CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL FOLLAJE, LA CORTEZA Y LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE LA SIERRA MAESTRA

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES, LIC. OSMARI MARTELL DÍAZ, M.SC.MARÍA ANTONIA GUYAT DUPUY, TÉC. VILMA CAPOTE PÉREZ Y TÉC. BÁRBARA AGUIRRE DORADO

[1] Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Reparto Siboney, Playa, La Habana, teléf.: 208 4046, fax: 208 2189 humberto@forestales.co.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados en el estudio de la composición química de la corteza, la madera y el follaje de cinco especies maderables de la Sierra Maestra, en la región suroriental del país:

1.Colubrina arborescens *(Mill.) Sarg. (bijáguara)*
2.Brosimum alicastrum *Sw. (guáimaro).*
3.Swietenia mahagoni *Sw (caoba del país).*
4.Zuelania guidonia *(Sw.) Britt.* et. *Mill (guaguasí).*
5.Cinnamomum parviflorum *(Nees) Kosterm. (boniato blanco).*

Se determinaron los porcentajes de extractivos en alcohol-benceno y en agua en la madera. Tanto en esta como en la corteza se determinaron los contenidos de celulosa, lignina y azúcares reductores. En la corteza, además, se fijaron el contenido de diferentes metabolitos secundarios presentes en ella y el poder calórico de la madera de estas especies.
Se realizó un estudio fitoquímico del follaje con el objetivo de obtener información acerca de sus posibilidades de usos en la medicina alternativa y tradicional. Se detectó la presencia de matabolitos secundarios, tales como taninos, compuestos reductores, saponinas y flavonoides.

Palabras clave: *composición química, extractivos, taninos*

ABSTRACT

The results are presented obtained in the study of the chemical composition of the bark, the wood and the foliage of five species of wood of the Sierra Maestra, in the Southeast region of the Cuba. The studied species were:

1. Colubrina arborescens *(Mill.) Sarg. (bijáguara)*
2. Brosimum alicastrum *Sw. (guáimaro).*
3. Swietenia mahagoni *Sw (caoba del país).*
4.Zuelania guidonia *(Sw.) Britt.* et. *Mill. (guaguasí).*
5. Cinnamomum parviflorum *(Nees) Kosterm. (boniato blanco).*

The percentages were determined of extractive in alcohol-benzene and in water in the wood, as much in this as in the bark the cellulose contents, lignin and sugars reducers were determined, in the bark, also, the content of different metabolites secondary present was determined. It was determined being to caloric power of the wood of these species.
It was carried out a study phytochemical of the foliage with the objective of obtaining information about their possibilities of uses in the alternative and traditional medicine, being detected the presence of secondary metabolites, such as: tannins, compound reducers, saponines and flavones.

Key works: *chemical composition, extractives, tannins*

INTRODUCCIÓN

A finales de la década del treinta y principios del cuarenta ya en muchos países se comenzaban a utilizar productos a partir de especies forestales con distintos fines, tales como alcoholes, resinas, xilosa, taninos, aceites esenciales, etc. Ya en la década del setenta, según Wenzk, Voipo y Ohta, en algunos países desarrollados como Finlandia, Japón y China se comenzaba a utilizar a gran escala el follaje de especies forestales.

En Cuba a finales de ese decenio y principios del siguiente se dan los primeros pasos, cuando se despliega una metodología de aprovechamiento de la oleorresina de pino. Se desarrollan tecnologías para obtener aceites esenciales a partir del follaje de pinos y eucaliptos, y se realiza el trabajo más amplio sobre taninos vegetales a partir de la corteza de algunas especies forestales realizado en Cuba.

Por otra parte, la madera de las especies forestales ya no solo se empleaba con fines constructivos. Otras industrias reclamaban el uso de la madera o de los residuos que de ella quedan en los aserríos, la industria de pulpa para papel, la energía y otras la aumentaban como materia prima. Se hizo necesario entonces desarrollar vertiginosamente la química de la madera.

Estudiar la composición química de la madera de especies forestales es hoy tan importante como cualquier otra rama de las ciencias, de igual modo conocer la relación de la composición con respecto a la dureza de la madera, la resistencia al ataque de hongos e insectos, la compatibilidad de la madera para fines constructivos, los contenidos de extractivos para su acabado y los principios activos que de ella puedan extraerse con fines curativos. La escasez en el mundo de árboles maderables ha obligado a los técnicos a realizar estudios más profundos a fin de identificar las especies que puedan servir para usos múltiples, y considerar así su valor para planificar la ordenación forestal. Es muy probable que la madera y otros productos forestales demuestren estar entre las materias primas más importantes del futuro por sus excelentes propiedades y ser, a diferencia de otros materiales, un recurso renovable [Acosta, 1986; Rosette, 1993).

Esta investigación tiene como objetivo principal determinar la presencia de metabolitos secundarios en las diferentes partes del árbol, conocer los niveles de extractivos de la corteza y madera de especies forestales y conocer su poder calórico para poder hacer recomendaciones sobre su posible aplicación en diferentes industrias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección

Se seleccionaron árboles madereros, según normas de muestreo, para la determinación de las propiedades físico-mecánicas, que sirvió 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 representativos de la población. El follaje de estos árboles se recolectó siguiendo la metodología establecida para ello.

Preparación de la muestras [Ocampo, 1994]

Follaje

Se colectó el follaje verde de las ramas medias e inferiores de la longitud total de copa en los árboles seleccionados para su ensayo.

El follaje verde se molió, se secó al aire por 24 h y se removió cada 15 min.

Madera y corteza

Las maderas y cortezas se molieron en un molino de disco para convertirlo en aserrín, listo para ensayar.

Metabolito	*Ensayo*
Compuestos grasos	Sudan
Triterpenos y/o esteroides	Liebermann-Burchard
Flavonoides	Shinoda
Azúcares reductores	Fheling
Coumarinas	Baljet
Taninos	Cloruro de hierro (III)

En el análisis de las maderas y cortezas para la determinación química se procedió por los siguientes métodos según Browning (1967):

- *Extractivos en agua caliente*. Se somete 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 realizó por el método de Klason descrito por Browning 1977 (insolubilidad en ácido sulfúrico al 72%).

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. Se sitúa en un extractor Soxhlet, que es añadido 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) de Cuba y el Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana [Miranda, 1992].

Los métodos para la determinación de los metabolitos secundarios fueron:

- *La obtención de celulosa*. Con ataques sucesivos de 1 h con una mezcla ácido nítrico-alcohol (1:4).
- *Los azúcares reductores*. Frente a una hidrólisis ácida y precipitando con solución de Felinhg I y II.

Poder calórico

Se determinó en un calorímetro adiabático.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando los resultados que se muestran en las *Tablas 1, 2* y *3* en la

caracterización fitoquímica del follaje, madera y corteza de las cinco especies forestales de la Sierra Maestra, se hace necesario establecer la fuerte conexión de estos resultados con la industria médico-farmacéutica, ya que ciertos metabolitos secundarios presentes en las especies analizadas constituyen una rica fuente de materia prima para obtener formas medicamentosas con distintos fines terapéuticos. Para ello nos basamos en la actividad biológica conocida de los metabolitos encontrados indistintamente en follaje, madera y corteza de las especies ensayadas.

TABLA 1
Caracterización fitoquímica del follaje de cinco especies forestales de la Sierra Maestra

Metabolito	*Colubrina arborescens (bijáguara)*	*Brosimum Alicastrum (guáimaro)*	*Zuelania Guidonia (guaguasí)*	*Cinnamomum parviflorum (boniato blanco)*	*Swietenia mahagoni (caoba del país)*
Alcaloides	–	–	+	–	–
Triterpenos y esteroides	+	+	+	+	+
Coumarinas	–	–	–	–	–
Flavonoides	+	+	+	–	+
Resinas	–	–	–	–	–
Compuestos reductores	+	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+	+
Saponinas	+	+	+	+	+
Aminoácidos	–	–	–	–	–
Quinonas	–	–	–	+	–
Antocianidinas	+	–	–	+	+
Grasas	+	+	+	+	+

Se conoce, por ejemplo, que las quinonas –dentro de ellas las vitamina K– juegan un importante papel en los procesos de oxidación-reducción. Ciertas antiquinonas poseen propiedades antibióticas y citostáticas, así como un conocido efecto antimalárico de los nastoquinonas.

Los flavonoides disminuyen la fragilidad capilar, específicamente flovonas y flavononas. Presentan actividad estrogénica como ciertas isoflavonas. Las saponinas, ya sean triterpénicas o estereoidales, poseen actividad fisiológica reconocida. Las triterpénicas, por ejemplo, son citostáticos. Muestra de ello lo constituye la quinonina, que ha sido aislada. Las de origen esteroidal se emplean como materia prima para obtener corticoesteroides, con grandes ventajas, ya que de todos los esteroides naturales son las que permiten una degradación más rápida y sencilla de su cadena, al ofrecer los mejores rendimientos, además de poseer una elevada actividad tensoactiva. Los alcaloides compuestos de gran diversidad estructural, y por consiguiente de amplio espectro en cuanto a su actividad biológica, podemos dividirlos en los derivados de las purinas,

estimulantes del sistema nervioso central. Los derivados de la ß-feniletilamina tienen acción adrenérgicas, y los del propano se emplean como anestésicos locales. Los taninos son conocidos por su papel en la industria química, pero hay que tener en cuenta que su compleja estructura hace que para su empleo se conozcan las estructuras detalladas. Algunos taninos poseen reconocidas propiedades antivirales, antibacterianas o antitumorales, y otras de posible uso en la medicina.

TABLA 2
Caracterización química por agrupaciones de la madera de cinco especies forestales de la Sierra Maestra

Metabolito	*Colubrina arborescens (bijáguara)*	*Brosimum alicastrum (guáimaro)*	*Zuelania guidonia (guaguasí)*	*Cinnamomum parviflorum (boniato blanco)*	*Swietenia mahagoni (caoba del país)*
Alcaloides	–	–	–	–	–
Triterpenos y esteroides	–	–	–	–	–
Coumarinas	–	–	–	–	–
Flavonoides	–	–	–	+	+
Resinas	–	–	–	–	–
Compuestos reductores	+	+	+	+	–
Taninos	+	+	–	+	+
Saponinas	+	+	+	+	+
Aminoácidos	–	–	–	–	–
Quinonas	+	–	+	+	+
Antocianidinas	–	–	–	–	–
Grasas	–	–	–	–	–

Teniendo en cuenta la gama de agrupaciones detectadas, tanto en la madera, la corteza y el follaje de estas especies, es posible usar partes de ellas en estudios farmacológicos. Creemos de vital importancia para futuros trabajos el análisis, determinación, aislamiento y caracterización de los metabolitos secundarios presentes en estas especies procedentes de la Sierra Maestra para su aplicación en la industria médico-farmacéutica.

Los resultados en la caracterización química de las maderas se muestran en la *Tabla 4*. Se observa que las especies *B. alicastrum* y *Z. guidonia* son ricas en extractivos en agua caliente, con valores de 6,48 y 5,58%; sin embargo, no son estas especies las de mayores valores de extractivos en alcohol-benceno. Los valores más altos corresponden a *C. cubense* y *S. mahagoni*, especies ricas en extractivos en A-B.

El contenido de celulosa en la especie *S. mahagoni* representa el mayor porcentaje (54,44%), seguida de *C. arborescens* (50,40%) y *B. alicastrum* (49,90%).

Se observa que todas las especies son ricas en lignina, con los valores mayoritarios destacados en la especie

Z. guidonia (48,59%). En el caso de los azúcares reductores, las especies ensayadas tienen bajo contenido.

Estos resultados muestran que las especies *B. alicastrum* y *Z. guidonia* pudieran ser no compatibles sus maderas por el alto contenido de extractivos en agua y A-B; sin embrago, por el alto contenido de extractivo en A-B estas especies *C. cebense* y *S. mahagoni* deben tener una buena durabilidad natural, no así la *Z. guidonia*, que tiene un nivel muy bajo de extractivo en A-B.

TABLA 3
Caracterización química por agrupaciones de la corteza de cinco especies forestales de la Sierra Maestra

Metabolito	*Colubrina arborescens (bijáguara)*	*Brosimum alicastrum (guáimaro)*	*Zuelania guidonia (guaguasí)*	*Cinnamomum parviflorum (boniato blanco)*	*Swietenia mahagoni (caoba del país)*
Alcaloides	+	–	–	–	+
Triterpenos y esteroides	–	–	–	–	–
Coumarinas	–	–	–	–	–
Flavonoides	+	+	+	+	+
Resinas	–	+	–	+	–
Compuestos reductores	+	+	+	–	+
Taninos	+	+	–	+	+
Saponinas	+	+	+	+	+
Aminoácidos	–	–	–	–	–
Quinonas	+	–	–	+	+
Antocianidinas	–	–	–	–	–
Grasas	–	–	–	–	–

Las especies ensayadas presentan un contenido en celulosa aceptable, las que pueden ser utilizadas como fuente de materia prima.

Los resultados de la *Tabla 5* reflejan que las cortezas son ricas en extractivos en agua caliente y alcohol-benceno, así como alto contenido de celulosa, lignina y azúcares reductores, al igual que en la madera la especie *S. mahagoni* presenta valores altos (36,21%) de celulosa, con *B. alicastrum* la de mayor valor (39,91%).

El contenido de azúcares reductores es superior en la corteza de estas especies que en la madera. *C. cubense* (2,91%) y *S. mahagoni* (3,02%) muestran un mayor contenido que el resto de las especies estudiadas. Los resultados concuerdan con lo encontrado por Wenzl (1970) para corteza de diferentes especies.

Por las características que tienen, las cortezas son buenas para ser usados como combustible directo en calderas u otros equipos que empleen combustibles sólidos. Por otra parte, pueden ser utilizadas como aditivo en moldeados mediante prensado en caliente, en la obtención de compues-

tos orgánicos como flavonoides. alcaliodes, saponinas, esteroides, complejos fenólicos, taninos, etc. Estos últimos son los de mayor importancia por su demanda para adhesivos.

TABLA 4
Caracterización química de las maderas en las especies ensayadas (base seca)

Caracterización	*Colubrina arborescens (bijáguara)*	*Brosimum alicastrum (guáimaro)*	*Zuelania guidonia (guaguasí)*	*Cinnamomum parviflorum (boniato blanco)*	*Swietenia mahagoni (caoba del país)*
Extractivo A-B (%)	4,51	3,82	1,7	8,32	8,6
Extractivo de agua caliente (%)	4,13	6,48	5,58	3,16	3,9
Celulosa (%)	50,40	49,90	45,21	37,65	54,44
Lignina (%)	29,24	28,39	48,59	30,80	25,13
Azúcares reductores (%)	0,0081	0,015	0,0039	0,0041	0,0101

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

Caracterización	*Colubrina arborescens (bijáguara)*	*Brosimum alicastrum (guáimaro)*	*Zuelania guidonia (guaguasí)*	*Cinnamomum parviflorum (boniato blanco)*	*Swietenia mahagoni (caoba del país)*
Extractivo A-B (%)	7,76	6,14	9,99	8,25	6,89
Extractivo de agua caliente (%)	10,18	8,82	11,32	7,05	5,95
Celulosa (%)	30,37	39,91	30,91	29,57	36,21
Lignina (%)	23,24	24,44	20,65	25,30	21,32
Azúcares reductores (%)	1,574	1,57	1,99	2,911	3,023

TABLA 6
Poder calórico (madera)

	Colubrina arborescens (bijáguara)	*Brosimum alicastrum* (guáimaro)	*Zuelania guidonia* (guaguasí)	*Cinnamomum parviflorum* (boniato blanco)	*Swietenia mahagoni* (caoba del país)
Poder calórico	15,54	16,48	14,81	19,06	17,35

En cuanto al poder calórico, todas las especies reflejan valores muy similares. No obstante constituir fuente de materia para la obtención de energía, la especie *C. cubense* posee el valor más alto reportado en esta etapa del proyecto.

CONCLUSIONES:

- El resultado del tamizaje fitoquímico de los extractos en el follaje, madera y corteza reflejó la presencia de alcaloides, grasas, triterpenos, flavonoides, compuestos reductores, taninos y saponinas.
- La presencia de grupos químicos en el follaje permite que estas especies puedan ser estudiadas para su posible aplicación en la medicina alternativa y como fuente de metabolitos secundarios para obtener medicamentos.

- La presencia de alto contenido de extractivos y lignina en las cortezas estudiadas permiten aseverar, sin riesgo alguno, que estas especies son fuente de obtención de taninos, excelentes combustibles y de materia prima para las industrias químico-farmacéuticas.
- La composición química de las maderas mostró que las especies ensayadas *S. mahagoni, B. alicastrum* y *C. arborescens* tienen un alto contenido de celulosa, lo que servirían como fuente de materia prima para la industria química y combustible.
- De las especies estudiadas puede obtenerse energía por el valor de su poder calórico.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, D. A. *ET AL.*: *Ciencia de la madera*, Ediciones ENPES/CUPR, La Habana, 1986.

BROWNING, B. L.: *Methods of Wood Chemistry*, vol. II, Intercience Publishers, 1967.

MIRANDA, M.; C. A. CUELLAR: *Manual de práctica de laboratorio de análisis farmacognóstico*, IFAL, La Habana, 1992, pp. 23-33.

OCAMPO, R. A.: «Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica», Colección Diversidad Biológica y Desarrollo Sostenible I, Serie Técnica. Informe técnico no. 25, Especies nativas, CATIE, 1994.

OHTA, A.; M. SHIMADA; T. HATTORI; T. HIGUICHI; M. TAKAHASHI: «Production of Secundary Metabolites Incluiding a New Metabolite p-Methoxyphenylpropanol by the Brown-Rot Fungus *Lentinus lepideus*», *Mokuzai Gakkaishi* vol. 36, no. 3, 1990, pp. 225-231.

ROIG, M. J. T.: *Árboles maderables cubanos*, Boletín no. 60, Centro Nacional de Experimentación y Extensión Agrícola, La Habana.

ROSETE B., SONIA: *Usos de especies forestales de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes*, Ed. Academia, La Habana, 1993.

VOIPIO. R. & T. LAAKSO: «Chemical Composition of the Above Ground Biomass of Small-Sized Trees», *Folia Forestalia* 789, Helsinki, 1992.

WENZL, H. F. J.: *The Chemical Technology of Wood*, Academic Press Inc, New York, 1970.