

Leña como combustible doméstico en zonas rurales de Usme, Bogotá¹

Firewood as domestic fuel in rural zones from Usme, Bogota

Recibido:28-07-2011 Aceptado:08-11-2011

FABIO EMIRO SIERRA VARGAS²

FABIOLA MEJÍA B.,³

CARLOS A. GUERRERO F.⁴

Resumen

Se analizan las implicaciones ambientales del uso de la leña como combustible doméstico, tomando como caso de estudio la zona rural de Usme, Bogotá, Colombia, desde tres aspectos: socio-cultural, ecosistémico y tecnológico. Se identificaron los impactos que el uso de la leña para cocción genera sobre la salud, la economía y aspectos culturales que definen su uso en esta zona. También se identificaron y caracterizaron las especies leñosas más usadas para la cocción de alimentos.

Se concluye que la leña es un servicio del ecosistema y así es visto por los campesinos, esta es apreciada por el sabor de la comida pero se reconoce que genera problemas para la salud, principalmente por el uso de desechos de fórmica con MDF, junto con especies de la región, lo que plantea la necesidad de estudiar más a fondo los impactos que tiene su combustión.

Palabras clave: Usme, leña, cocinas rurales, eficiencia de estufas, impacto ambiental.

Abstract

This paper analyzes environmental implications of using wood as domestic fuel, using as study case the rural area of Usme, Bogotá, Colombia, from three aspects: socio-cultural, ecosystem issue and technological.

Through field work, conducted surveys and information collected by direct experimentation in some kitchens in the area, were identified the impacts that the use of firewood for cooking has on the health, the economy and the cultural issues that define their use in this area. Also were identified and characterized the woody species most used for cooking.

The paper concludes that wood is an ecosystem service and thus is seen by the peasants, who prized it by the taste of food but they recognized that it generates health problems, especially among women and children. Was identified that many families are buying wood, either because they have no time to collect it or because of the distances they must travel along their region. The most used woods are Eucalyptus, Pine and remnant of carpentry including Formic with MDF, a material that has not been reported in Colombia, it raises the need to study the impacts of its combustion.

Keywords: Usme, wood, rural stoves, stoves efficiency, environmental impact.

¹ Resultado del proyecto concluido *Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme*.

² Colombiano. PhD en Ingeniería Universidad Kassel - Alemania. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. fesierrav@unal.edu.co.

³ Colombiano. Msc. en Medio Ambiente y Desarrollo, Instituto de Estudios Ambientales IDEA-Universidad Nacional de Colombia. fmejiab@unal.edu.co

⁴ Colombiano. PhD en Ingeniería Química, Msc. Ingeniería ambiental, Ingeniero Químico, Ingeniero Mecánico, Profesor asociado del Departamento de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá caguerrero@unal.edu.co

Introducción

La leña es utilizada como combustible en las actividades domésticas de la zona rural de Usme, Bogotá – Colombia; obedece tanto a la forma tradicional de vida de sus pobladores, como a factores económicos y a falta de acceso a otras fuentes de energía. Esto la convierte en la fuente energética más accesible; adicionalmente genera implicaciones de tipo ambiental que es necesario estudiar.

La zona en consideración pertenece a los ecosistemas de bosque de niebla, estratégicos por su capacidad para almacenar el agua que capturan de la neblina y las nubes. En esta zona, según los estudios de Mulligan y Burke (2005), se calcula la deforestación acumulada entre el 73% y el 90%, siendo el crecimiento poblacional la mayor amenaza, por el incremento en la demanda de los servicios provistos por los ecosistemas (Dolors *et. al.*, 2007). Las especies leñosas en esta región pertenecen a vegetación de bosques de niebla y matorrales, como arboloco (*Polymnia ppyramidalis*), encenillo (*Weinmannia tomentosa*), acacia (*Acacia decurrens*), duraznillo (*Abatia parviflora*) que han sido desplazadas por eucalipto (*Eucalyptus globulus*), pino (*Pinus resinosa*), o se consideran en peligro de extinción, entre otras causas porque las técnicas utilizadas generan procesos de combustión ineficientes.

Un aspecto que tiene alta incidencia en la evaluación de impactos que genera este uso de la leña, es la falta de estudios de la leña como factor económico y de bienestar, más aún si se tiene en cuenta que la dependencia de los pobres de zonas rurales respecto a los servicios de los ecosistemas raras veces se mide, por lo tanto, generalmente es omitido en las estadísticas nacionales y en las evaluaciones de la pobreza, lo cual da lugar a estrategias inapropiadas que no considera el papel del medio ambiente en la reducción de la pobreza (De La Torre, 2007).

Zona de estudio: localidad de Usme

La historia de Usme se remonta a la época prehispánica en que la zona era considerada lugar sagrado y de culto, por sus fuentes de agua y sus lagunas. Los registros de los cronistas hacen suponer que los indígenas Sutagaos, que hacían parte de la cultura Muisca, habitaban esta región. “Use-me” es una expresión chibcha que significa “tu nido” (Sánchez, 1995 y Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

En la actualidad, Usme se configura como la quinta localidad de Bogotá (Unohabitat *et. al.* 2010) ubicada al sur de la ciudad, con una población estimada de 294.580 habitantes, de los cuales 6.500 aproximadamente están situados en la zona rural. Los estratos socioeconómicos predominantes son el 1 (41,75%) y el 2 (35,5%). La extensión territorial de Usme es de 21556 ha (13,2% área total del D.C.), de las cuales 9.492 corresponden a la zona rural. En la Tabla 1 se aprecian el área y la población por vereda, según los datos del estudio de Agored.

Tabla 1. Características de las veredas que conforman Usme.

Vereda	Área		Población	
	Ha.	%	Hab.	%
Agualinda Chiguaza	154,7	0,8	540	9,7
Arrayanes	2.026,9	11,1	250	4,5
Chisaca	2.846,9	15,6	175	3,1
Corinto Cerro Redondo	760,3	4,2	240	4,3
Curubital	3.162,4	17,3	235	4,2
El Destino	1.873,8	10,2	763	13,7
El Hato	622,4	3,4	185	3,3
El Uval	466,5	2,5	615	11,0
La Unión	2.433,4	13,3	225	4,0
Las Margaritas	1.372,7	7,5	450	8,1
Los Andes	1.076,4	5,9	215	3,8
Los Soches	688,7	3,8	500	8,9
Olarte	619,2	3,4	520	9,3
Requilina	202,6	1,1	550	9,8

Fuente: Adaptado Fondo de Desarrollo Local de Usme, 2010.

Generalidades del uso de la leña

La leña se considera una fuente de energía primaria, es decir, se obtiene directamente de la naturaleza, específicamente de los recursos forestales. Incluye los troncos y ramas de los árboles, pero excluye los desechos de la actividad maderera (Olade, 2008) De acuerdo con Singer “...La leña es la fuente más antigua de calor utilizada por el hombre, lo que quizás se debe al hecho de que es mucho más accesible que otros combustibles y a que prende fácilmente. A esa accesibilidad se debe el que aún hoy día se siga quemando en hogares primitivos de acuerdo con métodos tradicionales. El resultado no puede ser otro que un intenso consumo equivalente a un verdadero despilfarro”.

El consumo de leña está determinado por variables técnicas, económicas, ecosistémicas, sociales y culturales, tal como se presenta en la Figura 1, donde se aprecia que la leña es considerada un servicio de suministro con implicaciones a nivel de bienes de materiales para una buena vida y para la salud, por ser un recurso que sirve para cocción y calefacción. También tiene incidencia en las relaciones sociales, evidente en las casas campesinas, donde la visita se realiza muchas veces en la cocina, lo que depende de la confianza que logra, por ser el sitio más acogedor (González-Martínez, 2007).

En 2007, el consumo mundial de energía superó los 8.286 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MTEP), donde la leña aportó el 12,4%. El consumo, sin embargo, es desigual, pues los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con el 15% de la población mundial, consumen el 60% de la energía, factor este último a tener en cuenta a la hora de repartir responsabilidades de la crisis ambiental (Millenium Ecosystem Assessment, 2007)



Figura 1. Servicios de los ecosistemas y su relación con la calidad de vida (Millenium Ecosystem Assessment, 2008).

Malyshev (2009), en su artículo *Looking ahead: energy, climate change and pro-poor responses*, advierte cómo en la actualidad hay aproximadamente 2.600 millones de personas que usan leña, carbón o residuos agrícolas para suplir sus necesidades energéticas, y se espera para 2030 que la cifra ascienda a 2.700 millones de habitantes. Además, informa que hay más de 1600 millones de personas sin acceso a la energía eléctrica, (un cuarto de la población mundial) (Santamaría Flórez, 2004).

Consumo de leña en Latinoamérica

La leña constituye un recurso energético importante en algunos países de la Confederación Andina de Naciones (CAN), el Caribe y del Mercado Común del Sur (Mercosur). De acuerdo con las estadísticas, en la región se produjeron en 2007, 435 miles de barriles equivalentes de petróleo (KBEP), para satisfacer las necesidades de la población, con un incremento del 2.36% comparado con la producción de 2006 (OLADE, 2008). La Tabla 2 presenta la producción de leña en los países de América Latina y el Caribe (ALAC) para 2007 y la variación entre 1998 y 2007. Se observa que

el consumo ha aumentado en términos generales, aun cuando el reporte informa que Colombia lo ha disminuido.

Consumo de leña en Colombia

Los estudios más completos referentes al uso de leña son el Estudio Nacional de Energía "ENE" y el Análisis de la Energía en el sector rural, realizados en 1982, que evidenciaron cómo, en relación con la participación de la leña en la producción de energía primaria, entre 1970 y 1979, ésta había crecido del 16% en 1970 al 17,6% en 1979, siendo "... el principal y casi único combustible de la población rural y el de mayor peso en el sector residencial" (Mejía, B, 2011), proyectándose para el año 2000 una disminución en el consumo de la misma del 61,4% al 41,1%, sustituyéndola por la energía eléctrica y/o el gas natural. El ENE muestra que el promedio de kilogramos de leña para cocción diaria de alimentos variaba de 19,35kg/día para estufas abiertas, 25,87kg/día para estufas de plancha sin chimenea y 29,48kg/día para estufas con plancha chimenea. El promedio ponderado fue de 21,47kg/día de consumo, y el total de hogares que utilizaban leña exclusivamente era de 992.658. El consumo

Tabla 2. Producción de leña en ALAC y tasa de crecimiento.

País	Producción de leña en ALAC (kbep)			Tasa de crecimiento (%)	
	1998	2006	2007	1998-2007	2006-2007
Argentina	7.105,30	8.331,40	8.331,40	1,78	0
Bolivia	2.938,22	2.672,88	2.672,88	-1,05	0
Brasil	154.816,09	204.821,75	205.820,75	3,21	0,49
Chile	29.125,43	35.056,80	36.939,34	-1,7	-0,03
Colombia	18.093,91	15.508,70	15.503,48	-1,7	-0,03
Costa Rica	361,14	3.082,48	3.413,74	28,35	10,75
Cuba	2.169,10	1.602,57	3.666,33	6,01	128,78
Ecuador	4.280,10	3.465,58	3.369,61	-2,62	-2,77
El Salvador	8.064,69	8.809,79	8.809,79	0,99	0
Guatemala	20.220,23	25.405,40	26.218,51	2,93	3,20
Haití	12.054,32	13.524,80	13.524,80	1,29	0
Honduras	11.434,35	10.461,76	10.984,84	-0,44	5
Jamaica	2.237,58	1.278,85	1.278,85	-6,03	0
México	42.710,63	42.570,72	42.493,55	-0,06	-0,18
Nicaragua	8.065,34	9.984,92	10.083,58	2,51	0,99
Panamá	2.835,24	3.561,90	3.349,64	1,87	-5,96
Paraguay	13.563,95	12.633,92	13.963,31	0,32	10,52
Perú	13.166,10	13.800,37	14.860,91	1,36	7,68
República Dominicana	8.228,17	3.946,72	3.946,72	-7,84	0
Uruguay	2.961,5	3.107,78	3.181,27	0,8	2,36
Venezuela	206,89	175,78	206,8	-15	17,65
Total LA&C	366.618,4	425.973,92	434.789,18	1,91	2,07

per cápita calculado fue de 100 kg/persona-mes y en el caso más ineficiente 150kg/persona-mes(Ministerio de Minas, 1988) (FAO, 2008)

Para 1996, se reportaba una participación de la leña en la canasta energética del país del 91,62% (30,260Tcal) para el sector rural y del 21,3% (2.831Tcal) para el sector urbano (FAO, 2008). En este mismo año, el documento CONPES 2834 referente a Política de Bosques, referenciaba el uso de la leña como una de las causas de deforestación en el país. Se proyectaba para el año 1996 un consumo de 11 millones de toneladas, mientras para 1985 se habían estimado 9,3 millones de toneladas, las cuales se consumirían principalmente en las zonas andina y atlántica del país específicamente en el sector residencial. Esto indicaba un aumento del 18% en 10 años. El documento planteaba que el Ministerio de Minas y Energía debía diseñar una estrategia para disminuir el uso de leña con fines energéticos y solicitar al IDEAM identificar los frentes de deforestación causados por la demanda de leña (Torres, 1982).

El consumo doméstico de leña en el sector rural colombiano, con una población cercana a los 10 millones de habitantes, para 1994, representaba el 15,9% del consumo

final total del país (35200Tcal.), en actividades de calentamiento de agua y cocción de alimentos. De los combustibles usados, el 87,6% lo constituía la leña.

En el estudio realizado por Pinto (2004), en la vereda Carrizal del municipio de Sutamarchán, departamento de Boyacá, se identificó que el 73% de las familias utilizaban leña como combustible para la cocción de alimentos. Sin embargo, esto no incidía de manera notable en la deforestación de la zona, pues se detectó que el consumo era equilibrado (FAO, 2008)

Un estudio más reciente de Valderrama y Linares (2008), demostró que los campesinos tenían buen conocimiento de la dinámica de regeneración de la vegetación, conocían bien las diversas taxonomías, identificaban cada especie y valoraban la calidad de su leña (Minambiente-DPN, 1996)

La Tabla 3, presenta la producción y consumo de leña para Colombia entre 1998 y 2009, de acuerdo con los datos de la FAO. El consumo calculado para 2007 fue de 124kg/mes/hogar y el uso principal fue para cocción y calefacción, lo que coincide con las tendencias mundiales. Las zonas en las que más se usa son las rurales, "...el 22% de los ingresos familiares de las comunidades rurales en regiones

forestales proviene de fuentes que generalmente no se incluyen en las estadísticas nacionales, como la recolección de comida silvestre, leña, plantas medicinales y madera” (Hernández,2003) .

Tabla 3. Producción y consumo de leña en Colombia- 1998-2009.

AÑO	Producción (Miles M³)	Consumo (Miles M³)
1998	16.712	16.712
2005	9.598	9.598
2007	8.469	8.469
2009	10.350	10.350

Fuente: Adaptado FAO, 2009

La Figura 2 muestra el consumo de energía en el sector residencial rural, para los principales energéticos utilizados: leña, carbón de leña, carbón mineral y energía eléctrica. En estos se aprecia que si bien el consumo de leña disminuyó entre 1975 y 2006, el consumo de carbón de leña ha venido creciendo para este mismo periodo (Pinto, 2004).

Con respecto al impacto por deforestación, se determinó en el estudio de Torres (1982) que la leña se recolectaba principalmente de ramas o árboles secos (67,8%) y solo el 18,45% reportó la tala como fuente de abastecimiento (Torres, 1982)

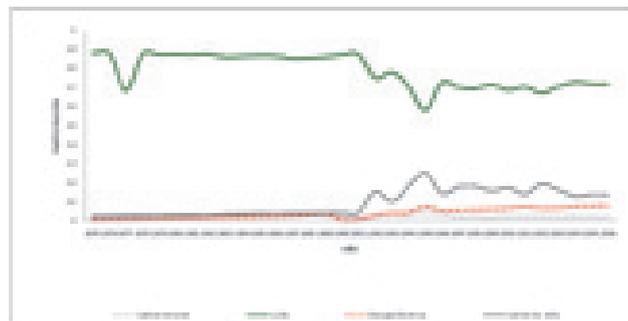


Figura 2. Participación de los principales combustibles usados en el sector residencial en zonas rurales. Adaptado Pinto, 2004 p.65)

La leña como combustible

Como fuente de energía, los combustibles se pueden dividir en fósiles y renovables, según sus características. Entre los fósiles se encuentran el carbón, el petróleo y sus derivados. Entre las energías alternativas están las que se conocen como no renovables, nuclear, gas de carbón y gasolinas sintéticas, y todas aquellas derivadas de la energía proveniente del sol, entre ellas la biomasa a la que pertenece la leña. La Figura 3 presenta una forma de clasificarlos.

La biomasa: La biomasa puede definirse en términos generales como “toda la materia viviente en la tierra”; la biomasa existe entre la capa llamada biósfera; representa solo una pequeña fracción de la masa total del planeta pero es

una enorme fuente de energía para los humanos ya que se regenera continuamente (FAO, 2009).

Hasta el siglo XVII, en los inicios de la revolución industrial, la madera fue el combustible más utilizado, obteniendo su energía mediante la combustión directa, tal y como se hace hoy en día en los países en desarrollo. Su reemplazo por carbón permitió la revolución tecnológica, mediante el empleo de la máquina de vapor (Boyle, 2004). La Tabla 4 presenta la clasificación general de la biomasa.



Figura 3. Clasificación de las fuentes energéticas. Adaptado Dama, 1998

Tabla 4. Clasificación de la biomasa según su producción y su consumo.

Relativo a la producción(oferta)	Grupos comunes	Relacionados con los usuarios (demanda)
Combustibles de madera directos	Combustibles de madera	Sólidos: leña (madera en bruto, astillas, aserrín, pellets), carbón vegetal.
Combustibles de maderas indirectos		Líquidos: licor negro, metanol y aceite pirolítico.
Combustibles derivados de la madera		Gases: Productos procedentes de la gasificación y gases de la pirolisis de los combustibles mencionados.
Cultivos usados como combustibles	Agrocombustibles	Sólidos: paja, tallos, cáscaras, bagazo y carbón vegetal de los combustibles.
Subproductos agrícolas		Líquidos: Etanol, aceite vegetal en bruto, aceite “diester”, metanol y aceite pirolítico procedente de agro combustibles sólidos.
Subproductos de origen animal		Gases: Biogás, gases procedentes de la producción de pirolisis de agro combustibles sólidos.
Subproductos agroindustriales	Subproductos de origen municipal	Sólidos: Residuos sólidos de origen municipal.
Subproductos de origen municipal		Líquidos: fango de aguas residuales, aceite pirolítico o residuos de origen municipal.
		Gas: procedente de vertedero y de fangos de aguas residuales.

Fuente: DAMA, 1998

Metodología

La metodología utilizada en la investigación abarcó la revisión de fuentes de información primaria y secundaria, y la realización de pruebas para caracterizar las maderas utilizadas en la cocción.

Diagnóstico del uso de leña en la zona rural de Usme:

Se diseñó una encuesta para establecer tres variables, fundamentalmente: 1. Condiciones socioeconómicas de la población. 2. Uso de combustibles para la cocción de alimentos, específicamente de la leña. 3. Aspectos culturales de percepción de la leña. Para determinar los combustibles usados y sus características, se aplicaron los siguientes indicadores: tipo y cantidad de combustible que usa para cocción de alimentos, promedio mensual de dinero que se gasta en combustible, lugar donde lo adquiere y ubicación de la cocina, hace cuánto tiempo usa la leña como combustible, razones para utilizarla, gusto por cambiar la leña por otro combustible, creencias sobre la escasez de la leña y acciones que propone para prevenirla. Estos indicadores se determinaron con base en la literatura revisada sobre el tema. Adicionalmente, durante las visitas de aplicación de las encuestas se conversó con las señoras y se hicieron preguntas abiertas como la frecuencia de recolección, los encargados de recoger la leña y el tipo de leña recogida.

Para determinar la muestra de la población a la cual se aplicaron las encuestas, se inició con la revisión de los censos comunitarios y los estudios realizados por la ULATA (2010) y Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2006), para establecer el número de habitantes por cada vereda. Posteriormente se utilizó el método de "Muestreo Aleatorio Simple", que se caracteriza porque otorga la misma probabilidad de ser elegidos a todos los elementos de la población. Conocido el universo de población de 1.358 familias, un nivel de confianza del 96% y un margen de error del 4% se obtuvo una muestra de 130 familias, distribuidas en las 14 veredas de la zona. El factor utilizado para cada vereda fue de 0,095, para determinar la cantidad de encuestas a aplicar. La recolección de la información se realizó en todas las veredas de la localidad de Usme, a través de visitas a las fincas, con el apoyo de la ULATA de USME. Para la selección de las zonas de visita en cada vereda, se tuvieron en cuenta tanto la densidad de pobladores como las vías de acceso. La Figura 4 presenta las zonas seleccionadas en cada vereda.

Identificación de las características combustibles de las especies leñosas usadas para cocción en la zona

Se realizaron pruebas de humedad, material volátil, análisis elemental y determinación del poder calorífico, según las especificaciones de las normas ASTM D5373 y ASTM D5865 a los materiales recolectados.

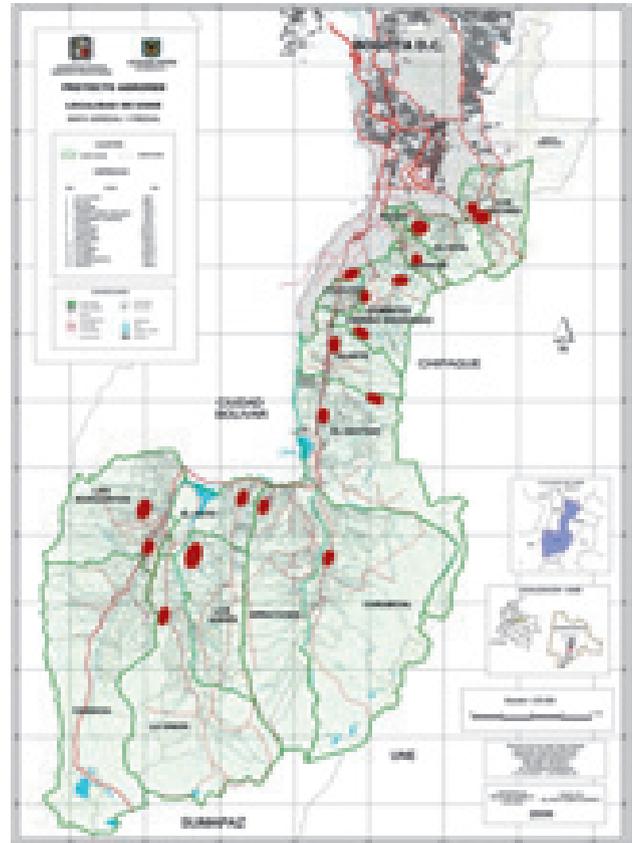


Figura 4. Áreas de aplicación de las encuestas en cada vereda. Adaptado Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2006,

Los pasos fueron:

1. Se recolectaron aleatoriamente durante la aplicación de las encuestas, muestras de la leña que actualmente se utiliza para cocción. Las veredas seleccionadas fueron: Olarte, Andes, el Hato y el Destino.
2. De acuerdo con las normas, las muestras se molieron en un tamaño de grano inferior a 1mm, se hizo el análisis elemental y la determinación del poder calorífico en Ingeominas; en el laboratorio de Energías Renovables y Plantas Térmicas del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional, se realizaron los ensayos de humedad y contenido de materia volátil, según las normas ASTM.

Para las pruebas de humedad y volátiles se utilizaron los siguientes equipos: balanza análoga marca Syrus, peso entre 0 a 2 kg con precisión de 0,001 g; un horno eléctrico marca Amerteck, y temperatura máxima de 1100°C; control combinado PID-ON/OFF.

Las muestras de leña obtenidas durante el trabajo de campo fueron en su mayoría de duraznillo, eucalipto, pino, encenillo, residuos de carpintería (aglomerado con fórmica), Acacio, Arboloco, y Sauco. La Figura 5 muestra algunas de las maderas recolectadas.



Figura 5. Maderas utilizadas para cocción. (a) encenillo, (b) eucalipto, (c) acacio, (d) pino, (e) duraznillo, (f) residuos de carpintería (aglomerado + fórmica), (g) muestras de leña empacadas para caracterizar.

Resultados

Tipo de combustible usado: El 58% de las familias de la zona rural de Usme utilizan leña y gas propano o gas natural, 11% solamente gas propano, especialmente aquellas que habitan cerca a las carreteras, 17% utiliza solo la leña, el 6% usa leña y gas natural, 1% carbón y el 7% gas natural, y no se encontró población que emplee kerosene o petróleo. Se concluye que el 81% de las familias de la zona rural de Usme, usan la leña para la cocción de alimentos. La cantidad promedio de combustibles consumidos para cocción por las familias encuestadas es de 61 pipetas de gas propano de 40 l y 20.354 kilos de leña; si se divide la cantidad entre las 130 familias encuestadas se tendrá un consumo promedio de 18,81 de gas y 0,47 pipetas y 156,6 kg de leña por familia y por mes. La Tabla 5 presenta el consumo de combustible por vereda y el tipo de combustible utilizado respectivamente.

Tabla 5. Consumo de combustible

Vereda	Gas propano (pipeta 40 l)	Leña(kg)
Andes	4	3.710
Arrayanes	6	1.740
Chiguaza	8	860
Corinto	0	560
Curubital	4	1.060
Destino	8	6.200
Hato	2	2.000
Margaritas	5	764
Olarte	5	100
Soches	11	1.460
Unión	4	1.600
Uval	4	300
Total	61	20.354

Gastos mensuales por combustibles: Los combustibles más representativos son las pipetas de gas y la leña. Para el 60% de los encuestados, el consumo oscila entre los \$11.000 y \$ 50.000 que corresponden a la compra de una pipeta de 40 libras de gas, el 19% gasta hasta \$10.000, el 10% entre

\$51.000 y \$100.000, el 9% entre \$101.000 y \$200.000 y el 2% más de \$200.000 (Figura 6).

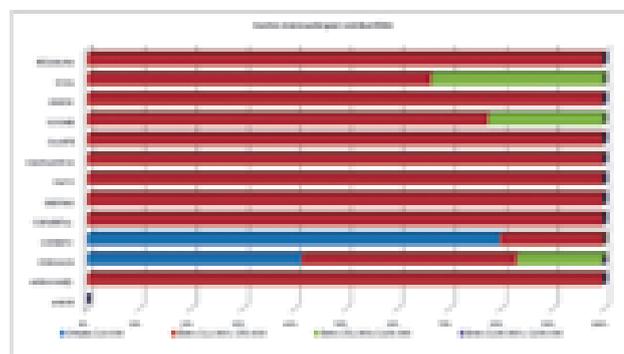


Figura 6. Gastos mensuales por combustible

Lugar de adquisición de la leña: El 74% de la población la adquiere en la zona, 6% en otras regiones y el 20% dentro y fuera de la zona, sin tener predominio una sobre la otra. En la vereda Corinto, la leña se obtiene solo dentro de la región; esto es debido a que el uso de leña ya no es tradicional empleándose solo para ocasiones especiales como asados, pues la totalidad de los habitantes ya tiene instalado el servicio de gas natural (Figura 7).

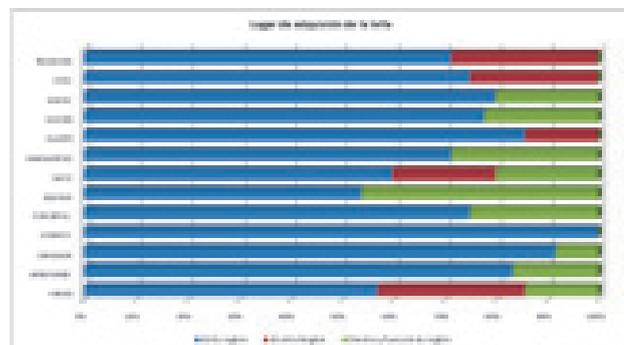


Figura 7. Lugar donde se adquiere la leña

Identificación de las especies leñosas utilizadas para la cocción en el caso de estudio: Se buscó caracterizar y verificar el grado de deforestación generado por el uso de

la leña. La Tabla 6 presenta los resultados de los tipos de leña utilizados por vereda, y cuáles fueron recolectadas para su posterior caracterización.

La Tabla 7 presenta el resumen de la caracterización de algunas de las maderas recolectadas empleadas en la zona rural de Usme para cocción de alimentos.

Tabla 6. Tipos de leña utilizados por vereda.

Vereda	Tipos de leña usada
Maderas recolectas para caracterización	
Olarte	Arboloco, duraznillo, encenillo, sauco
Andes	Eucalipto, duraznillo, pino ciprés, acacio
El Hato	Pino, eucalipto, retal de carpintería (aglomerado + fórmica)
El Destino	Pino ciprés, retal de carpintería (aglomerado + fórmica)
Otras maderas utilizadas en las veredas	
Chiguaza	Eucalipto, retal de carpintería
Curubital	Retal de carpintería, pino ciprés, eucalipto, sauco.
Las Margaritas	Arboloco, eucalipto, encenillo, tamo, pino.
Olarte	Acacio, pino ciprés, eucalipto.
Soches	Retal de carpintería.
Unión	Retal de carpintería, eucalipto, pino.
El Uval	Varas secas de sembrados, retal de carpintería, eucalipto, sauco.
La Requilina	Eucalipto, sauco, retal de carpintería, salvio.

De la Tabla 7 se concluye que las maderas con mayor poder calorífico superior (PCS), son el pino, el acacio y el eucalipto; maderas de uso frecuente en las veredas, especialmente las ubicadas hacia el sur de la localidad. El retal de madera (aglomerado + fórmica) presenta un PCS de 17929kJ/kg, que no es el más bajo y puede ser una alternativa como combustible, lo que explicaría su uso extendido en casi todas las veredas de la localidad. El encenillo no presenta un elevado PCS, como podría esperarse por la preferencia de la población a usarlo.

Las especies leñosas utilizadas para cocción en la zona rural de Usme son principalmente: encenillo, eucalipto, pino ciprés, acacio y arboloco.

Identificación de impactos generados por el uso de la leña como combustible

El uso de la leña como combustible, presenta diversos impactos con su entorno, por diversas causas; uno de los impactos directos es la deforestación que se observa, generada por el uso exhaustivo de la vegetación de la región como fuente de energía para cocción y calefacción de los hogares, producto del acelerado crecimiento poblacional, como lo ilustra Sánchez (1995) en su estudio. Sin embargo, durante este estudio se encontró que en la vereda El Uval se da un proceso de reforestación y en la vereda Olarte se está impulsando el uso de cercas vivas con árboles nativos. Pero en El Destino, Las Margaritas, y Andes, al comparar el estudio de Agorred (2006), con el estudio de Sánchez (1995), se observa una disminución de la vegetación alto-andina en longitud pero un aumento en el área. Adicionalmente, los relictos de vegetación alto-andina que quedaban en las veredas Curubital y Arrayanes ya desaparecieron, al igual que en la Cuchilla los Arbolocos, entre las veredas Olarte y Chiguaza.

Por otro lado, los impactos más notorios a corto plazo de este uso de la leña son los generados por los ineficientes procesos de combustión, en las cocinas observadas durante el estudio de su eficiencia del 20% (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2006). Los efectos de los procesos de combustión de leña ineficientes implican procesos incompletos, que liberan compuestos tóxicos como las dioxinas, el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, estos compuestos generan graves afecciones a la salud de las personas expuestas, principalmente a los niños, siendo las afecciones respiratorias las más comunes, lo cual concuerda con los resultados observados de un estudio estadístico del hospital de Usme (Figura 8).

Tabla 7. Caracterización de las maderas utilizadas para cocción en la zona rural de Usme.

Característica	Muestra						
	1	2	3	4	5	6	7
Nombre	Eucalipto	Duraznillo	Encenillo	Arboloco	Pino	Acacio	Retal
Humedad (%)	8,44	9,47	9,35	8,72	10,28	11,08	9,77
Volátiles (%)	84	88	91,4	86	91	87	90
Análisis elemental							
%C	43,2	42,7	41,67	41,87	43,35	42,78	41,62
%H	5,992	5,65	5,67	5,73	6,4	5,71	6,35
%N	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3,93
%O	50,808	51,65	52,66	52,4	50,25	51,51	48,1
PCS según Doulong (kJ/kg)	142209	13407,55	12877,1	13083,6	14939,7	13524,4	14660,2
PCS según datos Ingeominas (kJ/kg)	18605	18020	17953	17750	18938	18621	17929



Figura 8. Reporte de atención a usuarios por afecciones respiratorias, Hospital de Usme.

Conclusiones y recomendaciones

La leña en el caso analizado, continúa siendo de uso tradicional por los campesinos, no solo por sus condiciones económicas, sino por sus condiciones culturales. Las especies más utilizadas son eucalipto, pino, duraznillo, acacio, sauco, arboloco, encenillo y últimamente retal de carpinterías, por la dificultad de adquirir la totalidad requerida o la falta de tiempo para la recolección. Esto implica que este servicio ambiental termine siendo parte de los gastos que debe cubrir la canasta familiar.

Aun cuando los habitantes expresaron su gusto por la cocción con leña, también mostraron su disposición al cambio de combustible, entre otras causas porque son conscientes de los riesgos para la salud, tal como se ilustra en la sección de impactos del uso de la leña.

En lo que respecta a la energía disponible, todas las especies caracterizadas tienen similar poder calorífico, destacándose las muestras de retal de madera (aglomerado + fórmica) con PCS del orden de hasta 24001kJ/kg; el encenillo presentó valores hasta 19113kJ/kg y el eucalipto y el pino, con valores superiores 18000kJ/kg cada uno. Estos resultados explican la preferencia de los campesinos por estas especies y de alguna manera también aclaran la fuerte presión que se hizo sobre los bosques de encenillo, de los cuales hoy solo quedan algunos relictos y se considera una especie en peligro de extinción.

Finalmente se observa la necesidad de profundizar en temas como: la eficiencia de los diferentes tipos de cocinas, con el objetivo de buscar una mejora tecnológica, y verificación del impacto del uso de aglomerados.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional sede Bogotá, por su

apoyo económico para el desarrollo del trabajo de campo del proyecto, a la Unidad Local de Apoyo Técnico Agropecuario ULATA de Usme, por facilitar los contactos para la realización del trabajo de campo y a los laboratorios del Instituto Colombiano de Geología y Minas Ingeominas y de Plantas Térmicas y Energías Renovables de la Universidad Nacional.

Referencias

- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-IDEA. Agenda Ambiental localidad 5 - Usme. Bogotá : s.n., 2009.
- BOYLE, Godfrey. Renewable energy: Power for a sustainable future. Oxford : Oxford University Press, 2004.
- DAMA. Plan de manejo de ecosistemas estratégicos de las áreas rurales del Distrito Capital. Bogotá : DAMA, 1998.
- De la TORRE, Stella. Estado actual de la información sobre madera para energía. [aut. libro] FAO. Estado de la información forestal en Colombia. 2000.
- DOLORS, Pascual, CADENA, Camilo y MORENO, Rocio del Pilar. Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia. Bogotá : Ediprint E.U., 2007.
- FAO. Bosques y energía: cuestiones clave. Roma : Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación., 2008.
- FAO. Situación de los bosques del mundo 2009. Roma : FAO, 2009.
- FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE USME, UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Caracterización y articulación de la dinámica de operación de los actores en la localidad (5) de Usme par asu proyección e incorporación en la Agrored.
- GARCÍA Y., Pedro, *et.al.* Tecnologías energéticas e impacto ambiental. Madrid : McGraw-Hill, 2001. 2003) integrando la leña en la contabilidad de flujos de materiales. 2007, Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol.6, págs. 1-16.
- GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, Ana Citlañic. La extracción y consumo de biomasa en México (1970- Bogotá : s.n., 2006.
- HERNÁNDEZ, Luis Alfredo. Biomasa. [aut. libro] Empresa de Energía de Bogotá y Universidad Nacional de Colombia. Energía: Sus perspectivas, su conversión y utilización en Colombia. Bogotá : TM editores, 2003, págs. 299-334.
- KREITH, Frank y WEST, Ronald. CRC Handbook of Energy Efficiency. Florida: CRC Press, 1997.
- MALYSHEV, Teresa. Looking ahead: energy, climate change and pro-poor responses. 2009, Foresight, Vol.11 Iss.4, págs. 33-50.
- MEJÍA BARRAGÁN, Fabiola. Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas. Instituto de Estudios Ambientales "IDEA" (Tesis Msc.).2011.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington : World Resources Institute, 2005.
- MINAMBIENTE -DPN. Política de bosques. Santafé de Bogotá : Minambiente, 1996.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Estudio nacional de energía. Bogotá : Impresora gráfica, 1982.

- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, UPME. Balances Energéticos Nacionales 1975-2006. Bogotá : UPME, 2007.
- MULLIGAN, M and BURKE, S. M. DFID FRP Project ZF0216 Global cloud forests and environmental change in a hydrological context. Ambiotek, 74 pp. 2005 . [Available online at HYPERLINK "<http://www.ambiotek.com/cloudforests/>"<http://www.ambiotek.com/cloudforests/> .]
- OLADE. Informe de estadísticas energéticas. Quito : Olade, 2008.
- PINTO, Flavio Energías renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia. El caso de la vereda Carrizal en Sutamarchán.. 2004, Cuadernos de desarrollo rural (53), págs. 103-132.
- SÁNCHEZ, Myriam. Evaluación de los recursos naturales renovables de Usme. Localidad quinta de Bogotá. Bogotá : Universidad Nacional, 1995.
- SANTAMARÍA FLOREZ, José. Las energías renovables son el futuro. 2004, Worldwatch , págs. 34-40.
- SINGER, H. Nuevos diseños para cocinas de leña. s.f, Unasyuva Vol.15 No.3, pág. medio electrónico.
- TORRES, José Eddy. Balance energético rural y su contexto socioeconómico 1981. Bogotá : Colciencias, 1982.
- VALDERRAMA, Edison y LINARES, Edgar. Uso y manejo de leña por la comunidad campesina de San José de Suaita (Suaita, Santander, Colombia). 2008, Revista Colombia Forestal, Vol.11, págs. 19-34.
- UNOHABITAT, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES IDEA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL. Usme, Informes GEO Locales. Bogotá : IDEA, 2008.
- UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Caracterización y articulación de la dinámica de operación de los actores en la localidad (5) de Usme para su proyección e incorporación en la agreded. Bogotá ;, 2006.