muestra de madera para análisis

Generalidades.-

Las normas según las cuales se toma una muestra y la preparación de la misma para el análisis químico, son de fundamental importancia, ya que de ellas depende la interpretación de los datos y el valor de las conclusiones.

El árbol presenta algunas características especiales que es necesario tenerlas en cuenta al tomar la muestra para el análisis. Ellas justifican que en éste trabajo, más bien de índole cualitativa, nos detengamos en su descripción.

Para la obtención de la muestra de un árbol, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Ningún análisis realizado sobre un solo individuo aislado tiene significación. Tienen valor solamente aquellos datos que provienen de un número más o menos grande de árboles. Estos valores serán expresados como promedios, o bien dando los límites máximos y mínimos entre los cuales aquellos varían.

b) El hecho de que existan variaciones cuantitativas en la composición química para los diferentes niveles del tronco, exige que se fije perfectamente la altura a la que deberá tomarse la muestra, y ésta será una norma fija, de lo contrario los datos no tendrán valor comparativo.

c) También se pueden presentar variaciones cuantitativas,

que dependen de la época del año en que ha sido tomada la muestra. Como éstas variaciones son de esperar en las zonas del tronco fisiológicamente activas, tomando para el análisis la zona inactiva del mismo, es decir el duramen, se puede salvar ésta dificultad. En los casos que se trabaje con madera total, será necesario especificar la época del año en la cual se ha recolectado la muestra.

d) Toda muestra de madera deberá venir acompañada del correspondiente material de herbario, que permitirá su correcta identificación taxonómica.

Una vez recibida, la muestra requiere una preparación previa a los análisis químicos: ella consiste en descortezado, molienda y tamizado. Para éstas operaciones se tendrá en cuenta las dos normas siguientes:

a) Como no es posible trabajar con toda la muestra, es necesario realizar un cuarteo a fin de obtener fracciones lo más representativas posibles.

b) Como el tamaño de las partículas de aserrín influye en el resultado de algunos análisis, habrá que indicar claramente las mallas de los tamices entre los cuales queda la porción que se analiza.

Obtención y preparación de la muestra.

Las muestras que hemos analizado han sido coleccionadas por los técnicos de la Dirección de Investigaciones Forestales, durante las frecuentes campañas a zonas boscosas del país.

La muestra, que consiste en una "torta" de 20 cm. de espesor, se corta del tronco a 1.30 m. de altura sobre el nivel del suelo. Se recoge al mismo tiempo el material de herbario correspondiente. Para los análisis se toma la mitad de la "torta", los dos cuartos opuestos, se eliminan corteza y albura, y el duramen se reduce a aserrín en un molino a martillo; se cuarteo éste dos veces y luego se tamiza. Hemos empleado para nuestros análisis la fracción que queda entre los tamices de mallas 30 y 40.-

2.- Preparación de los extractos.-

a) Extracto acuoso:

Cuatro o 5 gramos de aserrín se extraen a refluje durante una hora con 100 ml. de agua destilada. Luego se filtra con ayuda de succión, el filtrado es el extracto acuoso que se emplea para los ensayos sin dilución previa.

b) Extracto alcohólico:

El aserrín que queda del tratamiento anterior, es extraído nuevamente con agua a ebullición dos o tres veces más a fin de eliminar los solubles en agua. Los extractos se desechan. El aserrín extraído se seca al aire y luego se refluye con 80 ml. de alcohol etílico de 96°, durante una hora. Se filtra con succión y se lava con 20 ml. de etanol caliente que se junta al extracto total. Esta solución se emplea directamente en las reacciones de coloración.-

3.- Técnicas de las reacciones de coloración.-

a) Reacción de Manly

Reactivos: Solución de MgCl_2 al 1%
Solución de NH_4OH al 20%
Solución de ClH al 12%

Técnica

Se toma una astilla de la madera a ensayar y se la sumerge en la solución de permanganato de potasio, durante 10 minutos, se lava con agua y se pone luego en contacto con la solución de ácido clorhídrico durante 5 minutos, se lava nuevamente y se la humedece con la solución amoniacal. Se nota el color observado en la astilla.

Se puede realizar el ensayo usando aserrín en lugar de la astilla; para ésto se emplea un embudo de placa filtrante de porosidad gruesa, con llave en el vástago y adaptado a un kitasato, el cual va conectado a la trampa de vacío. Se coloca el aserrín en el embudo y se hacen actuar los reactivos en la misma forma anterior, abriendo la llave se eliminan más rápido los reactivos y se facilita el lavado. La coloración se presenta con más nitidez.

b) Reacción de Isenberg y Buchanan

Reactivos

Solución metálica de Cu^{2+} al 12%

Técnica

Se toma una astilla de madera y se la coloca en un tubo de ensayo común de 20 ml., se le añade el reactivo y se deja actuar. La positividad de la reacción está indicada por la aparición de una coloración violada en la viruta. Se hacen varias observaciones pues el tiempo que tarda en aparecer la coloración varía con las distintas maderas. Hemos consignado como negativas cuando no aparece coloración después de ocho horas en contacto con el reactivo.-

c) Reacción de Styrsky

Reactivos

Solución de formal al 40%
Ácido clorhídrico concentrado
Solución de alumbre férrico al 1%
Acetato de sodio

Índice

A 50 ml. del extracto acuoso se le agrega 10 ml. de ClH concentrado y 10 ml. de formal al 40%, se hierve con condensador en reflujo durante media hora. Se enfría y se filtra; a 10 ml. de éste filtrado se le añaden 1 ml. de solución de alumbre férrico y luego 5 gr. de acetato de sodio en polvo y sin agitar se observa la coloración que aparece.

Una coloración azul sobre el acetato de sodio indica taninos pirogalílicos, en cambio la ausencia de coloración se informa como taninos catéquicos.

d) Observación de fluorescencia a la luz ultravioleta

Aparato

Lámpara de vapor de mercurio

Índice

Veinte ml. de extracto acuoso se llevan a sequedad en baño de María; se toma el residuo con 10 ml. de acetona anhidra y se observa la coloración de la fluorescencia que presenta a la luz ultravioleta.

Los resultados se informan de la siguiente manera: Fluorescencia Amarilla, en todos los casos que se presente éste color, en cambio se indicará Fluorescencia Azul, en cualquier otro caso que se presente éste fenómeno, independientemente de la coloración que se observe.

e) Observación de la formación de espuma

Durante la preparación de los extractos acuosos se tendrá en cuenta la formación de espuma durante la ebullición y se informará como "positiva", cuando la espuma llene completamente el matraz (de 250 ml.) empleado para la extracción.-

f) Reacción de Flavonoides

Reactivos

Magnesio metálico en polvo
Acido clorhídrico concentrado

Técnica

En un tubo de ensayo común se colocan 10 ml. de extracto alcohólico, se le añade una pequeña cantidad de magnesio metálico en polvo y luego se acidifica con unas gotas de ácido clorhídrico conc. La aparición de una coloración rojo-quiná indica reacción positiva.

g) Determinación del porcentaje de cenizas

En un crisol de porcelana o níquel de 30 a 50 ml. de capacidad, se pesan dos gramos de aserrín y se coloca en estufa a 100-105°C, dejando hasta constancia de peso. La diferencia de peso observada, referida a cien gramos de aserrín, es la humedad de la muestra.

Una vez determinada la humedad, se coloca el crisol con el aserrín en la mufla y se calcina lentamente con la entrada de aire abierta a fin de lograr una combustión completa del mismo. Luego se calienta hasta una temperatura no mayor de 600°C, lográndose una calcinación total en cuatro horas. Se enfría en desecador y luego se pesa; el porcentaje de ceniza se expresa respecto a la muestra seca.

b) Determinación de la alcalinidad de las cenizas

Reactivos

Solución 0,1N de ácido sulfúrico
Solución 0,1N de hidróxido de sodio
Solución alcohólica de fenolftaleína 1%

Técnica

Una vez pesado el crisol que contiene las cenizas, se le coloca en un vaso de precipitados de 500 ml. y se le añade 20 ml. exactamente medidos de solución 0,1N de H_2SO_4 y se calienta suavemente para eliminar el anhídrido carbónico, evitando las pérdidas por proyecciones. Se deja enfriar y se valora el exceso de ácido con solución 0,1N de $NaOH$, usando 5 gotas de fenolftaleína como indicador. Si las cenizas consumen más de 15 ml. de ácido para neutralizarse, se repetirá toda la operación añadiendo el doble de ácido sulfúrico 0,1N. La alcalinidad se expresa como el número de mililitros de ácido sulfúrico 0,1N, necesarios para neutralizar las cenizas que provienen de 1 gramo de madera seca.

C U A D R O I

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

ESPECIE	STACEY	FLUCHEMENCIA	YSENBERG Y BUCHANAN	FLAVANONES
MADERAS DE LATIFOLIADAS: Reacción de Múle, ROJO				
Palo piñón <i>Dipterocarpus floribundus</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa (1)
Uñe-petó <i>Maliconia lepidopetala</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Coad <i>Allopiptis ovalis</i>	catéquicos	azul	positiva	negativa (1)
Maria preta <i>Diatenoptera schizifolia</i>	catéquicos	negativa	positiva	negativa
Bazo colorado <i>Cupania vernalis</i>	catéquicos	negativa	positiva	negativa
Cambó-ati <i>Hateya elongatoides</i>	catéquicos	negativa	positiva	negativa
Casita-ati <i>Swartzia seprenaria</i>	catéquicos	negativa	negativa	negativa (1)
Cabil negro <i>Piptadenia macrocarpa</i>	catéquicos	amarilla	positiva	negativa
Anchico colorado <i>Piptadenia rigida</i>	catéquicos	amarilla	positiva	positiva
Itín <i>Prosopis kuntzei</i>	catéquicos	amarilla	positiva	negativa
Vinal <i>Prosopis ruscifolia</i>	catéquicos	amarilla	positiva	negativa
Caldón <i>Prosopis caldenia</i>	catéquicos	amarilla	positiva	negativa
Algarrobo negro <i>Prosopis nigra</i>	catéquicos	amarilla	positiva	positiva
Algarrobo blanco <i>Prosopis alba</i>	catéquicos	amarilla	positiva	negativa

Grapia <i>Apuleia leiocarpa</i>	catéquicos	azul	negativa	positiva
Guayaquil <i>Cassalp. melanocarpa</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Inciense <i>Myrcarpus frondosus</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Pacarí <i>E. contortisiliqua</i>	piregálicos	amarilla	negativa	negativa (1)
Quebracho blanco <i>Asp. quebracho blanco</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Quetambú amarillo <i>Aspidosperma australe</i>	catéquicos		negativa	negativa
Palo rosa <i>Asp. polyneuron</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Quindé <i>Bothofagus betuloides</i>	piregálicos	azul	positiva	positiva
Lenga <i>Bothofagus pusillo</i>	piregálicos	azul	negativa	negativa
Nire <i>Bothofagus antarctica</i>	piregálicos	azul	negativa	negativa
Hoble pelifa <i>Bothofagus obliqua</i>	piregálicos	azul	negativa	negativa
Raulí <i>Bothofagus nervosa</i>	piregálicos	azul	positiva	positiva
Celme <i>Bothofagus donbeyi</i>	piregálicos	azul	negativa	positiva
Aguey <i>Chrysoph. gonocarpus</i>	catéquicos	negativa	negativa	negativa (1)
Guaraniné <i>Bumelia obtusifolia</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Palo barroso <i>Eleph. giganteus</i>	piregálicos	azul	negativa	negativa
Arroyón <i>Myroecenia apiculata</i>	piregálicos	azul	positiva	negativa (1)

Sambú <i>Chorisia speciosa</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Yumbá <i>Chorisia insignis</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Cancharana <i>C. oblongifoliola</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Cedro misionero <i>Cedrela tubiflora</i>	catéquicos	azul	positiva	positiva
Cedro salteño <i>Cedrela balansae</i>	catéquicos	azul	positiva	negativa
Sauce colorado <i>Salix humboldtiana</i>	catéquicos	negativa	positiva	negativa
Castañé blanco <i>B. ricalianum</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Palo blanco <i>C. multiflorum</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Palo amarillo <i>Ph. stansoides</i>	catéquicos	negativa	negativa	negativa (1)
Quebracho col. chaqueño <i>Schinopsis balansae</i>	catéquicos	amarilla	negativa	negativa
Queb. col. santiagués <i>Schinopsis lorentzii</i>	catéquicos	amarilla	negativa	negativa
Aguaribey <i>Schinus molle</i>	catéquicos	negativa	positiva	negativa
Urunday <i>Astronium balansae</i>	catéquicos	amarilla	negativa	negativa
Urunday <i>Astronium urundeuva</i>	catéquicos	amarilla	negativa	negativa
Palo santo <i>Bulnesia sarsientoi</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa (2)
Retamo <i>Bulnesia retama</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa (1)

(1) Profusos espumas

(2) La solución alcohólica toma aspecto lechoso al diluirse con agua

MADERAS DE QUILLERAS: Asociación de Madera, CASTAÑO

Pehuén <i>Arucaria araucana</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Pino paraná <i>Arucaria angustifolia</i>	catéquicos	negativa	negativa	negativa
Ciprés <i>Libocedrus chilensis</i>	catéquicos	azul	negativa	positiva
Alerce <i>Fitzroya cupressoides</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Mauvo <i>Saxegothaea conspicua</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa
Pino del cerro <i>Podocarpus parlatorei</i>	catéquicos	azul	negativa	negativa

----- 0 -----

II. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LOS PORCENTAJES DE CENIZA Y ALCALINIDAD DE LAS MADERAS ESTUDIADAS

Especie	Cenizas %		Alcalinidad	
	min.	max.	min.	max.
Alerce	0.09	0.13	0.06	0.09
Raulí	0.14	0.15	0.12	0.13
Hoble polifa	0.33	0.48	0.12	0.15
Lenga	0.10	0.16	0.12	0.35
Cancharana	0.19	0.22	0.17	0.23
Coihue	0.32	0.33	0.23	0.24
Nire	0.22	0.70	0.31	0.47
Quindo	0.14	0.28	0.32	0.66
Palo rosa	0.10	0.16	0.46	1.27
Pino del cerro	0.58	0.75	0.53	0.79
Liprés	0.20	0.21	0.55	0.57
Pino paraná	0.32	0.35	0.58	0.98
Sauce colorado	0.51	0.60	0.76	0.86
Maní	0.30	0.32	0.85	0.86
Pehuán	0.34	0.39	0.94	1.03
Guatambú amarillo	0.32	0.40	1.05	1.10
María preta	0.59	0.62	1.26	1.41
Cambá-ata	0.50	0.55	1.36	1.54
Guatambú blanco	0.50	0.55	1.43	1.49
Palo barroso	0.52	0.58	1.45	1.72
Quebracho blanco	0.57	0.58	1.53	1.64
Arroyán	0.59	0.58	1.70	1.85
Pacardí	0.56	0.58	1.70	1.89
	0.14	0.26		
	0.12	0.16		
	0.33	0.35		

Aguaribay	2.10	2.60	1.82	1.85
Inciense	0.72	0.85	1.95	2.26
Grapia	1.42	1.50	1.96	2.20
Rauo colorado	1.01	1.06	1.98	2.01
Anchico colorado	0.82	0.85	2.02	2.05
Ibá-pobó	2.40	2.42	2.02	2.74
Caldón	1.44	1.47	2.09	2.15
Vinal	2.28	2.29	2.12	2.13
Casita-ú	2.48	2.60	2.12	4.05
Coed	1.13	1.22	2.15	2.22
Algarrobo blanco	1.71	1.82	2.28	2.68
Cedro misionero	1.08	1.13	2.51	2.76
Cedro salteño	0.95	1.03	2.75	2.77
Cebil more	0.86	0.90	2.79	3.12
Aguay	1.07	1.09	2.80	3.20
Guayaeda	0.96	0.97	2.96	3.02
Algarrobo negro	1.60	1.90	3.00	3.10
Urundel	1.19	1.35	3.20	3.65
Palo santo	0.95	1.05	3.24	4.30
Quebracho colorado chaqueño	0.92	1.05	3.25	3.50
Palo blanco	0.78	0.82	3.64	3.99
Guaraniná	2.26	2.34	3.77	4.20
Quebracho colorado santiaguense	0.53	0.80	3.13	3.80
Urunday	1.90	1.98	4.56	5.07

Itfn	1.78	1.79	4.95	4.98
Palo piedra	2.28	2.34	6.18	6.22
Retamo	1.60	2.24	6.85	6.88
Sasol	5.67	5.85	11.79	12.18
Yuchán	4.95	5.30	13.32	14.50
Palo amarillo	7.85	8.00	22.48	23.58

----- 0 -----

NOTAS

1.- La alcalinidad notablemente elevada de las cenizas de la madera de Palo amarillo (Phyllanthus rhamnoides), constituye una característica que permite la individualización de dicha madera.

2.- El extracto alcohólico de la madera de Palo santo (Bursera graveolens), adquiere un aspecto lechoso al diluirlo con agua. Este fenómeno, debido a la presencia de resinas en dicho extracto, constituye una reacción de identificación típica.

3.- La madera de Guatambé amarillo (Aspidosperma australe) presenta una intensa fluorescencia amarilla-verdosa, muy característica, a la luz ultravioleta.

III RESUMEN Y CONCLUSIONES

Mediante el trabajo que antecede se ha tratado de confeccionar una clave dicotómica de identificación para 53 maderas de especies forestales argentinas, determinando reacciones de identificación para cada una de ellas. Con éste objeto se han utilizado reacciones de coloración, ya ensayadas en maderas extranjeras, pero que no habían sido utilizadas en forma sistemática en maderas de especies autóctonas.

La reacción de Maulé nos ha permitido separar las 47 maderas de latifoliadas de las 6 maderas de Gimnospermas, las ulteriores reacciones con respecto a las Gimnospermas solo permitieron identificar, con una reacción característica, la madera de Ciprés (Libocedrus chilensis).

Con respecto a las 47 latifoliadas los resultados fueron mucho más alentadores como puede observarse en el cuadro I. En base a ellos hemos confeccionado la clave de identificación que nos permite individualizar las 13 maderas siguientes: Ancho colorado (Piptadenia virida), Algarrobo negro (Prosopis nigra), Grapia (Acacia leucocarpa), Palo amarillo (Eurylestia rhomboides), Itín (Prosopis lunata), Cancharana (Cabralia thioniofoliola), Palo santo (Balanocarpus australis), Sauce colorado (Salix humboldtiana), Cedro salteño (Cedrela balsamea), Pacará (Euterpechium costaricense), Arroyán (Myrsine scolymata), Ceibus (Mathonius donneri), y Palo barrero (Alchornea gigantea). En cuanto a las restantes se las ha podido agrupar, en base a un comportamiento común, en grupos de no más de cinco maderas.

Creemos que éstos resultados son suficientemente alentadores como para poder esperar nuevas investigaciones en éste campo de la qui-

nica forestal.

En el trabajo se consiguen además algunos datos que si bien no han sido empleados en la confección de la clave de identificación, son significativos y pueden servir de orientación para futuros trabajos; ellos son : a) reacciones específicas para algunas maderas (ver notas); b) los porcentajes de oxizas de las maderas estudiadas, y c) el comportamiento similar, frente a la reacción de Isenberg y Buchanan, de todas las maderas de especies del género *Prosepis* que fueron estudiadas.-

~~Palau~~

M. J. J. J.

Buenos Aires, Noviembre de 1957.-

BIBLIOGRAFIA

Anatomía de Maderas:

Harry P. Brown, "Origin and Anatomy of Wood" en "Wood Chemistry" editado por L. E. Mize y E. C. John, Reinhold Pub. Corp. New York.

E. Högglund, "Chemistry of Wood", Cap. I; Academic Press Inc. Pub. New York, 1951.

Lucas A. Tortorelli, "Maderas y Bosques Argentinos"; Editorial Aene, Buenos Aires 1956.

Química de Maderas:

"Wood Chemistry", editado por L. E. Mize y E. C. John; Reinhold Pub. Corp. New York, 2ª Ed. 1952.

"Chemistry of Wood" de E. Högglund; Acad. Press Inc. Pub.; N. Y. 1951.

"Química de la Celulosa" de Mark Flanagan, traducido del inglés por J. Gausser; Ed. Tridonto, Bs. Aires 1946.

"Chemistry of Australian Timber" por M. E. John; Council for Scientific and Industrial Research, Div. of Forest Products, Pamfletos Nos. 22, 32, 44, 51 y 62; Melbourne 1936.

Identificación de Maderas por Medios Químicos:

"The Identification of Wood by Chemical Means", por M. E. John; C. for Scien. and Ind. Res., Div. of Forest Products; Pamfletos Nos. 20 y 53; Melbourne.

"Bases de un Método Químico de Identificación de Maderas" por Alarich R. Schultz; Instituto Tec. de Rio Grande do Sul; Publicación N° 1; Puerto Alegre 1945.

"Identificación de las Especies de Schinopsis por sus Materias Tannantes", por L. L. Pardo y E. Ricci; Revista de Investigaciones Forestales Nos. 1 y 2; Bs. Aires 1957.

"Colour Reactions of Wood" por A. J. Watson; C. for Scien. and Ind. Res. Approved Copy Filed 12 May 1948, Melbourne.

Preparación de las Muestras para Análisis:

"The Preparation of a Wood Sample for Chemical Analysis", por A. J.

Watson, Journal of the Council for Scientific and Ind. Research, 20, N^o.2, 1947.

"The Selection and Preparation of a Reproducible Wood Sample for Chemical Studies", por C.M. Stewart, D.H. Foster, W.E. John, R.T. Leslie y A. Johnston; Australian Pulp & Paper Ind. Tech. Ass. Proceedings, 5, 267 (1951).

Referencias Bibliográficas citadas en el texto:

- (1) Harworth, W.H., J. Chem. Soc., 113, 191 (1918)
- (2) Kalb, L., en el "Handbuch der Pflanzenanalyse" de Klein, vol. III, 1932.
- (3) Scherger, A.W., Ind. Eng. Chem., 9, 556 (1917).
- (4) Parker, E.A., Patner, W.E., and Ritter, G.J., J. Am. Chem. Soc., 60, 2980 (1938).
- (5) Wimmer, C., en "Die Pflanzenstoffe" vol. II, 1935.
- (6) Mayer, F. and Cook, A.H., "The Chemistry of Natural Coloring Matters" Reinhold Pub. Corp., New York 1943.
- (7) Parkins, A.G. and Everett, A.E., "The Natural Organic Colouring Matter"; London Longmans Green Co. (1928).
- (8) Codoni, J.C. "Invest. del Alcanaloides en Hojas, Cortezas y Maderas de Especies Forestales Argentinas" Pub. del Min. de Agric. y Ganadería Dirección Forestal, Bs. Aires 1947.
- (9) Misso, L., "Miscellaneous Extraneous Components of Wood" en "Wood Chemistry" editado por L. Misso y John; Reinhold Pub. Corp. 1952.
- (10) Kralc, C., en "Wood Chemistry", pag. 421.
- (11) Crocker, R.C., Ind. Eng. Chem., 12, 625 (1921).
- (12) Campbell, R.C. and col., Biochem. J., 32, 2138 (1937).
- (13) Sharma, P.D., J. Forestry 20, 476 (1922)
- (14) Hibbert, H., et al., J. Am. Chem. Soc., 66, 32 (1944).
- (15) Isenberg, I.H., J. Am. Chem. Soc., 58, 2233 (1936)
- (16) Isenberg, I.H. and Buchanan, M.A., J. Forestry, 53, 888 (1945).

- (17) Adler, E., Zellstoff. u. papier, 12, 229 (1937); ref: C.A., 3, 6071, idem. 3, 141 (1937).
- (18) Strany, E., ref: C.A., 1, 647 (1907)
- (19) Gerngross, O., and Hachner, H., Collection, 406-31 (1927), ref: C.A., 2, 183; Hachner, H., and Hachner, A., Comp. Rend., 181, 65-7, ref: C.A., 2, 337; idem. 12, 2798; Hachner, L., cuir Techn., 12, 241 (1929), ref: C.A., 12, 2798.
- (20) Gerngross, O. and Hachner, H., Ber., 60B, 2094 (1927), ref: C.A., 2, 419.
- (21) Freundenberg, L. and Maitland, P. J., Intern. Soc. Leather Trades Chem. 12, 156 (1934), ref: C.A., 2, 3072.
- (22) Strain, W. H., "The Steroids" on "Organic Chemistry", editado por N. Gilman; J. Wiley & Sons, Inc.; Vol. II, caps 19, page 149-77.
- (23) Fox, J. C., "A Flavonone from Douglas Fir Heartwood", Public. N: 1, 1692 del U.S. Depart. of Agriculture; Forest Service 1947.
- (24) Fox, J. C., J. Am. Chem. Soc., 70, 3031 (1948).
- (25) Cohen, M. E., "The Identification of Wood by Chemical Means", Coun. for Scient. and Ind. Res.; Technical Paper N°15; Pamphletos Nos. 20 y 53.

MADERAS

R. DE MAULE

LATIFOLIADAS (ROJO)

CONIFERAS

PALO PIEDRA
 IBA-POBO
 MARIA PRETA
 RAMO COLORADO
 COCU
 CAMBU-ATA
 CASITA-RA
 CEBIL MORO
 ANCHICO COLORADO
 GUATAMBU-AMA

AMARILLO

ANCHICO COLORADO IT
 ALGARROBO NEGRO VI
 ALGARROBO BLANCO CI
 QUEBRACHO COL. SANT. UI
 QUEBRACHO COL. CHAQ. CE
 UI

FISEMBERG Y B POSITIVA

ANCHICO COLORADO QU
 VINAL QU
 CALDEN VI
 ALGARROBO NEGRO UI
 ALGARROBO BLANCO
 CEBIL MORO
 ITIN

FLAVANONES

POSITIVA
 ANCHICO COLORADO
 ALGARROBO NEGRO

NEGATIVA
 VINAL
 CALDEN
 CEBIL MORO
 ITIN
 ALGARROBO BL.

ESPUMA

POSITIVA ANCHICO COL.
 NEGATIVA ALGARROBO NEG.

ALCALINIDAD

< 3
 VINAL
 CALDEN
 CEBIL MORO
 ALGARROBO BL.

TANINOS CATEQUICOS

PIEDRA POBO MADRETA COLORADO	VINAL CALDEN ALGARROBO NEGRO ALGARROBO BLANCO GRAPIA GUAYACAN INCIENSO QUEBRACHO BLANCO PALO ROSA	GUARANINA SAMOHU YUCHAN CANCHARANA CEDRO MISIONERO CEDRO SALTEÑO SAUCE COLORADO GUATAMBU BLANCO AGUAY	PALO BLANCO QUEBRACHO COL. SANTG. QUEBRACHO COL. CHAQ. AGUARIBAY URUNDEL URUNDAY PALO SANTO ITIN PALO AMARILLO RETAMO
---------------------------------------	---	---	--

FLUORESCENCIA

AMARILLA

POBO MADRETA COLORADO ANT. IAQ.	ITIN VINAL CALDEN URUNDEL CEBIL MORO URUNDAY
--	---

MERG Y BUCHANAN - NEGATIVA

QUEBRACHO COL. SANT. QUEBRACHO COL. CHAQ. URUNDEL URUNDAY
--

NEGATIVA

VINAL CALDEN CEBIL MORO ITIN ALGARROBO BL.
--

ACIDIDADES

> 4 ITIN

MORO ROBO BL.

AZUL Y NEGATIVA

MARIA PRETA RAMO COLORADO CAMERO-ATA CASITA-RA GUATAMBU AMAR. AGUAY SAUCE COLORADO PALO AMARILLO AGUARIBAY	PALO PIEDRA IBA-POBO COCU GRAPIA GUAYACAN INCIENSO QUEBRACHO BL. PALO ROSA GUARANINA	SAMOHU YUCHAN CANCHARANA CEDRO MISIONERO CEDRO SALTEÑO GUAYACAN PALO SANTO PALO AMARILLO RETAMO
--	--	---

RISEMBERG Y BUCHANAN - NEGATIVA

PALO PIEDRA (2) QUEBRACHO BL. IBA-POBO GRAPIA (1) GUAYACAN INCIENSO GUARANINA YUCHAN AGUAY (2) PALO AMAR. 2)	SAMOHU CANCHARANA GUATAMBU BL. PALO BLANCO PALO SANTO RETAMO (2) CASITA-RA (2) GUATAMBU AMAR. PALO ROSA
---	---

(1. FLAVANOLAS FICET. 2. ESTEROLAS FICET.)

ALCALINIDADES

MUY BAJAS < 1	BAJAS < 2	MEDIAS < 5	ALTAS < 10
CANCHARANA	QUEB. BL. GUAT. BL. GUAT. AMAR. PALO ROSA	IBA-POBO GUAYACAN INCIENSO GUARANINA AGUAY PALO BLANCO PALO SANTO CASITA-RA	RETAMO PALO PIEDRA

LATIFOLIADA

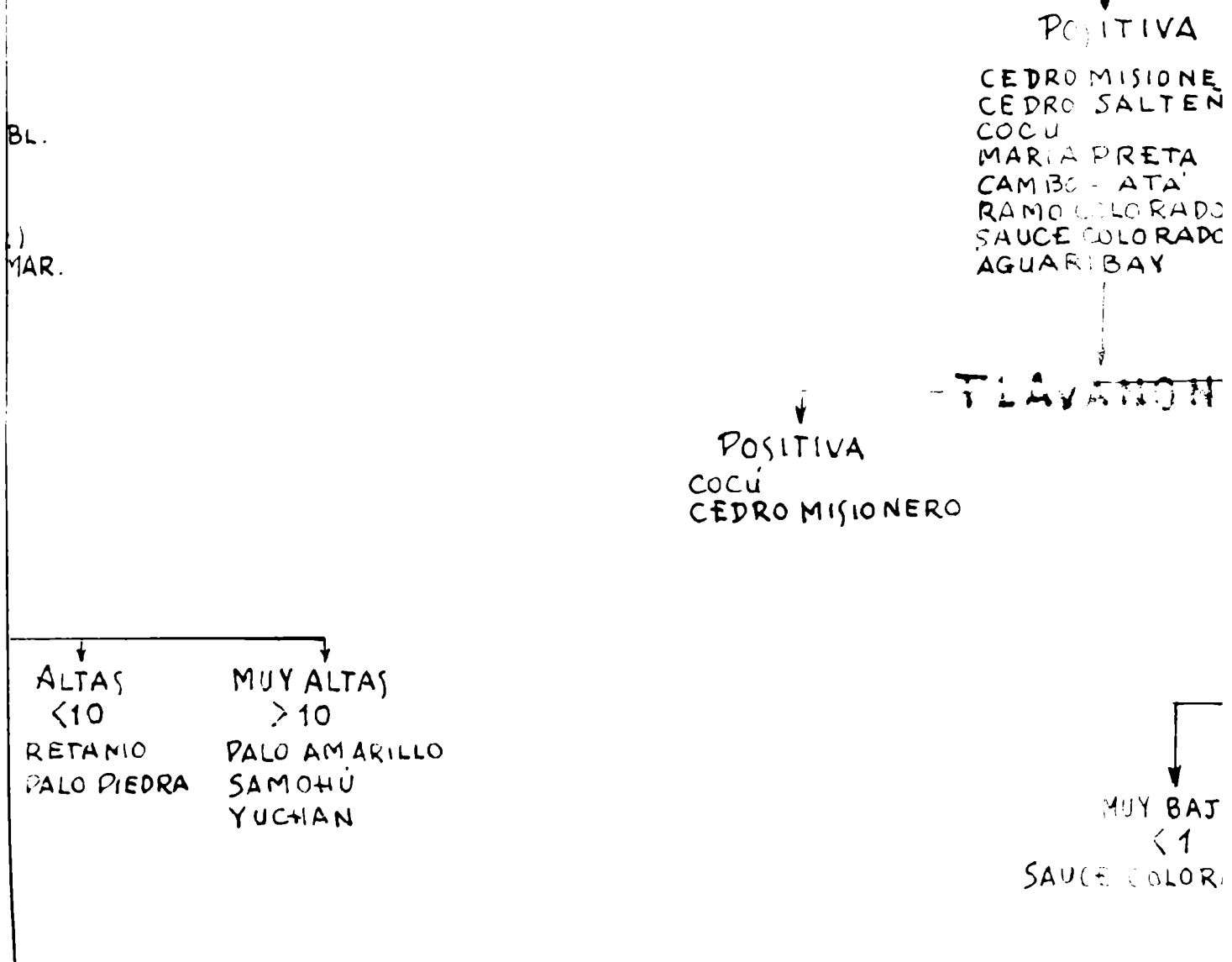
CO
 3 COL. SANTIAGO
 1 COL. CHAQU
 Y

ILLO

GATIVA

TRA	SAMOHU
S	YUCHAN
	CANCHARANA
	CEDRO MISSIONERO
AN	CEDRO SALTEÑO
	GUATAMBU BL.
HO BL.	PALO SANTO
SA	PALO BLANCO
LINA	RETAMO

ICHANAN



A

:-

DAS

TANINOS

- ROI
- RAI
- ÑIF
- LEN
- GUI
- COI
- PAC
- PAL
- ARI

FLUORE

- AMARILLA
- PACARA'

- POSITIVA
- MISIONERO
- SALTENO
- PRETA
- ATA'
- COLORADO
- COLORADO
- BAY

ANOMIAS

- NEGATIVA
- CEDRO SALTENO
- RAMO COLORADO
- MARIA PRETA
- CAMBO ATA'
- SAUCE COLORADO
- AGUARIBAY

- POSITIVA
- GUIN
- RAUI

ALCALINIDADES

- MUY BAJAS < 1
 - BAJAS < 2
 - MEDIAS < 5
- (E. COLORADO) MARIA PRETA CEDRO SALTENO
 CAMBU. ATA'

INOS PIROGALICOS

ROBLE PELLIN
RAULI
ÑIRE
LENGA
GUINDO
COIHUE
PACARA
PALO BARROSO
ARRAYAN

LUORESCENCIA

AZUL Y NEGATIVA

GUINDO	ROBLE PELLIN
LENGA	COIHUE
ÑIRE	PALO BARROSO
RAULI	ARRAYAN

ISEMBERG Y BUCHANAN

POSITIVA
ARRAYAN
GUINDO
RAULI

NEGATIVA
ROBLE PELLIN
PALO BARROSO
COIHUE
ÑIRE
LENGA

FLAVANONAS

POSITIVA
GUINDO
RAULI

NEGATIVA
ARRAYAN

FLAVANONAS

POSITIVA
COIHUE

NEGATIVA
ÑIRE
LENGA
PALO BARROSO
ROBLE PELLIN

ALCALINIDADES

< 1
ÑIRE
LENGA
ROBLE PELLIN

> 1
PALO BARROSO

NOMBRES CIENTÍFICOS DE LAS ESPECIES CUYAS MADERAS HAN SIDO ESTUDIADAS

Aguaribay	Schinus molle
Aguay	Chrysophyllum gonocarpum
Alerce	Fitsergia cupressoides
Algarrobo blanco	Prosopis alba
Algarrobo negro	Prosopis nigra
Andino colorado	Piptadenia rigida
Arroyán	Myrcogenia apiculata
Caldén	Prosopis caldenia
Cambé-ati	Matayba oleagnoides
Cancharana	Labralea oblongifolia
Casita-á	Sapindus saponaria
Cebil negro	Piptadenia macrocarpa
Cedro saltado	Cedrela balsamea
Cedro misionero	Cedrela tubiflora
Ciprés	Libocedrus chilensis
Coed	Allophylus edulis
Coihue	Nothofagus douglasii
Grapia	Apuleia leiocarpa
Guaraní	Bumelia obtusifolia
Guastatí amarillo	Aspidosperma australe
Guastatí blanco	Ralfourodendron ricalianum
Guayacán	Coccolpitia melanocarpa
Guindo	Nothofagus betuloides
Ihá-potó	Heliconia lepidopetala

Incienso	Myrecarpus frondosus
Itia	Presopis kuntzei
Langa	Nothofagus pumilio
Manid	Saxagothaea conspicua
Maria Preta	Diatenopteryx scrobifolia
Ñire	Nothofagus antarctica
Pacard	Entelobium contortisiliquum
Palo amarillo	Phyllostylon rhamnoides
Palo barrero	Elephocalyx giganteus
Palo blanco	Glycophyllum multiflorum
Palo piedra	Diploleiba floribunda
Palo rosa	Aspidosperma polyneumum
Pehuén	Araucaria araucana
Palo santo	Bulnesia sarmentifera
Pino del cerro	Podocarpus parlatorei
Pino parand	Araucaria angustifolia
Quebracho colorado chequeto	Schinopsis balansae
Quebracho colorado santiagueto	Schinopsis lorentzii
Quebracho blanco	Aspidosperma quebracho blanco
Rano colorado	Cupania vernalis
Raulí	Nothofagus nervosa
Retamo	Bulnesia retama
Rubio pelifin	Nothofagus obliqua
Sauco	Chorisia speciosa
Sauce colorado	Salix humboldtiana

Urunday

Urundel

Vinal

Yachán

Astronium balansae

Astronium urundeuva

Prosopis ruscifolia

Charinia insignis

