

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FOLLAJE, CORTEZA Y MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DEL GRUPO DE GUAMUHAYA

HUMBERTO GARCÍA CORRALES, MARÍA ANTONIA GUYAT DUPUY, OSMARI MARTELL
DÍAZ Y VILMA CAPOTE PÉREZ

Instituto de Investigaciones Forestales (IIF). Calle 174 no. 1723
e/ 17B y 17C, Rpto. Siboney, Playa, La Habana, Cuba,
e.e.: humberto@forestales.co.cu.

RESUMEN

*Se presentan los resultados en el estudio de la composición química del follaje, corteza y madera correspondientes a cinco especies maderables del macizo montañoso Guamuhaya, en la región central del país. Se estudiaron las especies *Laurocerasus occidentalis* (Sw.) Roem. (cuajani macho), *Sapium jamaicensis* Sw. (piniche), *Juglans insularis* Griseb. (nogal del país), *Luehea speciosa* Willd. (guásima baría) y *Cordia collococca* L. (ateje). En la madera y la corteza se determinaron los porcentajes de extractivos en alcohol-benceno y en agua, así como celulosa, lignina y azúcares reductores, además de los contenidos de diferentes metabolitos secundarios. También se realizó un estudio fitoquímico del follaje para obtener información acerca de sus posibilidades de usos en la medicina alternativa y tradicional.*

INTRODUCCIÓN

Más de 20% del territorio cubano es boscoso. El bosque satisface muchas de nuestras necesidades: proporciona madera y celulosa, purifica la atmósfera, embellece el entorno y constituye una fuente de alimentos y medicamentos.

ABSTRACT

*Results are presented in the study of the chemical composition of the bark, the wood and the foliage of five forest species at the solid mountainous area of Guamuhaya in the central region of the country. The studied species were *Laurocerasus occidentalis* (Sw.) Roem. (cuajani macho), *Sapium jamaicensis* Sw. (piniche), *Juglans insularis* Griseb. (nogal del país), *Luehea speciosa* Willd. (guásima baría) y *Cordia collococca* L. (ateje). Percentage of extractives in alcohol-benzene and water, cellulose, lignine, reducing sugars and different secondary metabolites in wood and bark were determined. A phytochemical study of the foliage was also carried out to obtain information about the possible use of the species in alternative and traditional medicine.*

Conocer la composición química de las diferentes partes estructurales de las especies maderables es un aspecto sumamente necesario e importante, y más aún cuando para el hombre se hace preciso encontrar alternativas de alimentación di-

rectas e indirectas a través del bosque y del aprovechamiento de los beneficios económicos que los residuos de la tala proporcionan para las diferentes industrias, como química, pulpa y papel, cosméticos, así como para la obtención de medicamentos a partir de los productos naturales extraídos de estas especies.

La madera como materia prima fundamental ha desempeñado un rol preponderante en el avance de la especie humana. Desde el inicio de la civilización ha sido empleada por la humanidad para proporcionarse abrigo, comestible, armas, transporte y también en muchas otras formas [Acosta, 1986].

Al mismo tiempo, entre los materiales estructurales básicos más importantes, es el más conocido –y a la vez el menos– desde el punto de vista químico; sin embargo, pocas personas tienen el conocimiento real de su estructura, propiedades y usos potenciales [Acosta, 1986].

La escasez de árboles maderables en el mundo ha obligado a los técnicos a realizar estudios más profundos, con el fin de identificar las especies que pueden servir para usos múltiples y así considerar su valor para planificar la ordenación forestal. Es muy probable que la madera y otros productos forestales demuestren estar entre las materias primas más valiosas del futuro por sus excelentes propiedades, y por ser, a diferencia de otros materiales, un recurso renovable [Wenzl, 1970; Vázquez, 1995].

El uso y manejo de los recursos naturales se fundamenta en un conocimiento empírico y teórico dinámico acumulado por las sociedades en sus intentos por aprovecharlos mediante la caza, recolección, agricultura, silvicultura y otras, con el objetivo de satisfacer sus necesidades [Roig, 1962]. El análisis de la madera da un grado sorprendente en la estructura química de varias especies forestales. Su importancia radica en relacionar el estudio de las condiciones ecológicas, lo que influye en el crecimiento y descomposición, resistencia hacia plagas y conveniencia para la utilización de las tecnologías.

El presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la presencia de metabolitos secundarios en las diferentes partes del árbol, y conocer los niveles de extractivos de la corteza y madera de especies forestales, para de esta forma poder hacer recomendaciones acerca de su posible empleo en diferentes industrias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección

Se seleccionaron árboles maderables, según las normas de muestreo para la determinación de las propiedades físico-mecánicas, los que sirvieron de materia prima para los ensayos químicos del follaje, corteza y madera de las especies investigadas. Se realizó un muestreo al azar, donde los árboles elegidos estaban sanos y eran representativos

de la población. El follaje de estos árboles se recolectó siguiendo la metodología establecida para ello. Las especies seleccionadas para la investigación fueron:

Laurocerasus occidentalis (Sw.) Roem, (cuajani macho), *Sapium jamaicensis* Sw. (piniche), *Juglans insularis* Griseb (nogal del país), *Luehea apeiosa* Willd. (guásima baria) y *Cordia collococca* L. (ateje).

Preparación de la muestras

Follaje: Se colectó el follaje verde de las ramas medias e inferiores de los árboles seleccionados para ensayar. El follaje verde se molió y se secó al aire por 24 h y removido cada 15 min.

Madera y corteza: Las maderas y las cortezas se molieron en un molino de disco para convertirlas en aserrín. De esta forma la materia vegetal está lista para ensayar.

Metodología

La obtención de extractos a partir del follaje, corteza y madera se realizó pesando 25 g del material fresco y molido en un dedal de extracción. Con posterioridad se colocó en un extractor Soxhlet para luego añadir la cantidad de solventes (éter de petróleo, etanol y agua), sucesivamente, durante un tiempo de extracción de 4 h. Los extractos obtenidos se sometieron al análisis fitoquímico.

El tamizaje fitoquímico se basó en los métodos de análisis establecidos y validados por investigadores del Instituto de Investigaciones Forestales (IIF) y el Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana [Lal, 1977; Miranda, 1992]. La determinación de los metabolitos secundarios se basó en los métodos siguientes:

<i>Metabolito</i>	<i>Ensayo</i>
Compuestos grasos	Sudán
Triterpenos y/o esteroides	Liebermann-Burchard
Flavonoides	Shinoda
Azúcares reductores	Fehling
Coumarinas	Baljet
Taninos	Cloruro de hierro (III)

Para efectuar el análisis correspondiente a la caracterización química de las maderas y cortezas se procedió según los métodos descritos por Browning (1967):

- *Extractivos en agua caliente.* Se procesa la muestra de madera y corteza en un extractor Soxhlet durante 4 h.

- *Extractivos en alcohol-benceno (A-B).* La extracción A-B es una mezcla 1:2. La muestra se extrae durante 4 h.
- *Determinación de lignina.* Se llevó a cabo por el método de Klason (insolubilidad en ácido sulfúrico a 72%).
- *Obtención de celulosa.* Se realizó mediante ataques sucesivos de 1 h

con una mezcla de ácido nítrico-alcohol (1:4).

- *Azúcares reductores*. Fueron sometidos a una hidrólisis ácida y precipitaron con solución de Fehling I y II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el tamizaje fitoquímico del follaje se buscó la presencia de diferentes grupos de metabolitos en los extractos obtenidos.

La *Tabla 1* muestra la presencia de diferentes grupos químicos. En el follaje de la especie *C. collococca* se encontraron grasas, triterpenos y/o esteroides, flavonoides, compuestos reductores, taninos y saponinas. Por su parte, el follaje correspondiente a la especie *Laurocerasus occidentalis* manifestó la presencia de alcaloides, triterpenos y/o esteroides, coumarinas, flavonoides, taninos, compuestos reductores, saponinas, así como antocianidinas; sin embargo, en ninguna de las especies estudiadas se evidenció la presencia de resinas y aminoácidos, mientras que en la especie *Juglans insularis* se halló el mayor número de diferentes metabolitos. Estos resultados se corresponden con similares obtenidos por Norman (1966) para algunas especies vegetales. En relación con la especie *L. occidentalis*, Rosete (1993) reporta propiedades pectorales, astringentes, sedantes, hipotenizantes y cardiovasculares, las cuales pueden estar dadas por la presencia de triterpenos y/o esteroides, flavonoides y/o saponi-

nas, pues algunas de estas sustancias presentan tales propiedades. No obstante, en este trabajo es imposible determinar el tipo de compuesto específico, por lo que es posible continuar estudiando cada especie desde el punto de vista químico.

Los resultados de la *Tabla 2* corresponden a la caracterización fitoquímica de las maderas ensayadas. Como se puede apreciar, no se encontraron alcaloides, aminoácidos ni coumarinas, mientras que la especie *C. collococca* arrojó la presencia de grasas y triterpenos. Solo se encontraron flavonoides en *J. insularis*. Las resinas fueron detectadas en *C. collococca* y *L. speciosa*; las quinonas en *L. occidentalis*, *L. speciosa* y *J. insularis*, y los compuestos reductores se reportan en la madera de todas las especies. En cada una se observó además la existencia de taninos y saponinas. A estos resultados se puede añadir que la presencia de flavonoides es muy importante, ya que a ellos se les atribuyen propiedades insecticidas o en la lucha contra hongos, aspecto de sumo interés para próximos estudios acerca de la protección y conservación de la madera, aunque los mejores resultados para esta agrupación química se tiene en la corteza (*Tabla 3*), donde las especies estudiadas resultan positivas ante la presencia de flavonoides.

Por otra parte, en la corteza también se encuentran taninos, excepto en el ateje, los cuales es necesario

cuantificar para de esta manera conocer la potencialidad de las especies ensayadas como productoras de taninos. Llama la atención el alto contenido de quinonas en las cortezas de cuajani y guásima, ya que dentro de las quinonas se encuentra la vitamina K vegetal. La amplia diversidad de metabolitos en la corteza, madera y follaje hacen de estas especies un fuerte potencial como especies multipropósito para

diferentes usos en la medicina, como insecticidas, etc.

Los resultados en la caracterización química de las maderas se muestran en la *Tabla 4*. Se observa que *J. insularis*, *L. occidentalis* y *S. jamaicensis* son ricas en extractivos en agua caliente, lo que alcanza valores de 8,78; 5,48 y 8,15%, respectivamente, y de ellas, la primera y la última son ricas en extractivos en A-B.

TABLA 1

Caracterización fitoquímica del follaje de cinco especies forestales del grupo de Guamuhaya

Metabolito	<i>Cordia collococca</i> (ateje)	<i>Laurocerasus occidentalis</i> (cuajani)	<i>Luehea speciosa</i> (guásima baría)	<i>Juglans insularis</i> (nogal)	<i>Sapium jamaicensis</i> (piniche)
Alcaloides	–	+	–	+	–
Triterpenos y esteroides	+	+	+	+	+
Coumarinas	–	+	–	+	–
Flavonoides	+	+	+	+	+
Resinas	–	–	–	–	–
Compuestos reductores	+	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+	+
Saponinas	+	+	+	+	–
Aminoácidos	–	–	–	–	–
Quinonas	–	–	–	+	–
Antocianidinas	–	+	–	+	–
Grasas	+	–	+	+	+

TABLA 2

Caracterización química por agrupaciones de madera de cinco especies forestales del grupo de Guamuhaya

Metabolito	<i>Cordia collococca</i> (ateje)	<i>Laurocerasus occidentalis</i> (cuajanil)	<i>Luehea speciosa</i> (guásima baria)	<i>Juglans insularis</i> (nogal)	<i>Sapium jamaicensis</i> (piniche)
Alcaloides	–	–	–	–	–
Triterpenos y esteroides	+	–	–	–	–
Coumarinas	–	–	–	–	–
Flavonoides	–	–	–	+	–
Resinas	+	–	+	–	–
Compuestos reductores	+	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+	+
Saponinas	+	+	+	+	+
Aminoácidos	–	–	–	–	–
Quinonas	–	+	+	+	–
Antocianidinas	–	+	+	+	–
Grasas	+	–	–	–	–

TABLA 3 (cont.)

Metabolito	<i>Cordia collococca</i> (ateje)	<i>Laurocerasus occidentalis</i> (cuajani)	<i>Luehea speciosa</i> (guásima baria)	<i>Juglans insularis</i> (nogal)	<i>Sapium jamaicensis</i> (piniche)
Compuestos reductores	+	+	+	+	+
Taninos	-	+	+	+	+
Saponinas	-	+	+	+	-
Aminoácidos	+	-	-	-	-
Quinonas	-	++	++	-	+
Antocianidinas	-	-	+	+	-
Grasas	-	-	-	-	-

TABLA 4

Caracterización química de la madera en las especies ensayadas (base seca)

Metabolito	<i>Cordia collococca</i> (ateje)	<i>Laurocerasus occidentalis</i> (cuajani)	<i>Luehea speciosa</i> (guásima baria)	<i>Juglans insularis</i> (nogal)	<i>Sapium jamaicensis</i> (piniche)
Extracción A-B [%]	4,29	1,21	2,03	3,5	7,81
Extracción Agua caliente [%]	8,78	2,43	5,48	3,78	8,15
Celulosa [%]	48,60	53,14	46,64	48,75	39,26
Lignina [%]	32,54	31,53	32,31	30,37	31,26
Ácidos reductores [%]	0,007	0,009	0,006	0,002	2,53

El contenido de celulosa en la especie *C. collococca* representa el mayor porcentaje (53,14%), seguida de *L. speciosa* (48,75%) y *J. insularis* (48,60%). También se puede apre-

ciar que todas las especies son ricas en lignina, y los valores mayoritarios en las especies *J. insularis* (32,54%) y *L. occidentalis* (32,31%). En el caso de los azúcares reductores,

las especies ensayadas presentan bajo contenido.

Estos resultados reflejan que las maderas de las especies *J. insularis* y *S. jamaicensis* pudieran no ser compatibles por el alto contenido de extractivos en agua y A-B; sin embargo, por el alto contenido de extractivos en agua y A-B deben tener una buena durabilidad natural, lo que no ocurre así en *C. collococca*, que presenta niveles bajos de ambos extractivos.

Las especies ensayadas poseen un contenido de celulosa aceptable; por tanto, pueden ser utilizadas como fuente de materia prima para obtener celulosa. Alcances similares obtuvieron Lal (1977), Januario (1988) y Máximo (1988).

Los resultados de la *Tabla 5* reflejan que las cortezas son ricas en extractivos en agua caliente y alcohol-benceno, además de poseer alto contenido de celulosa, lignina y azúcares reductores. Al igual que en la madera, la especie *C. collococca* presenta los valores más altos (54-85%) de celulosa, seguida de *S. jamaicensis* y *L. speciosa*, mientras que estas y *J. insularis* alcanzan los valores superiores de lignina (30; 15 y 29,62%, respectivamente).

En comparación con el resto de las especies estudiadas, es superior el contenido de azúcares reductores en *S. jamaicensis* (2,97%) y *L. speciosa* (2,59%). Los resultados concuerdan con lo encontrado por Wenzl (1970) para la corteza de diferentes especies.

TABLA 5
Caracterización química de la corteza en las especies ensayadas
(base seca)

Metabolito	<i>Cordia collococca</i> (ateje)	<i>Laurocerasus occidentalis</i> (cuajani)	<i>Luehea speciosa</i> (guásima baría)	<i>Juglans insularis</i> (nogal)	<i>Sapium jamaicensis</i> (piniche)
Extracción A-B (%)	9,08	0,98	5,16	8,08	6,81
Extracción agua caliente (%)	10,72	6,06	11,48	9,88	8,10
Celulosa (%)	30,37	54,84	38,82	40,38	40,47
Lignina (%)	29,62	28,53	20,24	29,09	30,15
Ácidos reductores (%)	1,98	1,05	1,03	2,59	2,97

Por las características que tienen las cortezas, presentan buena aptitud como combustible directo en calderas u otros equipos que usen combustibles sólidos. Por otra par-

te, pueden ser empleadas como aditivo en moldeados mediante prensado en caliente y en la obtención de compuestos orgánicos, como flavonoides, alcaliodes, sa-

poninas, esteroides, complejos fenólicos y taninos, entre otros. Los taninos son los de mayor importancia por la demanda que tienen como adhesivos.

CONCLUSIONES

- El resultado del tamizaje fitoquímico de los extractos en el follaje, madera y corteza demostró la presencia de alcaloides, grasas, triterpenos, flavonoides, compuestos reductores, taninos y saponinas.
- La presencia de grupos químicos en el follaje nos lleva a que estas especies sean fuente de materia prima para la industria farmacéutica.
- La composición química de las maderas permite conocer que *Cordia collococca*, *L. speciosa* y *J. jamaicensis* tienen alto contenido de celulosa, lo que permitiría su empleo como fuente de materia prima para la industria química y como combustible.
- La presencia de alto contenido de extractivos y lignina en las cortezas estudiadas permiten aseverar, sin riesgo alguno, que son fuente productoras de taninos, excelentes combustibles y además de materia prima destinada a la industrias químico-farmacéutica.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D. A.; R. Caneras; D. Álvarez: *Ciencia de la madera*, Centro Universitario de Pinar del Río, Ediciones ENPES, La Habana, 1986.
- Browning, B. L.: *Methods of Wood Chemistry*, vol. II, Interscience Publishers, 1967.
- Januario, F. J. *et al.*: «Caracterização da madeira de *Eucalyptus pilularis* e estudos para produção de celulosa Kraft», *Revista Arvore* 12 (2):1-121, 1988.
- Lal, N. K.: «Investigations in the Field of Chemical and Morphological Structure of Certain Tropical Wood Species. II The Study of Their Chemical Composition», *Cellulose Chemistry and Technology* 1:56-66, 1977.
- Máximo, M.; L. Mina; A. Adell: «Studies on Alkaline Swelling in Hardwood. II Swelling Reversal by pH Variation», *Cellulose Chemistry and Technology* 22 (6): 607-612, 1988.
- Miranda, M.; C. A. Cuéllar: *Manual de práctica de laboratorio de análisis farmacognóstico*, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana 1992, pp. 23-33.
- Norman R.: and «Phytochemical Screening of Plants», *Journal of Pharmaceutical Biological*, vol. 55, no. 3, 1966.
- Roig, M. J. T.: *Árboles maderables cubanos*, Bole-tín no. 60, Centro Nacional de Experimentación y Extensión Agrícola, La Habana, 1962.
- Rosete, B. S.: *Usos de especies forestales de la reserva de la biosfera Península de Guanahacabibes, Pinar del Río*, Ed. Academia, La Habana, 1993.
- Vázquez, D. M. A.: *Recursos vegetales de OAXACA*, Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 2, Proveedora Gráfica de Oaxaca, México, 1995.
- Wenzl, H. F. J.: *The Chemical Technology of Wood*, Academic Press, New York, 1970.