

**IMPLICACIONES AMBIENTALES DEL USO DE LEÑA COMO COMBUSTIBLE
DOMÉSTICO EN LA ZONA RURAL DE USME**

**FABIOLA MEJÍA BARRAGÁN
CÓDIGO 905057**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MAGISTER EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO**

**DIRIGIDO POR:
FABIO EMIRO SIERRA VARGAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES “IDEA”
BOGOTÁ, D.C.**

2011

FORMATO UNICO PARA ENTREGA DE LOS TRABAJOS DE GRADO

TÍTULO EN ESPAÑOL:

IMPLICACIONES AMBIENTALES DEL USO DE LEÑA COMO COMBUSTIBLE DOMÉSTICO EN LA ZONA RURAL DE USME

TÍTULO EN INGLÉS:

ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS OF THE USE OF WOOD AS DOMESTIC FUEL IN THE RURAL AREA OF USME

RESUMEN EN ESPAÑOL:

Este trabajo analiza 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: el socio-cultural, el ecosistémico y el tecnológico.

A través de trabajo de campo, de encuestas aplicadas y de la información recolectada por experimentación directa en algunas cocinas de la zona, 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, y la eficiencia de las estufas.

El trabajo concluye que la leña es un servicio del ecosistema y así es visto por los campesinos, que la leña es apreciada por el sabor de la comida pero se reconoce que genera problemas para la salud, especialmente entre las mujeres y los niños. Se identificó que en la actualidad muchas familias compran la leña, bien sea porque no tienen tiempo para recolectarla o por las distancias que deben recorrer. En general la tecnología de las cocinas genera baja eficiencia (menor al 15%) porque el proceso de combustión es incompleto, lo que genera además alta producción de CO. Las especies más utilizadas son Eucalipto, Pino y retal de carpintería entre ellos Fórmica con MDF, material que no se ha reportado en Colombia, lo que plantea la necesidad de estudiar más a fondo los impactos que tiene su combustión.

TRADUCCIÓN DEL RESUMEN AL INGLÉS:

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

The paper concludes that wood is an ecosystem service and thus is seen by the peasants, who prized it by the taste of the food but they recognized that it generates health problems, especially among women and children. Was identified that many families are buying the wood, either because they have no time to collect it or because of the distances they must travel. In general, the stoves technology generates low efficiency (less than 15%) because the combustion process is incomplete, leading additionally high production of CO. The most used woods are Eucalyptus, Pine and remnant of

carpentry including Formica with MDF, a material that has not been reported in Colombia, it raises the need to study the impacts of its combustion.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL:

Usme, Leña, cocinas rurales, eficiencia de estufas, impacto ambiental.

TRADUCCIÓN AL INGLÉS DE LOS DESCRIPTORES:

Usme, Wood, rural stoves, stoves efficiency, environmental impact.

FIRMA DEL DIRECTOR: _____

FABIOLAMEJÍA BARRAGÁN, 09-18-1964

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO DE REFERENCIA.....	12
1.1. <i>Consideraciones alrededor de la leña</i>	12
1.1.1. Generalidades del uso de la leña.....	12
1.1.2. Consumo de leña en Latinoamérica.....	16
1.1.3. Consumo de leña en Colombia.....	18
1.1.4. La leña como combustible	23
1.1.5. Problemas generados por el uso de leña.....	29
1.2. <i>Zona de estudio: localidad de Usme</i>	34
1.2.1. Reseña histórica de Usme	34
1.2.2. Localización.....	35
1.2.3. Aspectos ecosistémicos.....	38
1.2.4. Aspectos territoriales	44
1.2.5. Aspectos sociales	46
1.3. <i>Técnicas de cocción en el sector rural</i>	49
1.3.1. El uso de la energía y de los materiales.....	49
1.3.2. Generalidades de la cocción con leña.....	49
1.3.3. Mejoras de las cocinas de leña.....	51
2. ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO	53
2.1. <i>Análisis de la categoría de campesino</i>	53
2.1.1. Concepto de campesino	53
2.1.2. Relaciones del campesino con el entorno.....	55
2.2 <i>Evaluación energética de una cocina (estufa) cuyo combustible es la leña</i>	61
3. METODOLOGÍA.....	64
4. RESULTADOS	74
4.1. <i>Diagnóstico de la población rural</i>	74
4.1.1. Condiciones socioeconómicas.....	75
4.1.2. Uso de combustibles.....	81
4.2. <i>Identificación de las especies leñosas utilizadas para la cocción en la zona rural de Usme. ...</i>	94

4.3. <i>Identificación de las técnicas y equipos utilizados en el proceso de cocción</i>	97
4.4. <i>Caracterización del funcionamiento de los equipos usados en la cocción</i>	98
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
6. BIBLIOGRAFÍA.....	108
ANEXO 1	115
ANEXO 2	116
ANEXO 3	117
ANEXO 4	118
ANEXO 5	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Servicios de los ecosistemas y su relación con la calidad de vida.....	13
Figura 2. Comparación entre la participación de los diferentes combustibles a nivel mundial en 1973 y 2007.....	15
Figura 3. Participación porcentual de la leña en la demanda final energética en los países de ALAC.....	21
Figura 4. Mercado mundial de energía 1990-2035. (cuadrillones de BTU).....	24
Figura 5. Clasificación de las fuentes energéticas.....	25
Figura 6. Existencias de biomasa en el planeta.	27
Figura 7. Aplicación del modelo MEME a la contaminación en el interior de las casas.	34
Figura 8. Mapa de Usme con sus veredas.	37
Figura 9. Cobertura vegetal de la localidad de Usme.	41
Figura 10. Usos del suelo según el POT.....	45
Figura 11. Mapa de conflictos en la zona rural de Usme.....	48
Figura 12. Diferentes tipos de cocinas tradicionales. De izquierda a derecha: cocina de tres piedras, cocina de hornilla al aire libre y cocina de hornilla al interior del hogar.	50
Figura 13. Comparación eficiencia-costo de diferentes fuentes combustibles para cocinar.....	51
Figura 14. Áreas de aplicación de las encuestas en cada vereda.	68
Figura 15. Proceso de determinación del contenido de volátiles de las muestras de leña (a) conservación de la muestra sin absorber humedad del ambiente, (b) pesado de la muestra, (c) introducción de las muestras al horno (d) mantenimiento de las muestras en él durante 6 minutos, (d) estado final de las muestras a su salida del horno.....	72

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Participación de los principales combustibles usados en el sector residencial en zonas rurales.....	23
Gráfica 2. Reporte de atención a usuarios por afecciones respiratorias.....	47
Gráfica 3. Conformación familiar por veredas zona rural de Usme.....	76
Gráfica 4. Condiciones de tenencia de la vivienda en la zona rural de Usme.....	76
Gráfica 5. Tiempo de residencia de los pobladores de la zona rural de Usme	77
Gráfica 6. Ubicación de la cocina.....	77
Gráfica 7. Ingresos mensuales en SMMLV.....	78
Gráfica 8. Origen de los ingresos.....	79
Gráfica 9. Padecimiento de enfermedades respiratorias.....	80
Gráfica 10. Combustibles utilizados en la actualidad para cocción en la zona rural de Usme	82
Gráfica 11. Gastos mensuales por combustible	82
Gráfica 12. Lugar de adquisición de la leña.....	83
Gráfica 13. Tiempo de uso de la leña.....	84
Gráfica 14. Razones para usar la leña para cocción.....	85
Gráfica 15. Gusto por el uso de la leña.....	85
Gráfica 16. Aceptación al cambio de la leña como combustible para cocción.....	86
Gráfica 17. Preocupación por la escasez de leña a futuro.....	87
Gráfica 18. Acciones para conservar la leña.....	87
Gráfica 19. Responsables por el cuidado de las especies leñosas.....	88
Gráfica 20. Uso de la estufa Gráfica 21. Número de fogones de la estufa.....	97
Gráfica 22. Comportamiento energético del proceso de cocción.....	100
Gráfica 23. Aumento temperatura superficial de la olla.....	100
Gráfica 24. Temperatura de gases de la combustión.....	100
Gráfica 25. Comportamiento energético del proceso de cocción.....	103
Gráfica 26. Aumento temperatura superficial de la olla.....	103

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Taller en vereda Olarte. Fuente: Propia	69
Foto 2. Visitas y aplicación de encuestas. Fuente: Propia.....	69
Foto 3. Visita a la Universidad Nacional. Fuente: Propia.....	70
Foto 4. 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.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de leña en ALAC y tasa de crecimiento.	17
Tabla 2. Estimaciones del número de viviendas sin electricidad en América Central.	18
Tabla 3. Producción y consumo de leña en Colombia- 1998-2009.....	21
Tabla 4. Datos de la biomasa.....	26
Tabla 5. Clasificación de la biomasa según su producción y su consumo.....	28
Tabla 6. Normas de análisis y caracterización de maderas.....	29
Tabla 7. Características de las veredas que conforman Usme.....	36
Tabla 8. Climatología general y por veredas de la zona rural de Usme.....	38
Tabla 9. Características de la vegetación en la zona rural de Usme.	40
Tabla 10. Comparación entre la vegetación de la localidad de Usme entre 1995 y 2006.	42
Tabla 11. Composición de algunas especies de bosque alto andino encontradas en veredas de Usme.	43
Tabla 12. Eficiencia de diversas técnicas de cocción.	50
Tabla 13. Diferentes conceptualizaciones de la noción de campesino.	54
Tabla 14. Familias por vereda y encuestas aplicadas	67
Tabla 15. Talleres realizados en Investigación acción participativa	69
Tabla 16. Casos de enfermedades respiratorias	79
Tabla 17. Consumo de combustible	81
Tabla 18. Tipos de leña utilizados por vereda.	95
Tabla 19. Caracterización de las maderas utilizadas para cocción en la zona rural de Usme.	95
Tabla 20: Temperaturas medidas durante el proceso de cocción en hornilla del agua. Combustible:eucalipto.....	99
Tabla 21. Temperaturas medidas durante el proceso de cocción en cocina tradicional de 6 puestos. Combustible: mezcla de pino y eucalipto.	102
Tabla 22. Condiciones y valor de la eficiencia para cocción en cocina tradicional de 6 puestos ubicada al interior de la vivienda.	104
Tabla 23. Resultados de la medición de emisión de gases durante la combustión de cada una de las muestras.....	105

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación “Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme” se formuló y realizó durante los años 2009 y 2010 dentro del ejercicio académico de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, del instituto IDEA de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

En el mismo, se enmarcó en el uso de la leña, como combustible, en las actividades domésticas de la zona rural de Usme, Bogotá – Colombia, porque ésta hace parte de la forma tradicional de vida de sus pobladores y su uso cotidiano obedece a factores culturales, económicos y a la falta de acceso a otras fuentes de energía, convirtiéndola en la fuente energética más accesible pero generando implicaciones de tipo ambiental que es necesario estudiar.

La zona rural de Usme pertenece a los ecosistemas de bosque de niebla, los cuales son estratégicos por su capacidad para almacenar el agua que capturan de la neblina y de 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, Cadena y Moreno 2007). Las especies leñosas en esta región pertenecen a vegetación de bosques de niebla y matorrales, como Arboloco (*Polymnia pyramidalis*), Encenillo (*Weinmannia tomentosa*), Acacia (*Acacia decurrens*) y Duraznillo (*Abatia parviflora*) entre otras, las cuales han sido desplazadas por Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Pino (*Pinus resinosa*), o se consideran en peligro de extinción, entre otras causas porque las técnicas utilizadas generan procesos de combustión ineficientes.

Otras implicaciones a analizar en este trabajo, son la eficiencia de los procesos de combustión y las alteraciones de salud especialmente en las vías respiratorias.

Por lo anterior y teniendo en cuenta que no se han realizado en el país trabajos de investigación que analicen los aspectos ambientales a partir de la cocción de leña en esta región, se consideró pertinente realizar un estudio de la incidencia del uso de la leña para actividades domésticas sobre el ambiente rural de Usme.

El proyecto tomó como marco de referencia tres aspectos a saber:

1. La caracterización de la leña y su uso como combustible.
2. Las condiciones de la zona rural de Usme, entendida ésta como unidad de estudio.
3. La identificación y estudio de las técnicas de cocción en la región.

El primero hace una aproximación a las generalidades de uso de la leña como combustible, su consumo a nivel de Latinoamérica y de Colombia y los problemas que ésta genera; el segundo, profundiza en la unidad de estudio, es decir la Localidad de Usme en relación a su reseña histórica y aspectos ambientales, territoriales y sociales. Finalmente, se exponen las técnicas de cocción en el sector rural, que comprenden el uso de la energía y los materiales, las generalidades del uso de la cocción con leña, la determinación de la eficiencia energética de las mismas, para finalmente plantearse posibles mejoras en las cocinas de leña.

El enfoque epistemológico de la investigación se centra en dos aspectos: el primero el análisis de la categoría de campesino, que abarca su concepto y las relaciones del campesino con el entorno, y el segundo que trata sobre las relaciones entre la naturaleza y la cultura haciendo énfasis en la cultura campesina.

Una vez definidos el marco de referencia y el enfoque epistemológico, el proyecto tuvo como propósito principal analizar las implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme, lo que implicó el desarrollo de metodologías, actividades y tareas para lograr cinco objetivos así:

1. Realizar un diagnóstico de la población rural de Usme que usa la leña para actividades domésticas en relación con las condiciones socioeconómicas y de uso de combustibles.
2. Identificar y caracterizar las especies leñosas, específicamente en lo que corresponde a su combustibilidad, utilizadas en la zona rural de Usme.
3. Identificar las técnicas y los equipos utilizados en el uso de la leña como combustible.
4. Caracterizar el funcionamiento de los equipos a través de balances de masa y energía.
5. Propuesta para mejorar las condiciones de uso de la leña.

Se presentan en este documento, el marco de referencia, el enfoque epistemológico, la metodología aplicada, los resultados obtenidos y la propuesta de manejo de la leña como combustible.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. Consideraciones alrededor de la leña

1.1.1. Generalidades del uso de la leña

La leña se considera una fuente de energía primaria, lo que significa que 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”* (Singer s.f).

La composición aproximada de la madera es: 49% Carbono, 6% Hidrógeno y 45% Oxígeno, con ligeras variaciones. La energía contenida en la madera, con un 20% de humedad, es de 15GJ/ton o 10GJ/m³ (Boyle 2004).

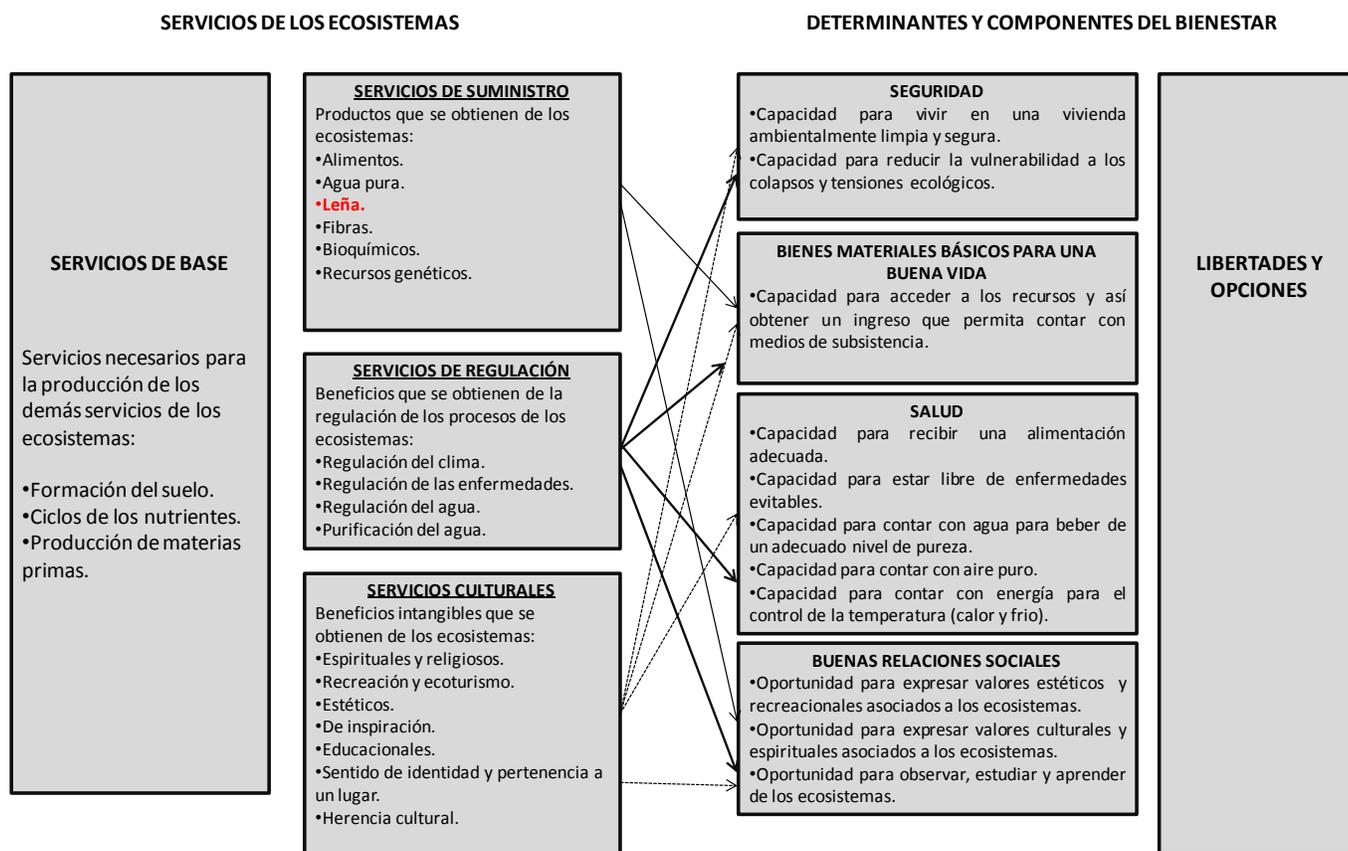
La leña se reconoce como parte de los recursos de los ecosistemas que prestan servicios básicos a las sociedades. El consumo de leña está determinado por variables técnicas, económicas, ecosistémicas, sociales y culturales, tal como se presenta en la figura 1, donde se aprecia que la leña es considerada un servicio de suministro y que tiene implicaciones a nivel de bienes de materiales para una buena vida y para la salud, por ser recurso que sirve para cocción y calefacción y también por tener incidencia en las buenas relaciones sociales; esto puede evidenciarse en las casas campesinas, en las que la visita se realiza muchas veces en la cocina, dependiendo de la confianza de la visita, por ser este el sitio más acogedor (González-Martínez 2007).

De acuerdo con la Food and Agricultural Organization (FAO):

“...La producción total de madera en 2000 alcanzó aproximadamente 3900 millones de metros cúbicos, de los cuales 2300 millones se utilizaron como combustible. Esto significa que alrededor del 60 por ciento de las extracciones mundiales totales de madera de los bosques y de los árboles fuera del bosque se utilizan con fines energéticos. Dicho de otra manera, la

energía es la principal aplicación de la biomasa forestal obtenida de los bosques y de los árboles fuera del bosque” (FAO 2008).

Figura 1. Servicios de los ecosistemas y su relación con la calidad de vida.



Fuente: (Millenium Ecosystem Assessment, 2005)

En su gran mayoría, la leña se produce y consume aún localmente. La dificultad para recoger datos fiables en los países, radica en que la leña se usa principalmente en el hogar siendo su comercio a menudo informal. Se añaden a lo anterior, el hecho que en la mayoría de los países la leña es barata, por lo que su importancia económica en el sector de los combustibles es exigua y no se destinan recursos para la recolección de datos estadísticos. El hecho es que muchos países carecen de recursos financieros para llevar a cabo este tipo de trabajos, pues los países donde el uso de la leña reviste mayor importancia suelen ser también los más pobres en general; otro factor que influye en la falta de estadísticas confiables, es la explotación ilegal maderera que hace que las cifras sean subestimadas (FAO 2009).

Malyshev (2009) en su artículo "*Looking ahead: energy, climate change and pro-poor responses*", advierte cómo en la actualidad hay aproximadamente 2600 millones de personas que usan leña, carbón o residuos agrícolas, para suplir sus necesidades energéticas para cocción y para calefacción, y se espera, según las proyecciones, que para 2030 la cifra ascienda a 2700 millones de habitantes. Además, informa que hay más de 1600 millones de personas sin acceso a la energía eléctrica, lo que corresponde a un cuarto de la población mundial.

El estudio realizado por Adjasi y Chambers (2007) en Ghana sobre los estándares de vida de las viviendas, reveló que la mayoría de las viviendas, aproximadamente el 90%, utilizan aún la leña como combustible para cocinar, sobre todo en áreas rurales donde la inequidad en los ingresos es mayor.

En Mongolia, aproximadamente la mitad de la población cocina de manera tradicional y con cocinas tradicionales, utilizando combustibles sólidos como madera, residuos agrícolas y excretas de animales. Entre las razones aducidas para su uso están el que se mantiene la casa más caliente durante un largo periodo de tiempo, pero se consideraba molesto el que las cenizas y los gases generaran suciedad (Gordon, y otros 2007).

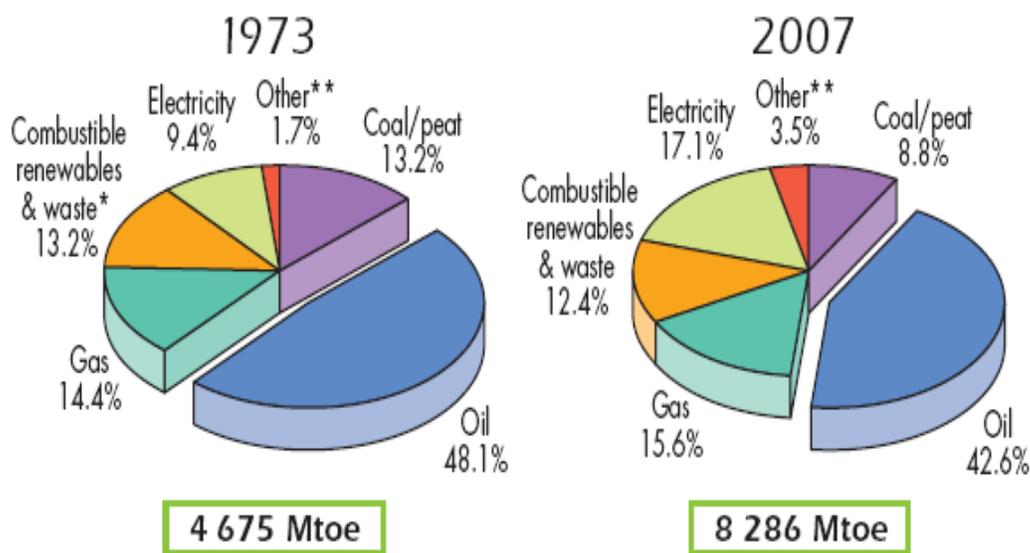
En 2007 el consumo mundial de energía superó los 8286 Millones de Toneladas Equivalentes de Petróleo (MTEP), teniendo una participación de los combustibles renovables, entre ellos la leña, del 12,4%. El consumo sin embargo está muy desigualmente repartido, pues los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con el 15% de la población mundial, consumen el 60% de la energía, factor que se debe tener en cuenta a la hora de repartir responsabilidades de la crisis ambiental (Santamaría Florez 2004). La figura 2, presenta una comparación entre la distribución de consumo de energía en el mundo entre 1973 y 2007. Es de resaltar cómo en este tipo de gráficas la leña no tiene su propio indicador, a pesar de ser un combustible muy usado a nivel mundial.

Otros estudios estimaban el consumo de leña a nivel mundial en 1400MTEP/año, aportando aproximadamente el 13% de la energía primaria mundial y para el caso de los países no industrializados supone alrededor del 30% y el 50% (Kuhmar y Naeem 2005), siendo en los más pobres la fuente casi exclusiva de combustible como es el caso de Tanzania, Ruanda y Uganda en

África y para el caso de Latinoamérica y el Caribe, Haití, donde la demanda de leña ha sobrepasado su producción siendo utilizada principalmente con fines térmicos (García Y., y otros 2001).

No solo estos estudios reconocen el amplio uso de la leña como combustible doméstico en muchas regiones y países a nivel mundial. El estudio de Pérez Arriaga (2002) afirma que *“la utilización tradicional de biomasa representa el 10% del total del suministro energético a nivel mundial y es utilizada por 2000 millones de habitantes especialmente en países menos desarrollados”*. Lo anterior significa que un tercio de la humanidad aproximadamente la utiliza, siendo este uso tradicional y básicamente aplicado a la cocción de alimentos.

Figura 2. Comparación entre la participación de los diferentes combustibles a nivel mundial en 1973 y 2007.



Fuente: (International Energy Agency 2009)

Audisio (2000) por su parte, complementa la información, asegurando que *“...probablemente gran parte de los 2000 millones de personas que dependen para subsistir diariamente de fuentes alejadas de la contabilidad comercial – leña y bosta-, lo hacen a un costo muy elevado para sus economías (los más pobres gastan hasta un 20% de sus ingresos para satisfacer sus necesidades energéticas básicas...”*.

Adicionalmente, se tiene un problema tecnológico con el uso de la leña, ya que en su transformación, la eficiencia en el uso de la biomasa, específicamente en los países en desarrollo, es inferior al 15%, mientras en los países desarrollados, las tecnologías empleadas permiten un aprovechamiento de

hasta el 80% de su potencial energético (García Y., y otros, 2001; FAO, 2008).

Un aspecto que tiene alta incidencia en la evaluación de impactos que genera el uso de la leña como combustible para uso doméstico, es la falta de estudios referentes a la leña como factor económico y de bienestar, más aún teniendo en cuenta el hecho que la dependencia de los pobres de las zonas rurales respecto a los servicios de los ecosistemas raras veces se mide y, por lo tanto, se pasa generalmente por alto en las estadísticas nacionales y en las evaluaciones de la pobreza, lo que da lugar a estrategias inapropiadas que no tienen en cuenta el papel del medio ambiente en la reducción de la pobreza (De la Torre 2000).

1.1.2. Consumo de leña en Latinoamérica

La leña constituye un elemento básico para la cocción de alimentos y calefacción 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 1 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 de leña ha aumentado en términos generales, aún cuando el reporte informa que en Colombia ha disminuido.

De acuerdo con datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), alrededor del 35% de la población en América Central carece de acceso a la electricidad y sigue utilizando leña y otros combustibles tradicionales para fines de calefacción y cocción de alimentos. La mayoría de las viviendas que no tienen acceso a electricidad se encuentran ubicadas en las áreas rurales en donde la inversión en infraestructura eléctrica sería alta, dada la cantidad de habitantes y la dispersión de las viviendas. Más de ocho millones de centroamericanos, representando una cantidad mayor a 1.5 millones de hogares, aún no cuentan con acceso a este servicio, según se muestra en la tabla 2, de la que se concluye que 24% de la población centroamericana carece del servicio de electricidad (Fenerca 2003).

En 1996, para el caso mexicano, se reportaba que cada familia consumía en promedio 4m³/año de leña, siendo el estado de Veracruz el que mayor consumo presentaba, con un consumo de 1,74

millones de toneladas. Se calculaba, para esa fecha, que el consumo anual promedio ascendía a 36 millones de m³ (Cayetano y Meyer s.f.). En Bolivia, el 80% de los hogares, 1.160.000 aproximadamente, utilizaba en 2007 biomasa como combustible doméstico. (Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, República de Bolivia 2007).

Tabla 1. Producción de leña en ALAC y tasa de crecimiento.

PRODUCCIÓN DE LEÑA EN ALAC (kbep)				TASA DE CRECIMIENTO (%)	
País	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
Rep. 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

Fuente: (OLADE, 2008)

Tabla 2. Estimaciones del número de viviendas sin electricidad en América Central.

PAÍS	POBLACIÓN	% POBLACIÓN SIN ACCESO A ELECTRICIDAD	POBLACIÓN SIN ACCESO A ELECTRICIDAD	NÚMERO DE VIVIENDAS SIN ELECTRICIDAD
Costa Rica	4'023.000	2%	80.460	16.092
El Salvador	6'276.000	20%	1'255.200	251.040
Guatemala	11'237.196	15%	1'685.579	337.116
Honduras	6'485.000	40%	2594.000	518.800
Nicaragua	5'074.000	53%	2689.220	537.844
Panamá	2'856.000	15%	428.400	85.680
Total	36'186.783		8'779.977	1'755.995

Fuente: (Fenerca 2003)

1.1.3. Consumo de leña en Colombia

No existen muchos estudios referentes al tema del uso de la leña en Colombia. Los estudios más completos son el Estudio Nacional de Energía "ENE" y el Análisis de la Energía en el Sector Rural, realizados en 1982, que evidenciaron cómo, con relación a la participación de la leña en la producción de energía primaria, entre 1970 y 1979, ésta había crecido del 16% al 17,6% en dicho periodo, siendo "... el principal y casi único combustible de la población rural y el de mayor peso en el sector residencial " y proyectándose para el año 2000 una disminución en el consumo de la misma del 61,4% al 41,1%, sustituyéndola por energía eléctrica y/o gas natural.

El ENE, muestra que el promedio de kilogramos de leña para cocción diaria de alimentos variaba así: 19,35kg/día para estufas abiertas, 25,87kg/día para estufas de plancha sin chimenea y 29,48kg/día para estufas con plancha y chimenea. El promedio ponderado fue de 21,47kg/día de consumo, siendo el total de hogares que utilizaban leña exclusivamente de 992.658. El consumo *per cápita* calculado fue de 100 kg/persona-mes y en el caso más ineficiente 150kg/persona-mes (Ministerio de Minas y Energía, 1982; Torres, 1982).

La población total colombiana para el año 1982, fecha del estudio de Torres, era de 29'718.000 habitantes según las cifras del DANE. La población rural del país según en el censo de 1973 era de 9'313.975 de un total de 24'218.000 habitantes y para 1985, aumentaron a 10'433.772 de un total de 31'659.000 (Murad 2003); teniéndose un decrecimiento de la población rural total, en términos de porcentaje. Haciendo los cálculos, combinando la población rural con el consumo promedio de leña

por mes, se obtiene que el consumo total de leña para el año 1973 habría sido de 931'397.500 kg y si se proyectara para el año 85, el consumo habría ascendido a 1.043'377.200 kg.

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 No.2834 referente a Política de Bosques, referenciaba el uso de la leña como una de las causas de deforestación en el país. Según este documento, principalmente se usaba la leña como combustible para cocción de alimentos en zonas rurales y en lo referente al sector productivo, el panelero era el que hacía mayor uso de ésta. 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 (Minambiente -DPN 1996).

De acuerdo con Hernández (2003), el uso de la biomasa continúa siendo importante en Colombia, como recurso energético, en dos sectores principalmente: el agrícola y el residencial rural. En este último, el uso de la leña es amplio como se demuestra en el balance del sector rural colombiano y en los estudios realizados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). 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.), principalmente en las actividades de calentamiento de agua y cocción de alimentos. De los combustibles usados, el 87,6% lo constituía la leña, el 3,7% el carbón mineral y el 10,14% estaba representado en fuentes secundarias como carbón de leña, kerosene, gas licuado.

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. Se concluía que esto no incidía de manera notable en la deforestación de la zona, pues se detectó que el consumo se realizaba en equilibrio. La demanda proyectada por el autor, establecía que para el 2007 se consumirían entre 175,9 y 224,7ton/año y para el 2022 se proyectaba un consumo de entre 252,6 y 371,3ton/año. En términos de área, se requerirían entre 241,8 y 355,4 hectáreas para suplir la demanda proyectada para el 2012.

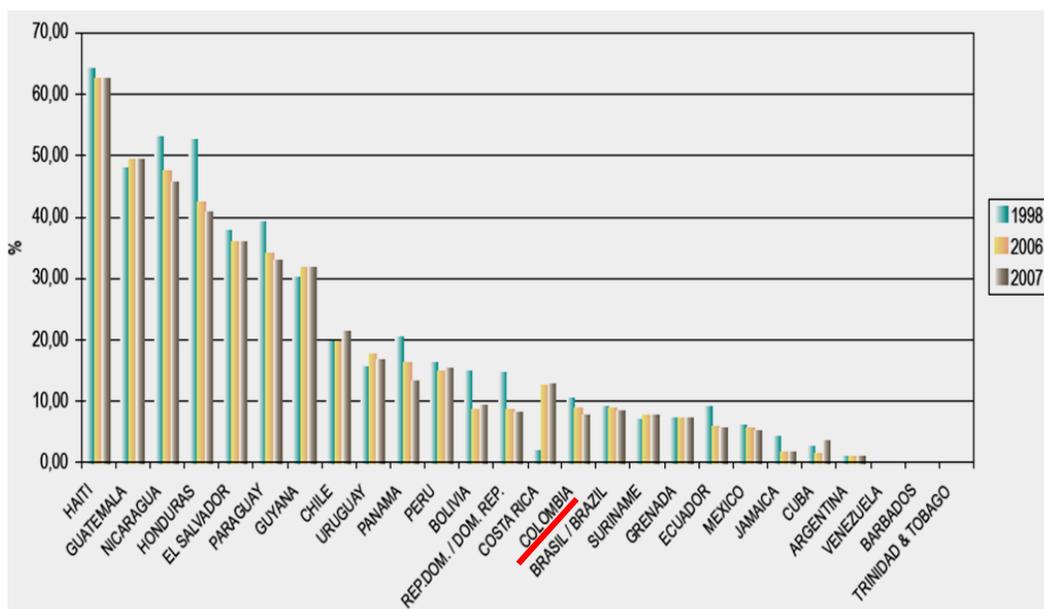
Un estudio más reciente de Valderrama y Linares (2008), sobre el uso y manejo de la leña por campesinos de San José de Suaita en el departamento de Santander, evaluaba su incidencia sobre la deforestación. El estudio demostró que los campesinos tenían buen conocimiento de la dinámica de regeneración de la vegetación, conocían bien las diversas taxonomías e identificaban cada especie y valoraban la calidad de su leña. Concluyó el estudio que la apropiación de la leña usada en las viviendas rurales era bajo y la frecuencia de recolección era diaria o máximo 2 días de por medio, y no necesariamente se hacía tumba sino se recolectaban las ramas y troncos secos en especial, prefiriendo aquellos de mejor calidad. El consumo estimado fue de 4.8kg/día/persona, mayor a los reportados en otros estudios similares.

De acuerdo con la OLADE, la oferta total de leña en Colombia en 2007 fue de 15,503Kbep, las cuales se utilizaron en su totalidad para satisfacer la demanda interna, con una participación en el sector residencial del 29,48%, con un consumo *per cápita* de 0,28bep/hab. y una participación en la demanda total de energía del 7,63% (OLADE 2008). La figura 3 presenta la participación de la leña en la demanda final energética en los países de ALAC.

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 zonas rurales, tal como lo demuestra el estudio presentado en la evaluación de ecosistemas del milenio, que lo evidencia así: *“...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”* (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

De acuerdo con el boletín estadístico de la UPME (2006), el consumo de leña y bagazo había pasado de 12,1% en 1998 al 12,7% del total de la energía consumida en 2007, a pesar de la puesta en marcha del Plan de Masificación de Gas Natural, iniciado a comienzos de la década de 2000. Este informe permite apreciar cómo el gas natural entró a reemplazar primordialmente el uso de carbón mineral y de petróleo y sus derivados.

Figura 3. Participación porcentual de la leña en la demanda final energética en los países de ALAC.



Fuente: (OLADE 2008)

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

AÑO	PRODUCCIÓN (MILES M ³)	CONSUMO (MILES M ³)
1998	16.712	16.712
2005	9.598	9.598
2007	8.469	8.469
2009	10.350	10.350

Fuente: Adaptado de informe FAO Situación de los bosques del mundo 2001,2005, 2007, 2009.

La UPME en la publicación “*Balances Energéticos Nacionales 1975-2006*”, presenta los siguientes datos con respecto a la leña como energía primaria en Colombia: en términos de producción de energía a partir de fuentes primarias y renovables, la participación de la leña pasó del 18,2% en 1975 al 2,6% en 2006, teniendo un pico máximo en 1980, cuando participó con el 19,4%. Esto se explica como un efecto de su sustitución por gas natural y Gas Licuado de Petróleo (GLP). En términos de demanda, la leña paso de una participación del 20,8% en 1975 al 7,2% en 2006, presentando una tendencia decreciente constante. En cuanto a la oferta interna, la leña pasó de suministrar 33.971,9 Teracalorías en 1975 a 21.402 Teracalorías en 2006, con una tasa decreciente en el periodo contemplado de -1,48%. En lo relacionado con el consumo final de energía, la leña pasó de una

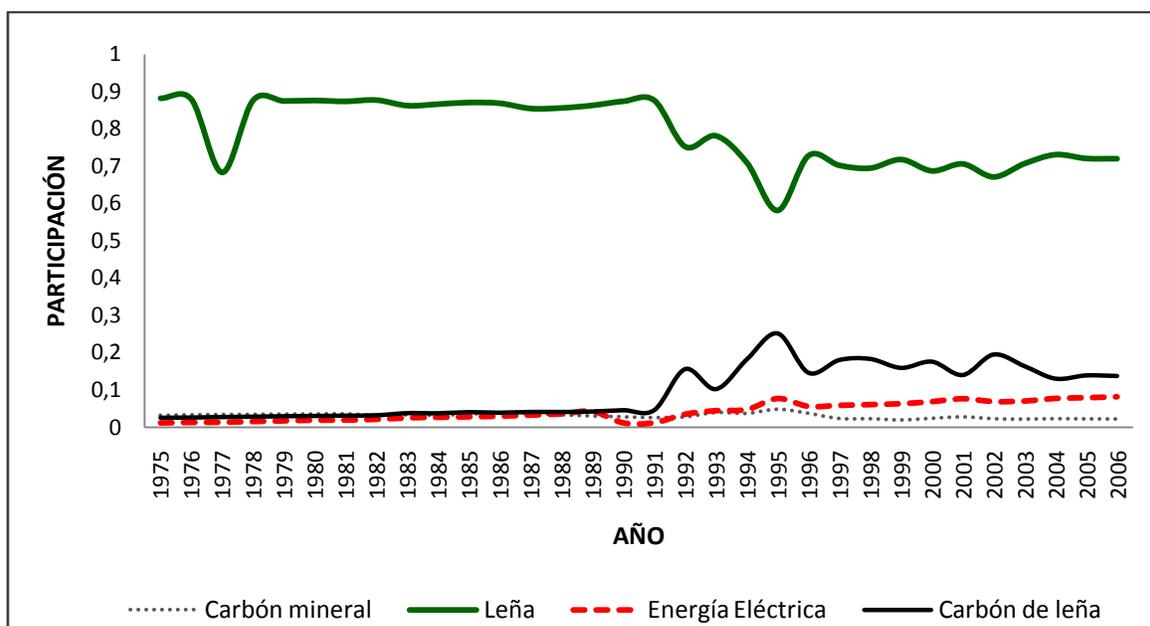
participación del 58,9% en 1975 al 25% en 2006, siendo el principal recurso primario renovable utilizado, seguida por el bagazo. (Ministerio de Minas y Energía, UPME 2007).

En lo referente al consumo por sectores, entre los cuales están el industrial, el residencial, el transporte, el agrícola y minero, el comercial y público, la construcción y otro no identificado, las tasas de crecimiento indicaban para el sector residencial una participación en el consumo de energía primaria para 1975 del 34,04% y para 2006 del 21,43%; la disminución se explicaba principalmente por el proceso de sustitución de la leña; sin embargo, la leña sigue siendo uno de los tres energéticos más usados, junto con la energía eléctrica y el GLP. En lo que respecta a los subsectores, para el caso residencial, la cocción representaba el 7,7% del total consumido para 1975 y para 2006 había aumentado al 9,0%, siendo este sector el de mayor participación a nivel residencial; a nivel residencial rural, para 1975, la leña aportaba 28.581,2 Teracalorías, aportando el 88% de la energía, y para 2006, su aporte era de 14.432,9 Teracalorías, aportando el 71,7%. Esto demuestra que aún en los hogares de las zonas rurales, la leña es el combustible más utilizado. A nivel del sector industrial, los tres energéticos con mayor participación fueron el carbón mineral (30%), el gas natural (20%) y el bagazo (13%). En el sector agropecuario, los tres energéticos con mayor participación fueron: la leña (35%), el bagazo (29%) y el diesel (27%). A nivel de comercio exterior, la leña no participó ni en exportaciones ni en importaciones durante el periodo estudiado. Esto es normal, pues toda la producción de leña es consumida dentro del país, tal como se concluye también del estudio de la FAO. (Ministerio de Minas y Energía, UPME 2007).

La gráfica 1, presenta el consumo de energía en el sector residencial rural, para los principales energéticos utilizados: leña, carbón de leña, carbón mineral y energía eléctrica. En ésta 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. La tasa de crecimiento de consumo de leña en el periodo fue del orden del -2,2, mientras que la tasa para el carbón de leña fue de 4,0 (Ministerio de Minas y Energía, UPME 2007).

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.

Gráfica 1. Participación de los principales combustibles usados en el sector residencial en zonas rurales.



Fuente: Adaptado de (Ministerio de Minas y Energía, UPME 2007, 65)

En Colombia, de acuerdo al estudio realizado por Silva y Nakata (2007), la demanda energética para cocción cubierta con madera estaba alrededor del 35% y el consumo diario por persona estaba en 11.2 kg de madera, en las zonas no interconectadas.

Cornare ha venido desarrollando el programa Huellas que se enfoca en mejorar las cocinas de leña y los huertos campesinos. (CORNARE s.f.)

1.1.4. La leña como combustible

Definición y tipos de combustibles: Puede decirse que un combustible es una fuente de energía. De acuerdo con la definición de la Real Academia de la Lengua Española (2001), combustible es todo aquello que puede arder o que arde con facilidad.

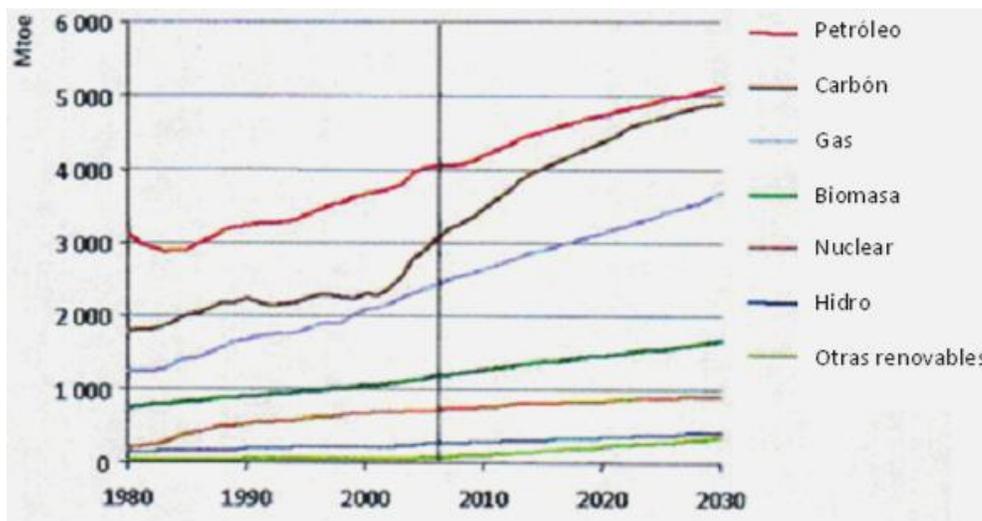
En la actualidad, la demanda energética ha concentrado su atención en los combustibles. Los más utilizados son los provenientes de fuentes no renovables, conocidos también como combustibles fósiles. Estos son producidos por largos procesos de descomposición y conversión química de la

materia orgánica que duran millones de años y están representados en el carbón, el petróleo y sus derivados y el gas natural (El-Wakil 1984).

De acuerdo con los estudios de la Energy Information Administration (EIA), entre 2008 y 2009 hubo una contracción en la demanda de combustibles, generada por la recesión mundial; sin embargo al término de esta recesión se esperaba que la demanda volviera a tomar los caminos de uso de combustibles tradicionales, esto significa que el aumento en el consumo de combustibles fósiles continuará siendo el dominante a nivel mundial. La figura 4 presenta esta tendencia. (U.S. Energy Information Administration 2010).

La cantidad y el tipo de combustibles existentes en una región, juegan un papel importante y determinante en lo referente a su uso. Los combustibles pueden variar en su estructura, en su tamaño y en la forma en que se presentan en la naturaleza.

Figura 4. Mercado mundial de energía 1990-2035. (cuadrillones de BTU).



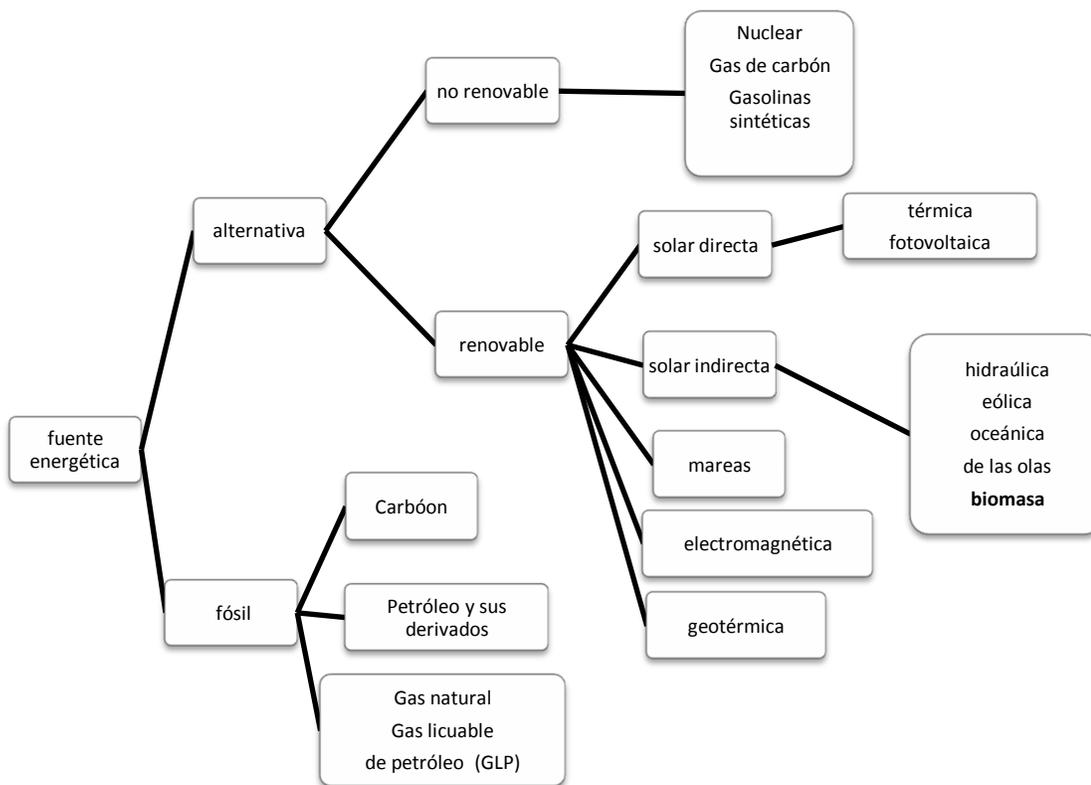
Fuente: (Reni, 2008)

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 y el carbón; eEntre 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 5 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 que se está regenerando continuamente (Boyle 2004).

También se define como biomasa “*el conjunto de materiales de naturaleza biológica que, por cualquier causa, inclusive de mercado, no son utilizables para la alimentación humana ni de los animales que viven en los ecosistemas, y que no han sufrido cambios profundos en su composición, tales como los que han tenido lugar durante los procesos de mineralización ocurridos durante la formación del carbón y del petróleo*” (García Y., y otros 2001).

Figura 5. Clasificación de las fuentes energéticas.



Fuente: adaptado de: (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo y Arango Gómez 2008)

La biomasa se produce a partir de la energía contenida en la radiación solar que es captada y transformada mediante el proceso de fotosíntesis, proceso durante el cual la energía de radiación se transforma a energía química. La energía que se almacena en las plantas es reciclada naturalmente

por conversiones que involucran procesos químicos y físicos en las plantas, el suelo la atmósfera circundante y otras materias vivas. La importancia de este proceso para los seres humanos, es que estos pueden intervenir durante el proceso y capturar la biomasa cuando esta tiene almacenada energía química, la cual se usa como fuente energética. Una pequeña porción de energía permanece en la materia una vez ha concluido su proceso y es la que lentamente se convertirá en combustible fósil (García Y., y otros 2001; Boyle, 2004). La tabla 4 presenta algunos datos generales sobre la biomasa.

Tabla 4. Datos de la biomasa.

ITEM	CANTIDAD
Masa total de materia viviente (incluida la humedad).	2000 billones de toneladas
Masa total de plantas	1800 billones de toneladas
Masa total en bosques	1600 billones de toneladas
Población mundial	6. billones de personas aprox.
Biomasa terrestre per cápita	400 toneladas
Producción anual neta de biomasa	400000 Megatoneladas/año
Energía almacenada en la biomasa	25000 ExaJoules
Energía almacenada por las plantas	3000 ExaJoules/año
Consumo total de energía en todas sus formas	400 Exajoules/año
Consumo de energía a partir de biomasa en el mundo	55 ExaJoules/año
Consumo de comida en términos energéticos	10 ExaJoules/año.

Fuente: (Boyle, 2004).

Hasta el siglo XVII, en los inicios de la revolución industrial, la historia de los combustibles era esencialmente la de los biocombustibles, siendo la madera el combustible más utilizado. El reemplazo de la madera por carbón permitió la revolución tecnológica, mediante el empleo de la máquina de vapor.

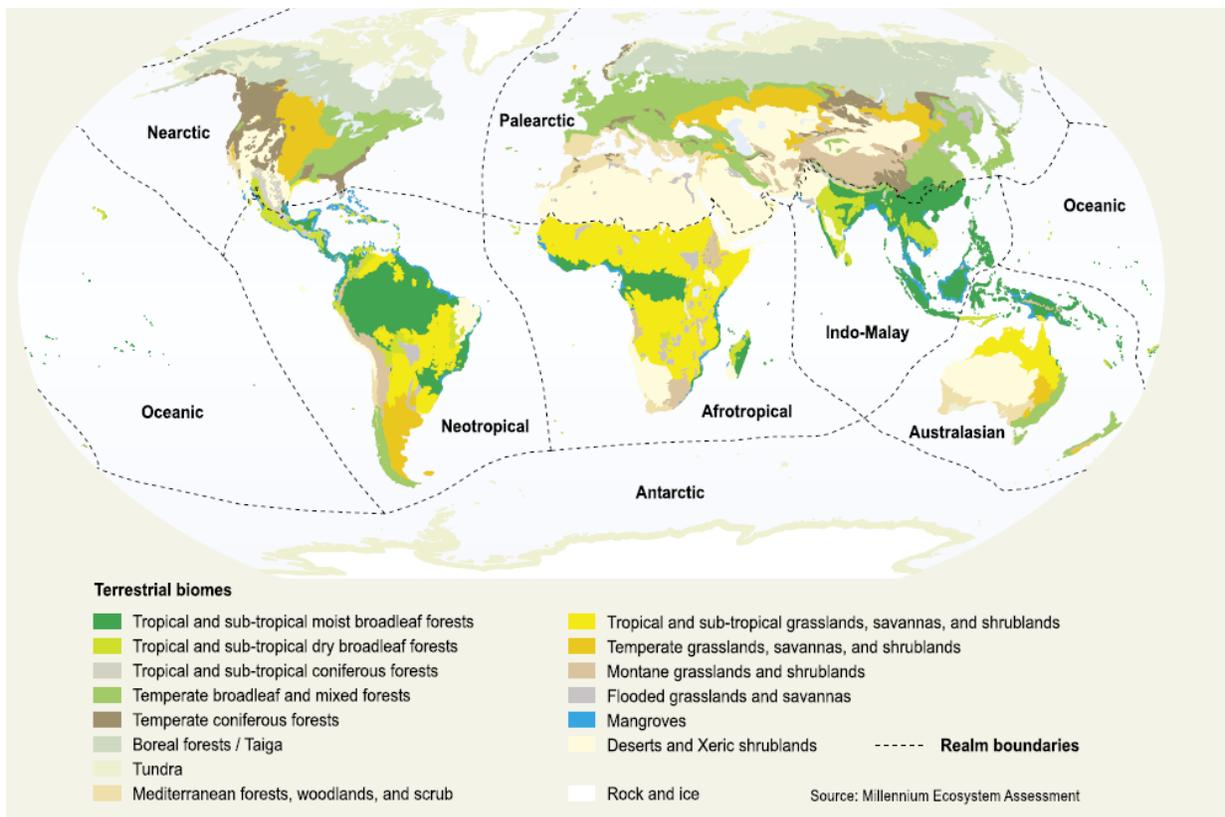
Los materiales biomásicos pueden ser sólidos y en algunos casos líquidos. En general la biomasa sólida no es apta para ser usada como combustible de manera directa, debe pasar por algunos procesos para adecuar sus características al uso energético que se quiera dar.

Se considera biocombustible sólido, a aquellos productos derivados de la biomasa que son susceptibles de utilización directa en los procesos de conversión energética y que se obtienen a partir

de la biomasa mediante transformaciones, generalmente de naturaleza física, tales como el astillado, molienda y secado (García Y., y otros 2001).

Los sistemas energéticos basados en biomasa utilizan la madera, los residuos de madera y de procesos agrícolas, los residuos municipales como fuentes de generación de energía (Kreith y West 1997). La figura 6 presenta la existencia de maderas a nivel del planeta y en la tabla 5 la clasificación general de la biomasa.

Figura 6. Existencias de biomasa en el planeta.



Fuente: (Kuhmar y Naem 2005).

Entre las características de la composición de la biomasa cabe resaltar: la densidad aparente, el poder calorífico, la cantidad de volátiles y cenizas generados durante su combustión, y los componentes elementales que la conforman, que son en general: Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Azufre y Cloro y su humedad.

Para evitar los problemas que surgen por su baja densidad energética, se desarrollan en la actualidad procesos de densificación de la madera, como es el caso de la fabricación de pellets y briquetas. La biomasa tiene como característica ser un combustible de baja densidad energética. Esto se evidencia en su densidad aparente, varias veces inferior a la del carbón, y en su poder calorífico, una o dos veces inferior al del carbón de buena calidad (García Y., y otros 2001).

Tabla 5. 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	Subproductos de origen municipal	Sólidos: Residuos sólidos 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: (FAO 2008)

La combustión directa de la leña es el proceso más conocido y del que en la actualidad se obtiene casi la totalidad de la energía de este recurso, desarrollada a temperaturas que varían entre 800 y 1000°C, utilizando el aire como agente oxidante. El proceso libera calor y productos de la combustión CO, CO₂, H₂O, N₂ y cenizas, las cuales pueden utilizarse como fertilizantes del suelo.

Ensayos realizados para calentamiento de agua a partir de la combustión directa de la madera, han demostrado que para aumentar la temperatura de un litro de agua 1°C se requieren 4.2kJ de energía, lo que equivaldría a un pedazo de 40cm³ de madera aproximadamente. En la práctica calentando a fuego abierto se necesitarían al menos 55 veces esta cantidad lo que representa una eficiencia de

menos del 2% (Boyle 2004). Estos datos son importantes para justificar el diseño de estufas y hornos más eficientes, lo que exige una buena comprensión del proceso que se lleva a cabo.

La combustión en general se realiza en dos etapas, porque el combustible presenta dos constituyentes combustibles: la materia volátil, que es una mezcla de alquitranes que se vaporizan mientras la temperatura aumenta; la combustión de estos produce pequeños chisporroteos en la llama. El sólido que queda es el char¹, o material pirolizado², junto con la materia inerte; el char es principalmente carbón, el cual al quemarse produce el CO₂ mientras la materia inorgánica forma las cenizas o escoria.

Al menos tres cuartas partes de la madera están representadas en los volátiles, por lo que es importante tener en cuenta este aspecto, al diseñar las estufas y los hornos, para que la energía de ésta no se desperdicie en el ambiente o se disipe a través de la chimenea. Las normas que se tienen en cuenta para la realización de los análisis de las propiedades y caracterización de las biomásas se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Normas de análisis y caracterización de maderas.

CARACTERÍSTICA	NORMAS APLICABLES		
Contenido de humedad	EN-14774	DIN 51718	ASTM E871
Contenido de volátiles	CEN EN15148	DIN 51720	ASTM E872
Contenido de ceniza	CEN EN14775	DIN 51719	ASTM D1102 – ASTM E1534 para combustibles particulados a partir de madera.
Análisis próximo		DIN 51700	
Análisis elemental	CEN/TS 15104		ASTM D5373 (para carbones)
Poder calorífico	CEN EN 14918	DIN 51900	ASTM D5865 (para carbones y coque)
Densidad a granel	CEN EN 15103		ASTM E873

Fuente: Adaptado de (Sierra 2006) y (Hennessy 2010)

1.1.5. Problemas generados por el uso de leña

Entre los inconvenientes que presenta la leña, para su uso como combustibles, se encuentran: su alto contenido de álcalis, principalmente potasio, el contenido de humedad y la heterogeneidad de los

¹ Producto generado por la reducción del carbón por medio de combustión incompleta.

² La pirolisis es la transformación química de una sustancia, en elementos más simples, por efecto del calor.

materiales que pueden dar lugar durante el proceso de combustión a la generación de altas emisiones de CO y otros inquemados a la atmósfera (García Y., y otros 2001). Otros elementos producidos por la combustión de la madera son los aldehídos, compuestos hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH's), compuestos volátiles como dioxinas, consideradas mutagénicas, en tamaños de partícula con diámetro <10 micrones, lo que las hace respirables. Trabajos realizados por la World Health organization (WHO) reportan que la cocción con leña puede estar asociada a incremento en enfermedades como la tuberculosis o algunos tipos de cáncer incluido el nasofaríngeo, el de laringe y el de boca (Torres-Dosal y otros, 2008; Smith, 2006; WHO, 2009).

Las estufas abiertas de leña emiten entre 10-180 gramos de monóxido de carbono (CO) por kg de leña. Los efectos del monóxido de carbono al mezclarse con la sangre son entre otros: disminución de los niveles de oxígeno, lo que afecta el corazón, y en concentraciones elevadas generan pérdida de conciencia, daño cerebral e incluso la muerte. El contacto con dióxido de nitrógeno (NO₂) durante temporadas prolongadas, origina enfermedades respiratorias, especialmente en los niños menores de 4 años. Por su parte, la exposición al dióxido de sulfuro (SO₂) produce tos, congestión en el pecho, bronquitis, reducción en las funciones pulmonares y aumento en el riesgo prematuro de muerte. Las partículas suspendidas producen pulmonía, asma y bronquitis (Martínez, 2003; WHO, 2009).

La concentración de CO permitida a nivel industrial es de 10mg/m³, sin embargo en monitoreos llevados a cabo en casas que cocinan con leña en Burundi, India, se han obtenido valores de hasta 115mg/m³. Esto genera que los valores de carbono en la hemoglobina que normalmente deben ser <2.5% superen el 5%, lo cual genera efectos como la afectación al comportamiento neuronal, la disminución de la visión y problemas de comportamiento (alerta permanente) (Torres-Dosal y otros, 2008).

El componente principal de las partículas suspendidas es el smog, que está asociado con el aumento en las enfermedades respiratorias en general, con irritación de los ojos y disminución de las funciones pulmonares (Martínez 2003).

Adicionalmente, Martínez (2003) referencia varios trabajos sobre calidad de vida y uso de leña entre ellos los de Filmer y Pritchett (1996), Dasgupta (1993), Loughran y Pritchett (1997) y UNICEF (2008) los cuales reportan que los hogares destinan una parte significativa de su tiempo a recolectar leña y que son las mujeres y los niños los que realizan esta labor. Estos trabajos plantean que la fecundidad

también tiene relación con la necesidad de manos para desempeñar las labores diarias como la recolección de leña (Filmer y Prichett,1996; Dasgupta,2003; Loughran y Prichett, 2003 y Unicef,2008). Aggarwal, Sinaia y Romano (2001, 2003) en sus trabajos, encuentran una relación positiva y significativa en términos de la distancia para la recolección de leña y la alta tasa de fecundidad.

Otros trabajos, identifican la relación existente entre consumo de leña como combustible en los hogares y el peso de los recién nacidos, encontrando una relación negativa entre el humo producido por la preparación de alimentos y el peso (Boy, Bruce y Delgado, 2003; WHO, 2009).

Por su parte, Leach y Gowen (1987) analizan los determinantes de la demanda por combustibles de los hogares e identifican su dependencia con el ingreso, el tamaño del hogar, el clima y factores culturales como dieta, hábitos al cocinar, iluminación y número de comidas diarias, concluyendo que el factor que más incide es el tamaño del hogar (Martínez 2003).

Se calcula que la mejora en la eficiencia de cocción con estufas de leña en México podría reducir hasta en 160 millones de toneladas las emisiones de CO₂ en un período de 20 años (World Bank 2009). El estudio realizado por Roden y otros (2006), estima que la cocción con estufas que usan biocombustibles aportan el 20% de los aerosoles de carbón negro y de carbón orgánico. Estos elementos contribuyen al balance de la radiación de la tierra, pues el carbón negro absorbe radiación, calentando la atmósfera y enfriando el suelo, mientras el carbón orgánico repele la luz, enfriando tanto la atmósfera como el suelo.

Se ha reportado que la conversión energética potencial de la madera que es quemada en un fuego abierto está entre el 2% y el 5% aproximadamente, mientras que las estufas de madera tradicionales aumentan esta eficiencia entre el 10% y el 36% disipándose el resto de la energía (FAO, 2008; Fundación Terra, 2002).

La United States Environmental Protection Agency (EPA), reporta que la contaminación del aire interior por preparación de alimentos, aumenta la probabilidad de que sus miembros contraigan enfermedades respiratorias agudas y genera pérdidas de bienestar, siendo entre 2 a 5 veces más alta que la externa. Los gases contaminantes emitidos son principalmente monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de sulfuro y partículas finas (World Health Organization 2009).

En lo que hace referencia a los impactos de la leña en la salud, se ha documentado que una quinta parte de las enfermedades se origina en factores ambientales, en especial los relacionados a su mala combustión, como la generación de CO y NO_x, y que la exposición a la contaminación dentro de los hogares, causada por la quema de combustible en estufas ineficientes y sin sistemas de ventilación adecuados, provoca la muerte a cerca de dos millones de mujeres y niños anualmente. En Guatemala, este tipo de infecciones constituye la primera causa de muerte en niños menores de 5 años. (Martínez 2003). Pérez Arriaga (2002), en su trabajo sobre Energía y Desarrollo, destaca como el uso de biomasa como combustible para cocción y calefacción genera efectos nocivos cuando la combustión es incompleta tanto a nivel ambiental, dando lugar a sustancias como el metano, como a nivel social, al estimarse que más de dos millones de muertes prematuras al año de mujeres y niños en el mundo se producen por esta causa.

Cayetano y Meyer (s.f.), reportan que la contaminación de aire interior causada por la combustión de energéticos dentro del hogar se considera el cuarto riesgo más importante para la salud en países en desarrollo, pues la inhalación de humo en niños duplica el riesgo de que éstos contraigan infecciones respiratorias graves y en mujeres embarazadas aumenta la cantidad de muertes prenatales y los bebés nacidos con bajo peso.

El estudio presentado por la WHO (2006), respecto a la polución del aire interior y su impacto en los niños, indica que los niños inhalan más contaminantes por kilogramo que los adultos y como sus vías respiratorias son mas angostas, la irritación resulta proporcionalmente mayor así como la obstrucción de las mismas. Entre los impactos que pueden generarse sobre el cuerpo se encuentran: afectaciones a los ojos, la nariz, la faringe y la laringe, irritación de las mucosas en niveles altos; en nivel medio, la tráquea y los bronquios y en niveles menores, los bronquiolos y los alvéolos. Los compuestos que generan afectaciones son: aldehídos, amoniaco, compuestos clorados, ozono, dióxido de nitrógeno y fosfatos. Las partículas de tamaños entre 2.5 a 10 micrones, se depositan en el tracto respiratorio superior y en las vías respiratorias mayores y las más finas, (< a 2.5 micrones) pueden alcanzar las terminales de los bronquios y los alvéolos. La exposición por largos periodos a contaminación interior de aire, genera disminución en el crecimiento de los pulmones.

El mismo informe, presenta como tercer factor para la muerte de niños entre 0 y 4 años, el humo interior producido por la combustión de combustibles sólidos, carbón y biomasa, usados

específicamente para cocción. Se considera que la mitad de las muertes en niños menores de 5 años, esto es 1'000.000, se debe a estos usos (World Health and the Environment 2006).

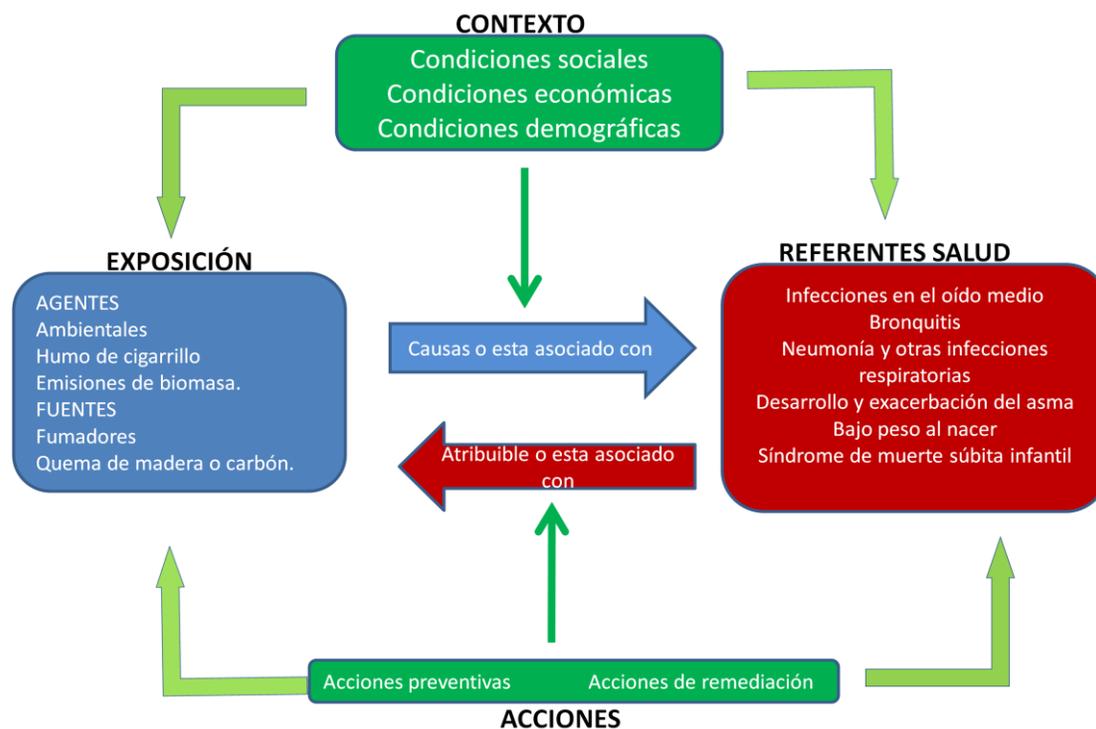
Entre los estudios que se han desarrollado para disminuir los efectos adversos de la contaminación del aire interior por cocción con leña, se encuentra el de Torres-Dosal y otros (2007), en él se presenta una revisión de los estudios que se han realizado sobre enfermedades como tuberculosis y cáncer generadas por contaminación del aire interior y su objetivo era realizar experimentación durante un mes con cocinas mejoradas tipo Patzari. Los resultados mostraron que el riesgo de daño por pérdida de linfocitos tiene al menos una relación parcial con la exposición al humo de la madera.

Todos estos estudios indican la importancia de analizar y encontrar alternativas que disminuyan los riesgos que la cocción ineficiente con leña genera al ambiente, siendo considerado un problema de salud pública en algunos países como México y Guatemala; cabe recordar que el humo en el interior de los hogares está catalogado como el octavo mayor contribuyente en la generación de enfermedades (Roden, y otros 2006).

Visto así, el uso de leña puede verse desde dos perspectivas, como ventaja por ser una alternativa real para los pobladores rurales y es el hecho de que el uso de los recursos renovables *in situ*, como fuentes energéticas, es uno de los elementos primordiales para un desarrollo sustentable local y este factor tiene alta incidencia en su preferencia y selección por quienes la prefieren como combustible pero también desde la visión preocupante que plantea el hecho de que un tercio de la humanidad no tenga acceso a formas avanzadas de energía y los desequilibrios que esto genera en términos de desarrollo humano. Así pues, la leña es uno de los factores que puede demostrar la forma desigual en que se ha venido desarrollando este planeta. (Programa de Diálogos de la Iniciativa de la Unión Europea para el Desarrollo Sostenible y la Secretaría Ejecutiva de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, 2008; Pérez Arriaga, 2002).

El modelo Múltiples Exposiciones- Múltiples Efectos (MEME) presenta las relaciones y los contextos en las que estas se dan, incluyendo la necesidad de tomar acciones para evitar dichos efectos nocivos en la salud principalmente. Al aplicarlo a la contaminación en el interior de las casas, se evidencia que la combustión de madera es una de las fuentes, tal como se aprecia en la figura 7.

Figura 7. Aplicación del modelo MEME a la contaminación en el interior de las casas.



Fuente: (World Health Organization 2009)

1.2. Zona de estudio: localidad de Usme

1.2.1. Reseña histórica 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 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”. A la llegada de los españoles, se conformó un nuevo sistema económico basado en la mita y la encomienda y hacia el año de 1650 se fundó la población de San Pedro de Usme como un poblado rural que se encargaba del abastecimiento de alimentos a la ciudad. (Sánchez, 1995; DAP-Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004, Agrored Usme, 2006).

De acuerdo con el informe adelantado por el Fondo de Desarrollo Local de Usme y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2006):

“...La zona rural de Usme históricamente se ha caracterizado por la importancia de la actividad agrícola como base de la economía. El campesinado aparece como el resultado de la fusión de tradiciones agrícolas de las comunidades prehispánicas que poseían conocimientos geográficos y climáticos que les habían permitido diseñar técnicas agrícolas; con las bases del orden social y político colonial que habían llevado a la conformación de la hacienda, que configuró las relaciones sociales con base en un sistema paternalista originó creando redes clientelistas y definiendo así las futuras relaciones entre trabajadores y propietarios”.

A comienzos del Siglo XX se reconoció a Usme como municipio, de acuerdo con el proceso de modernización institucional que vivía en ese momento la República con la expedición en 1913 del Código de Régimen Político Municipal, principio del funcionamiento para la mayoría de municipios del país. En 1954, bajo el marco de la organización del Distrito Especial y cumpliendo el mandato de la Constitución Política que establecía que la ciudad de Bogotá debía conformarse como *“un Distrito Especial, sin sujeción al régimen municipal ordinario”* (Artículo 159), el municipio de Usme desapareció como entidad político-administrativa separada de Bogotá y pasó a ser parte integrante de su jurisdicción y con la expedición del acuerdo 2 de 1992, se convirtió en la localidad 5ª de Bogotá. (DAP-Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004; UNOHABITAT, Alcaldía Mayor de Bogotá, IDEA, 2008).

1.2.2. Localización

En la actualidad, Usme se configura como la localidad 5ª de Bogotá; está ubicada al sur de la ciudad y tiene una población estimada de 294580 habitantes, de los cuales aproximadamente 6500³ se encuentran ubicados en la zona rural. Los estratos socio económicos predominantes son el 1 (41,75%) y el 2 (35,5%). La extensión territorial de Usme es de 21556⁴ha (13,2% área total del D.C.), de las cuales 9.492ha corresponden a zona rural. Las veredas que componen la zona rural son:

³ No se cuenta con estadísticas definitivas sobre la cantidad de habitantes rurales en la localidad de Usme. En el censo de 2005, solo se contempla para la zona rural 10 familias, y 290 habitantes; en la Ulata de la localidad se tienen estimados 6.500 habitantes y en la actualidad se está realizando el levantamiento de la información, según el estudio del Fondo de desarrollo local y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, el total para 2005 era de 5.593 habitantes.

⁴ Otros estudios reportan 22.439ha. Clasificadas 3.116ha. como suelo urbano y 19.323ha. como suelo rural (9.601ha. ubicadas en áreas protegidas). De acuerdo con el estudio realizado conjuntamente entre la alcaldía mayor y el IDEA de la Universidad Nacional en 2009, “...del total del área rural, 5.572ha se usan en ganadería, 1.286ha en agricultura, 3.215ha son bosques y 11.253ha pertenecen al páramo”. Esto implica que aún no se tiene un dato consolidado para la zona.

Agualinda-Chiguaza, Soches, El Uval, Chisacá, Margaritas, Arrayanes, Andes, Mercedes, Curubital, La Unión, El Hato, Destino, Olarte, Corinto, Requilina. La figura 8 presenta el mapa de la localidad 5ª con las veredas que conforman el componente rural y en la tabla 7 se aprecian el área y la población por vereda, según los datos del estudio de Agrored.

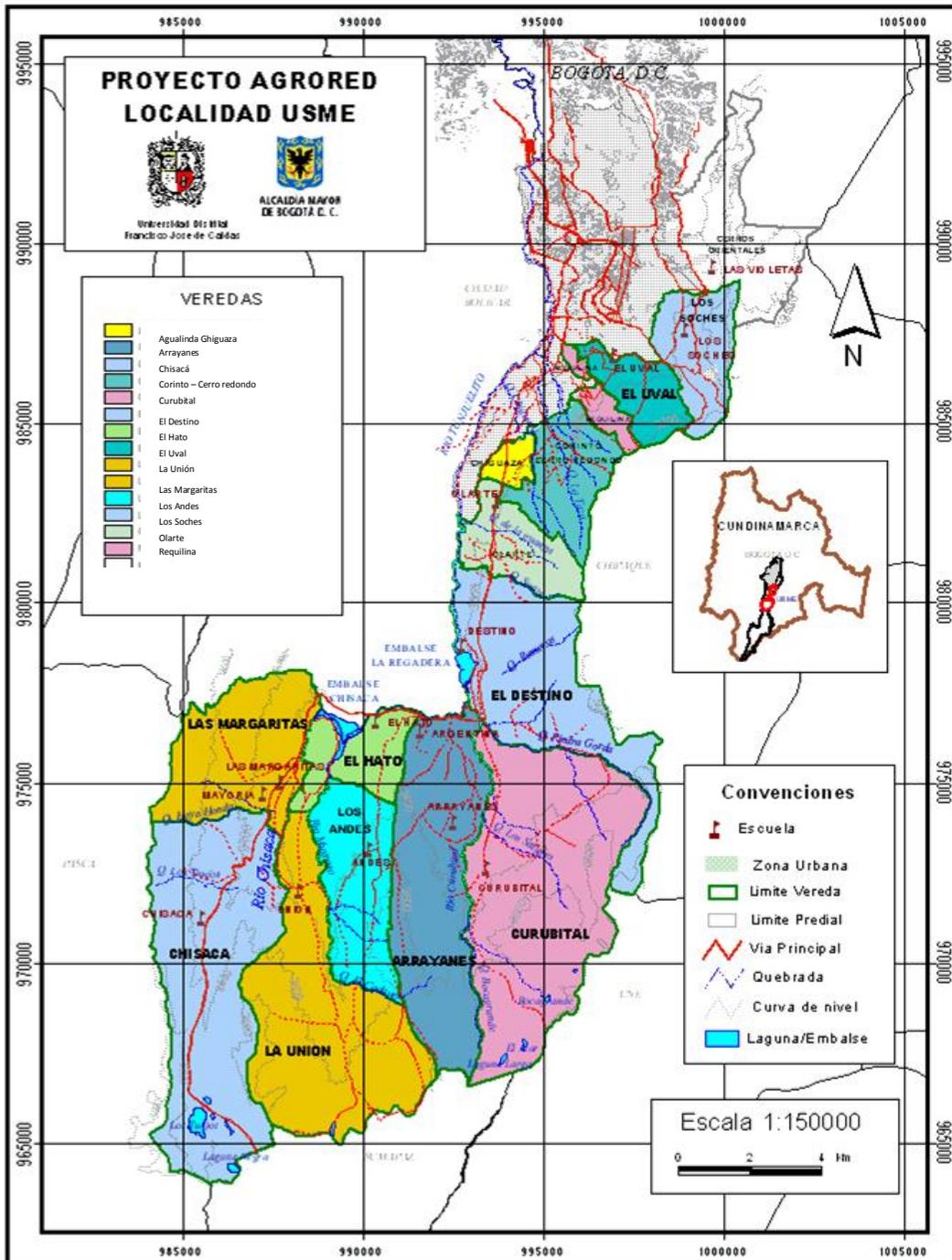
Usme es la segunda localidad de mayor extensión y que posee las mayores áreas rurales (9239 km²) y de protección (9068 Km²), después de la Localidad de Sumapaz. Ubicada en el costado sur oriental de Bogotá D.C. cubre la cuenca media y alta del río Tunjuelito con alturas que van desde 2.600 a 3.800 m.s.n.m. los sistemas generales que se presentan en la parte rural de la localidad son: el sistema de áreas protegidas, 49,6% de la totalidad del suelo rural; el sistema de asentamientos humanos y el sistema vial (Fondo de Desarrollo Local de Usme, Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2006).

Tabla 7. 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 de (Fondo de Desarrollo Local de Usme, Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2006)

Figura 8. Mapa de Usme con sus veredas.



Fuente: Adaptado de (Equipo de trabajo Agrored Usme 2006)

1.2.3. Aspectos ecosistémicos

Hidrografía: Como ya se expresó anteriormente, la localidad de Usme se encuentra entre la cuenca alta y media del río Tunjuelito. En esta localidad también hacen presencia las subcuencas de los ríos Curubital, Chisacá, Lechoso y Mugroso. Los principales ríos de la localidad son: Mugroso, La Esmeralda, Calavera, La Mistela, Puente Piedra, Tunjuelito, Curubital y Chisacá y las quebradas: La Chiguaza, Olarte, Guanga, Suate, La Regadera, Piedragorda, Cacique, Los Salitres, Curubital, La Leona y Hoya Honda. Otros cuerpos de agua que hacen parte de la localidad son: La represa de la Regadera y las lagunas Bocagrande, El Alar y laguna Larga. También se han detectado fuentes de agua subterránea por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), en especial en el barrio La Fiscala y en las zonas rurales de Los Soches y el Uval. (Fondo de Desarrollo Local de Usme, Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2006).

Climatología: Las condiciones climáticas en la zona rural de Usme son variables entre las diferentes veredas, el promedio de temperatura es de 9.8°C y la pluviosidad está entre 800mm y 1400mm de lluvia anual. La tabla 8, presenta las condiciones climatológicas tanto para la zona en general como para las diferentes veredas.

Tabla 8. Climatología general y por veredas de la zona rural de Usme.

CONDICIÓN CLIMÁTICA	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	OBSERVACIONES
General	9,8°C	1011mm	Meses más fríos: Julio y Agosto; mes más caliente: Abril. Periodo más lluvioso: abril a octubre (792mm).
Por veredas			
Olarte, Agualinda, Requilina, Uval, Soches	6-12	800-1000	Clima: Subhúmedo
Chisacá, Margaritas, Arrayanes, Andes, Curubital, La Unión, Hato, Destino, Olarte, Corinto, Cerro Redondo, Soches, Uval, Requilina	6-12	1000-1400	Clima: Subhúmedo – Húmedo
Soches y Uval	6-12	1400	Clima: Húmedo

Fuente: Adaptado de (Fondo de Desarrollo Local de Usme, Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2006)

Condiciones geológicas y de la vegetación : El área está conformada por una secuencia de rocas sedimentarias del cretácico y del terciario, depositadas en un ambiente marino con transición a continental, fuertemente plegadas y fracturadas durante la orogenia del terciario y afectadas por los eventos glaciares del cuaternario.

La superficie rural de Usme está ubicada entre los 2950 y los 3300msnm, con predominio de vegetación alto-andina, perteneciente a los ecosistemas de alta montaña. Entre los elementos netamente altoandinos aparecen, entre otros, los Holárticos⁵ representados en Roble (*Quercus*), Laurel (*Myrica*), Nogal (*Juglans*), Aliso (*Alnus*) y Espino de Oro (*Berberis*) y elementos de origen Australo Antárticos tales como los Encenillos(*Weinmannia*), el Canelo (*Deymis*), Uvas de monte (*Pernettya*), el Chilco colorado (*Escallonia*), Romeros (*Diplostephium*), el Palo Colorado (*Polilepis*), carretillos (*Calceolaria*), el Espino (*Desfontania*) y el Yolombó (*Panopsis*), (Castaño Uribe 2002).

Cleef y otros (2008) informaban que los bosques de Palo Colorado, propios de páramo azonal, se encontraban altamente amenazados por la tala para leña, postes y construcción de fincas, entre otros. El estudio de Sánchez (1995), presentaba una cobertura de este tipo de bosque en la zona rural de Usme de 9,66Km², correspondientes al 4,22% del territorio, la cual se encontraba en relictos esparcidos y en laderas de cordilleras y cuchillas que presentaban dificultades para su tala. Adicionalmente se referenciaban 3,8 Km² de áreas reforestadas, de los cuales el 80% (3,05Km²) pertenecían a la zona de embalses de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado y el resto a reforestaciones esparcidas en el territorio. Adicionalmente este estudio hace referencia a las zonas de actividades antrópicas, las erosionadas y las de preservación, tal como se presenta en la tabla 9.

Las especies de bosque altoandino reportadas eran: *Senecio*, *Eupatorium*, *Stevia* y *Diplostephium* de la familia (Compositae) y *Miconia* y *Bucquetia* (Melastomataceae), *Berberis* (Berberidaceae), *Rubus* sp. (Rosaceae), *Befaria* (Ericaceae). Se evidenciaba un alto grado de intervención y pequeños relictos. En lo referente a arbustos, el Encenillo (*Weinmannia tomentosa*) era el dominante, también se encontraron *Hesperomeles*, *Escallonia*, *Miconia*, *Berberis*, *Vallea* e *Ilex*. En Uval, Requilina y Olarte, no se observó Encenillo, concluyendo el estudio que ésto se debía a las excesivas entresacas.

⁵ Elementos consolidados durante la era terciaria y la cuaternaria, pertenecientes a nichos ecológicos provenientes del polo norte, la zona boreal de Alaska y Canadá y bosques subtropicales de norte América.

Tabla 9. Características de la vegetación en la zona rural de Usme.

UNIDAD	CARACTERÍSTICAS
Vegetación alto andina	Ubicación: entre 2950 y 3300msnm.
	Cobertura: 9.66 km ² aprox. 4,22% del territorio
	Relictos esparcidos, mayoritariamente en laderas de cordilleras y cuchillas de difícil acceso.
	Pendientes: desde suaves a muy altas y escarpadas entre 10° y 20°
Áreas reforestadas	Cobertura: 3.8 km ² aprox. 1,66%; 3,05km ² pertenecientes al embalse de la Regadera.
	Pendientes: bajas a medias, entre 3° y 15°
Actividades antrópicas	Combinación urbano-rural
	Área: 86,6km ² , correspondiente al 37,8%
	Pendientes: terrenos planos o hasta 20°
Áreas erosionadas	0,91km ² (0,4%).
	Tipos de erosión: actividades humanas, lineal y laminar
	Pendientes: entre 3° y mayores a 20°
Áreas para preservar	Ubicadas entre 3300 y 3800 msnm.
	127.85 km ² 55,87%
	Pendientes mayores a 20°

Fuente: Adaptado de Sánchez, 1995.

La figura 9 presenta el mapa de cobertura de la localidad 5^a de Usme. En el mapa se muestran las zonas agrícolas, indicándose los productos cultivados y de pastoreo; así mismo se presentan las zonas de bosques naturales y plantados. Se evidencia que veredas como Requilina y el Uval son netamente agrícolas y ganaderas, sin embargo están contempladas dentro del plan de expansión de Usme, generando fuertes conflictos entre los habitantes y las instituciones gubernamentales.

La tabla 10, presenta una comparación entre dos estudios realizados en 1992 por Sánchez el primero y el segundo por Agredo en 2006. Se concluye que hay zonas de bosques desaparecidos, como es el bosque alto andino de arbolocos que existía en la cuchilla arbolocos en inmediaciones de las veredas Olarte y Chiguaza.

Tabla 10. Comparación entre la vegetación de la localidad de Usme entre 1995 y 2006.

CARACTERÍSTICA	ESTUDIO SÁNCHEZ 1995	INFORME AGRORED 2006
Cobertura	Vegetación de subpáramo, procedente de bosque altoandino (entre 3200 y 3500msnm). Extensas áreas de subpáramo potrerizado y páramos alterados por la quema y el pastoreo. Pocos relictos de bosque de encenillo en: cerca al alto del Boquerón (Los Soches), en el sitio de Peña Blanca (Olarte sobre el río Tunjuelo).	Partes altas del Destino, Olarte, Soches y Uval: subsisten fragmentos de rastrojos altos y formaciones arbustivas de subpáramo, caracterizado por: el nazareno o sietecueros de páramo (<i>Tibouchina grossa</i>), el ají de páramo (<i>Drymis granadensis</i>), manzano o azafrán (<i>Clethra fimbriata</i>) y elementos del cordón de Ericáceas, como son las uvas de monte y de anís (<i>Macleania rupestris</i> y <i>Cavendishia cordifolia</i>) junto con uvitos de páramo y reventaderas (<i>Gaultheria anastomosans</i> y <i>Pernettya prostrata</i>). Pastizales en partes bajas. Se encuentran relictos de Encenillo (<i>Weinmannia tomentosa</i>).
	Bosque altoandino: predominio de encenillo (<i>Weinmannia tomentosa</i>) presente en 997,25m ² con una densidad de 164 elementos/m ² , con presencia esporádica de especies arbóreas como el higuérón (<i>oreopanax Bogotense</i>) 8,5m ² , Chirlobirlo (<i>Abatia parviflora</i>) 2,5m ² y garrocho (<i>Viburnum triphylum</i>) 3,5m ² . Algunos elementos arbustivos como el pegamosco (<i>Befaria resinosa</i>) 30,5m ² , el uvo (<i>Cavendishia cordifolia</i>) 3,5 m ² y la uva camarona (<i>Macleania rupestris</i>) 3m ² .	Bosque alto andino: evidencia de destrucción de bosque altoandino, de Encenillo en laderas y de cedro y laurel en laderas y fondo de valles. No se encuentran relictos de bosque de encenillo en las veredas Olarte ni Chizacá.
		Partes bajas: árboles aislados como: cedros, budleyas, salvios, arrayanes, garrochos, chaques (<i>Cedrela montana</i> , <i>Buddleja americana</i> , <i>Cordia cylindrostachya</i> , <i>Myrcianthes leucoxyla</i> , <i>Viburnum spp.</i> , <i>Vallea stipularis</i>). El río Tunjuelo presenta un estrecho y fragmentado cordón de alisos (<i>Alnus acuminata</i>).
Restauración	Plantaciones forestales de especies introducidas (pinos, cipreses y eucaliptos). Las más extensas, alrededor del embalse de La Regadera, vienen siendo gradualmente entresacadas y reemplazadas por la regeneración natural (rastrojo nativo). El eucalipto y la acacia eran las especies foráneas más utilizadas para reforestar, como cercas vivas y en bordes de caminos.	No se referencia restauración en el estudio. Se presentan zonas de silvicultura en las veredas Soches, Las Margaritas, el Hato, La Unión y Destino.
Aspectos ambientales	Las afectaciones ambientales sobre la vegetación tenían su fuente básicamente en las actividades antrópicas en la región.	Se considera que la extinción masiva de especies, asociaciones y ecosistemas es un hecho consumado.

Fuente: adaptado de (Sánchez 1995 y Equipo de trabajo Agored Usme 2006).

En lo que hace referencia a las especies leñosas, la tabla 11 muestra la composición de especies de bosque alto andino reportadas por el estudio de Sánchez (1995).

Tabla 11. Composición de algunas especies de bosque alto andino encontradas en veredas de Usme.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	UBICACIÓN	VEREDA
Muato	<i>Ilex kunthiana</i>	Bosque de Encenillo	Olarte, Uval
Higuerón	<i>Oreopanax bogotanense</i>	Cercas vivas y relictos de bosque	Olarte
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Cercas vivas y parches de vegetación	Olarte, Uval, Destino, Requilina
Sauco	<i>Sambucus peruviana</i>	Cercas vivas	Uval
Arboloco	<i>Polymnia pyramidalis</i>	Cercas vivas y en sotobosque	Olarte, Uval, Curubital, Soches.
Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Relictos de bosque, esporádicamente en cercas vivas	Olarte, Uval, Requilina
Laurel	<i>Myrica parvifolia</i>	Cercas vivas	Uval
Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Esporádico en potreros cultivados o de pastoreo	Uval
Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Reforestación por la EAAB	Embalse la Regadera, Olarte, Uval.
Pino pátula	<i>Pinus patula</i>	Reforestación por la EAAB	Embalse la Regadera, Chisacá
Duraznillo, chirlobirlo, velitas	<i>Abatia parviflora</i>	Cercas vivas y pequeños parches	Uval, Olarte, Destino, Requilina.
Acacia gris	<i>Acacia decurrens</i>	En cercas vivas	Embalse de la regadera
Uva camarona	<i>Maclena rupestris</i>	En bosque de Encenillo	Uval, Curubital.
Pegamosco	<i>Befaria resinosa</i>	En cercas vivas y bosque de Encenillo	Uval, Olarte, Curubital, Unión, Requilina.
Retamo liso	<i>Cytissus</i>	Introducida por la EAAB	Embalse de la Regadera.
Chusque	<i>Chusquea scandens</i>	Caña, presente en bosque de Encenillo.	Olarte, Destino, Uval.
Cerezo	<i>Prunus serotina</i>	Cercas vivas	Destino, las Margaritas, Curubital, Destino,
Mortiño	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Cercas vivas y esporádico en potreros	Uval, Olarte, Requilina, Curubital, Destino.

Fuente: (Sánchez, 1995).

1.2.4. Aspectos territoriales

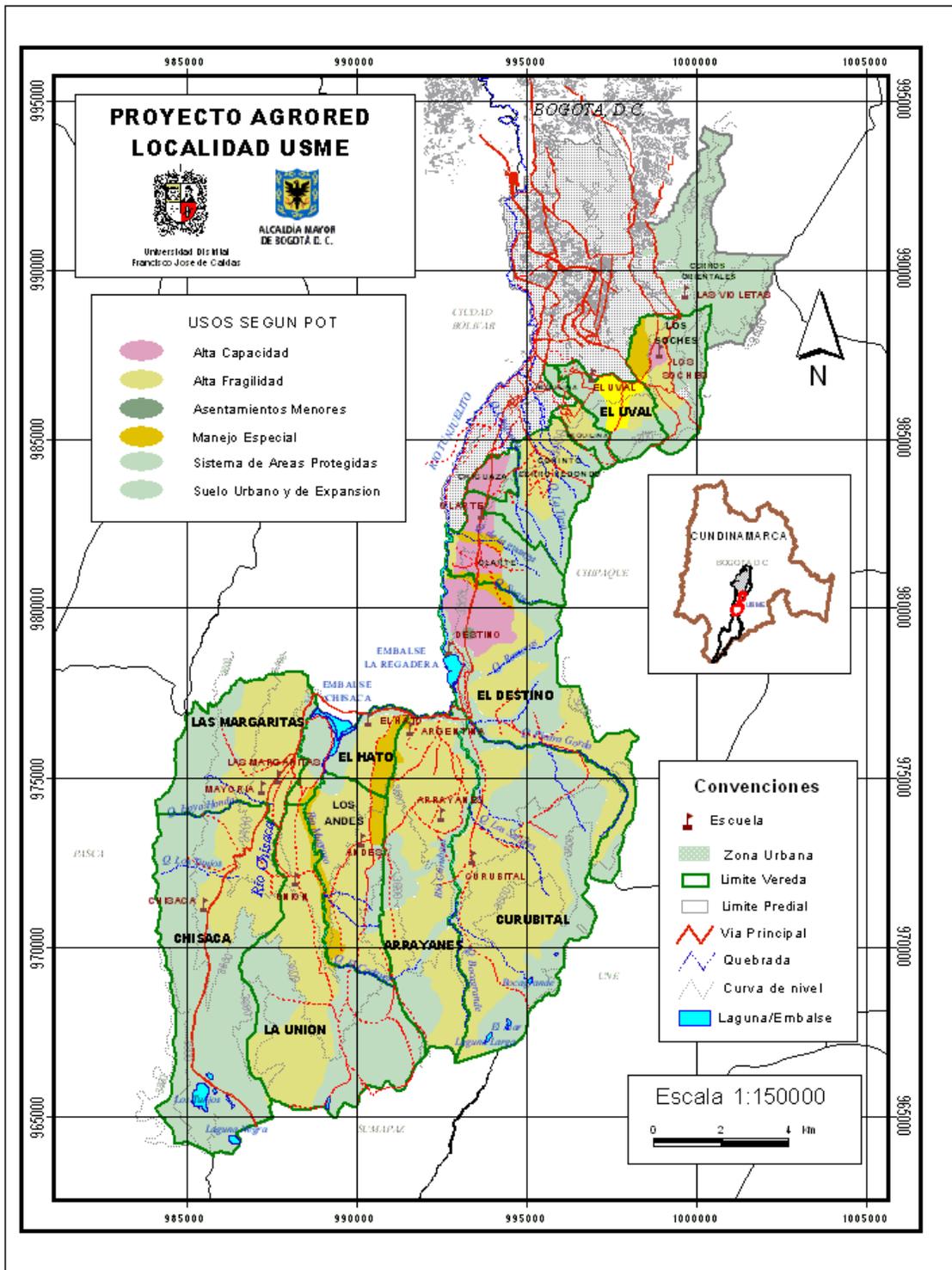
Las zonas de alta capacidad de acuerdo con el plan de Ordenamiento territorial (POT) por su aptitud agropecuaria y su tradición campesina son: El Destino, Olarte-Chiguaza y Los Soches – El Uval. Las áreas de alta fragilidad, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), identificadas por su baja aptitud agrológica asociadas a una alta fragilidad ambiental pero en las cuales se han consolidado usos agropecuarios tradicionales, por lo cual se plantean para usos agroforestal, forestal protector, forestal protector– productor y residencial campesino, son: Curubital- Piedra Gorda, Alto y Bajo Río Mugroso, Arrayanes alto y bajo, Chisacá, las Margaritas y El Destino. A pesar de ser las últimas veredas zonas de alta fragilidad, en ellas habitan campesinos que en su mayoría cocinan con leña, como se aprecia en las encuestas que se presentan en los resultados.

Las áreas identificadas de manejo especial en el POT son aquellas que, teniendo en cuenta factores ambientales y socioeconómicos, se destinan a constituir modelos de aprovechamiento racional de los recursos naturales, en los cuales se integren estrechamente la producción agropecuaria y la recuperación de la cobertura vegetal, para controlar y mitigar la presión de fragmentación ejercida por las actividades productivas sobre el Sistema de Áreas Protegidas, siendo sus usos principales el ecoturismo, agroforestería, forestal protector y forestal protector-productor. Para la región de estudio son: corredor de restauración Río Mugroso, Área de restauración del Hato, Corredor de restauración Quebrada Suate, Corredor de restauración Quebrada Olarte y Agroparque Los Soches.

Las veredas Margaritas, Chisacá, El Hato, Arrayanes, El Destino y Agualinda-Chiguaza mostraron la mayor actividad agrícola de la localidad; la actividad ganadera se realizaba en 4.873 Ha., representando el 22% del área rural, llevándose a cabo de igual forma en todas las veredas de la localidad, siendo las de mayor concentración las veredas Los Andes, La Unión, Corinto Cerro Redondo, Requilina y El Uval. La figura 9 presenta el mapa de usos de acuerdo al (POT).

El estudio realizado conjuntamente entre la alcaldía mayor y el IDEA de la Universidad Nacional en 2009 referencia cómo, en el marco del programa Nuevo Usme, se contempla la urbanización de nueve de las quince veredas, generándose así conflictos por la implementación de un modelo de desarrollo urbano sobre la cultura campesina (Alcaldía Mayor de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia-IDEA 2009).

Figura 10. Usos del suelo según el POT



Fuente: Agrored(2006).

1.2.5. Aspectos sociales

El informe GEO Local de Usme (2008) reporta que entre 1993 y 2005, la población de Usme tuvo un crecimiento del 31,8%, pasando de 200.892 habitantes a 294.580, creciendo más que el promedio con que crece la ciudad. La densidad pasó de 8,59 a 138,89 hab/ha., lo que equivale a un aumento del 1616% en 12 los años (UNOHABITAT, Alcaldía mayor de Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional 2008).

La tasa de natalidad para Usme en el año 2003 fue de 242, siendo la más alta para todas las localidades y la tasa de mortalidad para 2002 se estimaba en 30,2, para 2003 no se encontraron datos (UNOHABITAT, Alcaldía mayor de Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional 2008)

La cantidad de familias desplazadas ubicadas en la localidad, se estimaba en el 8,3% del total de las familias desplazadas en el periodo comprendido entre enero de 2000 y febrero de 2003, siendo la cuarta localidad con mayor cantidad de albergue de desplazados (UNOHABITAT, Alcaldía mayor de Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional 2008).

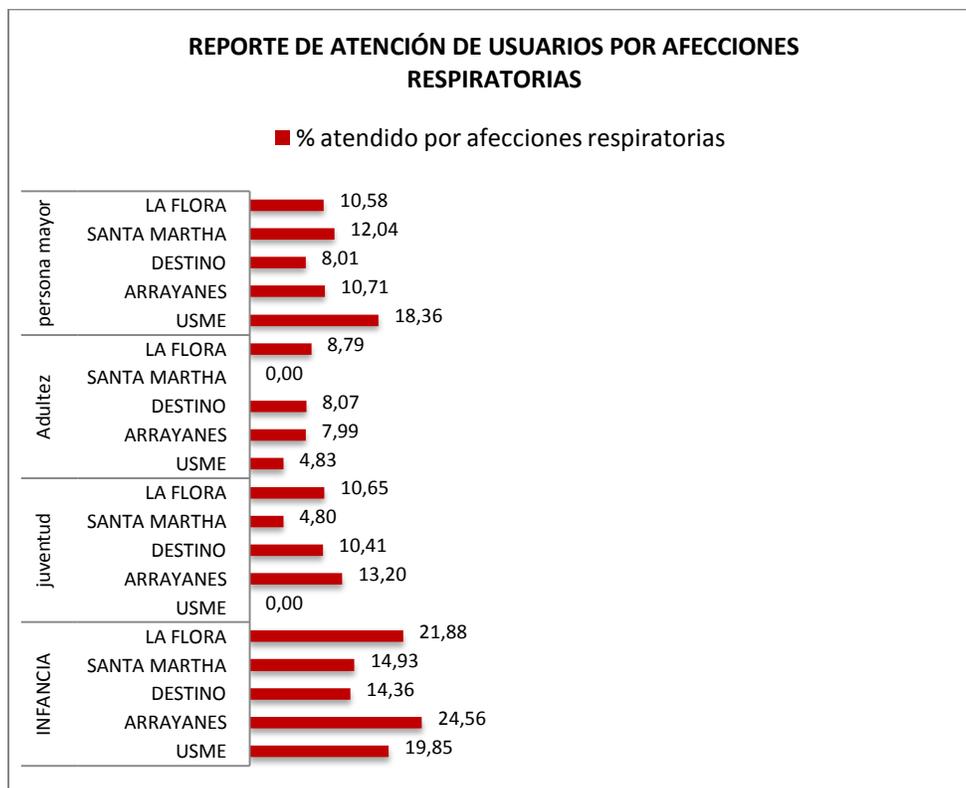
La desigualdad social, cuya manifestación se da en la presión en el ambiente local, contribuyendo a la contaminación del agua, afectando los recursos de flora y fauna y produciendo desequilibrios ecológicos de alto impacto sobre la salud y la calidad de vida humana, se reflejó por un índice de Gini de 0,41, uno de los más bajos para todas las localidades, indicando que en general los habitantes de Usme comparten unas condiciones de pobreza similares.

En lo referente al índice de necesidades básicas insatisfechas, que indica las condiciones de pobreza y miseria en que se encuentra la población, se reportó un índice de 14,8% de la población en condiciones de pobreza y de 2,1 en condiciones de miseria para 2003, siendo la segunda después de Ciudad Bolívar con mayor índice de necesidades básicas insatisfechas (UNOHABITAT, Alcaldía mayor de Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional 2008).

En nutrición, se informaba que el 17,5% de los niños sufría de desnutrición crónica y el 5,5% sufría de desnutrición aguda en 2005 (UNOHABITAT, Alcaldía mayor de Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional 2008).

Las condiciones de salud, en lo que respecta específicamente a afecciones respiratorias, indican que los más afectados son los niños y los adultos mayores; esto coincide con los reportes que indican que la contaminación interior afectan principalmente a estos dos grupos etareos. La gráfica 2 presenta los resultados de acuerdo a la información suministrada por el Hospital de Usme a junio de 2010. Las enfermedades contempladas incluyen: Bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, Bronquitis aguda y bronquiolitis aguda, Neumonía, otras enfermedades del sistema respiratorio y asma.

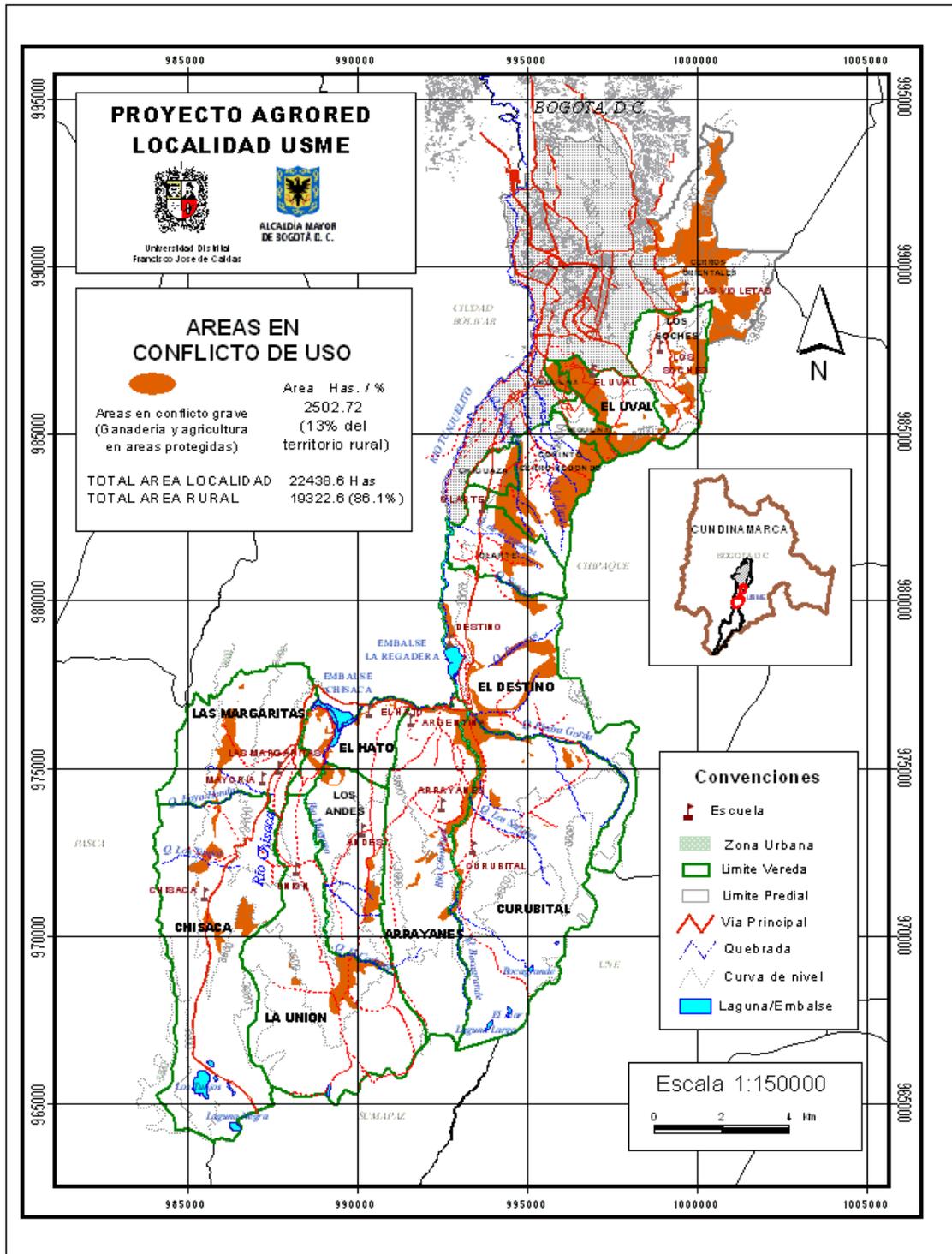
Gráfica 2. Reporte de atención a usuarios por afecciones respiratorias.



Fuente: Hospital Usme 2010

El estudio de Agored (2006), reporta conflictos por uso del suelo (agricultura y/o ganadería en zonas de protección. La figura 10 presenta las zonas de conflicto en la zona rural de Usme. Al hacer la trasposición de estas áreas con las áreas en las que se reportaban relictos de bosques, es claro que estos en los últimos 20 años se perdieron por tala. Sin embargo, se están desarrollando procesos de silvicultura en algunas de las zonas afectadas, como se presentará más adelante.

Figura 11. Mapa de conflictos en la zona rural de Usme.



Fuente: (Agrored, 2006).

1.3. Técnicas de cocción en el sector rural

1.3.1. El uso de la energía y de los materiales

Todos los seres vivos hacemos uso de energía y de materiales de una u otra forma. Para entender a la sociedad humana, se deben estudiar los determinantes físicos, biológicos y sociales de los patrones de “metabolismo social” (Fischer-Kowalski, 1998; Fischer-Kowalski y Haberl, 1997; Haberl, 2001). Lo que hace a los humanos diferentes, en comparación con otros animales, no es sólo el habla, la risa y la evolución cultural sino su potencial para enormes y crecientes *diferencias intra-específicas* en el uso exosomático de energía y materiales, como Lotka lo formuló hace 90 años. Se usan de manera incremental instrumentos exosomáticos que van cambiando con el tiempo, ya sea para trabajar o como entretenimiento, y esos instrumentos requieren energía para su construcción y funcionamiento. Antes de que la antropología ecológica se volviera funcionalista y adaptacionista, la antropóloga Leslie White, influenciada por la energética social europea y también por el marxismo, trató sin éxito de desarrollar una teoría de los usos de la energía ligados a los modos y relaciones de producción, teoría que también Podolinsky trató de desarrollar hacia 1880 (Martínez-Alier con Schlüpmann, 1987; (Martínez-Alier 2004). Este ítem, se tratan las diferentes técnicas de cocción y las formas tecnológicas que se han desarrollado para mejorar las cocinas tradicionales, siempre mirando en mejorar la eficiencia y algunas veces chocando con la tradición cultural de los pobladores a quienes se dirige esta tecnología.

1.3.2. Generalidades de la cocción con leña

Son diversas las técnicas de cocción en las zonas rurales. En general la técnica depende del acceso a los recursos energéticos. Las cocinas tradicionales pueden ser de tres formas: fogón de tres piedras, parrilla, cocina tradicional. La figura 11 presenta estos tipos de cocinas.

Una comparación de la eficiencia de cocinas tradicionales comparadas con otras que usan otros combustibles, se presenta en la tabla 12.

Tabla 12. Eficiencia de diversas técnicas de cocción.

TIPO DE TECNOLOGÍA DE COMBUSTIÓN	EFICIENCIA (%)
Tres piedras	2-10%
Estufa de leña con mejoras	20-25
Estufa usando carbón de leña con revestimiento en cerámica	30-35
Estufa de carbón sofisticada	Hasta 40%
Estufa de querosene a presión	53
Estufa de gas GLP	57
Máquina de vapor	10-20%

Fuente: (Kristoferson y Bokalders 1991)

Figura 12. Diferentes tipos de cocinas tradicionales. De izquierda a derecha: cocina de tres piedras, cocina de hornilla al aire libre y cocina de hornilla al interior del hogar.

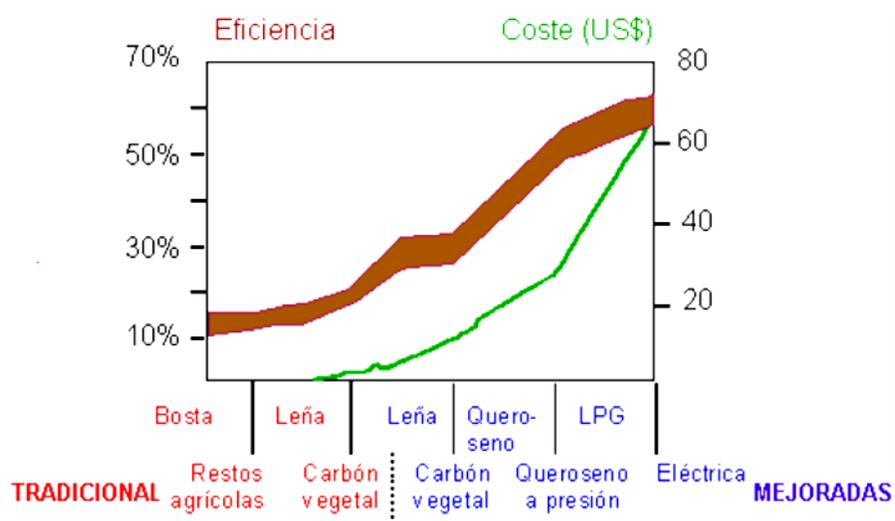


Fuente: (Cayetano y Meyer s.f.) y (World Health Organization 2009)

Según el informe de Unicef (2008), la cantidad de cocinas se ha estimado en 400 millones. Para 2008, Unicef calculaba la población que consumía leña para cocción y calefacción en 2400 millones de personas, lo que demuestra que el consumo lejos de disminuir estaba aumentando (UNICEF 2008). La figura 12, presenta un comparativo entre la eficiencia y el costo para diferentes fuentes energéticas en lo que respecta a la cocción. En esta figura se evidencia que la leña tiene un muy bajo costo, tendiendo a 0, pero así mismo su eficiencia es muy baja, inferior al 10%.

En general las estufas tradicionales son ineficientes y generan problemas de salud para quienes están trabajando con ellas razón por la cual se han planteado variados diseños para mejorar su eficiencia y minimizar sus riesgos.

Figura 13. Comparación eficiencia-costo de diferentes fuentes combustibles para cocinar.



Fuente: (Audisio 2000)

1.3.3. Mejoras de las cocinas de leña

Las tecnologías para producir estufas de leña mejoradas, se han venido desarrollando desde la década de los setenta del siglo XX. Muchos de los programas fracasaron, entre otras razones porque se centraron en la eficiencia de la estufa sin tener en cuenta la forma de adaptación de la gente a la tecnología. Diseñar una cocina mejorada, requiere diversos conocimientos y sobre todo la participación de la comunidad a la cual se va a ofrecer la misma, pues son ellos quienes conocen las necesidades y por lo tanto los requisitos que debe cumplir la estufa. La estufa de leña en las zonas rurales no solamente se usa para cocción, también puede cumplir otros objetivos como son el calentar el ambiente y servir para iluminación. Adicionalmente, el humo es un repelente natural de mosquitos y otros insectos. Por esto es importante identificar las características y las condiciones antes de diseñar una cocina para una comunidad, más teniendo en cuenta que el mismo debe tener en cuenta otras actividades adicionales a la cocción (Wick, 2004).

Los tipos de combustibles utilizados varían de acuerdo a la región; en algunos países se utiliza el estiércol seco de vaca, en otras zonas se utiliza el carbón de leña, comercializado desde otras regiones, sobre todo donde la madera es escasa. En países como la India, se han implementado industrias de cerámica, aprovechando que la materia prima existe en las regiones, para usarla como aislante de las estufas mejoradas. Las variaciones en las estufas son muy diversas y se han

extendido en muchas regiones del planeta. Sin embargo son China e India los países que tienen los programas de estufas mejoradas más extendidos.

China es el líder en programas de sustitución de cocinas de leña tradicionales por cocinas mejoradas y en parte su éxito se debe a que hubo más control local en las etapas de diseño y construcción de las estufas, la gente participó en su construcción e implementación y por tanto dieron más importancia al producto final, además, eran las personas las que aportaban los materiales para las mismas. Tanto en China como en la India, el modelo ha sido desarrollado para servir a la mayoría de la población (Wick, 2004).

Por su parte, en la India, la producción de las estufas ha sido más centralizada y quizás por esto no han sido tan exitosos los programas. En América Latina, la difusión de las estufas ha sido menor, se destacan Perú y México en inclusión de cocinas mejoradas, sobre todo con el apoyo de organizaciones no gubernamentales y apoyo institucional. Una diferencia importante, es el hecho que cada organización trabaja un modelo diferente (Wick, 2004).

Entre las mejoras que pueden generarse a las cocinas, se puede plantear la mejor utilización de los combustibles, esto puede lograrse utilizando pellets o briquetas, las cuales requieren una densificación de la madera, lo que favorece la combustión y además permite la reutilización de los residuos de madera provenientes de otras industrias como la de carpintería. Para poder usar estos combustibles mejorados, las estufas también deben ser modificadas, con el fin de implementar y mejorar el proceso. Un caso ilustrativo es el estado de Oaxaca en México, donde las estufas se construyen en adobe por ser este material disponible y más barato, mientras en otras regiones de México se aprovecha la fabricación local de azulejos para aplicarlos en el exterior de las estufas y así mantener mejor el calor (Wick, 2004).

Una razón que podría inducir el cambio de leña a gas puede encontrarse en el marco teórico del cambio tecnológico inducido, que señala que el sector privado de los agricultores adaptaría tecnologías modernas si los precios relativos de los factores se los permiten, al ser más baratos y abundantes. Se debe por tanto desarrollar nuevas tecnologías que sustituyan los factores más escasos y por tanto caros, por otros más baratos y abundantes. El elemento central será la selección de tecnologías adecuadas para desencadenar el proceso dinámico de desarrollo del cambio tecnológico inducido (Sevilla 2006).

2. ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO

Para establecer las implicaciones ambientales del uso energético de la leña en actividades domésticas por la población rural de Usme, esta investigación tiene su enfoque epistemológico en dos aspectos importantes que surgen de ésta actividad: el análisis de la categoría de campesino y las relaciones que en ella se derivan entre naturaleza y cultura y las consideraciones termodinámicas que definen las características técnicas de las cocinas, especialmente en lo que se refiere a la eficiencia de las mismas, que es un factor determinante.

El aspecto de campesino se tiene en cuenta puesto que las zonas rurales de Colombia están habitadas por los campesinos, haciendo parte de esta categoría los habitantes de la zona rural de Usme, por tanto, es necesario explicar este concepto y hacer un análisis de las relaciones que los campesinos desarrollan con su entorno para contrastarla con la información recopilada durante el trabajo de campo. Adicionalmente, se identifica cómo se han ido configurando las relaciones entre naturaleza y cultura en la sociedad occidental, basadas en la premisa del “dualismo cartesiano”, (Galafassi 2001), en la cual se han visto inmersas las sociedades latinoamericanas, con el fin de develar las diferencias entre las percepciones occidental y campesina de las mismas.

2.1. Análisis de la categoría de campesino

La cuestión agraria es un debate histórico que ha sido estudiadas por la sociología, desde dos perspectivas teóricas: el funcionalismo o liberalismo sociológico funcionalista y el liberalismo histórico. El primero basado en la subordinación académica a la economía y el segundo que permite dos temas de análisis: 1. el modo industrial de uso de los recurso naturales (RN), para el cual se deben revisar también las teorías sociológicas respecto a la naturaleza de las sociedades modernas, en sus versiones de sociedad industrial y postindustrial, en el contexto teórico de la crítica de Habermans y 2. El cambio que se produce en la naturaleza por tal artificialización (Sevilla 2006).

2.1.1. Concepto de campesino

En el marco del liberalismo histórico y en la corriente de naturaleza industrial y posindustrial, el campesinado y la cultura campesina han sido definidos de múltiples formas y en diferentes épocas, algunas de estas percepciones son de carácter hostil que pueden interpretarse en el marco de la introducción de la modernidad que avocaba al campesinado a su desaparición. En estas definiciones

(tabla 13) dentro de la tradición de los estudios campesinos, pueden identificarse diversas corrientes que no incluían la noción de conflicto en sus análisis y se movían en los esquemas teóricos del *continuum* rururbano y de la modernización de los campesinos, con un enfoque común funcionalista y empiricista (Sevilla 2006). Estas corrientes son: *Narodnismo*: se centró más en la necesidad de adaptación de estos a las condiciones impuestas por la modernidad. *Marxismo ortodoxo agrario*, planteó la disolución del campesinado por la evolución histórica. El *pensamiento social agrario convencional* que comprendió tres fases: el reformismo social, la formulación teórica abortada y el funcionalismo agrario o de los sistemas rurales y agrarios, extendido hasta la aplicación del concepto de modernización al manejo de los RN estableciéndose una clara conexión con la organización transnacional de los estados (Banco Mundial, FMI y OMC). La *modernización agraria* que hacía referencia a la necesidad de la modernización e industrialización de los RN. La *sociología rural europea* que buscaba resolver los problemas rurales detectados por los respectivos gobiernos obviando también los problemas conflictivos que se oponían a sus intereses.

Tabla 13. Diferentes conceptualizaciones de la noción de campesino.

TEÓRICO	DEFINICIÓN
Rogers (1972)	<i>Personas desconfiadas, limitadas, hostiles y familísticas, poco imaginativos, no ahorradores.</i>
Foster (1965)	<i>Todo existe en cantidad escasa, todo bien es finito, todo incremento de bienestar implica detrimento para otro. Son cooperadores para lograr equilibrio.</i>
Banfield (1958)	<i>Incapaces de actuar conjuntamente en bien de la comunidad.</i>
Sevilla ((1991)	<i>Todo poseedor de tierra que la explota directamente para cubrir sus necesidades.</i>
Fals Borda (1973)	<i>Reconocido por sus prácticas colectivas y de ayuda mutua. Esta desapareciendo por su tendencia al aburguesamiento.</i>
Toledo (2007)	Agroecología. <i>La familia campesina utiliza los componentes bióticos y abióticos del ecosistema para satisfacer los requerimientos básicos de la vida. Siendo esta una Estrategia de sobrevivencia y multiuso basada en el intercambio ecológico.</i>

Fuente: (Sevilla 2006)

Otras teorías enfocadas en las relaciones hombre – naturaleza y de carácter más holístico han tenido en cuenta las contradicciones y conflictos que se generan entre las poblaciones rurales y los modelos de desarrollo, entre ellas se encuentran las tecnologías adecuadas y la agroecología.

Tecnologías adecuadas: Theodore Schultz (1964) la elaboró señalando que los campesinos no solo no se mueven por las rutinas de la antigüedad, sino que miden el riesgo y la incertidumbre que les supone introducir un nuevo factor, por lo que su conducta respecto a la resistencia a los cambios que se quieran introducir en su agricultura tradicional es semejante a la de los agricultores modernos (Sevilla 2006).

Agroecología: el campesinado es más que una categoría histórica o un sujeto social, una forma de manejar los recursos naturales vinculada a los agro-ecosistemas locales y específicos de cada zona, utilizando un conocimiento sobre dicho entorno condicionado por el nivel tecnológico de cada momento histórico y el grado de apropiación de dicha tecnología, generándose así diversos grados de campesinidad. Así el campesinado es una forma de artificializar la naturaleza que mantiene (donde no hay factores exógenos que perturben el manejo) los mecanismos de reproducción biótica de los RN, por lo que este modo puede considerarse inmerso dentro de una racionalidad ecológica; desde esta perspectiva, la agroecología reivindica las formas de multiuso de los recursos y su articulación con tecnologías de naturaleza medioambiental (Sevilla 2006).

Para la agroecología, el campesinado es el grupo social en torno al cual se organizaban y se organizan aún hoy, las actividades agrarias en lo que ha sido denominado como sociedades de base energética solar o sociedades orgánicas la relación histórica del hombre con los RN en este tipo de sociedades, puede ser definida así: *“el objetivo esencial de las relaciones sociales es la satisfacción de las necesidades materiales. Ello requiere y ha requerido siempre de la apropiación de los RN para la producción de bienes con un valor de uso histórico y culturalmente dado, mediante el consumo de una cantidad determinada de energía y materiales y el empleo de un saber e instrumentos de producción adecuados”* (Sevilla 2006).

2.1.2. Relaciones del campesino con el entorno

Al analizar las relaciones del campesino con su entorno, es necesario analizar a tres autores colombianos, que han dedicado buena parte de su trabajo investigativo a la identificación de estas relaciones, son ellos: Darío Mesa, Jesús Bejarano y Orlando Fals Borda.

Darío Mesa hace énfasis en los tipos de familia existentes y en las razones de la migración de las familias campesinas (Cárdenas s.f.). Al preguntarse por la cuestión agraria en Colombia hacía

hincapié en el problema de los colonos y en la tierra como elemento de producción, afirmando que había para 1926 un millón de peones que trabajaban por un salario fijo 10 horas por jornal y ante la imposibilidad de acceder a otros trabajos, su salario era barato. La cuestión agraria emergería como resultado del movimiento de la población en el sentido de apropiarse del suelo. En Cundinamarca, el problema se presentaba por la existencia de grandes extensiones de tierra concentradas en muy pocas manos⁶, provocándose continuamente el malestar y los conflictos entre patronos y jornaleros, respondiendo el gobierno con acciones policivas contra los campesinos de la zona. Esto haría que hacia los años 50, estas regiones se convirtieran en focos de guerrilla y de bandolerismo, en rebeldía ante las malas condiciones de vida, sujetos al despotismo de una economía mínima de producción y sin margen de capitalización por carecer del derecho de dominio sobre la tierra. (Mesa 1976).

Bejarano (1976) explicaba el tipo de relaciones establecidas entre el hacendado y los arrendatarios en los siguientes términos: las diferentes formas de relación se diferenciaban según el carácter del arrendatario (terrajero, aparcerero, arrendatario) de tal suerte que en general los contratos no se extendían mas allá de dos o tres cosechas, con lo que no se generaban mejores opciones de mejora y trabajo de la tierra, quedando la mayoría de las veces el campesino en el aire y el suelo empobrecido. La diferencia entre el arrendamiento a los campesinos colombianos, con respecto a los europeos, era que a los segundos se les arrendaba por una cantidad determinada de años, entre nueve y veintiuno, lo que les permitía hacer planes de mejora agrícola.

Fals Borda (1973) en su libro "El hombre y la tierra en Boyacá", identificaba algunos cambios en la cultura campesina entre los que destacaba el aburguesamiento, entendido este como la tendencia a adoptar creencias y aptitudes conservadoras de clase media o alta urbana, hecho que estaba haciendo olvidar progresivamente muchas de las prácticas colectivas, sobre la tierra y de ayuda mutua, que caracterizaban la sociedad rural. Y escribía: *"ahora tiende a predominar la competencia entre vecinos, los celos familiares, el afán egoísta de imponerse en defensa de los intereses particulares, la rencilla pequeña que no deja concebir o entender los grandes problemas de la colectividad o la dimensión de clase"*.

Otros autores latinoamericanos, han estudiado el funcionamiento de la racionalidad ecológica de las prácticas productivas arraigadas, llamadas el "estilo de desarrollo prehispánico" (Gligo y Morello

⁶ La Hacienda del Soche en Usme, que contaba con 6000 colonos es un ejemplo de ello, tal como lo referencia Jesús Antonio Bejarano en su texto Orígenes del problema agrario.

1980), el “*modo de producción campesino*” (Toledo 1980), las “*complementariedades eco-simbióticas verticales*” (Condarco y Murra 1987), los “*campesinos de las florestas*”, como los seringueiros de la Amazonía brasileña (Almeida 1992, Porto-Gonçalves 2001) y la “*utopía andina*” (Burgoa y Flores Galindo, 1982 ; (Leff, La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable 2005).

En lo que respecta a los modos de producción campesina, Toledo y Gadgil y Guha, diferencian tres grandes modos de uso de los RN: el primario, propio de los cazadores y recolectores, el campesino o secundario y el industrial o terciario, de tal forma que se identifica al campesinado por mantener un modo específico de uso de los RN, configurándose el campesinado como una categoría histórica por su condición de saber mantener las bases de reproducción biótica de los RN. Este concepto ha sido operativizado por Toledo mediante los siguientes indicadores: 1. Energía utilizada (caso concreto de la leña). 2. Escala o tamaño del ámbito espacial y productivo de manejo. 3. Autosuficiencia. 4. Naturaleza de la fuerza de trabajo. 5. Diversidad. 6. Productividad ecológica-energética. 7. Producción de desechos o capacidad de reacomodo y reciclaje de los residuos. 8. Naturaleza del conocimiento. 9. Cosmovisión. (Sevilla 2006).

Siendo Usme una localidad de Bogotá, no puede desconocerse la influencia que la cercanía con la ciudad ha ejercido en la sociedad campesina con la consecuente transformación cultural que esta implica, por tanto, la diversidad en la cultura campesina también deberá entenderse desde la óptica de la distancia entre las diferentes veredas y la zona urbana de la localidad, lo que se evidenciará en este trabajo en la forma de comprender el uso de los recursos energéticos de que se dispone más aún teniendo en cuenta que la mayor parte de las veredas cuenta con servicio de energía eléctrica y las más cercanas al pueblo, cuentan con servicio de gas domiciliario (Veredas Requilina y Chiguaza).

La presente investigación acoge el concepto de campesinado desde la perspectiva agroecológica, que apoya la teoría del ecologismo de los pobres y la teoría del saber ambiental, según los argumentos de Leff (2005) quien considera que: “*las prácticas productivas tienen un fundamento simbólico cultural que es generado por las diferentes formas de percepción y apropiación de la naturaleza y que permiten la aparición de normas de uso y gestión de la misma*”. De esta manera se configuraron las “*Ideologías agrícolas tradicionales*” (Alcorn 1989) y las “*Estrategias productivas mesoamericanas*” (Boege 1988). Las estrategias de manejo de los recursos, están sustentadas en una forma de racionalidad cultural que subyace a las clasificaciones de la naturaleza reflejando el conocimiento local de diferentes grupos étnicos, e íntimamente incorporadas a las identidades

culturales de los pueblos y comunidades.

Relaciones entre naturaleza y cultura: Interesa en este estudio identificar como se han ido configurando las relaciones entre naturaleza y cultura en la sociedad occidental, basadas en la premisa del “dualismo cartesiano”, (Galafassi 2001), en la cual se han visto inmersas las sociedades latinoamericanas, con el fin de develar la diferencia entre las percepciones occidental y campesina.

La percepción de la relación hombre-naturaleza, ha ido cambiando a lo largo del tiempo. De acuerdo con Galafasi (2001), entre los elementos que participan en la estructuración de las relaciones desde el pensamiento positivista occidental se encuentran: 1. La noción de uniformidad originada en el Renacimiento, que permite "*La posibilidad de unas leyes de naturaleza, y, por consiguiente, la del dominio de ésta, en dependencia lógica de la presuposición de que el acontecer natural está sujeto a un regularidad*", planteada por (Horkheimer y Schmidt 1995). 2. La teoría evolucionista cuyas preguntas estaban dirigidas a dilucidar *qué cosa es naturaleza y qué cosa es cultura*, y como es el nexo evolutivo entre ambos, postulando el progreso social a través de la lucha (Darwinismo social). Herbert Spencer (1947) y sus seguidores elaboraron una teoría con esos contenidos para explicar el funcionamiento de la sociedad, de acuerdo con la cual los procesos que son válidos para la biología, lo son también para la lógica social. Spencer utilizó el término superorgánico como término para designar ideas que sobrepasan la individualidad, es a través de lo superorgánico que la acción coordinada humana es posible, entendiéndose de esta forma el concepto de cultura. 3. La evolución unilineal que va desde lo simple a lo más complejo (R. Tylor, J Frazer, L.H. Morgan, etc.). Esta linealidad permitiría que las etapas de desarrollo se sucedieran según grados de avance que tenían su foco en lo tecnológico y en la organización socio-política: "*Las últimas investigaciones respecto a la primera condición de la raza humana tienden a la conclusión que la humanidad empezó por lo más bajo de la escala y trabajó su ascensión desde la esclavitud a la civilización a través de lentas acumulaciones de conocimiento experimental*" (Morgan y White 1964).

El punto culminante de este proceso evolutivo cultural estaría representado por la sociedad europea decimonónica, hacia el cual deberían discurrir progresivamente los pueblos más "atrasados". Es decir, se postulaba un esquema unilineal de desarrollo cultural que iba de la mano con el inevitable proceso de progreso humano. Todas las culturas deben pasar, con leves variaciones, por el mismo camino de evolución cultural y social, en donde la progresión sucesiva de etapas es la misma, para llegar al punto culminante cuyo modelo era la Inglaterra victoriana del siglo XIX (Galafassi 2001).

Esta forma de interpretar las relaciones Sociedad-Naturaleza, llevarían a lo que hoy conocemos como crisis ambiental y por supuesto tendría una respuesta con la aparición del ambientalismo, el cual se divide en diversas vertientes, según Martínez Alier (2004), *“...El ambientalismo occidental no creció en los años 1970 debido a que las economías alcanzaron una etapa ‘post materialista’, sino precisamente por lo contrario, es decir, “las preocupaciones muy materiales sobre la creciente contaminación química y los riesgos o incertidumbres nucleares”. Esta perspectiva materialista y conflictiva del ambientalismo ha sido propuesta desde los años 1970 por sociólogos ambientalistas estadounidenses como Fred Buttel y Allan Schnaiberg (Martínez-Alier 2004).*

Con relación al ambientalismo, se pueden identificar varias tendencias; según la perspectiva desde la que se aborda el problema, entre ellas el ‘culto a lo silvestre’, preocupado por la preservación de la Naturaleza silvestre pero sin decir nada sobre la industria o la urbanización, indiferente u opuesto al crecimiento económico, muy preocupado por el crecimiento poblacional, respaldado científicamente por la biología de la conservación. El ‘evangelio de la eco-eficiencia’, preocupado por el manejo sustentable o ‘uso prudente’ de los recursos naturales y por el control de la contaminación no sólo en contextos industriales sino en la agricultura, la pesca y la silvicultura, descansando en la creencia de que las nuevas tecnologías y la ‘internalización de las externalidades’ son instrumentos decisivos de la modernización ecológica. El “ecologismo de los pobres” también conocido como “ecologismo popular”, “movimiento por la justicia ambiental”, nacido de los conflictos ambientales distributivos a nivel local, regional, nacional y global causados por el crecimiento económico y la desigualdad social. Los actores de tales conflictos muchas veces no utilizan un lenguaje ambiental, y esta es una de las razones por la cual esta antigua tercera corriente del ecologismo no se identificó hasta los años 1980 (Martínez-Alier 2004).

La diferencia principal entre estos modelos está en que *“los compromisos morales con la Naturaleza caracterizan la variedad del ecologismo descrita como ‘el culto a lo silvestre’, mientras el interés material por los recursos y servicios ambientales proporcionados por la Naturaleza para el sustento humano caracteriza al ecologismo de los pobres” (Martínez-Alier 2004).* Así, el eje principal de la tercera corriente no es una reverencia sagrada a la naturaleza, sino un interés material por el medio ambiente como fuente y condición para el sustento; no tanto una preocupación por los derechos de las demás especies y las generaciones futuras humanas sino por los humanos pobres de hoy, recibiendo apoyo de la agro-ecología, la etno-ecología, la ecología política, y en alguna medida de la ecología urbana y la economía ecológica. También ha sido apoyada por algunos sociólogos

ambientales. Esta corriente es un punto de análisis también de este estudio, desde el punto social de la relación de los campesinos con la leña.

En Latinoamérica, la teoría del saber ambiental (Leff, 1994), emerge como un cuestionamiento a fondo de la *racionalidad de la civilización moderna*. El saber ambiental “*problematiza el conocimiento fraccionado en disciplinas y la administración sectorial del desarrollo, para constituir un campo de conocimientos teóricos y prácticos orientado hacia la rearticulación de las relaciones sociedad naturaleza*”. Este saber viene relacionado con una racionalidad ambiental, la cual está dominada a su vez por una racionalidad teórica (conceptual) y una racionalidad sustantiva (axiológica), en cuyos contenidos reposan valores que asumen y promueven la diversidad cultural y técnica, y en donde lo cualitativo prima por sobre lo cuantitativo.

Este trabajo entiende el campesinado desde la perspectiva agroecológica, que apoya la teoría del ecologismo de los pobres y la teoría del saber ambiental, que se discuten en seguida, en concordancia con los argumentos de Leff (2005) para quien las diferentes prácticas productivas se fundan en una simbolización cultural y social del ambiente, con lo cual se logran diferentes formas de percepción y apropiación de la naturaleza mediadas por las normas de acceso y uso, las prácticas de gestión de los ecosistemas y las reglas sociales. Entre estas ideologías se encuentran las “*ideologías agrícolas tradicionales*” (Alcorn 1989) y las “*estrategias productivas mesoamericanas*” (Boege 1988). *Estas estrategias se basan en una racionalidad cultural holística que define la relación del campesino y que está inmersa en la identidad cultural de los pueblos y comunidades, convirtiéndose el manejo y conocimiento de los recursos naturales en uno de sus principales patrimonios de estas comunidades.*

Leff ha desarrollado la teoría del saber ambiental, estudiando las diferentes formas de construcción del conocimiento local y de relación con su entorno de diferentes sectores sociales, con énfasis especial en las comunidades indígenas y las campesinas, por lo que esta teoría, también se considera pertinente para el análisis del presente trabajo, pues la racionalidad campesina también se ve reflejada en esta corriente del pensamiento latinoamericana, al dársele a la leña no solo un valor económico sino un valor de uso, tal como se tratará de demostrar en el capítulo pertinente al análisis socio-económico de los pobladores de la zona rural de Usme.

Los estudios de Escobar (1998 y 2003), y Fals Borda (1973) han demostrado que la forma de concebir la relación H-N, se ha considerado hegemónica, desconociendo las formas de relación de los pueblos tradicionales latinoamericanos, entre los que se encuentran las comunidades indígenas, las negritudes y las comunidades campesinas, entre otras, desconociendo que estas mantienen otras formas de relación con su ambiente, que permanecen hasta la actualidad, y plantean elementos interesantes que aportan al debate.

Como dice Mayorga (2006), “*el primer paso de acercamiento en esta conflictiva y problemática relación entre ciencias naturales y sociales debe comenzar por comprender de qué manera lo social está inmerso en los ecosistemas*” (Mayorga 2006) y las diferentes formas de plantear esta relación, entre las que las comunidades campesinas pueden aún aportar su propia mirada.

2.2 Evaluación energética de una cocina (estufa) cuyo combustible es la leña

La energía consumida en la preparación de alimentos proviene del combustible, en este caso la leña. La biomasa está compuesta principalmente por carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, los dos primeros elementos reaccionan, bajo ciertas condiciones de temperatura, con el oxígeno, generando reacciones exotérmicas, esto es desprendimiento de calor, el cual es utilizado en este caso en los procesos de cocción. Durante este proceso se presentan varias etapas. Las etapas características de un proceso de combustión de la madera son: en la primera etapa se calienta la madera y a una temperatura de entre 100 y 150 °C se seca o hay pérdida de la humedad que tiene la madera. Luego a temperaturas entre 270°C y 550 °C aproximadamente, se presenta el proceso de pirolisis o carbonización donde se forma el denominado *char*⁷. En esta etapa se presenta la descomposición térmica con formación de alquitranes, agua y gases como lo son el monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno y metano, así como otros gases dependiendo de la composición de la madera (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo y Arango Gómez 2008).

El *char* reacciona con el oxígeno proveniente del aire a temperaturas superiores a los 700°C en un proceso de combustión con desprendimiento de calor. La proporción de los elementos mencionados en el material determina el poder calorífico que tiene la leña como combustible.

⁷ Producto de la combustión de la madera, se considera *char* al carbón que posee un poder calorífico superior del orden de 32MJ/kg.

En una combustión completa, aquella en donde se aprovecha al máximo la energía, el carbón y el hidrógeno presentes reaccionan con el oxígeno formando dióxido de carbono y vapor de agua respectivamente. En las primeras etapas, el proceso requiere tomar calor del sistema, por tanto parte de la energía de la combustión es tomada para que se den las etapas de secado y pirolización. Si la temperatura no es suficientemente alta no se da la reacción hasta la combustión total, produciéndose monóxido de carbono (CO). El CO es un gas peligroso para la salud de las personas y reduce el calor aprovechable del carbono (Severns y Degler 1961).

De acuerdo a la composición de la leña, aplicando la formula de Doulong se puede determinar el calor aprovechable del material. Para determinar qué tanta energía se aprovecha de esta fuente en el proceso de cocción se procede a realizar un balance energético del proceso. (Severns y Degler 1961)

$$PCS = \left(8140 * \%C + 34400 * \left(\%H - \frac{O}{8} \right) + 2200 * \%S \right) * 4.18 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \quad (1)$$

Donde:

PCS: poder calorífico superior de la leña

%C: % de carbono en peso

%H: % de hidrógeno en peso

%O: % de oxígeno en peso

%S: % de azufre en peso.

Estos valores se determinan a través de los datos obtenidos del análisis elemental.

El balance energético permite encontrar la distribución de energía calorífica incidente sobre el sistema, su transformación en energía útil y las pérdidas térmicas. Según el principio de conservación de la energía aplicado al sistema de la cocina se establece que:

$$E_L = E_U + E_P + E_S \quad (2)$$

Donde:

E_L=Energía suministrada por la leña [kJ]

E_U= Energía útil extraída por las ollas [kJ]

E_P =Energía perdida por la chimenea, paredes laterales, superior e inferior del sistema o al ambiente, según el diseño de la cocina [kJ]

E_S= Incremento de energía almacenada en los materiales del sistema. [kJ]

El balance de energía se realiza a partir de la medición de parámetros como son: masa usada como combustibles, la masa que se calienta, temperaturas inicial y final de la masa que se calienta y el poder calorífico del combustible.

Aplicando el método de determinación de eficiencia por método directo se tiene que:

$$\eta = E_U/E_L \quad (3)$$

Donde:

η =Eficiencia del sistema

La energía útil se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$E_U = E_{CS} + E_{CL} \quad (4)$$

$$E_{CS} = m_a * c_{pa} * (T_2 - T_1) [kJ] \quad (5)$$

$$E_{cl} = m_{a.ev.} * (H_g - H_f)[kJ] \quad (6)$$

Donde

E_{CS} : Energía transmitida al fluido a calentar como calor sensible [kJ]

E_{CL} : Energía utilizada por el fluido evaporado durante el proceso [kJ]

m_a : masa inicial del fluido [kg]

c_{pa} : calor específico a presión constante [kJ/kg-K]

T_2 : temperatura de evaporación del fluido °C

T_1 : temperatura inicial °C

$m_{a,ev.}$: masa de fluido evaporada [kg]

H_g : entalpía del fluido en estado de vapor saturado [kJ/kg]

H_f : entalpía del fluido en estado de líquido saturado [kJ/kg]

Para determinar E_L , se tiene:

$$E_L = PCS*m_L \quad (7)$$

Donde:

m_L : masa de combustible usada.[kg].

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en la investigación abarcó la revisión de fuentes de información primaria y secundaria, y se apoyó en elementos de la investigación acción participativa y en la realización de pruebas para caracterizar las maderas utilizadas en la cocción y para la determinación de la eficiencia de las cocinas, de acuerdo a las necesidades de cada uno de los objetivos de la investigación así:

3.1. Diagnóstico de la población rural de Usme:

Se utilizó la investigación descriptiva unitransversal, porque con este diagnóstico se buscó describir de manera sistemática las características de las familias que habitan en la zona rural de la localidad de Usme en Bogotá Colombia tomando los datos una sola vez, para lograr una visión de la situación. (Tamayo 1999; Pedret, Sagnier y Camp 2000).

La encuesta se diseñó para establecer tres variables fundamentalmente: 1. las condiciones socioeconómicas de la población y 2. El uso de combustibles para la cocción de alimentos específicamente de la leña. 3. Aspectos culturales de percepción de la leña. Los indicadores establecidos para cada una de las variables fueron:

Para establecer las condiciones socioeconómicas, se seleccionaron los siguientes indicadores: conformación familiar, tipo de vivienda y tiempo de residencia, ingresos económicos mensuales y actividad económica, enfermedades o muerte por causas respiratorias; dichos indicadores, son algunos de los utilizados por el DANE y organizaciones internacionales como la FAO y se escogieron teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo.

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 cuanto 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. El formato de la encuesta aplicada se presenta en el anexo 1.

La encuesta también contenía preguntas que buscaban determinar aspectos culturales en torno a la leña y a la madera. Los aspectos referentes a este estaban relacionados con la percepción de la perdurabilidad de la leña en la región, el gusto por cocinar con leña y las razones para ello.

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. Dicha información fue consignada en la bitácora de campo y sus resultados se presentan en el siguiente capítulo.

Para determinar la muestra de la población a la cual se aplican las encuestas, se inició con la revisión de los censos comunitarios y los estudios realizados por la ULATA (2010) y Agrored (2006), para establecer el número de habitantes por cada vereda. Posteriormente se utilizó el método de “Muestreo Aleatorio Simple”, que se caracteriza por que otorga la misma probabilidad de ser elegidos a todos los elementos de la población.

Los factores que se toman en cuenta en este tipo de muestreo son: el parámetro, el error muestral admisible, la varianza poblacional y el nivel de confianza.

El parámetro hace referencia a los datos que se obtienen sobre la población a estimar.

El Error Muestral es una medida de la variabilidad de las estimaciones de muestras repetidas en torno al valor de la población y da una noción clara de hasta dónde y con qué probabilidad una estimación basada en una muestra se aleja del valor que se hubiera obtenido por medio de un censo completo.

La Varianza Poblacional se relaciona con la población; entre más homogénea a la varianza sea ésta, el número de entrevistas necesarias para construir un modelo del universo, o de la población, será más pequeño.

El Nivel de Confianza es la probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad. Cualquier información está distribuida según una ley de probabilidad; el nivel de confianza es la probabilidad de que el intervalo construido en torno a un estadístico capte el verdadero valor del parámetro.

Para determinar el tamaño de la muestra empleando el muestreo aleatorio simple, es necesario partir de dos supuestos: en primer lugar el nivel de confianza al que queremos trabajar y en segundo lugar, cual es el error máximo a admitir en la estimación; la ecuación 8 indica la forma de determinar el tamaño muestral (n_0).

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (8)$$

Donde:

Z : correspondiente al nivel de confianza elegido

p : proporción de sujetos que presentan la característica a mostrar

q : proporción de sujetos que no presentan la característica a mostrar

e : error máximo

Una vez determinado n_0 , se debe comprobar si se cumple que:

$$N > n_0(n_0 - 1) \quad (9)$$

Donde:

N : universo de la muestra.

Si la condición de la ecuación (9) se cumple, el proceso termina aquí, y ese es el tamaño a muestrear.

Si no se cumple, se debe obtener el tamaño de la muestra según la ecuación 10.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad (10)$$

Aplicando las ecuaciones (8), (9) y (10) con un 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, tabla 14. El factor aplicado para cada vereda fue de 0,095 para determinar la cantidad de encuestas a aplicar.

Tabla 14. Familias por vereda y encuestas aplicadas

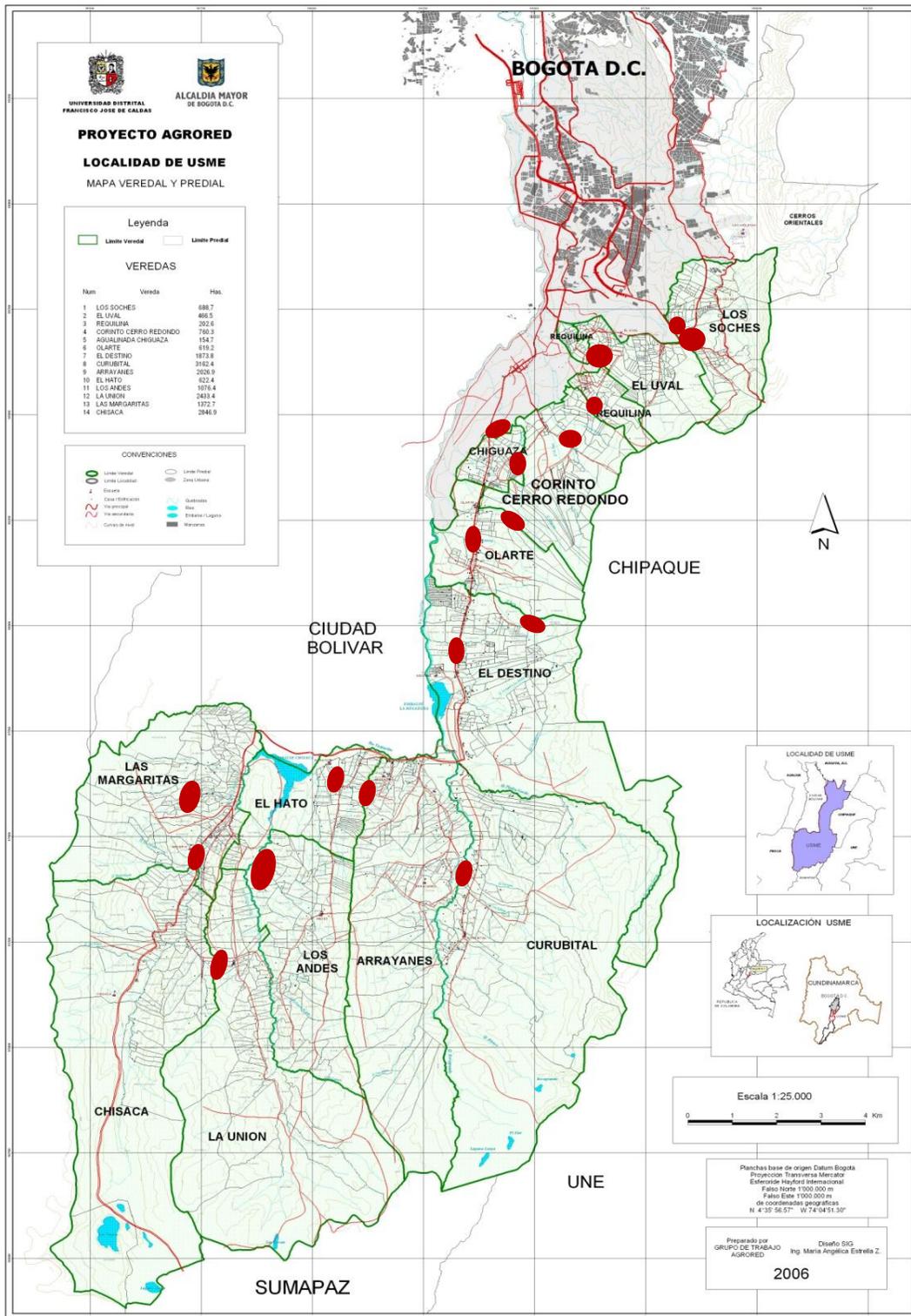
VEREDA	NÚMERO DE FAMILIAS	NÚMERO ENCUESTAS APLICADAS
<i>Andes</i>	<i>60</i>	<i>6</i>
<i>Arrayanes</i>	<i>85</i>	<i>8</i>
<i>Chiguaza</i>	<i>150</i>	<i>14</i>
<i>Chisacá</i>	<i>40</i>	<i>4</i>
<i>Corinto</i>	<i>50</i>	<i>5</i>
<i>Curubital</i>	<i>60</i>	<i>6</i>
<i>Destino</i>	<i>152</i>	<i>14</i>
<i>Hato</i>	<i>40</i>	<i>4</i>
<i>Margaritas</i>	<i>168</i>	<i>17</i>
<i>Olarte</i>	<i>95</i>	<i>9</i>
<i>Requilina</i>	<i>130</i>	<i>12</i>
<i>Soches</i>	<i>163</i>	<i>15</i>
<i>Unión</i>	<i>15</i>	<i>2</i>
<i>Uval</i>	<i>150</i>	<i>14</i>
<i>Totales</i>	<i>1358</i>	<i>130</i>

Fuente: Elaboración propia.

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 13 presenta las zonas seleccionadas en cada vereda, identificados con rojo.

Antes de iniciar el proceso de levantamiento de la información, se aplicaron elementos de la metodología Investigación Acción Participativa, como la socialización del proyecto ante los líderes y miembros de la comunidad rural de la localidad de Usme a través de reuniones. Se programaron 5 reuniones de las cuales se realizaron 4, como se aprecia en la tabla 15. Las reuniones se convocaron para exponer el proyecto a la comunidad y solicitar el apoyo para la recolección de la información, foto 1. Las encuestas se aplicaron a las familias durante los meses de julio y septiembre de 2010, foto 2, éstas se tabularon en el programa GNU PSPP. Adicionalmente se organizó una visita al laboratorio de Energías Renovables y Plantas Térmicas de la Universidad Nacional de Colombia. Con el apoyo del Dr. Fabio Sierra, experto en energías alternativas, se realizó un reconocimiento de los aspectos más importantes del uso y aplicación de las cocinas solares y de combustibles alternativos como pellets o briquetas y se analizaron las ventajas y desventajas de su uso en la zona, foto 3.

Figura 14. Áreas de aplicación de las encuestas en cada vereda.



Fuente: (Agrored,2006)

Tabla 15. Talleres realizados en Investigación acción participativa

ENCUENTRO	HORAS	No. DE PARTICIPANTES
Mayo 31. reunión con mujeres de la vereda Olarte en la sede de ACULCO	2	29
Junio 4. Reunión en la casa de don Samuel. habitantes vereda el Destino	2	27
Junio 24. Reunión con mujeres de la vereda La unión. Se canceló por la Ulata.	0	0
Junio 19. Asistencia a mesa territorial en la vereda las Margaritas. Reunión con representantes de todas las veredas.	3	26
Julio 1. Reunión con líderes de la vereda Requilina	3	2
Julio 10. Visita a la Universidad Nacional, laboratorio de energías alternativas.	6	35
TOTALES	16	119

Fuente: Elaboración propia



Foto 1. Taller en vereda Olarte. Fuente: Propia



Foto 2. Visitas y aplicación de encuestas. Fuente: Propia



Foto 3. Visita a la Universidad Nacional. Fuente: Propia

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

Con el fin de determinar las características energéticas de los diferentes tipos de madera usados por la población rural de Usme en procesos de cocción, se hizo necesario realizar pruebas de humedad, material volátil, análisis elemental y determinación del poder calorífico, siguiendo las especificaciones de las normas ASTM D5373 y ASTM D5865 respectivamente, a los materiales recolectados.

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 para la recolección de las mismas fueron: Olarte, Andes, el Hato y el Destino, teniendo en cuenta la disposición de la población para colaborar con este proyecto.
2. De acuerdo con las normas, las muestras se molieron a tamaño de grano inferior a 1mm y se entregaron a INGEOMINAS, donde se realizó el análisis elemental y la determinación del poder calorífico, y al laboratorio de Energías Renovables y Plantas Térmicas del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional, donde se realizaron los ensayos de humedad y contenido de materia volátil, según las normas ASTM, como se indica en la tabla 6.

Los equipos utilizados para la determinación del análisis elemental fueron: un equipo marca LECO TroSpec CHN y para la determinación del poder calorífico una bomba calorimétrica marca PARR6200 Calorimeter.

Para la determinación de humedad, se siguió el siguiente procedimiento, de acuerdo a la norma ASTM E871:

1. De cada muestra molida, se pesaron 5g y se colocaron en una caja de Petri.
2. Se precalentó el horno hasta lograr una temperatura controlada de 106°C
3. La muestra se introdujo en un horno, precalentado por un periodo de 2 horas.
4. Pasado este tiempo, se retiró la muestra del horno.
5. La muestra se pesó nuevamente
6. Se introdujo nuevamente al horno por un periodo de 30 minutos.
7. Seguidamente se retiró del horno y se pesó de nuevo.
8. Se compararon los valores aplicando la ecuación (11), hasta que los valores fueron iguales, garantizándose así que la humedad final en la muestra era cero (0).

$$\%W = \frac{m_o - m_f}{m_o} * 100 \quad (11)$$

Donde:

W : contenido de humedad en porcentaje

m_o = masa inicial

m_f = masa final

Para la determinación de volátiles se siguió el procedimiento de acuerdo a la norma ASTM E872:

1. Se pesaron 5g de cada muestra y se colocaron en un crisol.
2. Se precalentó el horno hasta una temperatura de 600°C.
3. Se introdujo la muestra en el horno durante 7 minutos a una temperatura de 600°C
4. Se retiró y se pesó de nuevo. Se aplicó la ecuación 12 para determinar el contenido de volátiles. La figura 14 presenta la secuencia del proceso.

$$\%mv = \left(1 - \frac{m_o - m_f}{m_o}\right) * 100 \quad (12)$$

Donde

mv: contenido de materia volátil en porcentaje.

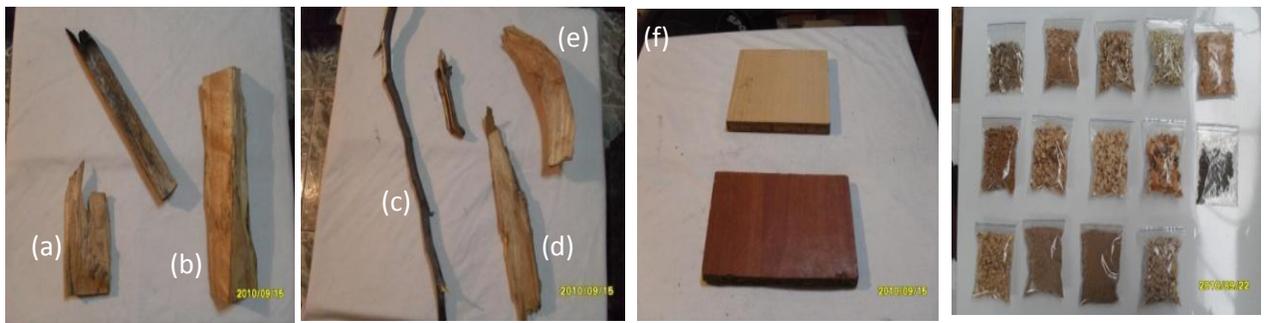


Fuente: Propia.

Figura 15. Proceso de determinación del contenido de volátiles de las muestras de leña (a) conservación de la muestra sin absorber humedad del ambiente, (b) pesado de la muestra, (c) introducción de las muestras al horno (d) mantenimiento de las muestras en él durante 6 minutos, (e) estado final de las muestras a su salida del horno.

Las pruebas de humedad y volátiles se realizaron utilizando los siguientes equipos: balanza análoga marca SYRUS peso entre 0 a 2kg con precisión de 0,001g; 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 foto 4, muestra algunas de las maderas recolectadas ya molidas para ser caracterizadas.



Fuente: Propia.

Foto 4. 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.

3.3. Identificación de las técnicas y equipos utilizados en el proceso de cocción

Se diseñó un formato para la identificación de las características tecnológicas de las cocinas utilizadas, el cual se diligenció por observación directa durante la aplicación de las encuestas, anexo 2. Se realizó un registro fotográfico de las cocinas, anexo 3.

3.4 Caracterización del funcionamiento de los equipos utilizados en el proceso de cocción.

Para determinar la eficiencia de un sistema térmico, se utiliza el método directo, tomándose los parámetros del fluido que toma la energía y de la fuente, para determinar las pérdidas inherentes al proceso y restarlas de la energía suministrada.

Para evaluar el consumo energético en la preparación de los alimentos por parte de las familias de la zona rural de Usme que utilizan leña para cocción, se realizó una prueba utilizando agua como fluido a calentar. No se realizó con alimentos, pues para ello se requiere conocer las características termodinámicas de los alimentos a cocinar.

Las pruebas se realizaron utilizando los tipos de leña recolectados más representativos, pino, eucalipto y residuos de carpintería (aglomerado +fórmica) en los diferentes tipos de cocinas.

El procedimiento seguido fue: se tomaron 5kg de leña secada al aire y partida en trozos de 40cm aproximadamente. Se pesaron 10kg de agua en una olla de aluminio con capacidad para 30l. Se encendió la hoguera. Se colocó la olla con agua sobre la estufa iniciando el proceso de calentamiento. Cada 2 minutos se midió la temperatura del agua en la parte media de la olla y la temperatura ambiente a 40 cm de la olla con un termopar tipo K; la temperatura de los gases de salida y su composición se determinó con un equipo Bacarach modelo CA300NSX. Cuando el agua llegó el punto ebullición, se retiró la olla del fogón y se pesó para determinar la cantidad de líquido evaporado. Se apagó la hoguera sofocándola con un hule para eliminar la entrada de oxígeno y detener el proceso de combustión y se pesó el material que quedó disponible; con estos valores se calculó el calor sensible y el latente suministrado al agua, utilizando las ecuaciones 5 y 6. Se realizaron 3 muestreos a diferentes temperaturas. Anexo 4.

Los resultados del cálculo de la energía transferida por la leña al agua y la eficiencia de las cocinas se presentan en el siguiente capítulo.

4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la población rural

En relación con las reuniones con la comunidad y la visita a la Universidad Nacional de Colombia, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La comunidad manifiesta su interés en identificar las implicaciones de la cocción con leña y en conocer nuevas técnicas que le permitan mejorar sus formas de cocción.
- Los habitantes están interesados en conocer otros tipos de combustibles y sus ventajas sobre la leña.
- Reconocen a la leña por ser económica, por el sabor agradable de la comida y porque contribuye a acondicionar la temperatura de las casas., expresando preocupación por los riesgos de salud así como los que corren las especies leñosas por la excesiva entresaca.
- Cuando requieren cocinar grandes volúmenes de comida (comidas para obreros) prefieren el uso de la leña pues consideran que a preparación es más rápida y porque ésta permanece caliente por más tiempo.

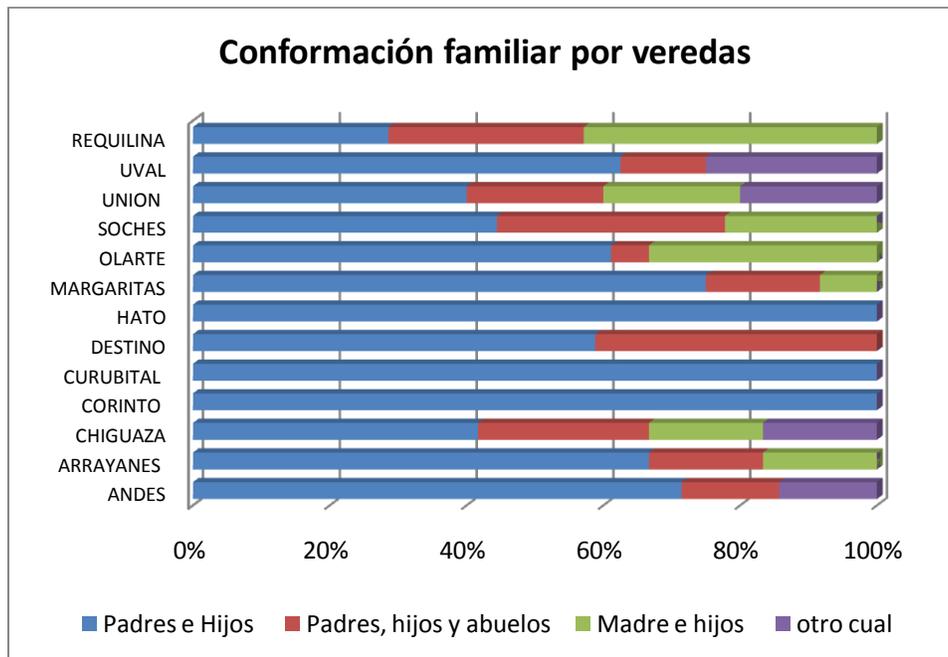
- Reconocen que el uso de la leña como combustible y las tecnologías utilizadas para la cocción afectan su salud, sin embargo no tienen suficiente claridad, pues siguen permitiendo que los niños permanezcan en las cocinas ya que las estufas calientan el ambiente, inclusive después de haber sido apagado el fogón por la madera caliente que permanece en el hogar de la estufa.
- Durante el trabajo de campo, la población de las veredas del Uval, Requilina y Soches mostró desinterés en involucrarse en este tipo de proyectos, por los conflictos que está viviendo en la actualidad ante la posibilidad de verse desalojada de sus tierras por el plan de expansión de Usme “Operación Nuevo Usme”.

De la aplicación de las 130 encuestas a las familias de la zona rural de Usme y su análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1. Condiciones socioeconómicas

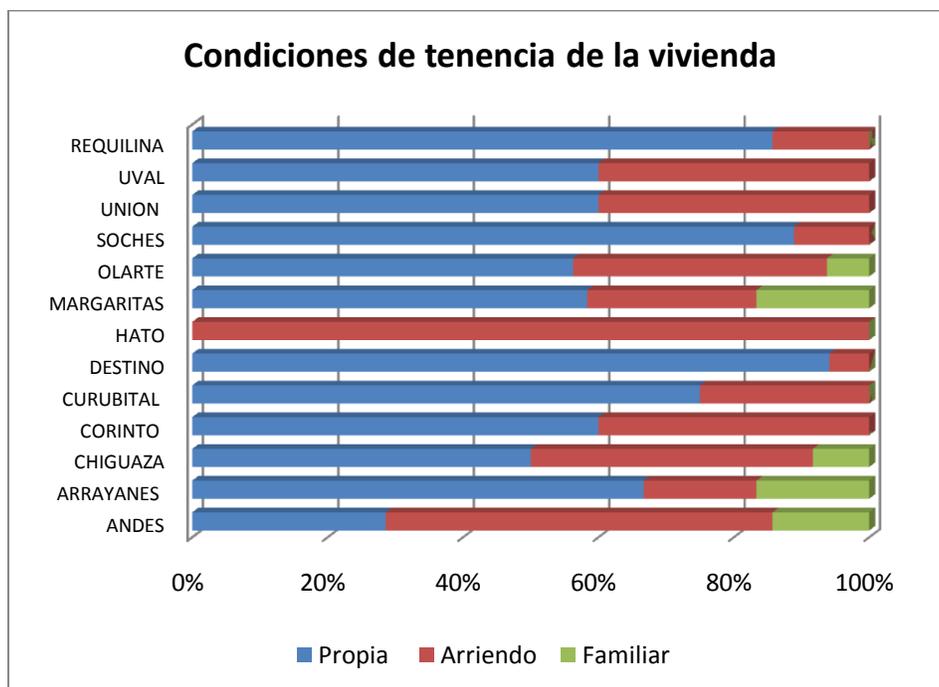
Conformación familiar: El 65% de las familias están conformadas por los padres e hijos, 18% por padres, hijos y abuelos, el 12% por la madre e hijos y el 5% corresponde a los adultos que viven solos. La gráfica 3, presenta la composición familiar por vereda; predominan los propietarios en la mayoría de las veredas y el tiempo de permanencia promedio es mayor a 4 años, tal como se aprecia en las gráficas 4 y 5.

La composición familiar demuestra que la mayoría de la población rural de Usme vive en familia que puede ser extensa. Se encontró que las en las veredas más cercanas a la zona urbana de Usme o Ciudad Bolívar, se encuentran ubicadas las familias cuyas madres son cabeza de hogar, con excepción de la vereda La Unión. Es normal que las zonas con menor población sean las más alejadas de los centros urbanos, esto puede obedecer a dos causas principalmente, la primera, que parte de la zona rural de Usme hace parte del Parque Natural Nacional de Sumapaz y son consideradas zonas de alta fragilidad ecológica y la segunda a la falta de vías de acceso lo que dificulta el acceso a los servicios públicos y a las zonas urbanas.



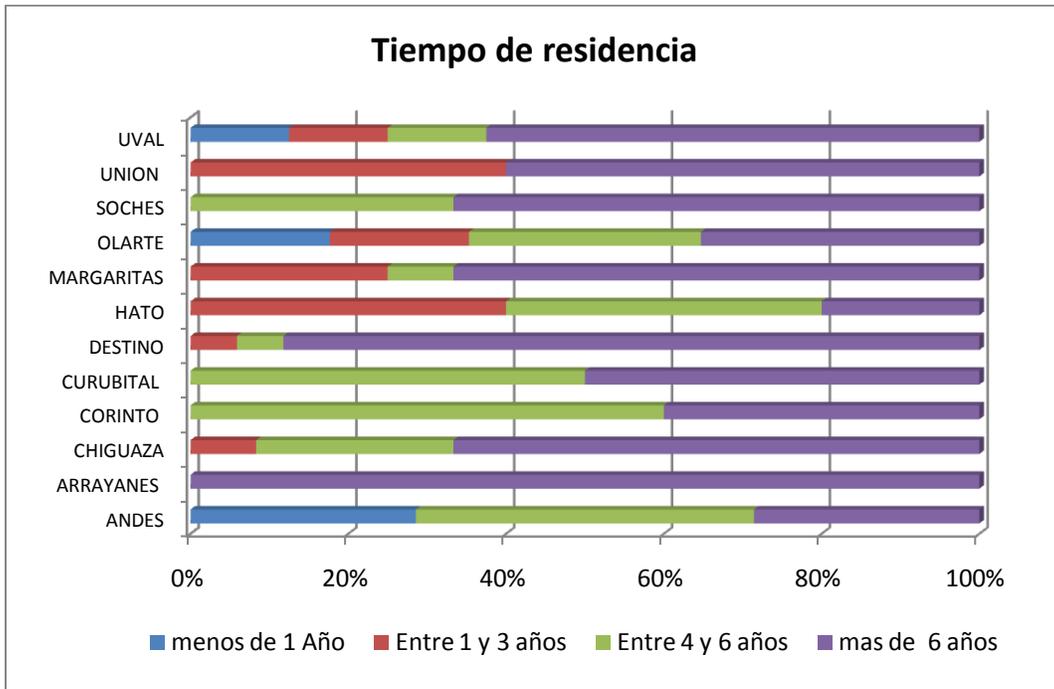
Fuente: elaboración propia

Gráfica 3. Conformación familiar por veredas zona rural de Usme.



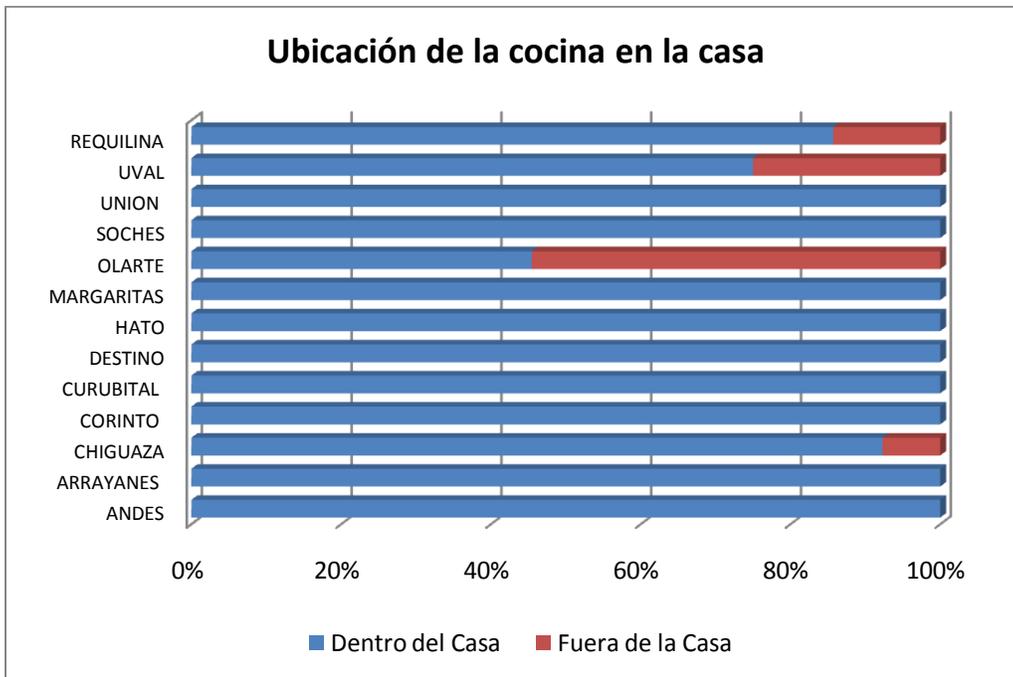
Fuente: elaboración propia

Gráfica 4. Condiciones de tenencia de la vivienda en la zona rural de Usme.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 5. Tiempo de residencia de los pobladores de la zona rural de Usme

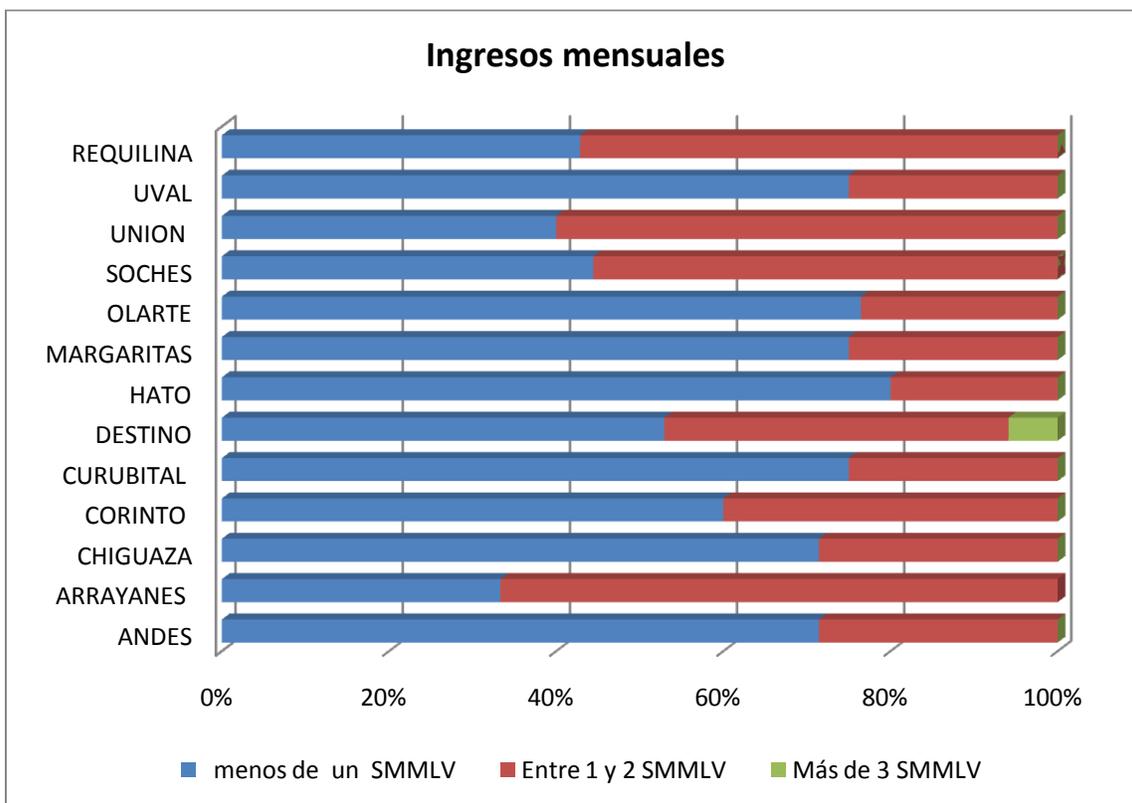


Fuente: elaboración propia

Gráfica 6. Ubicación de la cocina.

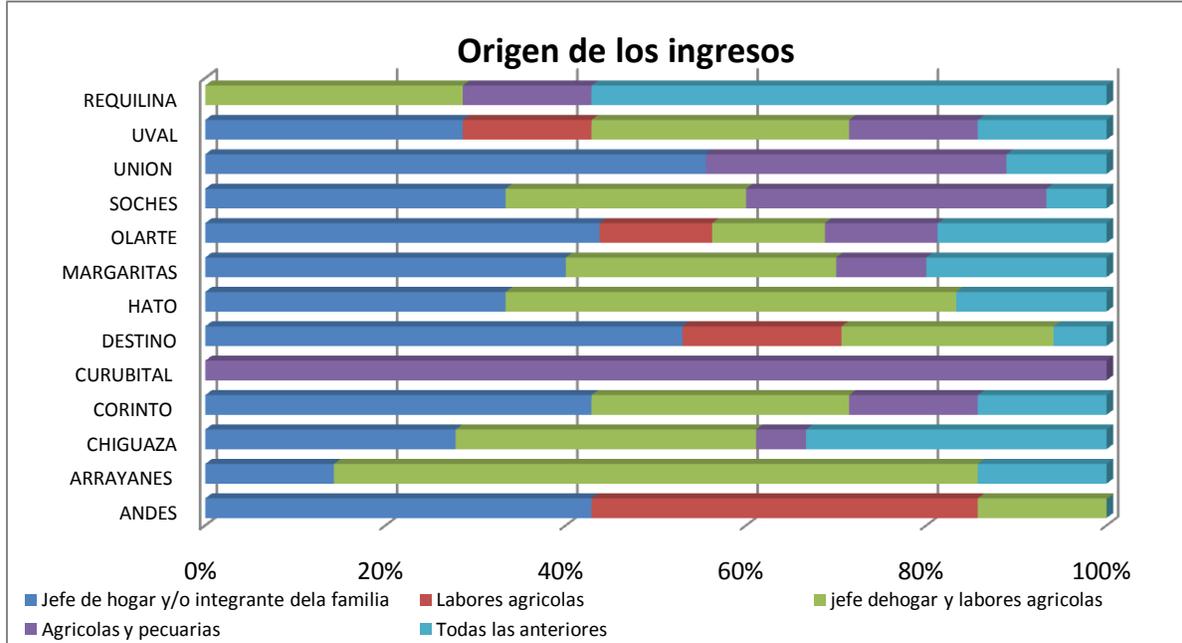
Ubicación de la cocina: El 98% de las viviendas tienen la cocina al interior, solo el 2% está ubicada fuera de la vivienda, siendo en la vereda Olarte en la que están ubicadas la mayoría, representando el 50% del total de la vereda, gráfica 6.

Ingresos económicos: Los ingresos mensuales de la población rural de Usme son bajos, el 65% indicó ganar menos de un \$515.000 para el año 2010, que representa un Salario Mínimo Mensual Vigente (SMMLV); el 35% señaló entre uno y dos salarios (\$515.000 y \$1.030.000) y ninguno indicó tener ingresos superiores a tres salarios, gráfica 7. Quienes tienen menores ingresos económicos habitan las Veredas Margaritas y Olarte y son mayores los ingresos de las familias en las veredas Arrayanes y Unión. El origen principal de los ingresos es: 35% por salarios devengados por los integrantes de la familia en actividades ajenas a trabajos en la finca en que habitan, 27% por labores agrícolas, 20% por actividades agrícolas y ganaderas, 14% por la combinación de actividades agrícolas y ganaderas y salarios devengados por integrantes de la familia y el 4% por labores ganaderas, gráfica 8.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 7. Ingresos mensuales en SMMLV.



Fuente: elaboración propia

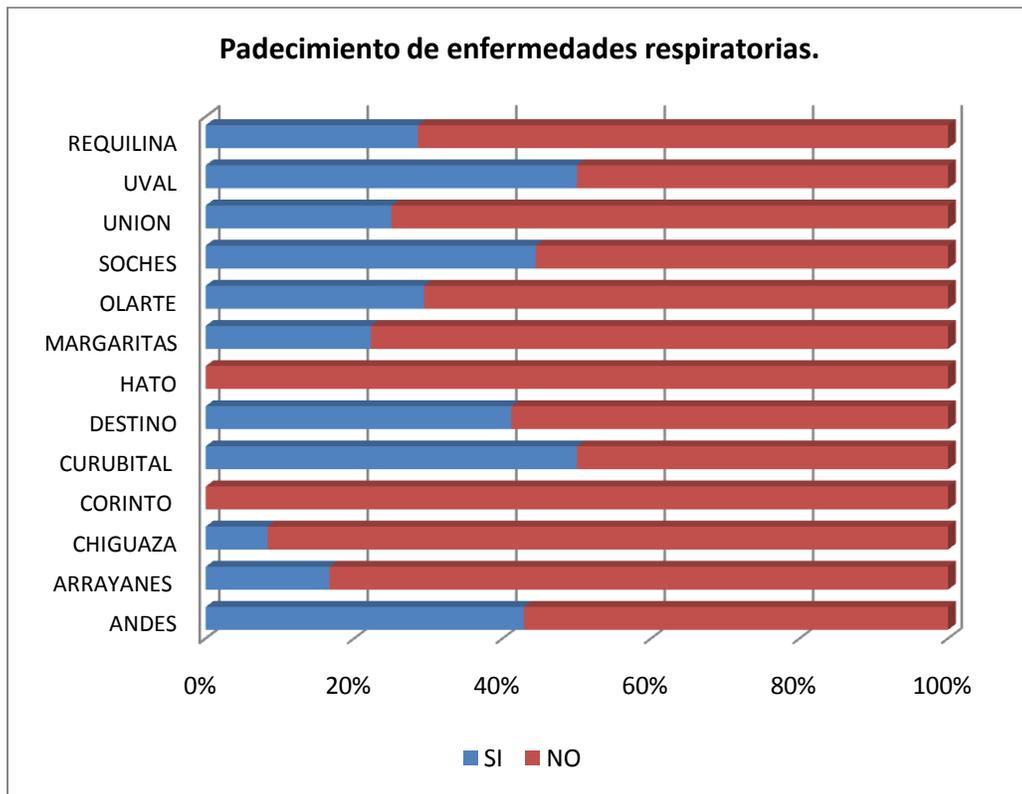
Gráfica 8. Origen de los ingresos.

Afecciones de Salud: El 4,5% de la población ha padecido alguna enfermedad de tipo respiratorio como: asma, afecciones respiratorias, bronquitis, edema pulmonar, problemas respiratorios, rinitis y neumonía (gráfica 9 y tabla 16). Estas enfermedades han ocasionado cuatro muertes, aunque no se especificó el periodo de tiempo en que estas ocurrieron.

Tabla 16. Casos de enfermedades respiratorias

ENFERMEDAD	CANTIDAD
Alergia respiratoria	3
Asma	7
Broncolitis	3
Edema pulmonar	1
Neumonia	1
Problemas respiratorios	2
Pulmonar	2
Tos	3
Rinitis	1
No informa	7
Total	30

Fuente: la autora.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 9. Padecimiento de enfermedades respiratorias.

El diagnóstico de la población rural de la localidad Usme en Bogotá- Colombia, permitió concluir que en relación con los aspectos socioeconómicos, los campesinos de Usme tienen familias constituidas por los padres e hijos y cuentan también con un porcentaje de adultos mayores que viven solos, buen número de familias habitan casas de tipo familiar más de la mitad de la población cuenta con vivienda propia, siendo representativa en la vereda Destino y nula en la vereda Hato donde los habitantes son arrendatarios en su totalidad.

Los ingresos económicos son bajos, ya que 65% de la población tiene ingresos inferiores a 1 SMMLV y el 35% entre 1 y 2 SMMLV, fruto de las actividades laborales de los integrantes de la familia, actividades agrícolas y ganaderas, estos ingresos bajos de la población no dan la oportunidad de acceder a combustibles diferentes a la leña, puesto que ellos generan gastos mensuales superiores. Esta población usa la leña como combustible, pero también compran gas propano por cilindros de

40lb de capacidad, gastando un promedio de \$39.000 mensuales; el gas es utilizado para la preparación de los desayunos, por que los otros alimentos prefieren hacerlo usando la leña.

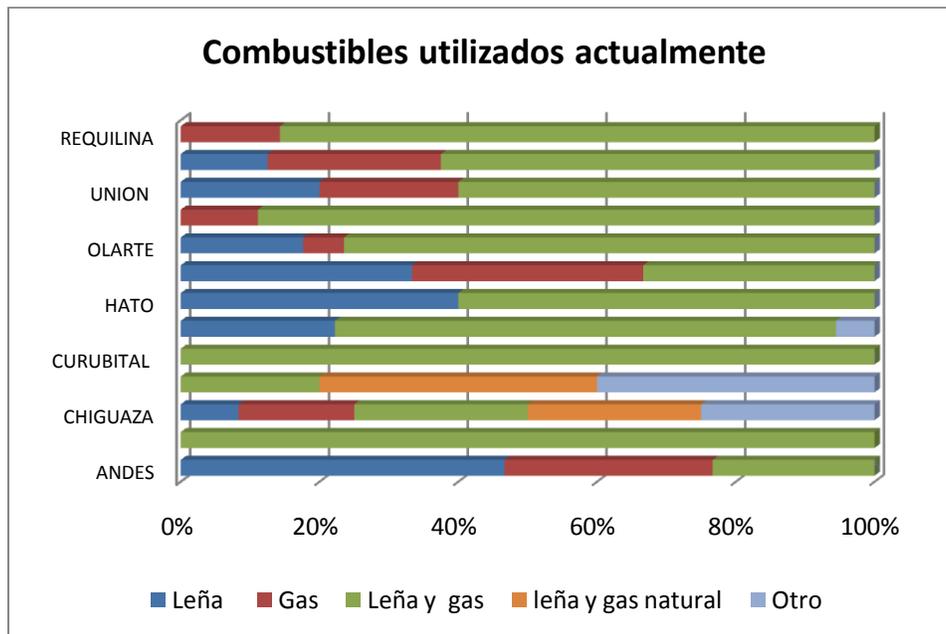
4.1.2. Uso de combustibles

Tipo de combustible usado: El 58% de las familias de la zona rural de Usme utilizan leña y gas propano o gas natural, 11% usa solamente gas propano, especialmente aquellas que habitan cerca a las carreteras, 17% utiliza solo la leña, el 6% usa leña y gas natural, 1% usa carbón y el 7% gas natural y no se encontró población que utilice kerosene o petróleo. Lo anterior indica que independientemente de otros combustibles usados, 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 lb y 20.354 kilos de leña; dividiendo la cantidad entre las 130 familias encuestadas, tendríamos un consumo promedio de 18,8 lb de gas y 0,47 pipetas y 156,6kg de leña por familia y por mes. La tabla 17 y la gráfica 10 presentan el consumo de combustible por vereda y el tipo de combustible utilizado respectivamente.

Tabla 17. Consumo de combustible

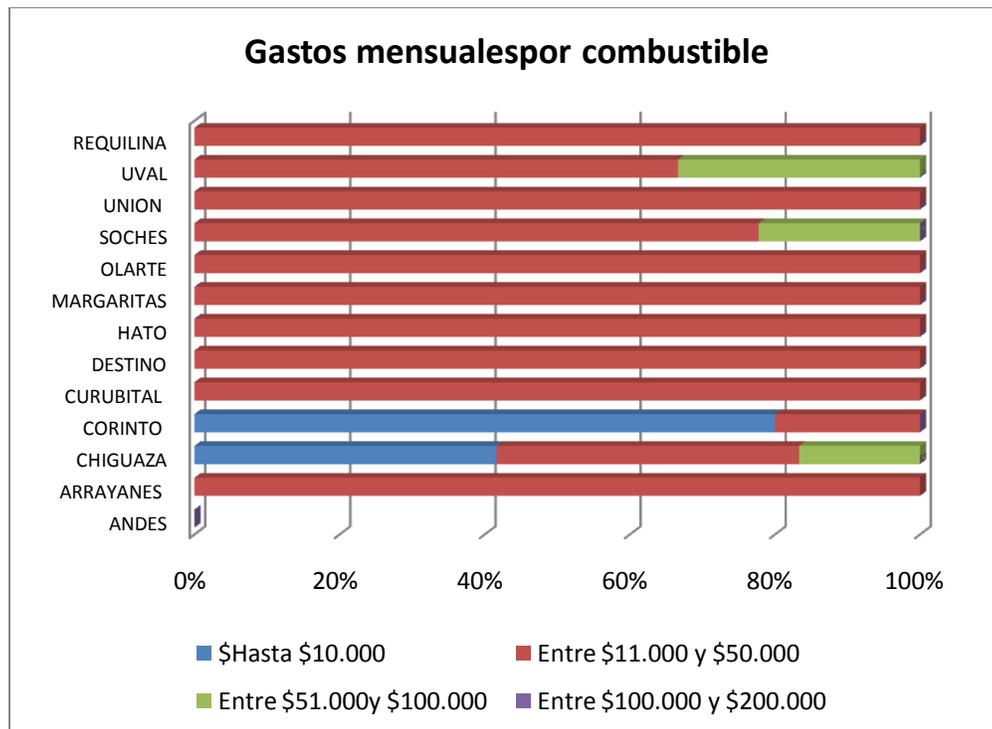
VEREDA	GAS PROPANO (PIPETA 40LB)	LEÑA (KG)
Andes	4	3.710
Arrayanes	6	1.740
Chiguaza	8	860
Corinto	0	560
Curubital	4	1.060
Destino	8	6.200
Hato	2	2.000
Margaritas	5	764
Olarte	5	100
Soches	11	1.460
Unión	4	1.600
Uval	4	300
Total	61	20.354

Fuente: la autora.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 10 Combustibles utilizados en la actualidad para cocción en la zona rural de Usme

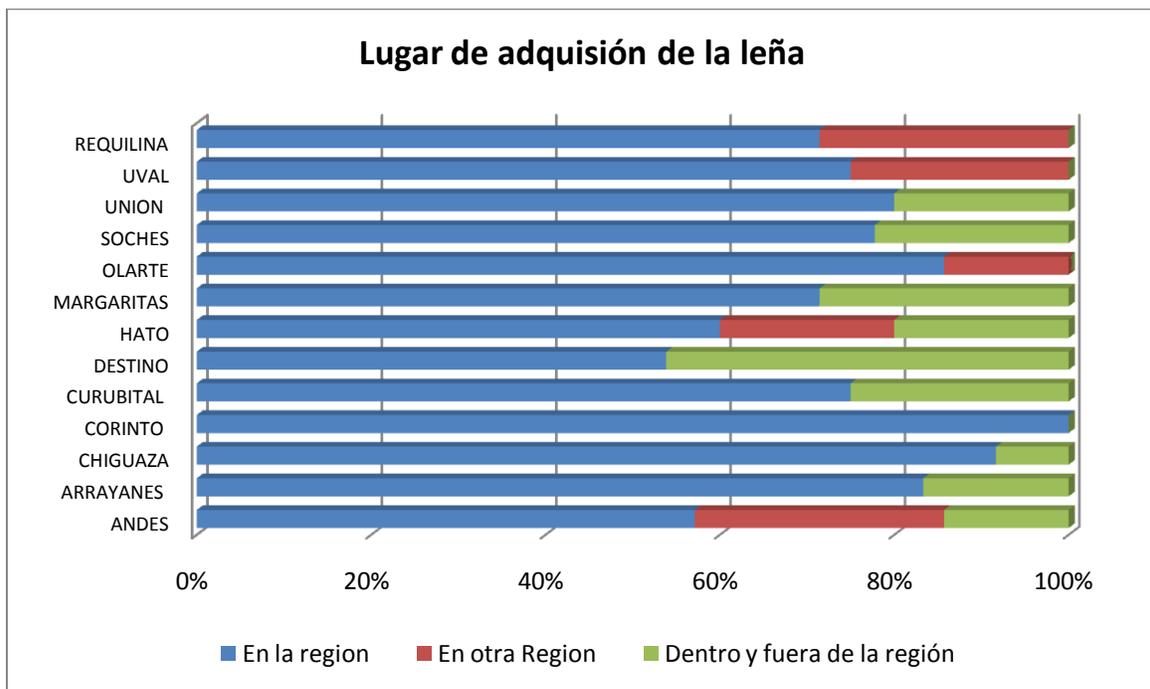


Fuente: elaboración propia

Gráfica 11. Gastos mensuales por combustible

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 corresponde 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, Gráfica 11.

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, gráfica 12.

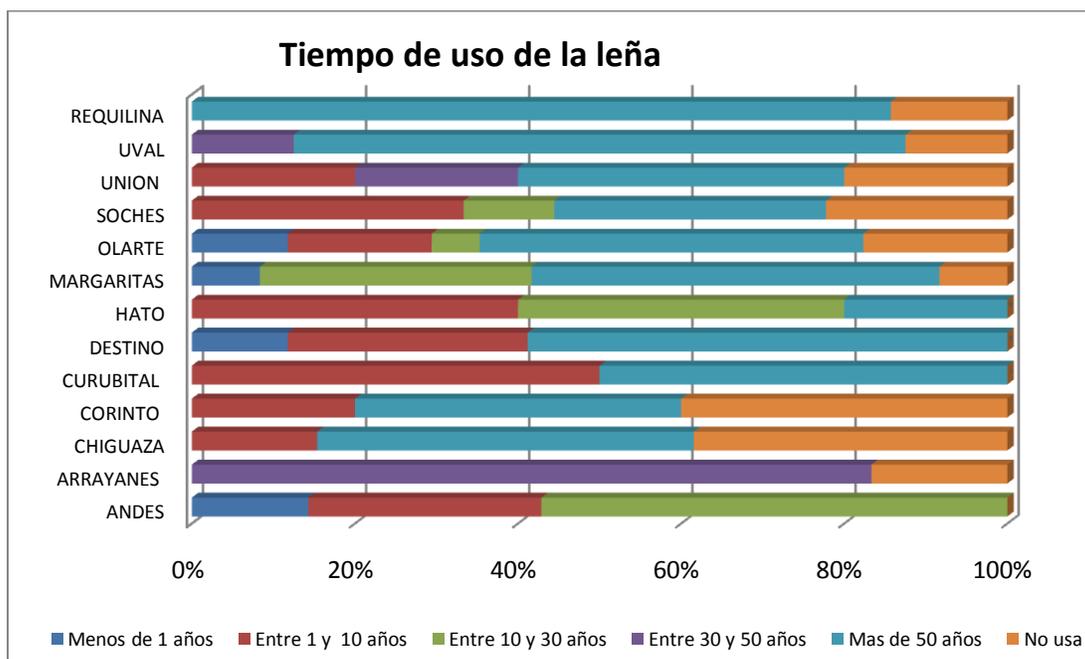


Fuente: elaboración propia

Gráfica 12. Lugar de adquisición de la leña.

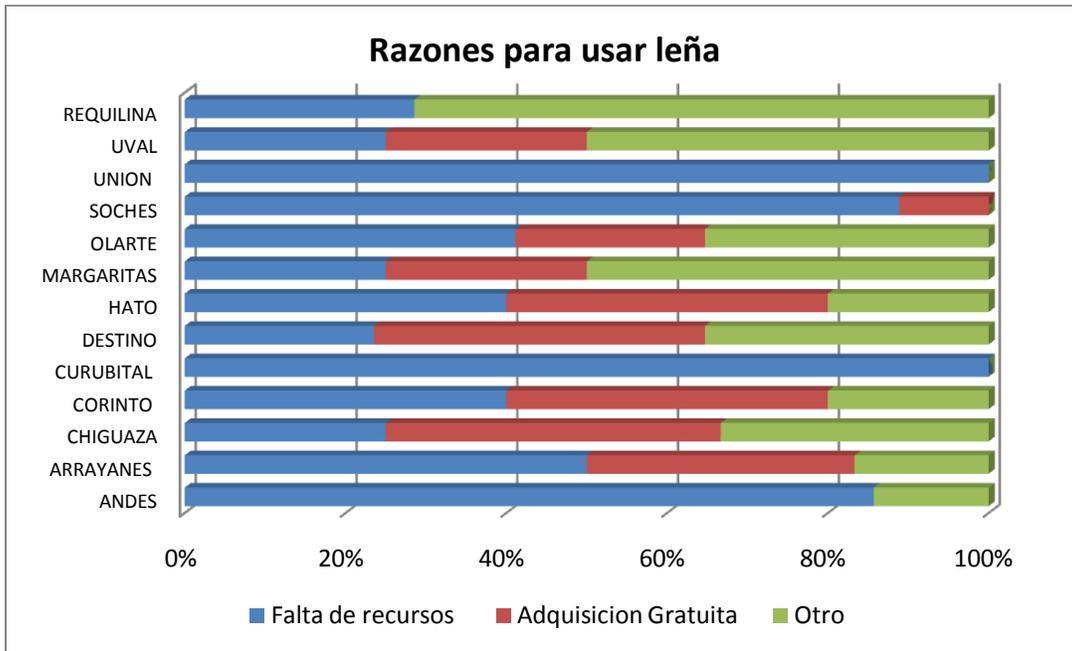
4.1.3. Aspectos culturales

El 39% de las familias encuestadas usan leña como combustible para cocinar desde hace más de cincuenta años, 17% entre 30 y 50 años, 10% entre 10 y 30 años, 19% menos de diez años y 15% no la utiliza, gráfica 13. Las razones por las cuales la usan son: 60% porque no tienen recursos para adquirir otro combustible, 33% por economizar en sus gastos de combustible y el 7% por otras razones, entre las que se encuentran: que la comida tiene un mejor sabor y da calefacción al hogar gráfica 14. Al 82% de la población le gusta cocinar con leña y al 18% no, algunas de las razones son: por la economía del combustible, la calidad de los alimentos y tradición gráfica 15. En la disposición al cambio de combustible, al 87% de le gustaría cambiar la leña por otro combustible y el 13% no, gráfica 16.



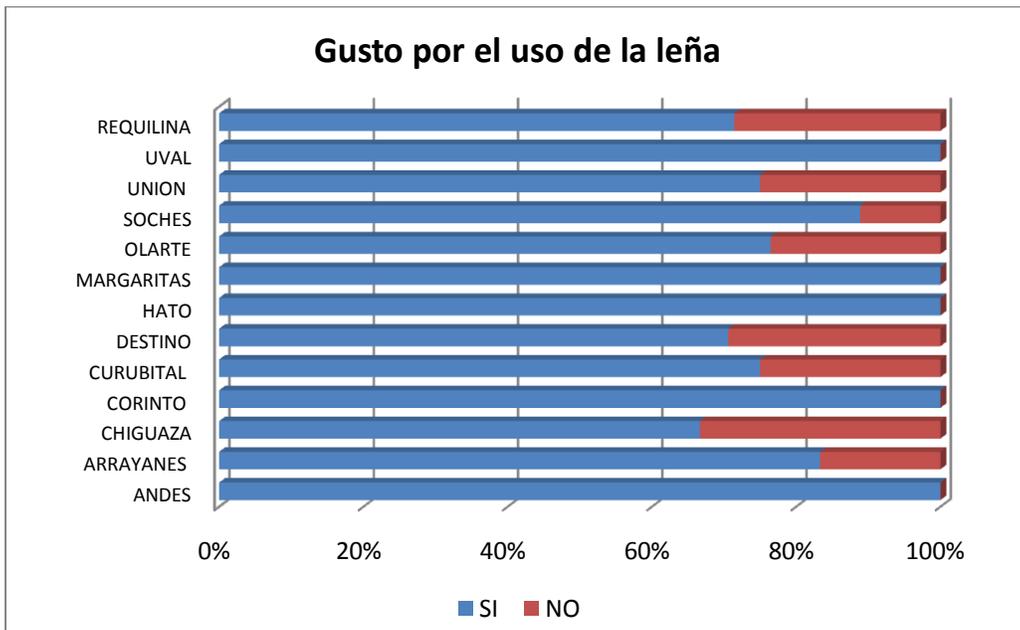
Fuente: elaboración propia

Gráfica 13. Tiempo de uso de la leña.



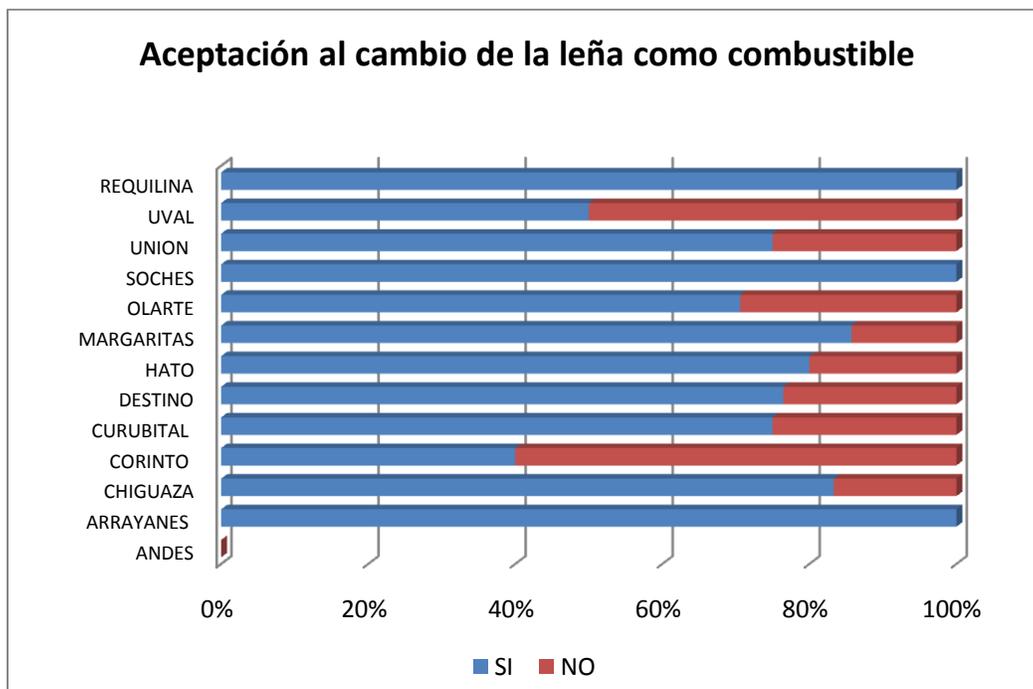
Fuente: elaboración propia

Gráfica 14. Razones para usar la leña para cocción.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 15. Gusto por el uso de la leña.

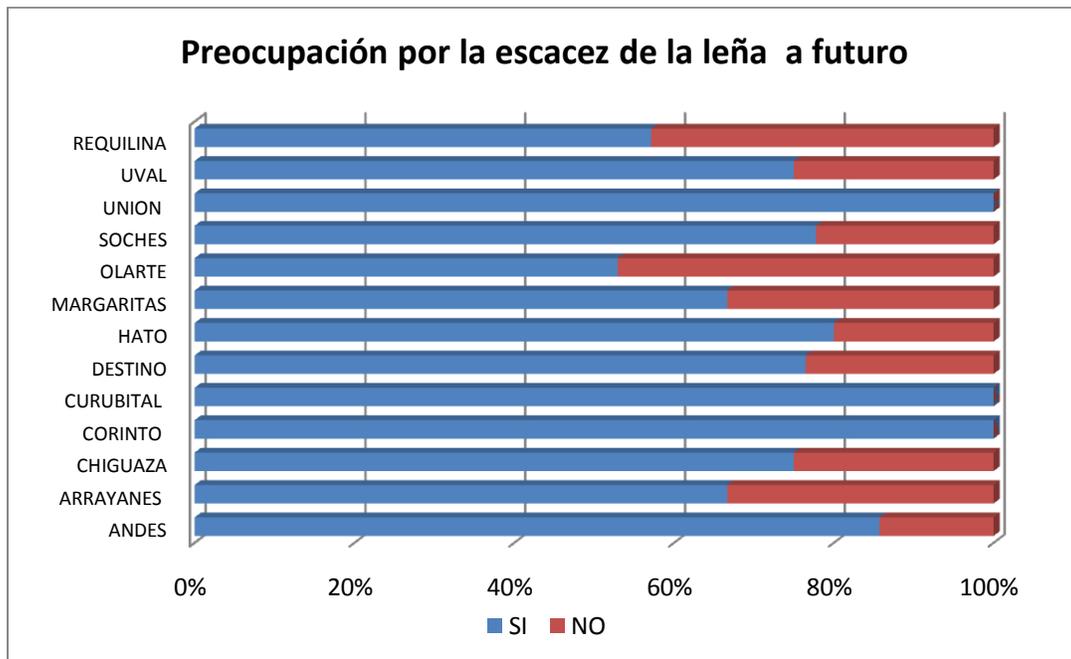


Fuente: elaboración propia

Gráfica 16. Aceptación al cambio de la leña como combustible para cocción.

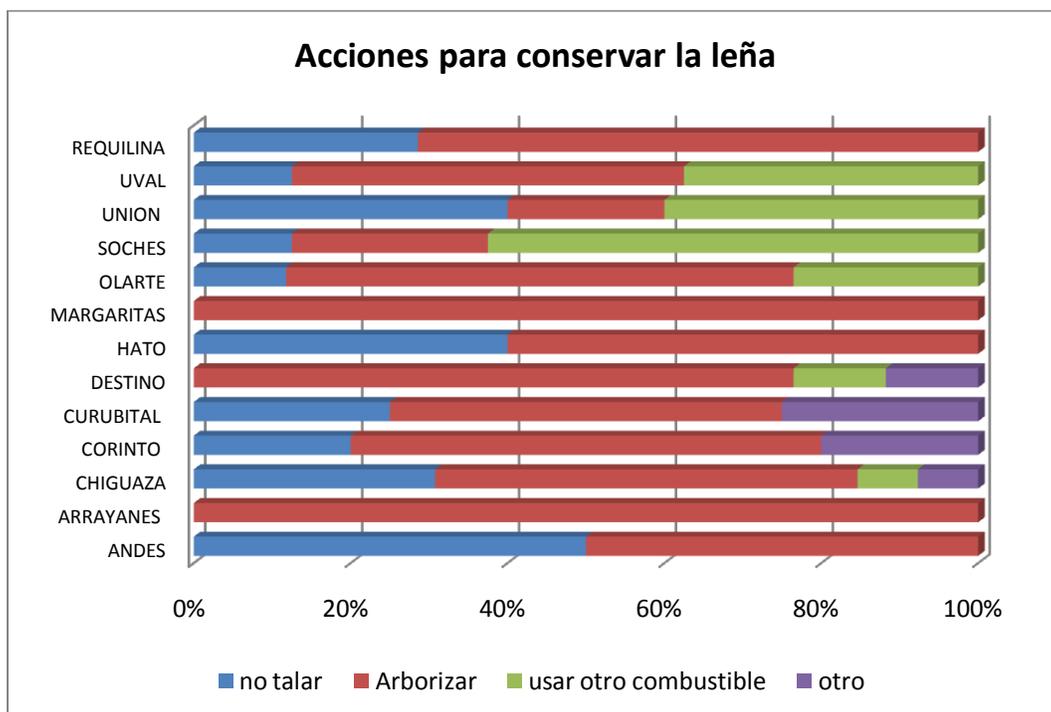
Preservación de la leña: El 91% de la población encuestada cree que la leña se va a acabar, situación que le preocupa, mientras que el 9% considera que no se extinguirá, gráfica 17. Como acciones propuestas para prevenir la extinción vegetal se encuentran: 58% arborizar, 30% utilizar otro combustible, 9% no talar los árboles y el 3% otras propuestas como comprar madera de las carpinterías para cocinar, gráfica 18.

En relación a quienes deberían tomar acciones para preservar la vegetación, el 24% cree que es responsabilidad de los habitantes de la región, 36% de los gobernantes y el 40% que es responsabilidad de todos, gráfica 19.



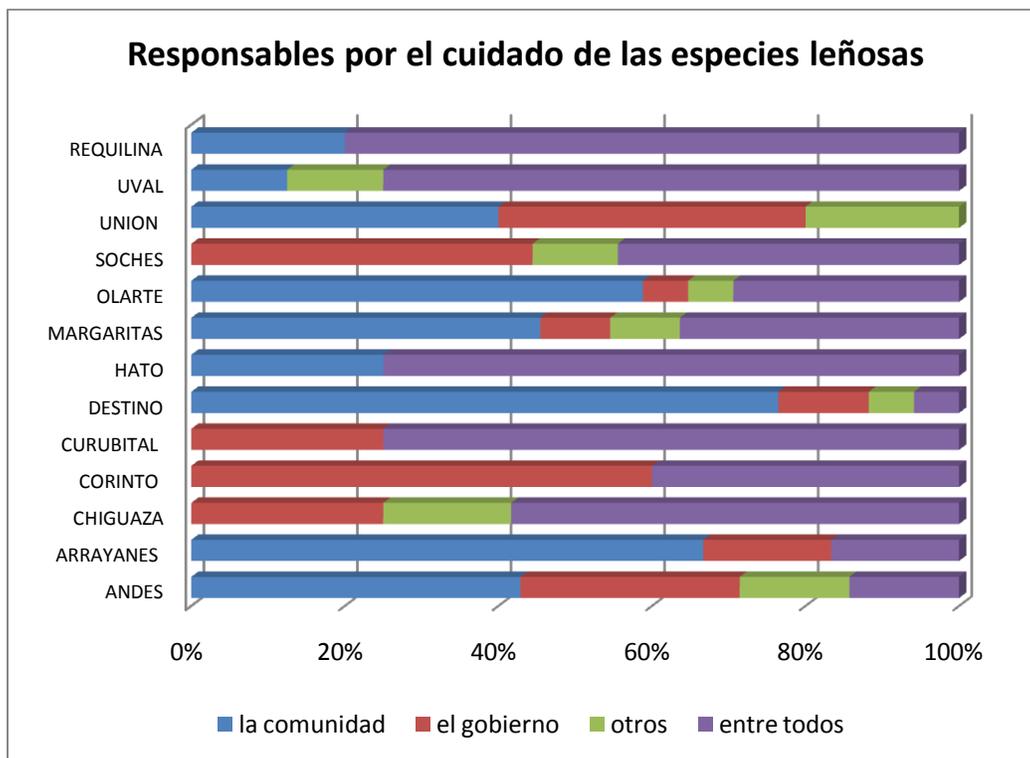
Fuente: elaboración propia

Gráfica 17. Preocupación por la escasez de leña a futuro.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 18. Acciones para conservar la leña.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 19. Responsables por el cuidado de las especies leñosas.

A partir de los datos recopilados en la encuesta, se realizó un cuadro en el que se tuvieron en cuenta las condiciones más relevantes para cada vereda y partiendo de la caracterización de la población y su relación con la leña, se encontró que:

En la vereda Requilina, hay predominio de mujeres cabeza de hogar que trabajan en sus casas y se dedican a labores agrícolas y pecuarias. Son habitantes tradicionales de la región y usan leña y gas propano como combustible, haciendo su compra parte de su canasta familiar; la leña aún la adquieren en los alrededores, aun cuando deben caminar al menos 1 hora para recolectarla, esta puede ser una razón por la que la compran a los camiones que traen los retales de las carpinterías de la zona urbana de Usme, principalmente de Santa Librada, pues las vías de acceso a Requilina son aceptables.

En las veredas el Uval y Andes, se aprecia que las familias son tradicionales, especialmente en el Uval, mientras en Andes hay mayor cantidad de la población que paga arriendo y su permanencia varía entre 4 y mas años. Las familias de ambas veredas reciben en general menos de un salario

mínimo trabajando tanto en el campo como en otras labores fuera de casa. Se evidencia que más del 20% de la población del Uval presenta enfermedades de tipo pulmonar a causa de la cocción con leña, lo que estaría corroborado por la información obtenida en el Hospital de Usme. Las razones de uso de la leña no son de orden económico como podría esperarse sino más de orden cultural, por el sabor de la comida, por tradición de uso y por la calefacción que brinda principalmente. Los gastos en compra de combustible en esta vereda son relativamente bajos, pues tienen mayor acceso zonas con relictos de bosque, esto puede ser un factor de generación de conflictos, pues estas son áreas consideradas de alta fragilidad ecológica y por lo tanto de protección. Esta puede ser la razón por la que se evidenció la presencia de retales de carpintería para ser usados en reemplazo de la leña como combustible. La gente de esta vereda si se preocupa por la posibilidad de escasez de la leña y plantea la arborización de las zonas considerando que esta responsabilidad es de todos, tanto de la comunidad como del gobierno y algunos indican que es de los propietarios, pues en la vereda predominan los arrendatarios y los cuidanderos de fincas.

En la vereda Unión, hay predominio de familias viviendo en arriendo con una permanencia mayor a 6 años y un ingreso económico entre 1 y 2 SMMLV, los cuales provienen de trabajo fuera de sus fincas, principalmente como jornaleros en otras fincas los hombres y las mujeres en servicios domésticos, siendo las labores agrícolas y pecuarias destinadas a la alimentación de la familia primordialmente. La leña se recoge principalmente en la región y el combustible que se obtiene de otra región es el gas que se compra en cilindros de 40lb y se usa para preparar el desayuno por cuestiones de rapidez en el encendido de la estufa para la cocción del desayuno; la leña se prefiere para preparar el almuerzo y la comida, porque la comida dura caliente más tiempo y porque la casa se calienta. Los habitantes de la Unión indican alta preocupación por la posibilidad de escasez de la leña, aun cuando usan principalmente madera del embalse de Chizacá, de donde se les permite entresacar ramas, recolectando especialmente eucalipto y pino. Dedican un día a la semana para recolectar, también recolectan de ramas caídas en los alrededores de las casas; los encargados de la recolección son en general las mujeres y los niños. Los habitantes consideran que o ellos o el gobierno son los responsables de la protección de las especies leñosas, ninguno considero la posibilidad de trabajo conjunto con las instituciones, pero si consideraron el cambio de combustible como alternativa para proteger los bosques. Uno de los problemas para la sustitución es la distancia a la zona urbana y el mal estado de las vías.

En Soches, no fue posible realizar todas las entrevistas programadas, por la dificultad para comunicarse con la población; la mayoría de los habitantes se negaron a participar en el proceso, y de acuerdo con la información suministrada por la ULATA, no es raro que esto ocurra en esta vereda. Sin embargo, de 15 entrevistas programadas se pudieron realizar 9. Se evidenció que la mayoría de la población es tradicional de la zona y vive en su propiedad. Más del 40% de los encuestados indicaron que alguno de los miembros de la familia padecía alguna enfermedad respiratoria. En cuanto al nivel económico, no se tuvo predominancia de ninguna de las opciones, pero ninguno de los pobladores manifestó ganar más de dos SMMLV. Al preguntárseles por el combustible usado, el 15% manifestó usar solo gas propano mientras el otro 85% usa gas propano mezclado con leña, siendo el pago por combustibles entre \$11.000 y \$50.000. La leña la recolectan en la zona, pues aunque predominan las áreas de ganadería y agricultura, se han plantado cercas vivas y se tiene la facilidad para recolectar la leña. En esta zona lo que más se recoge es Eucalipto, Pino y Duraznillo, según la información recogida de las preguntas realizadas durante la aplicación de las encuestas. En cuanto al gusto por la leña, si bien a todos los entrevistados les gusta cocinar con leña, todos estarían también dispuestos a cambiarla por otro combustible, pues consideran que es la mejor forma de preservarla. En cuanto a quien es responsable por la conservación del recurso leñoso, consideran que es deber del gobierno en un alto porcentaje y otros consideran que entre todos deben organizarse planes de cuidado y de reforestación.

En la vereda Olarte, se realizaron más encuestas de las planeadas, por la acogida que dieron los habitantes al proyecto; de las 7 que se habían programado, se realizaron 16; los resultados que arrojan las mismas son: en lo referente a la composición familiar, predominan las familias arrendatarias que tienen tiempos de permanencia muy variados sin destacar uno más que otro. Sus ingresos son de máximo 1SMMLV, el cual obtienen combinando todas las posibilidades pero con predominancia del trabajo fuera de casa; los cultivos se utilizan tanto para la alimentación de la familia como para la venta; también se observó la cría de ganado, no de manera extensiva y de gallinas, produciéndose queso y vendiéndose los huevos para ayudar a la economía familiar. Con respecto a las condiciones de salud, el 30% de los encuestados respondió afirmativamente a la pregunta sobre enfermedades respiratorias padecidas por algún integrante de la familia. Los habitantes de Olarte indicaron que la leña la recogen principalmente en las cercanías de sus casas, están el procesos de siembra de cercas vivas apoyados por la Ulata de Usme y consideran que es deber de la comunidad proteger las especies leñosas, principalmente mediante reforestación. Esto podría contestar porque el 50% de los encuestados no tiene especial preocupación por que la leña se

acabe. También se evidenció en esta vereda, familias que prefieren usar solo gas propano por condiciones de facilidad de la cocción aunque se ven limitados por el costo del recurso, viéndose obligados a utilizar leña como combustible. Las maderas utilizadas son variadas, cocinan con Duraznillo, Arboloco, Acacio, Encenillo, Pino ciprés y Eucalipto, que recogen de los alrededores.

Las veredas Margaritas y Arrayanes presentan un comportamiento similar, predominan las familias tradicionales que habitan en casa propia. Las condiciones económicas son limitadas, hasta 1SMMLV, que se obtiene de la combinación de trabajar en agricultura y fuera de casa. El cultivo mayoritario en la región es la papa. La leña es un combustible de uso tradicional en la vereda, y se usa por el sabor de la comida, por la rapidez de la cocción y porque es más eficiente para cocinar para mucha gente, por costumbre, para calentar el ambiente principalmente en Margaritas, y por condiciones de facilidad de consecución y por su menor costo en Arrayanes. Las maderas más utilizadas son Eucalipto el Pino y el Encenillo, la recogen de los alrededores, entre 2 y 3 veces por semana y participan en la recolección tanto los hombres como las mujeres. También se encontraron casas que compran los viajes de residuos de carpintería, preferentemente; el costo es cada viaje es de \$150.000 y tiene una duración promedio de 6 meses. Consideran que la leña podría acabarse y se preocupan ante el hecho, por lo que proponen reforestar y limitar la tala, considerándose ellos responsables por el cuidado y preservación.

En la vereda el Destino se encuentran familias tradicionales de la región, que habitan en sus fincas propias y se dedican principalmente a la ganadería y al trabajo fuera de casa. El uso de la leña para cocción es habitual y la usan tanto por su consecución gratuita como por aspectos como el sabor de la comida y el hecho de mantener la casa un poco más caliente. En esta vereda se evidenció compra de retales de carpintería en varias casas. También se usa eucalipto y ramas de pino, arboloco y duraznillo que encuentran en la zona. Esto se ve corroborado por el sitio de adquisición de la leña, que se encuentra entre la región y de otras regiones también en porcentajes casi iguales. En lo referente a la salud, en esta vereda predominan los enfermos por asma (80% de los enfermos reportados), siendo mujeres y niños quienes la padecen. En lo que respecta al gusto por el uso de la leña, la gente lo acepta, pero está dispuesta a cambiarla por otros combustibles, pues está preocupada por la posibilidad de que esta se agote, la posibilidad que plantean es la reforestación de la zona y consideran que es a la comunidad a quien le compete esta acción.

En la vereda el Hato, viven familias completas que en su mayoría paga arriendo lo que podría responder porque el tiempo de residencia es tan variado. Su actividad económica es principalmente la agricultura y el trabajo al jornal, con un ingreso mensual promedio de 1SMMLV. El combustible usado es leña que recogen de los alrededores, siendo en su mayoría Eucalipto, Pino y ramas de árboles como Acacio, Duraznillo y Encenillo; además compran residuos de carpintería a los camiones que vienen de carpinterías cercanas y de Patio Bonito, que tienen una duración entre 3 y 4 meses y un costo de \$150,000 debido principalmente a la distancia recorrida. No se reportó ninguna enfermedad pulmonar en esta vereda. En cuanto al gusto por el uso de leña como combustible, consideran que si bien es tradicional, están dispuestos a cambiarla por otro combustible, esperan que llegue el gas natural a la vereda quizás por la cercanía a veredas de Ciudad Bolívar, aún cuando las distancias a las zonas urbanas son grandes. Piensan que la forma de evitar la escasez de leña es a través de acciones de reforestación conjuntas entre la comunidad y las instancias gubernamentales y la disminución de la tala.

En las veredas de Curubital y Chiguaza, las condiciones sociales son muy similares, siendo familias en su mayoría arrendatarias con un tiempo de permanencia mayor a 4 años y con un ingreso mensual de 1SMMLV. El combustible usado es leña y gas propano, con un gasto en combustible esta para ambas veredas entre \$11.000 y \$50.000. La leña la recogen en la región y la utilizan para almuerzo y comida preferentemente, pues el uso del gas debe racionarse por su costo (\$38.000 la pipeta de 40lb) para que les dure el mes. 6 de los 14 entrevistados de la vereda Chiguaza informaron que cocinan con gas natural, pues y cuentan con red. En ambas veredas a la población le gusta cocinar con leña tanto por falta de recursos como por las ventajas que le ven en cuanto a calefacción, rapidez para cocinar y sabor de las comidas. En las veredas se considera que la mejor acción es reforestar y los responsables son tanto la comunidad como el gobierno.

Corinto es una de las veredas más cercanas a Usme Centro, donde está ubicado el pueblo, que puede ser considerado zona urbana; entre los habitantes de la vereda se evidencian otras formas de percepción de la leña, esta ya no se considera adecuada para la cocción prefiriéndose el gas natural al que la vereda tiene acceso. Los gastos en combustible son los menores de todas las veredas, menos de \$10.000, solo usándose la leña para asados o eventos especiales. En cuanto a las condiciones sociales, las familias son en su mayoría arrendatarias con una permanencia entre 4 y 6 años en la vereda. No se reportó ninguna afección pulmonar en esta vereda. Sus actividades económicas son principalmente fuera de casa y los salarios varían entre 1 y 2 SMMLV. En los

aspectos culturales, si bien admiten el gusto por la cocción con leña, ya no la usan y no les preocupa si se acaba o no, posiblemente esta sea la causa por la que consideran que es responsabilidad del gobierno su cuidado y no de la comunidad.

La leña es un combustible de uso cotidiano en las veredas e independientemente del uso de otros combustibles, el 81% de la población usa leña, que asciende en promedio a 20.354 kilos, además de comprar en promedio 61 pipetas de gas al mes, lo que genera gastos entre \$11.000 y \$50.000 por familia. Se evidenció que en general se está considerando dentro de la canasta familiar la compra de leña para combustibles, especialmente residuos de carpintería, lo que indicaría que en la región ya es escaso este servicio ambiental.

La conciencia de que la leña debe protegerse, se encuentra en la claridad con que los campesinos reportan su preocupación y en que un 64% de los encuestados considera que está en sus manos su protección y recuperación y proponen alternativas como reforestar, no talar los árboles y tener otros combustibles alternativos, también consideran que tanto los gobernantes como los habitantes son responsables de la conservación de la vegetación.

Si bien los campesinos usan la leña como combustible, lo hacen con las ramas caídas y árboles muertos, por tanto, no se evidencia en las encuestas, deforestación de los bosques por este uso, sin embargo las familias prefieren seguir usando la leña no por los beneficios económicos que esto representa sino por condiciones culturales como son el sabor de la comida, la rapidez de la cocción de los alimentos y su mayor permanencia calientes, la calefacción del hogar, y por costumbre.

En términos generales, y comparando los datos con la literatura, se puede concluir que si bien la población de la zona rural de Usme puede considerarse campesina, de acuerdo con la definición de Toledo, pues tiene una estrecha relación con la tierra, y en términos generales se considera responsable de su cuidado, conocedora de que, de los recursos que esta provee depende en gran medida su subsistencia, no puede dejarse de lado la influencia de la cercanía de la ciudad a la región y el estrecho contacto que se tiene, por lo que podrían esperarse cambios culturales que acerquen a dichas regiones a la cultura urbana más que a la campesina, como se evidencia en la vereda Corinto, una de las mas cercanas al pueblo de Usme; este cambio en el cultura, ya lo había reportado también Fals Borda en sus estudios sobre el campesinado de Boyacá. Sin embargo el fenómeno de arrendamiento de fincas no es tan fuerte en esta región, lo que podría explicar la buena organización

social de algunas veredas, como Olarte, Destino y las Margaritas que quieren y luchan por conservar su tradición campesina, lo que no significa mantener relaciones estáticas con su ambiente ni con la sociedad, sino más bien capacitarse y capacitar a sus hijos para generar mejoras en su calidad de vida campesina.

Debe destacarse también que el 4,5% de la población, solo mujeres y niños, padece enfermedades respiratorias debidas al uso de leña para cocción, no se reportó ningún adulto de género masculino enfermo por esta causa. Esto concuerda con los resultados de algunos estudios como los de (Martínez 2003) en Guatemala y los de WHT a nivel mundial (World Health and the Environment 2006), que afirman que el uso de leña para cocción afectan la salud especialmente a los menores de edad y los adultos mayores; se reportaron 4 muertes de niños por esta razón. En el hospital de Usme, no se entregaron reportes de niños fallecidos por enfermedades pulmonares, solo se encontraron los casos de atención prioritaria.

En general, este estudio muestra que la leña es adquirida aún en la zona rural de Usme y su uso hace parte de la tradición familiar y la filosofía campesina, argumentando el mejor sabor de los alimentos y destacando el complemento que ofrece respecto a incrementar la temperatura de las viviendas, conceptos que han permitido que el uso de la leña para cocción sea generacional.

4.2. Identificación de las especies leñosas utilizadas para la cocción en la zona rural de Usme.

Uno de los objetivos del trabajo fue la identificación de las especies leñosas usadas para cocción por los habitantes de la zona rural de Usme; se buscaba caracterizarlas y verificar el grado de deforestación que su consumo podría estar ocasionando. La tabla 18 presenta los resultados de los tipos de leña utilizados por vereda, y cuales fueron recolectadas para su posterior caracterización.

La tabla 19 presenta el resumen de la caracterización de algunas de las maderas recolectadas empleadas en la zona rural de Usme para cocción de alimentos. En el anexo 5, se presentan los datos completos de las muestras entregadas a INGEOMINAS para la realización de los ensayos.

El poder calorífico obtenido a partir de la aplicación de la fórmula de Dulong para las diferentes muestras se calculó con la ecuación 1. Se aprecia que esta fórmula no aporta resultados cercanos a

los obtenidos con los ensayos, por lo que no se recomienda su aplicación en este tipo de materiales, aun cuando se aplica en la determinación del poder calorífico para algunos tipos de biomásas.

Tabla 18. 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.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. 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

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 19 se concluye que las maderas con mayor poder calorífico superior (PCS), son el Pino, el Acacio y el Eucalipto; todas estas maderas son de uso frecuente, en las veredas, especialmente las que se ubican 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 el Encenillo, el Eucalipto, el Pino ciprés, el Acacio y el Arboloco. También se encontró que se está comercializando el residuo de las carpinterías de la zona urbana de Usme principalmente, aunque también se trae de otras zonas como de Patio Bonito, y se está usando como combustible, esto merece especial atención pues entre los residuos vienen pedazos de aglomerado con fórmica.

Si bien el estudio de Sánchez (1995), indica que había zonas erosionadas en las Veredas Soches y el Uval, es de mencionar que en el Uval, esta zona se encuentra en proceso de reforestación, tal como se aprecia en la figura 14. Sin embargo, también se han aumentado las actividades de agricultura y ganadería en este sector, surgiendo conflictos con las autoridades ambientales por el cambio de uso. Se vienen desarrollando procesos de silvicultura en el Uval, el Destino, las Margaritas y el Hato, y como ya se dijo anteriormente, en Olarte se está impulsando el uso de cercas vivas con árboles nativos.

En el Destino, Las Margaritas, y Andes, el estudio de Sánchez (1995) reporta corredores con vegetación alto andina, los cuales han disminuido en longitud pero han aumentado en área, de acuerdo con las comparaciones realizadas con el mapa de uso actual de Agrored (2006).

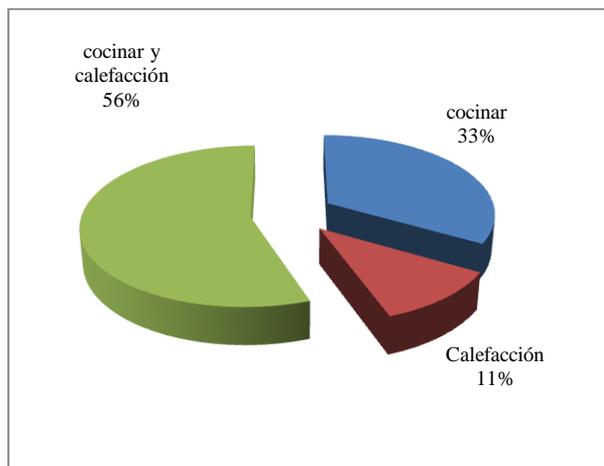
Los relictos de vegetación alto andina que quedaban en las veredas Curubital y Arrayanes ya desaparecieron, y existen conflictos en la región por la deforestación de estas zonas para ser usadas en procesos de agricultura y ganadería en menor proporción.

El relicto de vegetación alto andina en la cuchilla los Arbolocos, entre las veredas Olarte y Chiguaza, desapareció dando paso a procesos de ganadería, lo que ha generado también conflictos con las autoridades ambientales, como se puede apreciar en la figura 10.

4.3. Identificación de las técnicas y equipos utilizados en el proceso de cocción

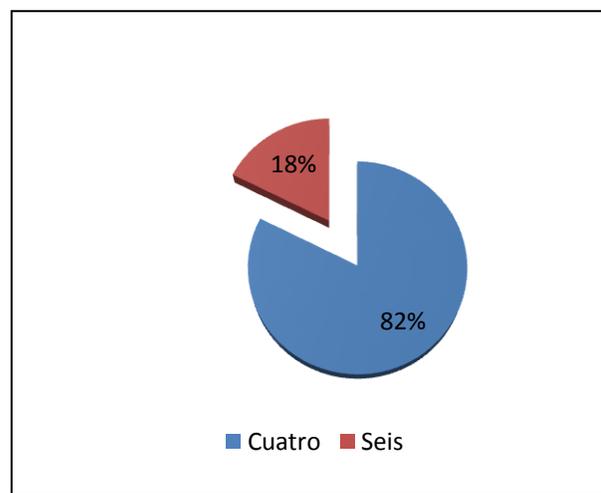
Luego de las 130 visitas a las casas de las familias rurales de Usme y de realizar la observación de acuerdo con los indicadores planteados en el formato de la encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados:

El 94% corresponde a estufas con buitrón, de las cuales el 89% se encuentra dentro de la casa y el 11% es externa gráfica 6, siendo solamente el 6% de las cocinas hornillas. El uso dado a las cocinas es: solo para cocinar el 33%, como medio de calefacción el 11% y para cocinar y obtener calefacción el 56%, gráfica 20. El material de fabricación es su mayoría en ladrillo, el 82% cuenta con cuatro fogones y el 18% con seis, como se aprecia en la gráfica 21.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 20. Uso de la estufa



Fuente: elaboración propia

Gráfica 21. Número de fogones de la estufa

Otros resultados que se obtuvieron de la observación durante la aplicación de las encuestas son: Se debe indicar que en algunas casas se usa la cocina de gas para cocción de los desayunos, pero el almuerzo y la comida se prefiere hacerlos en la estufa de leña por su sabor y por durar mas tiempo calientes. Cabe resaltar que en algunas cocinas se encontraron hamacas para “calentar a los niños” y en otras, aun cuando los niños tenían tos, las madres los tenían en la cocina para brindarles calor. Esto demostraría que aún no se tiene una conciencia exacta de las repercusiones que el humo tiene sobre la salud de los niños.

Con respecto a las emisiones de material particulado, se observó que durante los procesos de combustión, éste se emite a la atmósfera interior de las casas en las cocinas que no tienen chimenea, lo que se evidencia en el hollín acumulado en las paredes, tal como se aprecia en la foto (a) del anexo 3.

4.4. Caracterización del funcionamiento de los equipos usados en la cocción

Para la determinación de la eficiencia de las cocinas de leña, se realizaron pruebas utilizando los tipos de combustible reportados en la mayoría de las veredas, Eucalipto y Pino. Se aplicó la fórmula de Doulong, para determinar si era efectiva o no y se realizaron diferentes pruebas tanto en cocinas en el exterior como en cocinas en el interior de las casas. Los resultados se presentan a continuación.

Según análisis realizados en INGEOMINAS, la madera utilizada en la prueba que se presenta en este aparte (eucalipto), reportó la siguiente composición:

C =43,2%
H = 5,99%
N= N.D.
S =0,13%.
Por diferencia O =50,67%.

La fórmula molecular equivalente para el Eucalipto es:



Aplicando la fórmula de Doulong, el poder calorífico para el eucalipto, en base húmeda es de 14220,0kJ/kg. Teniendo en cuenta la diferencia entre este valor y los valores hallados experimentalmente, se determinó no usarla para prevenir errores en los cálculos de eficiencia.

Los datos medidos para las temperaturas se reportan en la tabla 20 y en las gráficas 22, 23 y 24.

Los datos medidos al final del proceso fueron:

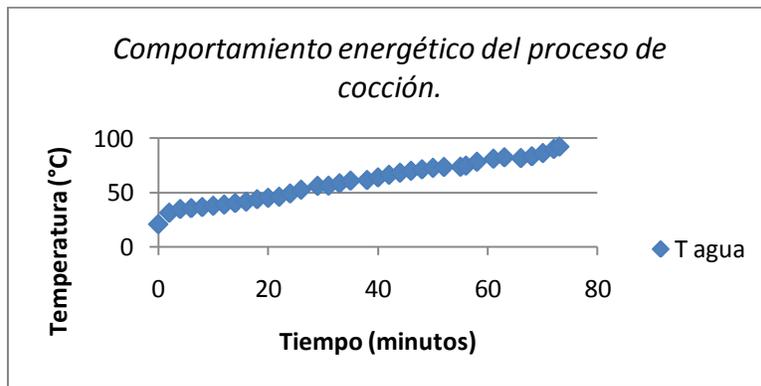
- Cantidad de madera de eucalipto residual: 1,1kg
- Cantidad de agua final: 9,25 kg
- Agua evaporada: 0,75 kg
- Punto de ebullición del agua: 92,2°C

- Presión atmosférica del lugar: 0,81 bar.
- Entalpía de vapor saturado: 2665,3 kJ/kg
- Entalpía de líquido saturado del agua: 391,7 kJ/kg

Tabla 20: Temperaturas medidas durante el proceso de cocción en hornilla del agua.
Combustible:eucalipto.

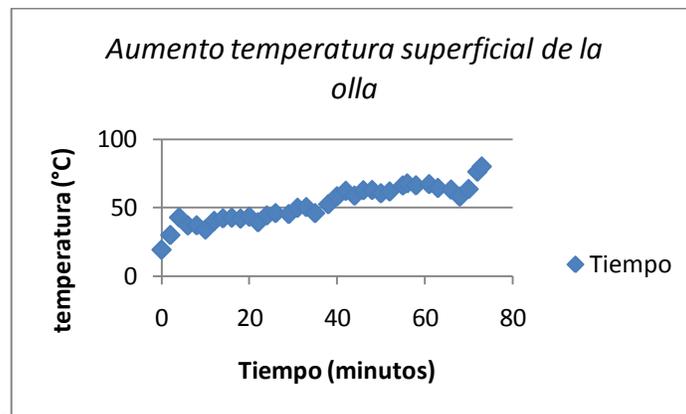
TIEMPO (minuto)	T AGUA (°C)	T EXTERNA OLLA (°C)	T GASES (°C)	T AMBIENTE (°C)
0	20,9	19,3	60	19,3
2	31,4	30	60,2	19
4	34,8	42,9	61,9	19,3
6	35,6	37	63,2	19
8	36,6	37,1	51,4	20,1
10	37,8	34	77	19,9
12	38,9	40,3	79,6	19,5
14	40,3	42,2	85	19,5
16	41,6	42,7	167,9	19,8
18	43,8	42	102,8	21
20	45,1	43,4	174,8	19,6
22	46,1	39,3	94,4	18,9
24	49,1	44,3	160,3	18,8
26	52,6	46	113,9	18,8
29	56,1	45,3	86,4	20,1
31	56,3	49,9	97,1	20,1
33	58,5	50,4	86,5	19,9
35	60,9	46	77,4	18,9
38	61,5	52,5	95,4	20,3
40	63,9	58,3	99,6	21
42	66,3	62,3	101,3	21,7
44	68,2	58,8	221,5	22,9
46	70	62,7	209,2	21,3
48	71,3	62,9	128,7	19,2
50	72,7	60,5	127,5	22
52	73,5	61,8	73,9	20
55	73,7	66,2	129,4	18,5
56	74,7	67,7	155,4	18
58	78,3	66,3	125,2	18,1
61	81,1	67,2	128,7	22,9
63	82,4	64,4	124,9	22,9
66	81,7	63,2	153,1	20
68	83,3	58,1	152,3	20,6
70	86,3	63,6	158,5	21,3
72	90,1	76,3	162	21,3
73	92,2	80,1	164	21,3

Fuente: elaboración propia.



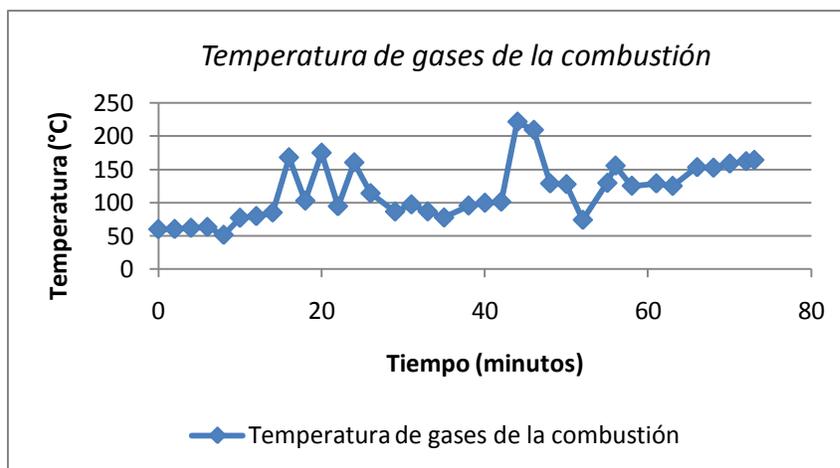
Fuente: elaboración propia

Gráfica 22. Comportamiento energético del proceso de cocción..



Fuente: elaboración propia

Gráfica 23. Aumento temperatura superficial de la olla.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 24. Temperatura de gases de la combustión.

La muestra de pino reportó la siguiente composición, según análisis realizados en INGEOMINAS:

C =43,8%

H = 6,46%

N= 0%

S =0,06%.

Por diferencia O =49,69%.

La fórmula molecular equivalente para el Pino es:



Aplicando la fórmula de Dulong, el poder calorífico para el pino, en base húmeda es de 14939,7kJ/kg. Los datos medidos para las temperaturas se reportan en la tabla 21 y en las gráficas 25 y 26.

Para determinar la eficiencia de la cocción en cocinas al interior, se realizó una prueba idéntica a la realizada en hornilla, en una cocina con hornilla de seis puestos, utilizando como combustible una mezcla de 5kg de eucalipto y 0,125kg de pino.

Los datos medidos al final del proceso fueron:

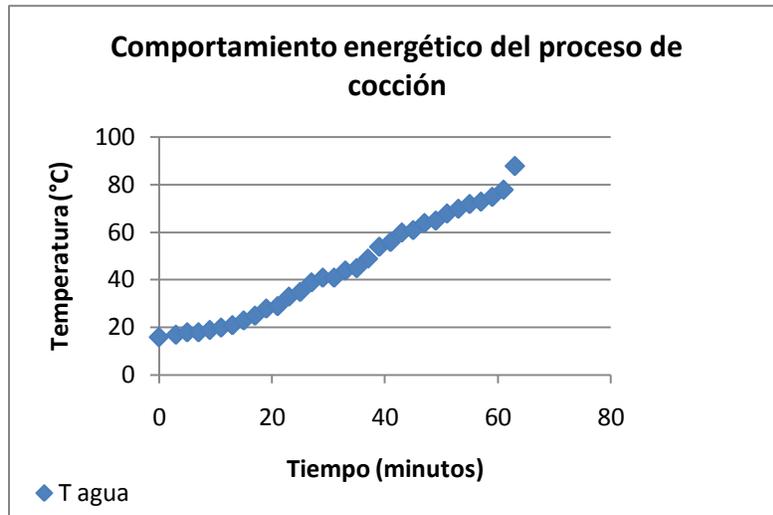
- Cantidad de madera de eucalipto y pino residual: 0,3 kg
- Cantidad de agua final: 9,375 kg
- Agua evaporada: 0,625 kg
- Punto de ebullición del agua: 90,1°C
- Presión atmosférica del lugar: 0,81 bar.
- Entalpía de vapor saturado: 2665,3 kJ/kg
- Entalpía de líquido saturado del agua: 391,7 kJ/kg

Los datos medidos para las temperaturas se reportan en la tabla 21 y en las gráficas 25, 26 y 27.

Tabla 21. Temperaturas medidas durante el proceso de cocción en cocina tradicional de 6 puestos.
Combustible: mezcla de pino y eucalipto.

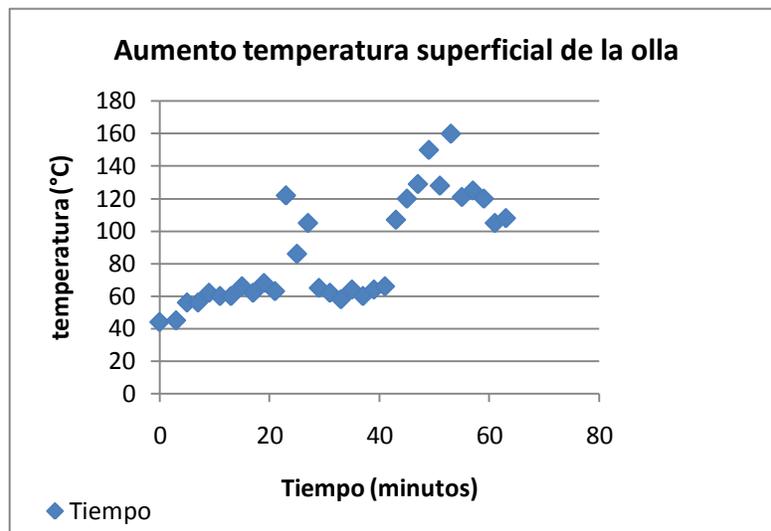
TIEMPO (minuto)	T AGUA (°C)	T EXTERNA OLLA (°C)	T AMBIENTE (°C)
0	16	44	16
3	17	45	16
5	18	56	16
7	18	56	16
9	19	62	16
11	20	60	16
13	21	60	16
15	23	66	16
17	25	62	16
19	28	68	16
21	29	63	16
23	33	122	16
25	35	86	18
27	39	105	17
29	41	65	18
31	41	62	17
33	44	58	17
35	45	64	18
37	49	60	18
39	54	64	18
41	56	66	18
43	60	107	18
45	61	120	18
47	64	129	18
49	65	150	19
51	68	128	19
53	70	160	20
55	72	121	20
57	73	125	20
59	75	120	19
61	78	105	19
63	88	108	20

Fuente: Propia



Fuente: elaboración propia

Gráfica 25. Comportamiento energético del proceso de cocción.



Fuente: elaboración propia

Gráfica 26. Aumento temperatura superficial de la olla.

Cálculo de la eficiencia para prueba en cocina tradicional.

Para determinar la eficiencia se utilizaron las ecuaciones 2 y 3. Los resultados se presentan en la tabla 22.

Tabla 22. Condiciones y valor de la eficiencia para cocción en cocina tradicional de 6 puestos ubicada al interior de la vivienda.

CONDICIONES	VALOR	UNIDAD
Presión	0,8	bar
madera inicial:	5125	g
madera final	300	g
Agua inicial	10000	g
Agua final	9375	g
calor sensible transmitido al agua	720	kJ
energía consumida	71702,009	kJ
Eficiencia	0,01004156	1,004 %
Condición de la madera: seca.		
calor latente	1705,2	kJ
Calor total	2425,2	kJ
Eficiencia	0,02378176	2,378 %
Experimento bajo condiciones críticas, uso de un solo fogón en una estufa de seis fogones.		

Fuente: Propia

El funcionamiento de los equipos usados en la cocción en la zona de estudio, se caracteriza por tener baja eficiencia en la transformación de la energía debido a que no se logra una combustión completa, a que gran parte de la energía se pierde en los gases de chimenea, al salir a altas temperaturas, al uso de maderas inapropiadas y a la ubicación de las cocinas, la eficiencia es mucho menor en las cocinas ubicadas en el exterior, sin embargo la afectación a la salud también podría disminuir al dispersarse las emisiones con mayor rapidez .

Para verificar las emisiones producto de la quema de retal de carpintería (aglomerado + fórmica), se realizó una prueba en exterior, cumpliendo las mismas condiciones de las pruebas anteriores. Se evidenció que al quemar aglomerados con fórmica, la ignición es demorada (15 minutos aprox) y se generan gran cantidad de gases contaminantes que aunque no se pudieron determinar experimentalmente, se evidenciaron por el olor fuerte y desagradable no propio de la quema de madera natural.

Los resultados de la medición de la emisión de gases se presentan en la tabla 23. Se determinaron 3 condiciones diferentes para la toma de datos, las dos primeras se llevaron a cabo en cocina

tradicional ubicada al interior de la casa utilizando Pino y Eucalipto en la primera y residuos de madera de carpintería (aglomerado y fórmica) en la segunda. La tercera condición se refiere a mediciones realizadas en hornilla ubicada en el exterior, empleando como combustible residuos de carpintería. Cada prueba tuvo tres repeticiones, a excepción de la número 2, por terminación del material.

Tabla 23. Resultados de la medición de emisión de gases durante la combustión de cada una de las muestras

GAS MEDIDO	CONDICIÓN 1			CONDICIÓN 2		CONDICIÓN 3		
	1	2	3	1	2	1	2	3
CO	3300	3080	1758	3081	3078	3421	3419	3418
CO ₂	7,5	7,4	10,1	8,4	8,4	12,8	12,7	9,5
O ₂	13,2	13,4	10,6	13,8	12,4	7,9	6,3	10
NO _x	122	102	107	279	157	400	236	305
SO ₂	102	46	35	60	61	7	39	0

Fuente: propia

De la tabla 23 se concluye que las emisiones de óxidos nitrosos NO_x producto de la combustión de material de carpintería deben ser estudiados pues presentan valores superiores a los generados por la combustión de madera libre de fórmica.

La producción de altas cantidades de CO se debe principalmente a las condiciones tecnológicas de las cocinas e indica que el proceso de combustión es incompleto, lo que puede explicar la aparición de CO₂ en los resultados.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La leña en la zona rural de la Usme, localidad 5^a de Bogotá, continúa siendo de uso tradicional por los campesinos, no solo por condiciones económicas, sino por condiciones culturales. Las especies mas utilizadas son Eucalipto, Pino, Duraznillo, Acacio, Sauco, Arboloco y Encenillo. Desde hace algún tiempo se viene comprando retal de carpinterías, por la dificultad de adquirir en algunos casos la totalidad requerida en las zonas o porque ya las mujeres deben dedicarse a otras actividades y no tienen tiempo suficiente para hacer los recorridos. Esto implica que este servicio ambiental va disminuyendo con el tiempo y el combustible para cocción pasa a ser parte de los gastos que debe cubrir la canasta familiar.

Los habitantes de la zona rural de Usme, son campesinos que conservan una relación directa con su entorno, pues en la mayoría de los casos se dedican a la agricultura y la ganadería y utilizan la leña como un servicio ambiental. Esta situación está en un momento de cambio, por la necesidad de algunos de los campesinos de buscar fuentes de trabajo en la ciudad y por la llegada de nuevos servicios públicos, como es el caso del gas natural a las veredas más cercanas al casco urbano. Estas situaciones permean la cultura, como se puede evidenciar en la vereda Corinto, donde los habitantes ya no consideran la leña para cocción y tampoco se preocupan por su cuidado.

En cuanto al ingreso de los habitantes rurales, se evidenció que el salario promedio está entre 1 y 2 SMMLV; debe tenerse en cuenta que los habitantes rurales aprovechan para su alimentación parte de lo que siembran y cosechan, sin embargo la calidad de vida en lo referente a infraestructura, servicios, educación, salud y nutrición debe mejorar.

Las condiciones de salubridad en lo que hace referencia a afecciones pulmonares por cocción con leña, se evidenciaron tanto en la actualidad como en los recuerdos de las señoras que indicaban que en general sus abuelas sufrían de algún padecimiento por esta razón, se identificó que al menos el 4% de la población sufre por esta causa. Cabe resaltar que en algunas cocinas se encontraron hamacas para “calentar a los niños” y en otras, aún cuando los niños tenían tos, las madres los tenían en la cocina para brindarles calor. Esto demostraría que aún no se tiene una conciencia exacta de las repercusiones que el humo tiene sobre los pequeños.

Aún cuando los habitantes expresaron su gusto por la cocción con leña, también expresaron su disposición a cambiarse a otro combustible, entre otras causas porque son conscientes de los riesgos para la salud y por la dificultad para su consecución.

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 que presenta valores de 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 considerándose una especie en peligro de extinción.

La determinación de la eficiencia de los procesos de cocción con leña demostró que esta es muy baja, entre el 1% y el 2,3%, entre otras causas por la forma constructiva de las cocinas y por el tamaño de los hogares. Este hecho hace que se desperdicien las buenas propiedades de la leña como combustible y aumenta su consumo.

De acuerdo con la bibliografía consultada y el trabajo realizado, se observa la necesidad de profundizar en temas como son la eficiencia de los diferentes tipos de cocinas, con el objetivo de buscar una mejora tecnológica.

De acuerdo a la combustión de los materiales usados, se recomienda desarrollar estudios que incluyan análisis de los gases de combustión de materiales como los aglomerados con fórmica, para determinar el grado de afectación en la salud en las personas que los usan.

Los ensayos de emisión de gases generados por estos materiales, demostraron la presencia de altos contenidos de NO_x , causantes de afectaciones en vías respiratorias, asma, irritación en garganta y ojos, y que en casos extremos pueden dañar las vías respiratorias; y en la literatura se ha reportado la generación de dioxinas, por la combustión de las grasas y aceites presentes en estos materiales plásticos, los cuales permanecen y se acumulan en los tejidos vivos causando efectos adversos en el sistema inmunológico, afectar los factores de crecimiento en los niños y daños sobre el hígado y la piel.

A partir de los diseños identificados en la literatura de estufas mejoradas, los cuales permiten aprovechar de mejor manera la energía y que podrían explorarse en la región de Usme, se recomienda adelantar investigaciones que permitan el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de cocinas que aprovechen la energía proveniente de los gases de escape para calefacción al interior de los hogares o del agua de consumo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona de estudio y que es posible, de acuerdo a los ensayos realizados, un aumento entre 2 y 3 grados en la temperatura interior.

Una posibilidad a explorar es el uso de briquetas o pellets, que disminuyan el consumo de leña y los efectos ambientales generados por material particulado y por materia volátil de la madera verde.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Adjasi, Charles, y Kofi Osei. «Poverty profiles and correlates of poverty in Ghana.» *International Journal of Social Economics* Vol.34 No.7, 2007: 449-471.
- Aggarwal, S, N. Sinaia, y C. Romano. «Access to natural resources and fertility decision of woman: the case of South Africa.» En *La demanda por combustible y el impacto de la contaminación al interior de los hogares sobre la salud: caso Guatemala*, de Mariana Martínez, 135. Desarrollo y Sociedad No.51: Edición electrónica, 2003.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia-IDEA. «Agenda Ambiental localidad 5 - Usme.» Bogotá, 2009.
- Ardila, Fernando, y Andrés Vergara. *Aspectos económicos e institucionales de un modelo de desarrollo económico local. Identificación de actores y procesos socio-políticos en el sector rural del municipio de Natagaima*. Bogotá: Tesis de grado para optar al título de Agrónomo, 2002.
- Armenteras, D., V Cadena, y R. Moreno. *Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2007.
- Audisio, Orlando Anibal. «Energía y pobreza rural en AL&C.» *IX Encuentro Latinoamericano y del Caribe Sobre Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos*. Patagonia, 2000. 1-6.
- Banfield, E.C. *The moral basis of a background society*. Nueva York: The Free Press, 1958.
- Bejarano, Jesús. «Orígenes del problema agrario.» En *La agricultura colombiana en el siglo XX*, de Mario (comp). Arrubla, 17-81. Bogotá: Andes, 1976.
- Boy, E., N Bruce, y H Delgado. «acces to natural resources and the fertility decision of woman.» En *La demanda por combustible y el impacto de la contaminación al interior d elos hogares sobre la salud: caso Guatemala*, de Mariana Martínez, 135. Desarrollo y sociedad No.51: edición electrónica, 2003.
- Boyle, Godfrey. *Renewable energy: Power for a sustainable future*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- Cárdenas, Felipe. «La familia campesina: entre el determinismo geográfico y os condicionamientos macroeconómicos.» *Ambiente y desarrollo Serie Investigación* 5, s.f.: 131-189.
- Carmona, Hernán, Antonio Villa, Gonzalo Manrique, y Jorge Prieto. *Diseño de un proyecto piloto dendroenergético y formulación de lineamientos de políticas, estrategias e instrumentos ara el fomento de sistemas dendroenergéticos en Colombia*. Santafé de Bogotá: Informe final., 1999.

Castaño Uribe, Carlos. «Congreso Mundial de Páramos - Tomo I.» *Colombia alto andina y la significancia ambiental del bioma páramo en el contexto de los Andes tropicales: Una aproximación a los efectos futuros por el cambio climático global*. Paipa, Boyacá: Ministerio del Medio Ambiente, CAR, IDEAM, Conservación Internacional, 2002. 24-.

Cayetano, Heliodoro, y Louis Meyer. «La leña: su combustión y sus consecuencias a nivel mundial y en México.» *Calidad Ambiental*, s.f.: 12-16.

Cleef, Antoine. «Memorias panorama y perspectivas sobre la Gestión Ambiental de los ecosistemas de Páramo.» *Influencia humana en los páramos*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2008. 26-32.

CORNARE. «HUELLAS.» Rionegro, s.f.

DAMA. *Plan de manejo de ecosistemas estratégicos de las áreas rurales del Distrito Capital*. Bogotá: DAMA, 1998.

Dasgupta, P.S. «Poverty, Resources and fertility: the Household as a reproductive partnership.» En *La demanda por combustible y el impacto de la contaminación al interior de los hogares sobre la salud: caso Guatemala*, de Mariana Martínez, 135. *Desarrollo y Sociedad* No.51: Edición electrónica, 2003.

De la Torre, Stella. «Estado actual de la información sobre madera para energía.» En *Estado de la información forestal en Colombia*, de FAO. 2000.

Departamento Administrativo de Planeación - Alcaldía Mayor de Bogotá. *recorriendo Usme*. Bogotá: Asociación editorial buena semilla, 2004.

Dolors, Pascual, Camilo Cadena, y Rocio del Pilar Moreno. *Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia*. Bogotá: Ediprint E.U., 2007.

El-Wakil, M. *Powerplant technology*. New York: McGraw Hill, 1984.

Equipo de trabajo Agrored Usme. *Caracterización y articulación de la dinámica de operación de los actores en la localidad (5) de Usme para su proyección e incorporación en la agrored*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2006.

Escobar, A. «Política cultural y biodiversidad: Estado, capital y movimientos sociales del Pacífico colombiano.» *Foro* No.35, sept. 1998.

Escobar, Arturo. «El lugar de la naturaleza y la naturaleza del lugar: ¿globalización o postdesarrollo?» En *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas*, de Edgardo Lander, 113-145. Buenos Aires: CLACSO, 2003.

Fals-Borda, Orlando. *El hombre y la tierra en boyaca : desarrollo historico de una sociedad minifundista*. Bogotá: Punta de Lanza, 1973.

—. *El hombre y la tierra en Boyacá*. Bogotá, 1973.

FAO. «Acerca de la dendroenergía.» 23 de 04 de 2008. <http://www.fao.org/forestry/energy/es/> (último acceso: 15 de 09 de 2009).

—. *Bosques y energía: cuestiones clave*. Roma: Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación., 2008.

—. *Situación de los bosques del mundo 2009*. Roma: FAO, 2009.

Fenerca. *Promoción de Energía Renovable en Centro América: Oportunidades para el planteamiento de políticas*. San José de Costa Rica: Fenerca, E+Co y BUN-CA, 2003.

Filmer, D., y L. Pritchett. *Environmental degradation and the demand for children: Searching for the vicious circle*. Washington: World Bank, 1996.

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 proyercción e incorporación en la Agrored.» Bogotá, 2006.

Foster, G. «peasant society and the image of limited good.» *American Anthropologist*, Vol.67, No.2, 1965: 293-315.

Fundación Tierra. «Cocinas solares.» *Perspectiva ambiental No.25*, 2002: 1-34.

Galafassi, Guido. «las prreocupaciones por la relación Naturaleza-Cultura-Sociedad. ideas y teorías en los siglos XIX y XX. Una primera aproximación.» *Theomai*, No.3, I semestre, 2001.

Gallardo, Yolanda. *Recolección de la informacion Módulo 3. Serie aprender a investigar*. Bogotá: ICFES, 1999.

García Y., Pedro, Amparo Barbolla, Manuel Romero, Carlos Alejaldre, Enrique González, y José Jorcano. *Tecnologías energéticas e impacto ambiental*. Madrid: McGraw-Hill, 2001.

González-Martínez, Ana Citlañic. «La extracción y consumo de biomasa en México (1970-2003) integrando la leña en la contabilidadde flujos de materiales.» *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol.6*, 2007: 1-16.

Gordon, Joanna, Nick Emmel, Semira Manaseki, y Jacki Chambers. «Perceptions of the health effects of stoves in Mongolia.» *Journal of health organization and management*. Vol. 21 No.6, 2007: 580-687.

Gutiérrez, Alfonso. «Cocinas ecológicas, para sanar a la sociedad.» *Universidad jesuita de Guadalajara*. 2009. (último acceso: 2009).

Hennessy, Wayne. *Review of wood fuel testing standards*. Lower Hutt - New Zeland: CRL Energy Ltd., 2010.

Hernández, Luis Alfredo. «Biomasa.» En *Energía: Sus perspectivas, su conversión y utilización en Colombia*, de Empresa de Energía de Bogotá y Universidad Nacional de Colombia, 299-334. Bogotá: TM editores, 2003.

Horkheimer, Max, y Alfred Schmidt. *Historia, metafísica y escepticismo*. Barcelona: Altaya, 1995.

International Energy Agency. *Key world energy Statistics*. París: International energy agency, 2009.

Kreith, Frank, y Ronald West. *CRC Handbook of Energy Efficiency*. Florida : CRC Press, 1997.

Kristoferson, L., y V Bokalders. *Renewable Energy Technologies their application in developing countries*. IT Publications, 1991.

Kuhmar, Anantha, y Shahid Naeem. *Ecosystems and human well being. Biodiversity synthesis*. Washington: World Resources Institute, 2005.

Leff, Enrique. «La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable.» En *Más allá del desarrollo sostenible: la construcción de una racionalidad ambiental para la sustentabilidad: una visión desde América Latina*, de Enrique Leff, Arturo Argueta, Eckart Boege y Carlos Porto. 2005.

Leff, Enrique. «La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación de la naturaleza.» En *La guerra infinita. Hegemonía y terror mundial*, de Ana Ceceña, Emir Sader y Comp., 191-216. Buenos Aires: CLACSO, 2002.

—. *Saber ambiental. sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. 5a ed.* México D.F.: Siglo XII, 2007.

Leff, Enrique. «Sociología y ambiente: formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento.» En *Ciencias sociales y formación ambiental*, de Enrique Comp. Leff. Barcelona: Gedisa, 1994.

Leff, Enrique. «Sociología y ambiente: formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento.» En *Ciencias sociales y formación ambiental*, de Enrique Comp. Leff. Barcelona: Gedisa, 1994.

Loughran, D., y L. Pritchett. «Environmental scarcity, resource collection and the demand for children in Nepal.» En *La demanda por combustible y el impacto de la contaminación al interior de los hogares sobre la salud: caso Guatemala*, de Mariana Martínez, 137. Edición electrónica, 2003.

Malyshev, Teresa. «Looking ahead: energy, climate change and pro-poor responses.» *Foresight*, Vol.11 Iss.4, 2009: 33-50.

Márquez, Germán. «De la abundancia a la escasez. La transformación de ecosistemas en Colombia.» En *Naturaleza en disputa. Ensayos de historia ambiental de Colombia 1850-1995*, de Germán Palacio, 321-452. Bogotá: Unibiblos, 2001.

- Martínez, Mariana. «la demanda por combustible y el impacto de la contaminación al interior de los hogares sobre la salud: caso Guatemala.» *Desarrollo y Sociedad No.51*, 2003: 129-174.
- Martínez-Alier, Joan. *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales*. Barcelona: Icaria, 2004.
- Mayorga, Enoch. «Teoría crítica y crítica política en la cuestión ambiental: problemas y perspectivas.» En *Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana.*, de Héctor Alimonda, 41-56. Buenos Aires: CLACSO, 2006.
- Mesa, Darío. «El problema agrario en Colombia. 1920-1960.» En *La agricultura colombiana en el siglo XX*, de Mario. (comp) Arrubla, 83-145. Bogotá: Andes, 1976.
- Millenium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington: World Resoources 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.
- Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, República de Bolivia. «Seminario Internacional Cocinas 2007 para una vida mejor.» *Introducción*. La Paz, 2007. 1.
- Morgan, H, y L White. *Ancient society*. Cambridge: harvard University Press, 1964.
- Murad, Rocio. *Estudio sobre la distribución espacial de la población en Colombia*. Santiago de Chile: CELADE, CEPAL, ONU, 2003.
- Naredo, José Manuel. «Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva.» *Polis, revista on-line de la Universidad Bolivariana. Volumen 1 No. 1*, 2001: 1-27.
- OLADE. *Informe de estadísticas energéticas*. Quito: Olade, 2008.
- Pedret, Ramón, Laura Sagnier, y Francesco Camp. *La investigación comercial como soporte del marketing*. Bilbao: Deusto S.A., 2000.
- Pérez Arriaga, José Ignacio. *Energía y desarrollo sostenible*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2002.
- Pinto, Flavio. «Energías renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia. El caso de la vereda Carrizal en Sutamarchán.» *Cuadernos de desarrollo rural (53)*, 2004: 103-132.
- Programa de Diálogos de la Iniciativa de la Unión Europea para el Desarrollo Sostenible y la Secretaría Ejecutiva de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. *Amazonia: Energías renovables, electrificación rural y desarrollo humano sostenible*. Quito: sin, 2008.

- Real Academia de la Lengua Española. *Diccionario de la lengua española*. Espasa, 2001.
- Reni, Luciano. *Someraapreciación del Mercado Internacional de Hidrocarburos (2009-2020)*. Petroleumworld.com.ve, 2008.
- Roden, Christoph, Tami Bond, Stuart Conway, y Anibal Benjamín Osorto Pinel. «Emission Factors and Real-Time optical properties of particles emitted from traditional wood burnig cookstoves.» *Environmental Sciences and Technology*, 2006: 6750-6757.
- Rogers, E. *Social Changes in rural societies*. Nueva York: Apleton Century Croft, 1972.
- 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.» *Worldwatch* , 2004: 34-40.
- Schultz, Theodore. *transforming traditional agriculture*. New Haven: Yale University Press, 1964.
- Severns, W. H., y H. E. Degler. *Energía mediante vapor, aire o gas*. Barcelona: Reverté, 1961.
- Sevilla, Eduardo. *De la sociología rural a la agroecología*. Barcelona: Icaria, 2006.
- Sierra Vargas, Fabio, Carlos Guerrero Fajardo, y Jorge Arango Gómez. *Tecnologías para el aprovechamiento de los biocombustibles*. Bogotá: Unibiblos, 2008.
- Sierra, Fabio Emiro. *Zur katalytischen Vergasung von Biomasse*. Kassel - Alemania: Dissertation, 2006.
- Silva, Diego, y Toshihiko Nakata. «Renewable technologies for rural electrification in Colombia: a multiple objective approach.» *International Journal of energy sector management*. Vol.2 No.1, 2007: 130-154.
- Singer, H. «Nuevos diseños para cocinas de leña.» *Unasyuva Vol.15 No.3*, s.f: medio electrónico.
- Smith, K.R. «Consumo doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud.» *Unysalvia*, No. 224 Vol.57, 2006: revista electrónica.
- Tamayo, Tamayo Mario. *La investigación. Modulo 2 Serie Aprender a Investigar*. Bogotá: Icfes, 1999.
- Teresa, Malyshev. «Looking ahead: energy, climate change and pro-poor responses.» *Foresight*, Vol.11 Iss.4, 2009: 33-50.
- Torres, José Eddy. *Balance energético rural y su contexto socioeconómico 1981*. Bogotá: Colciencias, 1982.
- Torres-Dosal, Arturo, Iván Pérez-Maldonado, Yolanda Jasso-Pineda, Rebeca Martínez, Jorge Alegría-Torres, y Fernando Díaz-Barriga. «Indoor air pollution in a Mexican indigenous community: Evaluation

of risk reduction program using biomarkers of exposure and effect.» *Science of the total environment*. Vol. 2-3, 2008: 362-368.

Torres-Dosal, Arturo, Iván Pérez-Maldonado, Yolanda Jasso-Pineda, Rebeca Martínez-Salinas, Roberto Alegría-Torres, y Roberto Díaz-Barriga. «Indoor pollution in a Mexican indigenous community: Evaluation of risk reduction program using biomarkers of exposure and effect.» *ScienceDirect*, 2008: 362-368.

Trossero, M. *Dendroenergía: perspectivas de futuro*. Roma: FAO, departamento de Montes, 2002.

U.S. Energy Information Administration. *International Energy Outlook 2010*. Washington: U.S. Energy Information Administration, 2010.

UNICEF. *Climate change and children. A human security challenge. policy review paper*. Florencia - Italia: Unicef, 2008.

UNOHABITAT, Alcaldía mayor de Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional. *Usme, Informes GEO Locales*. Bogotá: IDEA, 2008.

Valderrama, Edison, y Edgar Linares. «Uso y manejo de leña por la comunidad campesina de San José de Suaita (Suaita, Santander, Colombia).» *Revista Colombia Forestal*, Vol.11, 2008: 19-34.

Wallerstein, Immanuel. «El eurocentrismo y sus atavares: los dilemas de las ciencias sociales.» *New Left review*, No.0, 2000.

Wick, Janie. «Estufas mejoradas: mejorar la vida, la salud y el medio ambiente.» *Revista futuros Vol 2 No.5*, 2004: revista electrónica.

World Bank. *World Development Report 2010 Development and climate change*. Washington: World Bank, 2009.

World Health and the Environment. *Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals*. Ginebra: United Nations Environment Programm, Labour Organization and the World health Organization, 2006.

World Health Organization. *Children's Environmental Health Indicators. Presenting Regional Successes learning for the Future. Summary*. Geneva- Suiza: World Health Organization, 2009.

ANEXO 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA MAESTRIA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO ENCUESTA SOCIOECONOMICA POBLACION RURAL DE USME

Agradecemos su gentileza al responder esta encuesta que tiene por objetivo determinar las características socioeconómicas de los habitantes de la zona rural de Usme

Fecha	Encuestador	N°
1. La familia está conformada por		a- Padres e hijos
		b- Padres, hijos y abuelos
		c- Madre e hijos
		d-
2. Actualmente la vivienda es	a- propiedad	b- arriendo
3. El tiempo que llevan en esta vivienda está entre		
a- menos de un año	b- entre 1 y 10 años	c- entre 11 y 20 años
d- mas 20 años		
4. Los ingresos económicos mensuales promedio están entre		
a- menos de 1SMMLV	b- entre 1 y 2 SMMLV	c- más de 3 SMMLV
5. Los ingresos de la familia provienen de		
a- salario de los integrantes de la familia	b- labores agrícolas	c- labores ganaderas
d- labores agrícolas y ganaderas		e- Todas las anteriores
6. Actualmente el combustible que utilizan para cocción de alimentos es:		
a- Leña y gas	b- pipeta de gas	c- leña
d- Gas natural		
e- leña y gas natural		f- Carbón
g- Kerosene - petróleo		
7. Qué cantidad de combustible utiliza en promedio mensualmente		
a- Cargas	b- pipetas	c- galones
d- Otro. ¿Cuál?		
8.Cuál es el promedio mensual pagado por compra de combustible		
a- Hasta \$ 10.000	b- Entre \$11.000 y \$50.000	c- Entre \$51.000 y \$100.000
d- Entre \$101.000 y \$200.000		e- Más de \$200.000
9. El combustible que usted consume lo adquiere en:		
a- En la región	b- En otra región	c- Dentro y fuera de la región
10. La cocina se encuentra:		
a- dentro de la casa		b- fuera de la casa
11. Utiliza leña desde:		
a- No la usa		b- Menos de 10 años
d- Entre 30 y 50 años		c- Entre 10 y 30 años
e- Más de 50 años		
12. Si utiliza leña, lo hace porque:		
a- Economiza dinero	b- Falta de recursos para otro combustible	c- Otro
13. ¿Le gusta usar la leña? a- si b- no ¿Porqué?		
14. Le gustaría cambiar la leña por otro combustible a- si b- no ¿Porqué?		
15. ¿Padece algún integrante de la familia de alguna enfermedad de tipo respiratorio? Si no		
16. Ha muerto algún integrante de la familia por enfermedades respiratorias en dos últimos dos años. Si No ¿Cuál?		
17. ¿Cree que la leña se va a acabar o a escasear? Si No		
18. ¿Le preocupa que en algún momento la leña sea tan escasa que no la pueda conseguir?		
19. ¿Qué acciones propone para conservar los bosques?		
a- No talar arboles	b- Arborizar	c- Usar otro combustible
d- Otro - ¿Cuál?		
20. ¿Quiénes deberían tomar las acciones?		
a- Los gobernantes	b- Habitantes	c. Todos

ANEXO 3



(a)



(b)



(c)



(d)

Tipos de estufas de leña. (A) estufa tradicional sin buitrón; (B) estufa tradicional con buitrón, (C) estufa de tres piedras, (D) hornilla en el exterior de la vivienda. Fuente: Propia

ANEXO 4



Proceso toma de datos de la temperatura con termopar tipo J conectado directamente a lector de temperatura digital.



Proceso toma de datos evaluación de eficiencia cocina tradicional y emisión de gases. (a) toma de datos de la temperatura del agua. (b) Toma de datos de gases de emisiones. (c) equipo Bacarach utilizado para la toma de datos. (d) Toma de datos obtenidos en el equipo Bacarach.

ANEXO 5

Resultados completos del análisis de las muestras entregadas a INGEOMINAS

ID MUESTRA	24001-I	24002-I	24003-I	24004-I	24005-I	24006-I	24007-I	24008-I	24009-I	24010-I	24011-I	24012-I	24013-I	NORMA ASTM D
REFERENCIA DEL CLIENTE	M - 2	M - 3	M - 4	M - 5	M - 6	M - 7	M - 8	M - 9	M - 10	M - 11	M - 12	M - 13	M - 14	
Resultados en la muestra como se recibe:														
Humedad (105°C), % masa	9,47	9,35	8,72	10,16	11,08	10,28	9,27	7,36	9,77	14,06	10,31	10,27	8,44	3173-04(07)
Azufre, % masa	0,14	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,02	0,06	0,03	0,13	4239-05(07)
Carbono, % masa	42,7	41,67	41,87	42,92	42,78	43,35	43,8	54,11	41,62	38,15	40,98	42,29	43,21	D-5373-02(07)
Hidrógeno, % masa	5,65	5,67	5,73	5,89	5,71	6,4	6,46	7,11	6,35	6,73	5,85	5,98	5,99	D-5373-02(07)
Nitrógeno, % masa	N.D.	3,93	N.D.	3,27	2,65	N.D.	D-5373-02(07)							
Poder calorífico, Btu/lb	7734	7705	7618	8203	7992	7896	8007	10301	7695	7146	7376	7782	7985	5865-07a
Poder calorífico, J/g	18020	17953	17750	19113	18621	18398	18656	24001	17929	16650	17186	18132	18605	5865-07a

M-2 Duraznillo

M-3 Encenillo

M-4 Arboloco

M-5 Encenillo

M-6 Acacio

M-7 Pino ciprés

M-8 Pino ciprés

M-9 Madera con fórmica (retal)

M-10 Madera con fórmica (retal)

M-11 Sauco

M-12 Madera con fórmica (retal)

M-13 Madera con fórmica (retal)

M-14 Eucalipto.