

ESPECIES USADAS COMO COMBURENTE EN LA COMUNIDAD DE VILLANUEVA, ESTADO LARA-VENEZUELA

Adriana Padilla, Judith Petit, Delfina Padilla, Lucy Quintero
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales,
vía Chorros de Milla, Mérida-Venezuela

RESUMEN

Se presenta un análisis sobre el poder calorífico y la composición química de 11 especies utilizadas como leña en la población de Villanueva, Estado Lara, Venezuela. El material vegetal fue suministrado por el Centro para la Gestión Tecnológica Popular (CETEP) y fue procesado en el Laboratorio de Bioenergía de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes.

La proporción de los principales componentes químicos se determinó siguiendo el método de análisis publicado por la Universidad Industrial de Santander (Rodríguez 1978), que utiliza los procesos TAPPI T 204 om-88 para la preparación de madera libre de extractivos, Jaime -Wise para la determinación de holocelulosa, Klason para lignina, K. Seifert para la cuantificación de celulosa y ASTM D-1107 para la solubilidad en alcohol-benceno. Para el análisis de potencial calórico se usó una bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 1341.

Se realizó, además, un ensayo de determinación taxonómica de las especies por sus características anatómicas.

Las principales conclusiones de este trabajo reafirman que el poder calorífico de las especies estudiadas depende de la composición química de la madera y de su contenido de humedad; por otra parte, el conocimiento ancestral es un factor a tomar en cuenta por los investigadores, ya que las muestras estudiadas fueron recolectadas por campesinos de la localidad y reportaron valores de potencial calórico cercanos a los extremos superiores citados por la literatura, obteniéndose valores de poder calorífico superior entre 18.22 y 19.32 MJ/kg.

Palabras clave: poder calorífico, composición química, CETEP, bioenergía.

ABSTRACT

An analysis of the combustion power and chemical composition of eleven species used as firewood in the Villanueva Community, Lara State, Venezuela is presented. The material for this research was given by the Center for Popular Technology Management and was processed in the Bioenergy Laboratory of the Faculty of Forestry Science and Environment of the University of the Andes. Portions of the main components were determined following the method of analysis published in the Universidad de Santander, that uses the TAPPI T 204 om-88 processes for the preparation of extract-free wood; Jaime and Wise to determine the holocellulose, K.; Seifert to quantify cellulose; and ASTM D-1107 for the solubility in alcohol-benzene; and Klason for determining lignin. For analyzing power potential, an adiabatic calorimeter bomb PARR 1341 was used. Furthermore, anatomical characteristics and taxonomical identification of the species were determined. The results indicate that combustion power depends on the chemical composition and moisture content. On the other hand, ancestral knowledge is a factor to take into account by researchers on this area since these species are known by the people of this community as good firewood species, and the results of this study fit in the upper range of values reported by the literature, obtaining values of gross heat between 18.22 and 19.32 MJ/kg.

Key words: calorific power, chemical composition, CETEP, bioenergy.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela no existe una investigación fehaciente sobre el uso de la leña. El Laboratorio de Bioenergía, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, es pionero en el registro caracterizado de algunas especies usadas para leña en el Páramo Merideño. Así, se ha podido comprobar la utilidad práctica que los pobladores del páramo le han dado a la leña.

La divulgación de resultados ha influido para que la labor del mencionado laboratorio se diera a conocer, una de las consecuencias es la solicitud de colaboración del Centro para la Gestión Tecnológica Popular (CETEP), para la determinación del poder calórico, composición química de la madera y ubicación taxonómica de 11 especies usadas para leña

por los campesinos de Villanueva en el Edo. Lara. Al realizar dichas determinaciones, el Laboratorio de Bioenergía enriquece sus archivos y colabora con estudios que favorecen a las comunidades.

Durante el desarrollo del trabajo se planteó una serie de hipótesis como guía para verificar que la experiencia ancestral conduce al campesino de Villanueva a utilizar especies de alto potencial calórico. Se intentó corroborar, así mismo que las especies con mayor proporción de lignina y extractivos poseen mayor potencial energético, esperando mayor poder calorífico en especies que tengan menos cenizas.

Según estadísticas de la FAO, en Venezuela no se consume leña (FAO, 1993); sin embargo, el Servicio Forestal Venezolano ha llevado series históricas de producción de leña en los periodos 1970-1978 y 1986-1992, que, aunque no son cifras muy significativas, se tiene que para el año 1992 la producción fue de 23622 Kg en terrenos propios y baldíos y se estima que en esta última década el uso de leña ha aumentado considerablemente debido al incremento de los precios del combustible derivados del petróleo (Petit, 1996).

La localidad de donde procedieron las muestras para este estudio, tiene las siguientes características:

- Zona de vida según Holdrige (Bosque Húmedo Premontano bh-p)
- Precipitación media anual 1100 a 2200 mm.
- Temperatura media anual de 18 a 24 °C.
- Altura 800-1400 m.s.n.m.
- Humedad relativa entre 70 y 90%.
- Suelo de textura media (franco arcilloso arenoso y franco arcilloso).

Las 11 especies enviadas por CETEP para la caracterización termoquímica, corresponden a los siguientes nombres comunes: café, coralito, guamo blanco, guamo negro, guayabo, indio viejo, laurel baboso, naranjo dulce, negrito, rabo de paují y punta de lanza.

El poder calórico, es el calor desprendido por la combustión de una unidad de peso de un cuerpo. Se mide en calorías, Joule o unidades térmicas británicas (Wilches, 1987).

Hay que distinguir dos casos según se suponga toda el agua de combustión en forma líquida o de vapor, es decir, a) poder calorífico superior: referido al agua líquida que incluye el calor de condensación del vapor y b) poder calorífico inferior: relacionado al agua que ha consumido energía para llegar a la forma de vapor (Doat, 1977; Kollmann, 1959).

El poder calorífico inferior (PCI); se deduce a partir del poder calorífico superior (PCS), que es el que se cuantifica mediante el uso de la bomba calorimétrica adiabática, éste puede calcularse mediante la siguiente fórmula, que expresa el resultado en Kcal/Kg (al multiplicar el resultado por 0.004 se obtiene el resultado en MJ/Kg):

El potencial calórico se ve afectado por diversos factores entre los cuales se pueden mencionar la humedad, la proporción de cenizas y la composición química (Tillman, 1981).

En general, la madera está compuesta de 20-40% de lignina, 30-50% de celulosa, 9-28% de pentosanas, 0-12% de mananas y galactanas, 0.2-20% de extractivos (gomas, resinas, ceras, grasas y aceites).

Las maderas ricas en extractivos y lignina tienen mayor potencial calórico. Se ha observado también que las latifoliadas tropicales presentan un poder calórico superior del orden de 4770 Kcal/Kg en tanto que las latifoliadas de zonas templadas están en el orden de 4600 Kcal/Kg (Doat, 1977).

La densidad: no tiene una influencia directa con el poder calórico, (cantidad de calor desprendida por unidad de peso de combustible), sin embargo, al considerar el volumen, observamos que la madera más densa, presenta mayor cantidad de elementos que participan activamente en la combustión, proporcionando mayor cantidad de calor para un volumen similar. Además, al comparar dos especies de igual volumen pero con diferentes densidades, se puede decir que las maderas más pesadas y densas son mejores combustibles porque arden más tiempo ya que, en contraste con maderas menos densas y más porosas, la menor cantidad de oxígeno en la pieza retarda la combustión (Kodja, 1970; Ullmann's, 1986).

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Preparación de las muestras.

Astillado: se procedió al astillado con machete con la finalidad de obtener partículas aptas para ser introducidas en el molino.

Molienda: se usó un molino marca Thomas Wiley, Laboratory Mill.

Tamizado: se usó un tamizador manual modelo ASTM Standard, test sieve.

2. Determinación del poder calorífico según manual PARR 1341. La muestra consiste de una pastilla formada de aserrín tamizado entre mallas 60/80.

3. Determinación de la composición química según métodos de análisis empleados en la Universidad Industrial de Santander (Rodríguez, 1978).

3.1 Holocelulosa (Jayme-Wise)

3.2 Celulosa (K. Seifert)

Lignina (Klason)

Extractivos alcohol-benceno

3.5 Cenizas

3.6 Factor de sequedad (fs = índice de humedad)

4. Ubicación taxonómica.

Ésta se hizo en el Laboratorio de anatomía de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.

5. Análisis de resultados.

Las conclusiones se formularon a través de un análisis de varianza que proporcionó información de diferencias significativas o no entre las especies. Se usó, adicionalmente, el análisis de regresión-correlación para establecer la posible influencia entre la proporción de componentes químicos y el potencial calórico. Se usó el STAT-GRAPHICS como procesador estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ubicación taxonómica de las 11 especies estudiadas no fue óptima debido a que no se recolectó material con muestras botánicas representativas. La identificación a través de la estructura de la madera no fue muy efectiva por tratarse de muestras provenientes de individuos muy jóvenes o de ramas y en otros casos, las muestras recolectadas estaban atacadas por microorganismos patógenos. Sólo en algunas muestras se pudo determinar la familia o el género, mas no la especie. Se ubicó el café dentro de la familia Rubiaceae, guamo blanco y guamo negro dentro de las Mimosaceae pertenecientes al género *Inga* y el naranjo dulce en la familia Lauraceae, género *Ocotea*.

El Cuadro 1. muestra los resultados, en promedio de la composición química de las 11 especies estudiadas, observándose valores acorde con los reportados en la literatura. El poder calorífico superior, el poder calorífico inferior y el factor de sequedad (peso seco de la muestra/ peso húmedo de la muestra) de las especies se presentan en el Cuadro 2.

Un análisis de varianza con un solo criterio de clasificación y una prueba de medias conforman el

procedimiento estadístico en este estudio, para inferir acerca de la similitud o diferencia entre las composiciones químicas de las diferentes especies (Cuadro 3).

Para determinar la influencia que tienen los diversos factores (variables independientes) sobre el poder calorífico inferior (variable dependiente), se usó un análisis de regresión lineal, éste no se ajustó para la holocelulosa, celulosa y lignina (Cuadro 4). En cambio, el modelo se adaptó significativamente para humedad, extractivos y cenizas. Los modelos corresponden a la ecuación INCRUSTAR Equation.2 donde INCRUSTAR Equation.2: intercepto, INCRUSTAR Equation.2: pendiente y INCRUSTAR Equation. 2: error experimental. Este modelo se estima a partir de la ecuación INCRUSTAR Equation. 2 y la hipótesis a probar es INCRUSTAR Equation. 2, contra la alternativa INCRUSTAR Equation.2 (ya que si la pendiente es nula no hay regresión).

Cuadro 1. Composición química (%)

Muestra	holocelulosa	celulosa	lignina	extractivos a-b*	cenizas
café	76,95	39,32	21,89	3,43	0,96
coralito	78,45	43,66	23,99	2,11	2,06
guamo blanco	79,64	49,51	30,98	0,82	0,75
guamo negro	78,19	47,63	29,32	3,29	1,42
guayabo	78,37	38,08	28,06	1,92	2,28
indio viejo	82,19	47,50	20,45	4,53	0,55
laurel baboso	76,44	37,78	31,40	2,82	1,56
naranjo dulce	80,55	37,21	33,46	2,58	3,24
negrito	86,54	50,88	26,70	2,12	1,67
punta de lanza	75,49	46,25	34,58	2,10	2,57
rabo de paují	82,71	44,71	29,67	1,58	2,21

* a-b significa alcohol-benceno

Cuadro 2. Poder calorífico superior (PCS), poder calorífico inferior (PCI) y factor de sequedad (fs)

Muestra	PCS (MJ/Kg)	PCI (MJ/Kg)	fs
café	18,92	15,59	0,8870
coralito	18,22	14,68	0,8681
guamo blanco	18,96	15,15	0,8564
guamo negro	18,74	15,38	0,8845
guayabo	18,24	14,58	0,8605
indio viejo	19,11	15,89	0,8949
laurel baboso	19,01	15,76	0,8922
naranjo dulce	18,73	14,76	0,8440
negrito	18,74	15,25	0,8758
punta de lanza	19,32	15,14	0,8356
rabo de paují	18,94	15,37	0,8716

Cuadro 3. Valores de F y número de grupos homogéneos para la proporción de cada componente químico de las especie.

Componente	holocel.	celulosa	lignina	extractivos a-b	cenizas
F calculada	110,575	294,529	637,094	120,918	562,945
Grupos homogéneos	7	7	8	6	7

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión del poder calorífico inferior (PCI) contra factor de sequedad (fspcs), proporción de extractivos en alcohol-benceno (%a-b) y proporción de cenizas (%c); probabilidad de cometer un error al rechazar H₀ (p) y el coeficiente de determinación.

Variable independiente	Modelo de regresión	p	r ²
fspcs	PCI =333,2+3993,4 (fspcs)	0,01184	52,35%
%a-b	PCI =3652,2+62,7(%a-b)	0,05678	34,65%
%c	PCI=3963,0-88,6 (%c)	0,02255	45,62%

CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye con la importante labor de la divulgación de información, relacionada a la equivocada creencia de que, por ser Venezuela, un país con abundantes recursos fósiles, no existe crisis energética.

La determinación del potencial colórico de las 11 especies ha sido un aporte desinteresado para el desarrollo de la comunidad de Villanueva del Edo. Lara, por solicitud de CETEP (Centro para la Gestión Tecnológica Popular).

Podría pensarse que si las especies son representativas de lo que el campesino de Villanueva considera bueno para leña, la composición química de éstas arrojaría valores sin diferencia significativa puesto que el calor de combustión depende, en parte, de dicha composición. La composición química mostró diferencia para algunas especies (Cuadro 3). Existen algunas razones que podrían explicar la anterior aseveración, una de ellas puede ser el apreciable ataque fitopatológico presente en algunas muestras. Otra posible razón es que ante la clandestinidad del uso de especies forestales para leña, ante las políticas prohibitivas, el campesino se ve obligado a usar lo que tiene al alcance de sus manos, haciendo mengua de la calidad. Se podría conjeturar también, que

debido a la inexistencia de políticas de apoyo para la implementación de plantaciones energéticas, las especies con mayor potencial energético son las primeras en escasear.

El análisis de regresión y correlación (Cuadro 4) parece reafirmar la teoría de que el poder calorífico depende entre otros de la composición química de la madera y del contenido de humedad. Ya que a medida que la proporción de extractivos y el factor de sequedad aumentan los valores de calor de combustión tienden a incrementan mientras que a mayor proporción de cenizas sucede lo contrario

La experiencia ancestral es un factor importante a tomar en cuenta, por los investigadores, cuando el deseo es realizar verdaderos aportes a las comunidades. Afirmamos esto debido a que las muestras recolectadas por los campesinos de Villanueva reportaron valores de potencial calórico cercanos a los del extremo superior citados en la literatura (Doat (1977), reporta valores de PCS entre 4310-5170 cal/g).

La ubicación taxonómica de las especies, a través de la anatomía de la madera, no resultó exitosa debido a que las muestras enviadas por CETEP, no poseían un tejido xilemático apto para un análisis de laboratorio fehaciente. Provenían de individuos muy jóvenes o tal vez de ramas, además, fueron colocadas

en bolsas plásticas para transportarlas desde Lara hasta Mérida, favoreciendo en ellas el ataque por agentes patógenos.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su gratitud Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico por el apoyo financiero para el desarrollo de este trabajo. De igual forma agradecemos a la Ing. Enid Marcano por su apoyo técnico en los ensayos de laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOAT, J. 1977. Le pouvoir calorifique des bois tropicaux. Bois et forets des tropiques. 172:33-55.
- FAO, 1993. Forestry. Statistics today for tomorrow. Roma
- KODJA, B. 1970. Problemes de thermodynamique et de gazodynamique. Masson et cie. Paris, France. 262 p.
- KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Instituto de investigaciones y experiencias al servicio de la madera. Tomo I. Madrid, España. 676 p.
- PETIT, J. 1996. Productos Forestales no maderables de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA). Mérida, Venezuela. 102 p.
- RODRÍGUEZ, L. 1978. Métodos de análisis empleados en la industria papelera. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 155 p.
- TILLMAN, D. 1981. Review of mechanisms associated with wood science. vol 13, 4:177-184.
- ULLMANN'S. 1986. Enciclopedia of industrial chemistry. vol. a.6. ceramics to chlorohydrins. Editorial publisher. New york. 576 p.
- WILCHES, M. 1987. Bioingeniería. Tomo 1. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 334 p.