

CONTRIBUCION A LA TECNOLOGIA FORESTAL INDIGENA DEL URUGUAY

ESTIMACION CALORIMETRICA DE ALGUNAS LEÑAS DE ESPECIES ESPONTANEAS

Ing. Agr. GONZALO DE SALTERAIN HERRERA

Profesor Agregado de Mecánica y Maquinaria Agrícola

En lo que desde ya se ha clasificado con verdadera felicidad de criterio científico y abundancia de conocimientos prácticos, como Selva Nacional y Bosque Privado (Temas Forestales. Miguel Quinteros, Montevideo, 1934), cabe, como complemento de nuestras especies espontáneas silvícolas (monte de superficie), a fin de aumentar y completar en lo posible las consecuencias y producción de la asociación boscosa, la implantación de especies extranjeras aclimatadas, de más rápido crecimiento, mayor porte, cultivo fácil y más redituables. (montes de altura), cuyas características son conocidas ya por los especialistas.

No obstante, dentro de los límites de la silvicultura particular, es oportuno razonar desde ahora, sobre el aprovechamiento de especies indígenas, carentes de importancia para la formación de núcleos para la futura selva nacional.

Aceptando este criterio, frente a aspectos puramente silvícola-económicos, ya que el objeto primordial buscado por la silvicultura particular es la rentabilidad de los árboles maderables, quedanos por averiguar, como señalamos, el aprovechamiento de nuestras especies en pie de predios particulares, de crecimiento lento y reducido porte, ya por castigos en que se ha realizado su crecimiento, ya por características específicas, en general, sin las condiciones de maderas de valores económico industriales comparables a las extranjeras cultivadas. Se induce entonces, como aprovechamiento de estos núcleos espontáneos destinados a ser sustituidos, la solución ya adelantada por nuestra economía agraria

práctica, es decir, la de transformación en combustibles: leña o carbón. Estos, además de los usos corrientes, pueden ser destinados, ante la perfección que van tomando en estos últimos tiempos los gasógenos fijos y aplicables directamente a motores de tracción y carga, a ser gasificados en su medio de producción.

Como punto inicial para el conocimiento de nuestras leñas y carbones, hemos considerado primordial el de su poder calorífico. Sobre esta base recién pondrán hacerse referencias posteriores de cualquier orden de aplicación.

Frecuentemente oímos en campaña asignar preferencias a tal o cual leña o a tal o cual carbón vegetal, premisas cuyos fundamentos no alcanzamos, pues bien se conoce que tales cualidades ventajosas deben responder a una serie de factores, como: poder calorífico, peso específico, rendimiento, contenido en agua y otros elementos de orden económico.

Señalar el punto inicial referenciado es el objeto del presente estudio. Una vez conocido este término, podrá cada leña ser estudiada relacionando los demás factores enunciados y quizá puedan confirmarse algunos términos ya sancionados por la práctica sobre calidades, rendimiento, etc. De manera será posible conocer, en presencia de los gastos de manipulación, diferencias de transporte, pérdidas de peso, etc., el valor por caloría unitaria en el establecimiento, los poderes evaporantes, etc., gastos, que con el inicial adelantado acá, creemos de múltiples aplicaciones en diversas ramas.

MUESTRAS.

Estas han sido obtenidas y clasificadas en su mayoría por el profesor de Silvicultura de la Facultad, ingeniero agrónomo Miguel Quinteros. Se trata de tallos y ramas que varían entre 8 y 12 centímetros de diámetro, secados al medio ambiente natural, que han sido aserrados y transformados en aserrín para el objeto, previa eliminación de la corteza a efecto de unificarlas, ya que ella ocupa una cantidad relativa, ínfima del volumen total del tallo, con lo que se logró hacer intervenir solamente a la madera de las especies estudiadas, lográndose con ello hacer comparables las de corteza vasta, Sombra de toro p. ejem., con las que la poseen ligera, Blanquillo. Las que incluían duramen, más denso y rico en principios tánnicos que la madera nueva, se aserraron ambas partes y se mezclaron para obtener muestras de composición media representativas de los tallos ensayados.

Dichos ensayos se ejecutaron con las siguientes especies:

1) *Celtis tala* (Gil). n. v. Tala; 2) *Ruprechtia salicifolia* (Mey) n. v. Biraró negro; 3) *Myrsine Lorentziana* (Metz). n. v. Canelón blanco; 4) *Myrtus lanceolata* (Berg). n. v. Arrayán; 5) *Lithraea molleoides* (Vell). n. v. Aruera; 6) *Jodina rhombifolia* (Hook et Arn), n. v. Sombra de toro; 7) *Salix Humboldtiana* (Wild). n. v. Sauce criollo; 8) *Lucuma Sellowiana* (D. C.). n. v. Matajojo; 9) *Schinus dependens* (D. C.). n. v. Molle; 10) *Myrtus apiculata* (Berg). n. v. Guayabo; 11) *Sebastiana Klotziana* (Muell Arg.). n. v. Blanquillo; 12) *Acacia farnesiana* (Wild). n. v. Espinillo; 13) *Ocotea suaveolens* (Benth.) n. v. Laurel amarillo; 14) *Smidelia edulis*, n. v. Chalchal; 15) *Myrsine laetevirens* (Metz) n. v. Canelón ceniza o cascarudo; 16) *Zanthoxylon hyemale*. n. v. Cuantrillo y 17) *Myrsine ferruginea* (Spreng). n. v. Canelón colorado.

A simple título comparativo se agregó a las diez y siete muestras mencionadas una leña de especie importada típica, una *Cónifera* del Género *Cupressus* n. v. Ciprés, que no se determinó la especie.

HUMEDAD HIGROSCOPICA Y ACCIDENTAL.

La conocida característica que poseen las maderas de absorber fácilmente la humedad ambiente, nos ha puesto en guardia al proceder a este ensayo, ya que como cuerpo orgánico cuenta con otro camino para tal absorción, a más del de capilaridad, corriente en los inorgánicos higroscópicos.

La higroscopicidad de la madera se comete por dos vías: por ósmosis, provocando la humedad intracelular y por capilaridad, la intercelular. El primer valor, la absorción por ósmosis, es variable, o mejor, capaz de ser reducido casi hasta su desaparición, por sennilización natural o industrial, originando la reducción o pérdida de la facultad osmótica de las paredes de las células (maderas viejas, estacionadas, sin "movimientos"). El segundo valor, la absorción por capilaridad, es casi constante; se le puede reducir, para la aplicación industrial, por aislamiento del medio ambiente mediante agentes extraños (barnices, pinturas etc.)

Dedúcese de lo dicho lo variable del contenido de agua en las maderas y lo extenso de un proceso que proporcione materiales a sequedad absoluta. En consecuencia se ha adoptado un proce-

dimiento riguroso, igualitario para todas las muestras, que no obstante las consideraciones antedichas, por pruebas posteriores, nos induce a suponer que a los efectos perseguidos, las precauciones tenidas en cuenta, lo hacen apropiado para el caso.

Al efecto se inició este ensayo de las 18 muestras, en forma de aserrín obtenido en las condiciones antedichas. Se pesaron dos gramos de cada muestra, entre vidrios de reloj, tarados de antemano, sometiéndolos luego a estufa durante hora y media, a 105 grados centígrados. Extraídas luego de la estufa y abandonadas dentro de un secador hasta estar a la temperatura ambiente, se procedió a la segunda pesada.

El resumen de los resultados obtenidos, va a continuación:

Humedad en las leñas

Ciprés	11.45 %	Chalchal	10.28 %
Canelón blanco	11.16 "	Molle	11.71 "
Guayabo	10.6 "	Arrayan	11.3 "
Canelón ceniza	11.8 "	Biraró	10.7 "
Canelón colorado ...	10.53 "	Sombra de toro	10.7 "
Cuantrillo	9.71 "	Espinillo	12.9 "
Laurel	10.7 "	Blanquillo	11.44 "
Aruera	9.6 "	Mataojo	11.6 "
Sauce	12.24 "	Galá	12.02 "

Como se ve el agua ha oscilado entre los extremos 12.9 % en el Espinillo y 9.6 % en la Aruera, obteniéndose un promedio entre las 18 especies de 11.13 %.

Habiéndose procedido para los ensayos calorimétricos con combustibles a sequedad, al hacerse referencia a los comerciales, hay que tener en cuenta, al calcular las calorías disponibles: 1.º que de su peso hay que descontar el correspondiente al de su agua higroscópica y accidental; y, 2.º que del rendimiento del combustible hay que restar también las calorías necesarias para la evaporación del agua referida, la que se realiza simultáneamente con la combustión, con la consiguiente absorción de calor que no es devuelto por que escapa con el vapor por la chimenea. (No es éste el único valor negativo por concepto de pérdidas de

calor debido a la vaporización de agua del combustible, pero para hacer metódica la exposición de la presente contribución, otro, el debido al agua, de combustión, se comentará oportunamente).

Ahora bien, conocido este tenor de agua, **adoptando 600 calorías**, redondeando números, como calor de vaporización del agua, que es el término corriente empleado, se obtienen para las 17 muestras de especies espontáneas las cifras que siguen, para vaporizar su humedad higroscópica y accidental del momento de los ensayos:

Calorías para vaporizar agua higroscópica y accidental

Tala	72 cals.	Guayabo	63 cals.
Biraró	64 "	Blanquillo	68 "
Canelón blanco	67 "	Espinillo	77 "
Arrayan	68 "	Laurel	64 "
Aruera	58 "	Chalchal	61 "
Sombra de Toro	64 "	Canelon ceniza	71 "
Sauce	73 "	Cuantrillo	58 "
Mataojo	69 "	Canelón colorado	63 "
Molle	70 "		

AGUA DE COMBUSTION.

También hay que tenerla en cuenta para la subtracción consiguiente de calorías necesarias para su evaporación. Su comentario corresponde al parágrafo Calorías brutas.

El contenido del agua de combustión se obtiene del siguiente modo: efectuada la combustión en la bomba calorimétrica, se coloca esta a temperatura constante, entre 105 y 110 grados centígrados, haciéndosele pasar por su interior una corriente de aire seco, que atraviesa, después de haber pasado por la bomba, un tubo de cloruro de calcio pesado de antemano, el que vuelto a pesar después de la experiencia, dará por diferencia, el peso de agua recogida por el cloruro, que no es otra que la que se produjo en el interior de la bomba en el momento de la combustión. Empleando el número referido más arriba de 600 calorías por gramo de agua, obtenemos las calorías necesarias para vaporizar el agua de combustión.

Para el caso presente, se realizaron dos experiencias dobles, tomándose para ello las maderas de tala y canelón colorado,

que son las que resultaron con el máximo y mínimo de calorías brutas, según se verá más adelante. Para dichas maderas en particular se tomaron los resultados promedios de las dobles experiencias respectivas, como es costumbre, las que arrojaron para el tala 0.5340 y para el canelón colorado 0.5196 por gramo de combustible seco; para las demás muestras, se utilizó la cifra promedia entre ambas es decir 0.5270. En consecuencia $0.5340 \times 600 = 320$ calorías, para el tala; $0.5196 \times 600 = 311$, para el canelón; y $0.5270 \times 600 = 316$ calorías para las demás maderas.

BRIQUETAS.

La obtención de un peso exacto de aserrín para proceder al ensayo calorimétrico, ante su condición de cuerpo de gran higroscopicidad ya comentada, nos coloca frente a dos caminos a seguir: a) se seca el aserrín, se toma de él un peso justo y se coloca en el crisol de la bomba. (Se puede ahorrar trasvasamientos y con ello oportunidades de errores, pesando y secando directamente en el crisol de la bomba; inconveniente la imposibilidad de poseer abundancia de crisoles de platino al efecto). b) transformándolo en briquetas, comprimidos a fuerte presión como para el caso de las hullas; se secan las briquetas después de confeccionadas, se pesan y van a la bomba.

Desde ya se advierte que el segundo procedimiento trae consigo la condición de reducir visiblemente la superficie de exposición exterior, acentuada en la forma pulverulenta de aserrín, lo que si bien es una condición para evitar la incorporación de agua del medio ambiente, puede ser inconveniente para proceder a una adecuada desecación.

Inducidos por el Profesor Fernández procedimos a comprobar experimentalmente las resultancias del método, antes de adoptarlo.

Muestras de aserrín, previamente desecadas por una hora y media a 105° fueron pesadas y luego abandonadas al medio ambiente del laboratorio, durante 24 horas, a 18° de temperatura media, con una humedad relativa promedial de 82.5 %. Según los resultados obtenidos se comprobó que el aserrín adquirió 15.22 % de agua.

Ante este resultado, y en atención a que el manipuleo de la briketa es de todos modos más práctico y menos aventurado que con el aserrín, pero en la duda de que por la compresión de

sus partículas se resistiera a perder su humedad higroscópica y accidental en el tiempo corriente para su desecación, se confeccionaron muestras, en las que por diferencias de pesadas, se constató una pérdida promedia de agua de 10.68 mediante la desecación corriente. Se comprueba con ello, por consiguiente, un promedio muy cercano al hallado para las muestras en análisis particular de agua higroscópica y accidental, lo que señala al procedimiento como aceptable. Ahora bien, aceptando que el método de desecación es bueno, ¿no sería arriesgada la pesada de la briqueta de aserrín desecado, previa al ensayo calorimétrico, mediando el tiempo a emplearse, ante su condición de higroscopicidad? A probar tal asunto se procedió con nuevas observaciones sobre briquetas desecadas de antemano, exponiéndolas al ambiente durante distintos tiempos. Ahorrando detalles, se comprobó lo siguiente: que con exposición de una hora se notó una absorción de humedad promedia de 0.027. Este resultado, en apariencia no es despreciable puesto que se trata de cifras referidas al diezmiligramo; pero, reduciendo a 20 minutos el tiempo de exposición, se comprobó, siempre según promedios, una absorción de 0.0048. Aceptando que el tiempo de exposición al ambiente necesario es de un minuto a lo más, podemos reducir hasta un valor absolutamente despreciable la absorción de agua de la briqueta desecada de aserrín, durante el tiempo de extraerlo de la estufa y colocarlo para su enfriamiento en un secador, extraerla nuevamente para pesarla y volverla a otro secador, más el tiempo requerido para luego asegurarla a los terminales de la bomba y cerrarla. (En los casos en que los ensayos se encaminen al solo logro de las calorías brutas, sin el posterior análisis de agua de combustión, el segundo secador puede ser eliminado, así como la manipulación de la briqueta en la bomba no requiere mayor celeridad). No ha de sobrar, además, agregar que la balanza debe reunir las precauciones adoptadas para pesadas semejantes.

En virtud de lo expuesto se adoptó el procedimiento siguiente: se procedió a la confección de la briqueta, aproximadamente de un gramo de peso, previa tara del alambre de hierro incluido en su seno, a efectos posteriores; se llevo la briqueta a la estufa durante una hora y media a 105° de donde se retiró para colocarla en el secador N.º 1; luego se taró el crisol y a su peso se agregó el del alambre referido, inmediatamente, una vez fría, se colocó la briqueta en dicho crisol; por diferencia entre el peso actual y la suma referida se obtuvo el peso de la briqueta seca, que esperó el ensayo en el secador N.º 2. Tal procedimiento, con la excrepulosidad del caso fué el seguido en cada ensayo y

repetido por dos veces para cada variedad estudiada, a fin de obtener resultados promedios.

Si los resultados de los ensayos de cada variedad, acusaran una diferencia de más de 50 calorías, es costumbre darlos por desechados, y proceder a nuevos análisis igualmente duplicados.

Es este el temperamento adoptado y al que se ajustó el autor.

CALORIAS BRUTAS Y NETAS. - Poder calorífico superior e inferior.

La expresión total del número de calorías desarrolladas por la combustión en la bomba, si bien expone un valor fiel del experimento realizado, no aporta para la práctica una expresión concluyente. El oxígeno a presión en el que ha de arder el combustible ensayado, así como el que contiene el aire para el caso de una combustión corriente, combinándose con el hidrógeno contenido en el combustible lo hace arder con la consiguiente producción de agua, que se evapora mediante absorción de calor del total de la combustión. Este calor, es devuelto por condensación en el caso experimental aludido, de la bomba, pero no ocurre así en los casos prácticos corrientes, en que escapa vaporizada por la chimenea conjuntamente con los gases de la combustión, aire caliente, etc.

Por lo apuntado, y refiriéndonos a los combustibles que producen agua al arder, naturalmente, basta hacer visible que en general es más práctico el conocimiento del poder calorífico suponiendo al agua en estado de vapor (poder calorífico inferior, Alemania, Austria), que al estado líquido, (poder c. superior, Francia).

Despréndense también de aquello, dos oportunidades para el conocimiento del agua de combustión: 1.º Método indirecto: análisis elemental, cuantitativo, para conocer el contenido de H, y 2.º Método directo: recolección del agua producida en la combustión experimental.

El segundo procedimiento arroja resultados más encuadrados en los fines prácticos perseguidos y en los corrientes, y es el aconsejado por los autores para el caso. Es más sencillo y forma cuerpo, podríamos decir, con el total de la experiencia realizada.

El Instituto de Máquinas de la Facultad de Matemáticas y Ramas Anexas a cuyas normas hemos tratado de ajustar nuestros procedimientos, adopta en la generalidad de los ensayos corrientes el segundo procedimiento, directo, con lo que proporciona los poderes caloríficos citados más arriba, y, determina como calorías brutas a la totalidad de calorías desarrolladas al arder la unidad del combustible ensayado, y como calorías netas, a aquél valor, menos las calorías insumidas por vaporización del agua de combustión.

METODO SEGUIDO.

Mediante la bomba calorimétrica Berthelot - Mahler, cuya descripción omitimos, pues se trata de un aparato descripto al detalle en los textos, se determinaron los valores buscados aplicando la formula general:

$$Cb = \frac{(T_m - T_a + C) (A + a) - \text{al } 1600}{p}$$

cuyos símbolos representan:

Cb poder calorífico superior (calorías brutas), de la leña seca ensayada, expresada en calorías por kilogramo.

Tm temperatura máxima, posterior a la inflamación (del período M de la planilla).

Ta temperatura previa al instante de la inflamación (inicio del período M).

(A la diferencia de estos últimos términos $T_m - T_a$ es a lo que en las planillas se llama temperatura observada)

C corrección debida a la pérdida de calor por irradiación, en el transcurso del período M, o sea desde el momento de la inflamación hasta el máximo de temperatura. Esta corrección cuyo logro se emplea la fórmula del doctor Langbein: $C = N'p \times m + \frac{(N'p - V'a)}{2}$ se obtiene teniendo en cuenta las variaciones termométricas observadas previamente al encendido (V'), y posteriores al máximo de temperatura (N'). De dichas variaciones V' y N' se deduce la variación media por minuto, respectivamente, y resulta $V'a$ como del período anterior al encendido y $N'p$ como del período posterior, valores ambos anotados

al final de las columnas respectivas. Según la fórmula $N'p$ ha de multiplicarse por m , es decir, por el número de minuto transcurridos entre el encendido y el máximo de temperatura y sumársele algebraicamente la mitad de la diferencia entre las variaciones medias referidas $N'p$ y $V'a$, o sea, $\pm \frac{(N'p - V'a)}{2}$ según el signo que le corresponda, efectuada la operación.

Este término C es el que figura planteado al principio de los cálculos en las planillas.

- A peso del agua contenida en el calorímetro, en gramos. Se obtiene directamente por diferencias de pesadas del vaso del calorímetro tarado más el contenido de 2100 gramos de agua.
- a equivalente (masa) en agua del aparato, en gramos. Este valor, temporariamente constante, ha sido determinado por el Instituto experimentalmente en 350 gramos. Se obtiene ensayando una substancia de poder calorífico conocido: ácido benzoico, salicílico, naftalina, sacarosa, etc.

(En las planillas, estos dos últimos términos, A y a , figuran ya sumados como 2450 gramos).

- al peso del alambre de hierro quemado en la briqueta.
- 1600 potencia calorífica del hierro.
- p peso del combustible quemado.

Siguiendo las normas adoptadas para el caso se realizaron dos pruebas para cada muestra, adoptándose el promedio de los resultados en los casos en que la diferencia entre ambos ensayos no excediera de 50 calorías. En los casos en que dicha diferencia resultó mayor, se han repetido dos nuevas pruebas que llenaran esa condición y se extrajo entonces el promedio.

A fin de facilitar la comprensión en la aplicación de las fórmulas y cálculos, se adjunta una planilla de las que integran los originales de este trabajo.

Ensayo N.º XXVII Muestra N.º 5 Especie: CANELON COLORADO

PRELIMINAR			PRINCIPAL		COMPLEMENTARIO		
T	V	V'	T	M	T	N	N'
0	16.050	0.002	10	16.076	13	17.884	0.001
1	16.052	0.003	11		14	17.883	0.002
2	16.055	0.003	12	17.880	15	17.881	0.002
3	16.058	0.002	13	17.884	16	17.879	0.002
4	16.060	0.002	14		17	17.877	0.002
5	16.062	0.003	15		18	17.875	0.002
6	16.065	0.003			19	17.873	0.002
7	16.068	0.003			20	17.871	0.002
8	16.071	0.002			21	17.869	0.002
9	16.073	0.003			22	17.867	0.003
10	16.076	V'a=0.0026		m = 3	23	17.864	N'p=0.0020

Agua 2450

Peso combustible 0.9202

Alambre 0.0096

$$C = 0.0020 \times 3 + \left(\frac{0.0020 - 0.0026}{2} \right) = 0.0057$$

		—	17.874		
			<u>16.076</u>	Ag. de comb	0.5196
TEMPERATURA	{	Observ.	1.808		
			+		
		C =	<u>0.0057</u>		
		Correg.	<u>1.8137</u>		
		x 2450	=	4443.565	
Al. x 1600 = 15 36			—	15.36	
				<u>4428.205</u>	
4428.205 : 9202 = 4812.2				4812	Calorías brutas
Cal. ag. de comb. = 0.5196 x 600 = 311			—	<u>311</u>	
				4501	Calorías netas

Los resultados emanados de los antecedentes referidos, se adjuntan a continuación, y se les coloca luego en forma comparativa en orden creciente, lo que los hace más claros.

Ensayo N.º	Madera	Resultado	Diferencia	Promedio
I	Tala	4327 c.		
II	id.	4241 "	+ de 50	repetir
XXXVII	id.	4310 "		
XXXVIII	id.	4294 "	16 c.	4302 c.
III	Mataojo	4621 "		
IV	id.	4586 "	35 "	4603 "
V	Blanquillo	4638 "		
VI	id.	4649 "	11 "	4643 "
VII	Espinillo	4646 "		
VIII	id.	4654 "	8 "	4650 "
IX	Sombra de toro	4562 "		
X	id.	4590 "	28 "	4576 "
XI	Viraro negro	4436 "		
XII	id.	4472 "	36 "	4454 "
XIII	Arrayán	4482 "		
XIV	id.	4531 "	49 "	4506 "
XV	Molle	4654 "		
XVI	id.	4612 "	42 "	4633 "
XVII	Chalchal	4672 "		
XVIII	id.	4664 "	8 "	4668 "
XIX	Sauce	4588 "		
XX	id.	4643 "	+ de 50	repetir
XXXIX	id.	4595 "		
XXXX	id.	4563 "	32 c.	4579 c.
XXI	Aruera	4555 "		
XXII	id.	4528 "	27 "	4541 "
XXIII	Laurel	4658 "		
XXIV	id.	4647 "	11 "	4652 "
XXV	Cuantrillo	4765 "		
XXVI	id.	4761 "	4 "	4763 "
XXVII	Canelón colorado	4812 "		
XXVIII	id.	4827 "	15 "	4819 "
XXXIX	Canelón cascarudo	4725 "		
XXX	id.	4711 "	14 "	4718 "
XXXI	Guayabo	4639 "		
XXXII	id.	4637 "	2 "	4638 "
XXXIII	Canelón blanco	4515 "		
XXXIV	id.	4495 "	20 "	4505 "
XXXV	Cipres	4943 "		
XXXVI	id.	4931 "	12 "	4957 "

Calorías brutas de las leñas

Tala	4302 cal. brut.	Guayabo	4638 cal. brut.
Biraró negro	4454 " "	Blanquillo	4643 " "
Canelón blanco ..	4505 " "	Espinillo	4650 " "
Arrayan	4506 " "	Laurel	4652 " "
Aruera	4541 " "	Chalchal	4668 " "
Sombra de toro .	4576 " "	Canelón ceniza ..	4718 " "
Sauce	4579 " "	Cuantrillo	4763 " "
Mataojo	4603 " "	Canelón colorado .	4819 " "
Molle	4633 " "	Ciprés	4937 " "

Obtenidas las calorías brutas como se acaba de ver, por substracción de las invertidas en vaporizar el agua de combustión, (término obtenido según se expresa en el parágrafo correspondiente), se obtuvieron las calorías netas para cada especie llegándose a los resultados siguientes:

Calorías netas

Tala	3982 cal. netas	Guayabo	4322 cal. netas
Biraró	4138 " "	Blanquillo	4327 " "
Canelón blanco ..	4189 " "	Espinillo	4334 " "
Arrayan	4190 " "	Laurel	4336 " "
Aruera	4225 " "	Chalchal	4352 " "
Sombra de toro .	4260 " "	Canelón ceniza ..	4402 " "
Sauce	4263 " "	Cuantrillo	4447 " "
Mataojo	4287 " "	Canelón colorado .	4508 " "
Molle	4317 " "		

Con el propósito de aportar datos más prácticos, deducidos de todo lo expuesto se señalaron además de los referenciados:

- a) Poder calorífico superior (calorías brutas por unidad de combustible seco.
- b) Agua de combustión.
- a) Poder calorífico superior (calorías brutas por unidad de combustible seco.
- d) Poder calorífico inferior (Calorías brutas menos c.)
- e) Agua higroscópica y accidental, por unidad de leña.
- f) Calorías necesarias para vaporizar el agua higroscópica.
- g) Relación de combustible por unidad de leña.
- h) Calorías producidas por g.
- i) Calorías disponibles por unidad de leña ($h - f$).

Con los datos a que hace referencia la lista anterior se ha confeccionado la tabla que sigue. Representa el resumen de todo lo que antecede y se han dispuesto en tal forma para facilitar la comparación y ahorrar lecturas superfluas.

ESPECIES	Calorías brutas	Agua de combustión (promedio)	Cals. Pa. vap. agua de comb.	Calorías netas	Humedad % higroscópica	Combust. seco %	Cals. en el comb. seco	Cals. Pa. vap agua higroscópica accidental	Calorías disponibles
Tala	4302	0.5340	320	3982	12	88	3504	72	3432
Biraro negro	4454	0.5270	316	4138	10.7	89.3	3695	64	3631
Canelón blanco	4505	0.5270	316	4189	11.2	88.8	3719	67	3652
Arrayán	4506	0.5270	316	4190	11.3	88.7	3716	68	3648
Aruera	4541	0.5270	316	4225	9.6	90.4	3819	58	3761
Sombra de toro	4576	0.5270	316	4260	10.7	89.3	3804	64	3740
Sauce	4579	0.5270	316	4263	12.24	87.76	3741	73	3668
Mataojo	4603	0.5270	316	4287	11.6	88.4	3789	69	3720
Molle	4633	0.5270	316	4317	11.71	88.29	3801	70	3731
Guayabo	4638	0.5270	316	4322	10.6	89.4	3863	63	3800
Blanquillo	4643	0.5270	316	4327	11.44	88.56	3832	68	3764
Espinillo	4650	0.5270	316	4334	12.9	87.1	3775	77	3698
Laurel	4652	0.5270	316	4336	10.7	89.3	3872	64	3808
Chalchal	4668	0.5270	316	4352	10.3	89.7	3903	61	3842
Canelón ceniza	4718	0.5270	316	4402	11.8	88.2	3882	71	3811
Cuantrillo	4763	0.5270	316	4447	9.71	90.29	4015	58	3957
Canelón colorado ...	4819	0.5196	311	4508	10.53	89.47	4033	63	3970

Al terminar este trabajo he de señalar la conveniencia de realizar experiencias semejantes con los carbones vegetales, cuyas muestras, desde ya, poseemos. Creí en alguna oportunidad que ellas podrían ser uno de los temas de clases prácticas a realizarse en la Cátedra de Máquinas, y substituir así la hospitalidad que brindara a nuestro alumnado el distinguido ex-profesor, Jefe del Instituto de Máquinas de la Facultad de Matemáticas R. A., Ingeniero Abel Fernández, pero la notoria situación económica por que atravesamos nos priva del anhelo, por ahora, de solicitar la erogación que insumirá la instalación del instrumental necesario.
