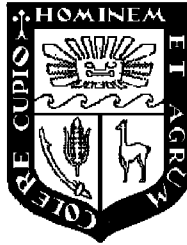


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Estudio del consumo de leña en dos  
comunidades nativas de la cuenca del  
rio Bajo Urubamba**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Pedro Cordova Carbajal**

Lima – Perú  
2012

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. PEDRO CORDOVA CARBAJAL, intitulado “ESTUDIO DEL CONSUMO DE LEÑA EN DOS COMUNIDADES NATIVAS DE LA CUENCA DEL RIO BAJO URUBAMBA”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 23 de Agosto de 2011

.....  
Mg.Sc. Leonidas Miguel Castro  
Presidente

.....  
Mg.Sc. Carlos Chuquicaja Segura  
Miembro

.....  
Ing. Martín Araujo Flores  
Miembro

.....  
Ph.D. Héctor Enrique Gonzales Mora  
Patrocinador

## *RESUMEN*

La presente tesis comprende un estudio descriptivo de cómo se presenta el consumo de leña en dos comunidades nativas matsiguengas localizadas en la cuenca del río bajo Urubamba, distrito de Echarate, provincia de La Convención en el departamento del Cuzco. La investigación comprendió la recolección de datos a partir de encuestas realizadas en muestras representativas de ambas comunidades, los datos fueron tanto cuantitativos, como cualitativos y evaluación de muestras recogidas en campo. Los resultados obtenidos de la etapa de campo y su procesamiento de datos en gabinete proporcionan información, acerca de consumo de leña por familia, especies más utilizadas, lugar de procedencia, poder calórico de especies más usadas, densidad aparente, eficiencia energética y porcentaje de carbono liberado.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA.....	3
2.1.1 Biomasa forestal como combustible.....	3
2.1.2 Leña: Definición.....	4
2.1.3 Ventajas del uso de leña.....	5
2.1.4 Composición de madera para leña.....	5
2.1.5 Poder calórico y relación con propiedades de la madera.....	7
2.2 ANTECEDENTES DEL CONSUMO DE LEÑA. EVALUACIONES.....	9
2.2.1 Consumo de leña a nivel internacional.....	9
2.2.2 Consumo de leña a nivel nacional.....	11
2.2.3 Leña en comunidades nativas.....	13
2.3 CUENCA BAJA DEL RIO URUBAMBA-CUZCO.....	14
2.3.1 Ubicación geográfica, política y superficie.....	14
2.3.2 Poblaciones del Bajo Urubamba: la etnia machiguenga.....	15
2.3.3 Características fisiográficas.....	16
2.3.4 El bosque en el bajo urubamba.....	18
2.3.5 Uso de la tierra.....	18
2.3.6 Accesibilidad.....	19
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 LUGAR DE ESTUDIO.....	22
3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS COMUNIDADES NATIVAS.....	22
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS.....	24
3.3.1 Materiales de campo.....	24
3.3.2 Materiales de laboratorio.....	24
3.3.3 Materiales de gabinete.....	24
3.4 METODOLOGÍA.....	24
3.4.1 Muestreo.....	24
3.4.2 Toma de información.....	25
3.5 VARIABLES DE ESTUDIO.....	26
3.5.1 Volumen promedio Consumido de leña.....	26
3.5.2 Abastecimiento y consumo de leña.....	27
3.5.3 especies usadas como leña.....	27
3.5.4 Fuentes alternativas de energía.....	27
3.5.5 Propiedades de la leña.....	27
3.5.6 Análisis estadístico.....	28
3.5.7 Balance energético de leña.....	28
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>31</b>
4.1 EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO Y CONSUMO DE LEÑA.....	31
4.2 ABASTECIMIENTO Y CONSUMO DE LEÑA EN LAS COMUNIDADES.....	34
4.3 ESPECIES USADAS COMO LEÑA.....	39
4.4 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA.....	41

4.5	PROPIEDADES DE LA LEÑA.....	41
4.6	ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE CARBONO.....	42
4.7	BALANCE ENERGÉTICO DE LEÑA.....	44
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXO 1.....</b>	<b>53</b>
	MODELO DE ENCUESTA PARA CONSUMO DE LEÑA.....	53
	<b>ANEXO 02.....</b>	<b>54</b>
	DETERMINACION DEL PODER CALORICO MEDIANTE USO DE BOMBA CALORIMETRICA .....	54
	<b>ANEXO 03.....</b>	<b>56</b>
	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ETAPA DE CAMPO Y EXPERIMENTAL.....	56
	.....	56
	<b>ANEXO 04.....</b>	<b>57</b>
	ECUACIONES DE PRUEBA DE HIPOTESIS .....	57
	<b>ANEXO 05.....</b>	<b>58</b>
	PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS VOLUMENES DE LEÑA OBTENIDOS EN LAS COMUNIDADES NATIVAS TIMPIA Y KIRIGUETI.....	58
	<b>ANEXO 06.....</b>	<b>59</b>
	LISTADO DE ESPECIES FORESTALES PRESENTES EN LA ZONA DEL BAJO URUBAMBA.....	59
	<b>ANEXO 07.....</b>	<b>61</b>
	DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO .....	61

*Lista de cuadros*

	Página
<b>Cuadro 1</b> Normas técnicas sobre leña de tres países.....	4
<b>Cuadro 2</b> Distribución de componentes estructurales de la madera en latifoliadas y coníferas	5
<b>Cuadro 3</b> Consumo de leña en 5 comunidades nativas de la amazonía .....	14
<b>Cuadro 4</b> Distribución del bosque en el Bajo Urubamba.....	18
<b>Cuadro 5</b> Localización geográfica y altitud de las comunidades nativas estudiadas.....	22
<b>Cuadro 6</b> Consumo de leña en las comunidades nativas Timpia y Kirigueti.....	32
<b>Cuadro 7</b> Consumo de leña total en las comunidades Kirigueti y Timpia.....	33
<b>Cuadro 8</b> Tiempo de abastecimiento de leña en las comunidades Kirigueti y Timpía. .	34
<b>Cuadro 9</b> Fuentes de abastecimiento de leña en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti	35
<b>Cuadro 10</b> Interés de reforestación en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti.....	37
<b>Cuadro 11</b> Percepción de la disponibilidad de leña en las comunidades de Timpía y Kirigueti	38
<b>Cuadro 12</b> Preferencia de especies para uso como leña.....	40
<b>Cuadro 13</b> Densidad aparente de especies mas utilizadas en las comunidades Timpia y Kirigueti .....	41
<b>Cuadro 14</b> Poder calórico de especies mas utilizadas en las comunidades nativas de Timpia y Kirigueti.....	42
<b>Cuadro 15</b> Carbono de biomasa estimado en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti	43
<b>Cuadro 16</b> Energía producida y eficiencia energética en las comunidades Timpia y Kirigueti.	44
<b>Cuadro 17</b> Energía para cocinar producida por leña anualmente en las comunidades Timpia y Kirigueti.....	45

*Lista de figuras*

	Página
<b>Figura 1</b>	Producción de leña en el Perú; FAO (2007):..... 12
<b>Figura 2</b>	Diagrama Hidrográfico de la Cuenca del Río Bajo Urubamba..... 17
<b>Figura 4</b>	Croquis de ubicación de las comunidades nativas y sus zonas estudiadas .... 23
<b>Figura 5</b>	Consumo de leña anual en las comunidades nativas Timpia y Kirigueti..... 33
<b>Figura 6</b>	Consumo de leña diario en las comunidades Kirigueti y Timpia..... 34
<b>Figura 7</b>	Fuentes de abastecimiento de leña en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti 36
<b>Figura 8</b>	Interés de reforestación en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti..... 38
<b>Figura 9</b>	Percepción de la disponibilidad de leña en las comunidades de Timpía y Kirigueti 39
<b>Figura 10</b>	Preferencia de especies para uso como leña en las comunidades Timpia y Kirigueti 40
<b>Figura 11</b>	Carbono de biomasa estimado en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti43
<b>Figura 12</b>	Eficiencia de la leña consumida en las comunidades de Timpia y Kirigueti.. 44
<b>Figura 13</b>	Energía para cocinar producida por leña anualmente en las comunidades Timpia y Kirigueti..... 45

## ***1. INTRODUCCIÓN***

El aumento en la cantidad demandada de energía, la potencial escasez de combustibles fósiles y el crecimiento de la población mundial están generando una crisis energética cuyos efectos ya se están experimentando. El calentamiento global, el daño a la capa de ozono y la destrucción de los ecosistemas son consecuencia directa del uso de combustibles fósiles. Esta realidad está motivando a que se busquen fuentes alternativas de energía volviendo la mirada al viento, al agua, al sol y al bosque como generadores de energía que pueda ser limpia, barata y sobre todo renovable.

El Perú presenta una geografía diversa pero difícil, en el caso de la Amazonía, el poblador nativo busca satisfacer sus necesidades de energía para alimentación, disponiendo de los recursos del bosque. Para las comunidades nativas tener acceso a combustibles fósiles representa una situación complicada dado que aparte de comprometer su modo tradicional de vida, el precio de los mismos es elevado por lo dificultosa que es su comercialización.

El estudio de consumo de leña es importante debido a que es un recurso del cual depende casi la mitad de la población mundial, tiene un gran número de usos energéticos, y es de gran importancia social por el gran número de beneficios económicos, es una fuente renovable de alto rendimiento en aprovechamiento sostenible y de alta disponibilidad. (FAO, 2004). La evaluación del consumo de leña en dos comunidades de la zona del Bajo Urubamba, región Cuzco, tuvo como justificación la necesidad de investigar acerca del consumo de este recurso dado que es la fuente de energía para cocción de alimentos de uso más tradicional y de fácil disponibilidad entre las comunidades nativas. Adicionalmente el volver la mirada hacia las comunidades nativas significa ser testigos de un ejemplo de manejo responsable de los recursos naturales.

La elección del lugar de estudio obedece a que ambas comunidades, en la zona del Bajo Urubamba: Timpía y Kiriguete, son las de mayor población y mayor representatividad en la cuenca. Junto a otras herramientas de manejo de recursos naturales la evaluación de leña en las comunidades de la zona del Bajo Urubamba ayudará a posteriores estudios que se puedan realizar en el medio rural amazónico.



La importancia de esta investigación radicó en el hecho de tener un diagnóstico de cómo se presenta el consumo de madera como combustible en las comunidades seleccionadas, las preferencias de consumo y las preferencias en las especies para leña. Los objetivos del desarrollo del presente trabajo fueron evaluar el consumo de leña en las dos comunidades nativas estudiadas, caracterizar y determinar la mejor especie para leña entre las especies de mayor consumo.

A pesar de su importancia la leña es un fuente energética que esta mal representada en las estadísticas nacionales. La recopilación de información de la leña como permite conocer las dimensiones reales de su uso, conocer su contribución al sector forestal, al abastecimiento de la población a la generación de empleo y al desarrollo e planes de anejo para proyectos dendroenergéticos. La creciente deforestación del bosque requerirá la reforestación con especies de crecimiento rápido con fines energéticos lo que constituirá una alternativa de bajo costo para la satisfacción de las necesidades de energía del ambiente rural. .La contribución de la información sobre el consumo de leña servirá de base para posteriores investigaciones o como fuente de comparación de datos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGIA**

Se define a la biomasa como aquel material orgánico no fósil de origen biológico que puede usarse para la producción de energía. (AIE, 2007). Dentro del grupo de lo que se considera biomasa se menciona a aquellos residuos sólidos producto de la destilación destructiva y pirolisis de la madera y Biomasa forestal, leña, desechos de madera, desechos sólidos, biomasa agrícola y biomasa de algas. Detallando lo expresado anteriormente se hace referencia a cultivos energéticos, materiales leñosos generados por procesos industriales o de desarrollo agrícola o forestal. (AIE, 2007).

El proceso por el cual las plantas obtienen los alimentos es la fotosíntesis este proceso esta destinado a captar energía solar para la creación de materia orgánica utilizando anhídrido carbónico, agua y energía solar como catalizador. (Carmona *et al*, 1999).

La característica principal de la biomasa vegetal es se obtiene por los seres vivos vegetales y tanto su cantidad como volumen producido aumentan con el tiempo y el desarrollo del individuo. (Carmona *et al*, 1999).

#### **2.1.1 BIOMASA FORESTAL COMO COMBUSTIBLE**

La biomasa forestal puede proceder tanto de bosques naturales como de plantaciones forestales. La madera obtenida del aprovechamiento de estos bosques tanto la madera no comercial como los residuos de aserrío y de industria forestal constituyen fuentes potenciales de energía. (Carmona, 1999).

Como recurso forestal la madera proviene de plantaciones energéticas o de residuos forestales (aproximadamente 40% de la masa forestal dejada en campo) (FOCER, 2002)

## 2.1.2 LEÑA: DEFINICIÓN

Leña para uso doméstico es aquel material que proviene de la vegetación forestal, sin ningún proceso de transformación, que podrá ser utilizado como combustible en el hogar. (SERNAMAT, 1996).

En Latinoamérica existen normas donde se menciona a la leña como combustible, en el cuadro 01 se mencionan algunas de ellas.

**Cuadro 1** Normas técnicas sobre leña de tres países

<i><b>País</b></i>	<i><b>Norma</b></i>	<i><b>Descripción</b></i>
Chile	NCh 45. Of1960	Referente a combustibles sólidos
Uruguay	UNIT 33-91	Establece cargas de soporte para diversos materiales incluido leña
Nicaragua	NTON 18 001 – 01	Establece diámetro mínimo de corta y rondas cortafuego para producción de leña

*Fuente. Elaboración propia*

Otras definiciones de leña son las siguientes:

Es la madera en forma bruta (por ejemplo, astillas, aserrín y pellets) usada para la generación de energía (FAO, 2008).

Combustible derivado de la madera que conserva la composición original de la misma. (FAO, 2004)

Aquella madera en la que los fustes o ramas deben tener un diámetro superior a 2,5 cm, pero para la cuantificación de la biomasa total se debe considerar además el follaje. (CATIE, 1989)

La leña se refiere usualmente a la madera rolliza que se corta en troncos y que puede partirse antes de ser utilizada; también se considera leña a otras formas de agrupación como viruta, aserrín y madera en pellets. (AIE, 2007)

Según organismos internacionales la leña se define como material en bruto proveniente del árbol incluido ramas y desperdicios de aserrío para fines energéticos y que es susceptible de convertirse en carbón (Denman, 1988).

### 2.1.3 VENTAJAS DEL USO DE LEÑA

Con la implementación de tecnología adecuada, como cocinas mejoradas, la leña ofrece una eficiencia energética muy alta, es de menor costo respecto de otras fuentes de energía. Su potencialidad puede abarcar especies maderables de uso no comercial. Los residuos madereros presentan un alto potencial energético hasta podrían reducir los requerimientos de espacios agrícolas para la producción de biocombustibles. (FAO, 2007)

### 2.1.4 COMPOSICION DE MADERA PARA LEÑA.

Desde el punto de vista químico la madera esta definida como un biopolímero tridimensional conformado por una interconectada red de celulosa hemicelulosa y lignina. (Pettersen, 1984).

La celulosa, hemicelulosa y lignina son los componentes que se encuentran presentes en todas las maderas, también se les denomina compuestos macromoleculares la proporción de estos compuestos varia tanto en coníferas como en latifoliadas. (Lock *et al*, 2005). La distribución de componentes estructurales se presenta en le cuadro 02:

**Cuadro 2** Distribución de componentes estructurales de la madera en latifoliadas y coníferas

<b>Constituyente</b>	<b>Coníferas (%)</b>	<b>Latifoliadas (%)</b>
Celulosa	42 ± 2	45 ± 2
Hemicelulosa	27 ± 2	30 ± 5
Lignina	28 ± 2	20 ± 4
Extractivos	5 ± 3	3 ± 2

*Fuente (Lock et al, 2005)*

Toda la madera contiene un 50% de carbono, 44% de oxígeno y 6% de hidrógeno al medirse sin tomar en cuenta la ceniza ni la humedad (AIE, 2007).

Una característica importante en la madera como combustible es la humedad la cual esta definida como *la cantidad de agua presente en la madera*, esta cantidad esta sujeta a factores como la estación del año en la que se encuentra el árbol, el lugar en el que se encuentra y adicionalmente características anatómicas (la porosidad y la constitución celular entre ellas). El peso del agua en la madera suele ser mayor al de la madera en si por eso se concluye que el

porcentaje de agua presente en la madera puede llegar a exceder el 200 %. (Carmona, 1999); (Universidad de Concepción, 2002).

En la madera, el carbohidrato mas simple es la glucosa el cual se encuentra en diferentes proporciones en todos los vegetales. Para la generación de 1 kg de carbohidratos en la fotosíntesis se necesitan 2,123 kg de sustancias distribuidas de la siguiente manera: 69 % de anhídrido carbónico, y 31% de agua. Dentro de la misma reacción fotosintética 1 kg de carbohidratos produce 1,066 kg de oxígeno. La energía consumida por las plantas es mucho menor que la energía capturada por fotosíntesis, lo cual permite tener una reserva para formación de tejidos, reproducción, etc. Si se relaciona esto con la gran cantidad de masa arbórea en los trópicos la energía almacenadas en ellas es enorme; sabiendo que el poder calórico varia entre 4200 y 5000 kcal/g, entonces una tonelada de madera con apropiadas técnicas de transformación energética puede reemplazar de ¼ a 1/3 de tonelada de fuel-oil. (Carmona, 1999).

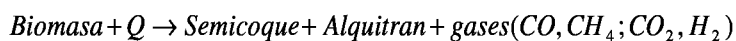
#### A) *COMBUSTION DE LA BIOMASA*

La combustión es un proceso químico donde se produce la oxidación total de la materia a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, con la consecuente liberación de energía en forma de calor y destrucción de la materia orgánica. (Hernández, 2001).

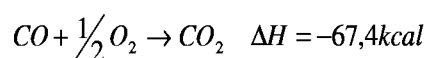
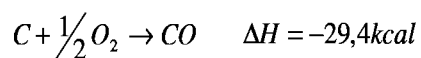
La combustión de la madera es un proceso complejo que consta de muchas reacciones químicas principales y varias reacciones intermedias:

En una primera etapa el calor recibido por la radiación del fuego lleva el agua a temperatura de evaporación, dependiendo de la cantidad de agua en la madera este proceso se realizara con mayor o menor facilidad y rapidez. (Universidad de Concepción, 2002).

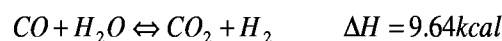
A continuación una vez alcanzado el punto de ebullición del agua se procede a la liberación de material volátil, la condensación del humo resultante se condensa en alquitrán. (Rodrigues, 1992). La reacción química de esta parte de detalla a continuación



Una vez evaporado y/o consumido la materia volátil el producto final es el carbón, el cual constituye un material de combustión superficial y limpia sin generación de humos (Hernández, 2001).



Reacción “shift” o intercambio



### 2.1.5 PODER CALÓRICO Y RELACION CON PROPIEDADES DE LA MADERA

El poder calórico de un combustible esta definido como la cantidad de energía transmitida al medio exterior en forma de calor por la combustión de 1 kg de combustible si es sólido o liquido o un m<sup>3</sup> si es un gas. (Andrés, 2008). Dentro de lo definido por poder calórico, se expresan los siguientes conceptos:

**Poder calórico superior (PCS):** Es la cantidad de calor generado a presión atmosférica y donde los productos de la misma son enfriados a temperatura ambiente (Ogara, 1990).

**Poder calórico inferior (PCI):** Es la cantidad de calor generada cuando toda el agua proveniente de la oxidación del hidrogeno del combustible se encuentra en forma de vapor al final del proceso (Ogara, 1990).

El poder calórico de la madera esta influenciado por su composición química, principalmente por la proporción de lignina en su estructura, debido que la lignina es el componente de la madera que posee una proporción mayor de carbono (65 %) con un poder calórico de 6000 kcal/kg en comparación con la proporción de celulosa (41%) y 4150 kcal/kg de poder calórico. (Hernández, 2001)

La leña que es proveniente de coníferas tienen mayor poder calórico 4950 kcal/kg que las latifoliadas con 4600 kcal/kg. (Fernández, 2006).

Las maderas de coníferas que son altamente lignificadas presentan un poder calórico mayor que las maderas de latifoliadas que son pobres en lignina (Hernández, 2001). También se considera que las maderas de latifoliadas presentan menor poder calórico debido a su alto contenido de celulosa y por consiguiente menor contenido de carbono (Camacho, 2004). Adicionalmente se considera que para asegurar que los extractivos influyen en el poder calórico se tendría que especificar el tipo de extractivo presente en la especie leñosa. (González, 2007). También se menciona que especies latifoliadas provenientes de zonas tropicales presentan un mayor poder calórico (4770 kcal/kg) que las latifoliadas de regiones templadas (4600 kcal/kg). (Padilla et al, 2000).

En la combustión la lignina se transforma en carbono fijo, los demás compuestos incluidos los extractivos conforman una fase gaseosa que agrega poder calórico a la combustión de la leña (aproximadamente 40% sobre la combustión del carbono fijo), de ahí se sustenta en parte que maderas ricas en resinas y demás extractivos arden mejor que otras. (Hernández, 2001).

La facilidad de la combustión de la madera está relacionada con el contenido de humedad, maderas con alto contenido de humedad tienen disminuido su poder calórico. Otro factor que influye en el poder calórico de la madera es la humedad para el rendimiento máximo de la madera como combustible se requiere que esta esté seca. La madera seca presenta los poros abiertos y por lo tanto una mejor capacidad de evaporación de agua. La facilidad que tiene la madera para alojar oxígeno, la porosidad, la densidad y la orientación de la fibra (además del contenido de humedad) también favorece la combustión, piezas de madera de menor tamaño, secas y de orientación vertical arden con más facilidad. (Hernández, 2001).

A su vez maderas más densas presentan una mayor cantidad de elementos que participan en la combustión, además de ser combustibles que arden durante mucho más tiempo debido a la menor cantidad de oxígeno presente en la pieza de madera (Padilla *et al*, 2000). Al año se queman como leña aproximadamente 1430 toneladas de materia seca al año las cuales liberan 640 toneladas de carbono. Las emisiones de carbono producto de la quema de biomasa se han incrementado en los últimos años (alrededor de 50% desde 1850) para mitigar tal fenómeno es necesario maximizar la producción de las tierras agrícolas, y reducir el cambio de uso de tierras forestales a tierras para agricultura. Y disponer de otras fuentes de biomasa como residuos. (Levine, 1994).

## 2.2 ANTECEDENTES DEL CONSUMO DE LEÑA. EVALUACIONES

### 2.2.1 CONSUMO DE LEÑA A NIVEL INTERNACIONAL

A nivel mundial el aumento de la demanda de energía y la dependencia de los combustibles fósiles ha traído muchos estragos ambientales; hay un cambio en la percepción de que fuentes energéticas se deban utilizar en el futuro. Se ha previsto que para el año 2010 el consumo de energía en los países en desarrollo fue mayor al de los países desarrollados. Es en este escenario que se está dando más importancia a la utilización de fuentes renovables de energía (FAO, 2008).

El consumo de leña está relacionado con la satisfacción de las necesidades energéticas humanas, en especial de aquellos grupos que pertenecen al ámbito rural, las comunidades rurales dependen en gran medida de la cubierta vegetal para satisfacer sus requerimientos para calefacción y cocción de alimentos (FAO, 2008).

Como consecuencia de la actual situación mundial la demanda de energía proveniente de biomasa y otras fuentes renovables aumentará con los años. Por lo pronto FAO está estableciendo que estadísticamente los mayores productores de leña son Brasil, China e India. Dejando en claro que la estadística de consumo de leña no es muy precisa por el momento. Por otro lado proyecciones hechas para el año 2030 establecen que los mayores consumidores de combustibles leñosos están África, Asia, Oceanía y aquellos países que no pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), específicamente centro, Sudamérica y el resto de los países del tercer mundo. (FAO, 2008).

Datos recogidos por la Agencia Internacional de Energía establecen que el número de consumidores de biomasa tradicional (leña colectada en el medio rural para uso doméstico) ira en aumento en los países que conforman África y Asia, América latina se encuentra en un penúltimo lugar con un número estimado de 60 millones de personas al 2004, proyecciones realizadas al 2030 establecen que dicho numero se reducirá a 58 millones sin embargo, y a pesar de esta disminución se prevé que el número total de consumidores a nivel mundial ira en aumento (FAO, 2008).



El bajo nivel económico de la población rural motiva a que las personas busquen fuentes energéticas de las que se pueda disponer directamente y que no requieran desembolso de dinero, en este caso la leña puede comprarse en pequeñas cantidades o ser recolectada directamente. (Martínez, 1985).

En el Mundo la situación actual del consumo de leña por continentes se presenta de la siguiente manera:

En África predomina el uso de fuentes energéticas tradicionales, se estima un aumento del 34% de consumo de combustibles de madera entre el 2000 y 2020. El aumento de los precios de los combustibles y del número de personas dependientes de los combustibles de madera contribuye a este incremento. La utilización de cocinas mejoradas y el uso de plantaciones energéticas buscan que el uso de la leña sea sostenible. (FAO, 2009).

En Asia y el Pacífico el aumento de la urbanización y el aumento de los ingresos económicos provocaron una disminución del consumo de combustibles de madera a favor de los combustibles fósiles y el gas. En el periodo 1980 – 2006, la disminución fue de 894 millones a 794 millones de m<sup>3</sup> con excepción de Asia Meridional donde se produjo un incremento, el aumento de los precios de los combustibles fósiles podría modificar este escenario. (FAO, 2009).

En Europa, durante la segunda guerra mundial, el consumo de leña disminuyó notablemente; a partir de 1990 se estimó políticas para la utilización de energía renovable en el marco del protocolo de Kyoto. Es en este escenario en que se estimula el consumo de madera en pellets o derivados líquidos para calefacción o residuos forestales para producción energética. (FAO, 2009).

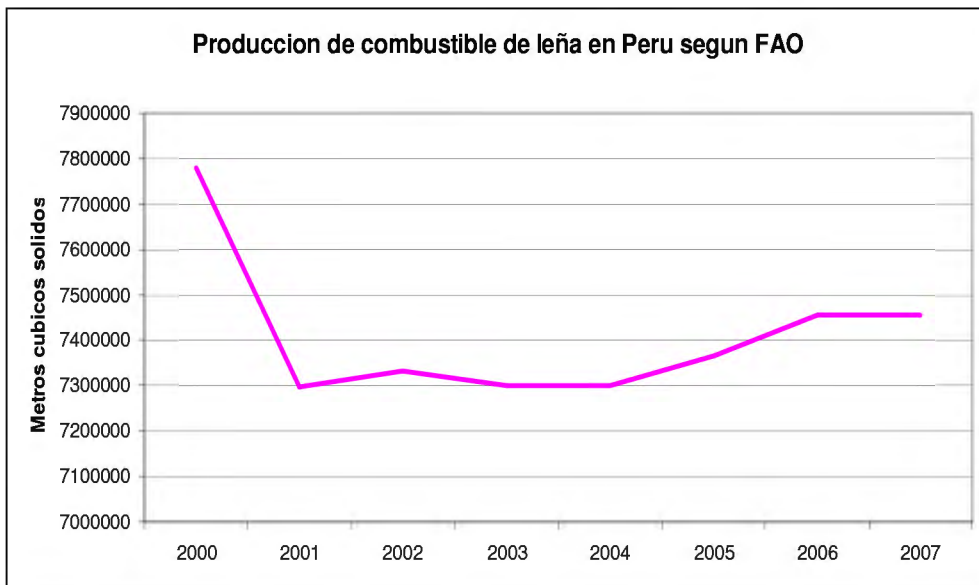
En América del Sur el incremento en el consumo de leña se encuentra en disminución, debido al urbanismo y el mayor consumo de combustibles fósiles. En América Central el consumo ha ido en aumento y en El Caribe se mantiene estable; de manera general para el periodo proyectado 1980 – 2020 el consumo de madera para combustible en la región se encuentra en aumento, esperándose que esta tendencia continúe. (FAO, 2009).

## 2.2.2 CONSUMO DE LEÑA A NIVEL NACIONAL

El aporte de los recursos dendroenergéticos al consumo final nacional es muy significativo. El consumo de leña tiene como usuarios finales los consumidores domésticos, panaderías, restaurantes y el sector industrial como ladrilleras o fabricación de carbón vegetal. (MINEM, 2008).

La leña en el Perú al igual que en otros países de Sudamérica es la principal fuente de suministro energético en el ámbito rural y pequeño urbano. La leña constituye casi la tercera parte de la energía primaria del país; esta proporción es mayor en las zonas donde la leña se encuentra en mayor disponibilidad. (Loayza, 1986).

En el Perú la el potencial energético de los bosques es mucho mayor que el de las reservas de petróleo: en sus bosques existen especies de crecimiento rápido y lento, además, si se considera un crecimiento de  $10 \text{ m}^3(\text{r})/\text{ha}/\text{año}$  y  $0,48 \text{ cm}^3$  de densidad la madera producida tiene un poder calórico superior equivalente a 16 barriles de petróleo La madera es poco usada en el país para generación de energía a nivel industrial; adicionalmente la madera producida en los bosques del país es equivalente al calor del consumo de petróleo de 26 días. (Bueno, 1987). La producción de leña a nivel nacional se muestra en la figura 01; la producción se presenta en  $\text{m}^3$  sólidos (cum). (FAO.2007).



**Figura 1** Producción de leña en el Perú; FAO (2007):

En el Perú, la población rural fue estimada en 6 826 000 habitantes y presentó un consumo de de leña de 7 243 180 m<sup>3</sup>, siendo Cajamarca, Puno y Cuzco las regiones con mayor producción de leña. (INRENA, 2006).

Las fuentes de abastecimiento de leña en el Perú son las siguientes:

**EN LA COSTA:** La producción de leña de los bosques secos se consume en los centros de expendio de comidas, ladrillera y restaurantes entre otros. El aprovechamiento forestal genera un alto nivel de desertificación; la zona más afectada es la costa Noroeste, por una sobre explotación irracional del recurso forestal lo cual obligó al gobierno a declarar la veda de tala en 1974. Pero, hasta la fecha señalada, se continuó con la explotación y carbonización del recurso (Loayza, 1986). A nivel de especies forestales, la extracción de algarrobo para la elaboración de carbón vegetal requiere cerca de 31000 m<sup>3</sup> generando la explotación de 300 ha/año (Barrantes, 1996).

**EN LA SIERRA:** El crecimiento demográfico, la necesidad de terrenos agrícolas han provocado un fuerte impacto y degradación en los bosques relictos andinos, afectado también por la creciente necesidad de fuentes de energía y materiales de construcción. La escasez de

leña está obligando a la población a disponer de quenuales, totorales, yaretales y de excretas animales. (Loayza, 1986).

EN LA SELVA: Se asume abundancia de fuente de energía para lo cual no existe restricción en toda la Amazonía. La leña se consume de diversas especies, además en diversas formas desde madera rolliza hasta desechos de aserradero. Aparte, se considera el hecho de que la madera es un producto para la fuente de ingresos o para satisfacción de necesidades inmediatas, factor que representa un obstáculo social para fomentar la reposición. (Loayza, 1986).

En la población rural del Perú, se estimó que el consumo anual per cápita de leña en la costa fue de 0,5 m<sup>3</sup>, en la Sierra 1,1 m<sup>3</sup> y en la Selva 1,3 m<sup>3</sup>. En selva, la presión sobre el bosque es creciente por el incremento poblacional: la extracción forestal intensa, para el año 1993, se presentó con un consumo de 6 millones m<sup>3</sup>; para cubrir esta demanda se debió explotar un área equivalente de 50 000 ha (Barrantes, 1996).

En el Perú cada familia consume un promedio de 6 kg biomasa/día aproximadamente; un 80% de esta biomasa es leña, estimándose que se queman aproximadamente 13400000 árboles, cada con un peso promedio de 300 kg (Heising, 2008).

En magnitudes de energía el consumo de leña a nivel nacional ha ido disminuyendo en el transcurso del tiempo, para el año 1985 el consumo de leña medido era de 125394 TJ y ha ido disminuyendo hasta registrarse en el año 2005 la cantidad 71529 TJ (MINEM, 2000).

### 2.2.3 LEÑA EN COMUNIDADES NATIVAS

El consumo de leña en comunidades rurales y zonas de pobreza depende de las necesidades energéticas de la región, a su vez, estas necesidades dependen de factores como el clima del lugar, número de miembros y costumbres culinarias. (Arnold, 1978).

La leña siempre fue considerada como una fuente energética de subsistencia pero dada la actual problemática energética, sus uso esta jugando un nuevo papel como fuente de abastecimiento. (FAO, 2007).

La leña es un recurso forestal esencial en la vida del poblador campesino y sin embargo es una de las principales causas de la degradación en los ecosistemas andinos (Mérida et al, 1990).

Estudios realizados en diversas cuencas de la Amazonía muestran volúmenes promedio de consumo de leña; los valores de consumo diario por familia se muestran en el cuadro 03:

**Cuadro 3** Consumo de leña en 5 comunidades nativas de la amazonía

<i>Cuenca</i>	<i>Consumo m<sup>3</sup>/familia/día</i>
Cuenca del río Chambira Santa Carmela	0,091
Cuenca Gálvez Yaquerana	0,110
Alto Urubamba	0,084
Cuenca madre de dios	0,006
Cuenca río Nanay	0,042

*Fuente: CEDIA. 2008*

## **2.3 CUENCA BAJA DEL RIO URUBAMBA-CUZCO**

### **2.3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA, POLITICA Y SUPERFICIE**

Geográficamente se pueden apreciar tres tipos de regiones: Sierra (entre 6000 y 2300 m.s.n.m.) que representa un 23 % del territorio total, Ceja de selva (entre 2300 y 1100 m.s.n.m) que representa el 22% del territorio y selva baja (entre 1000 y 300 m.s.n.m). La provincia de La Convención ubicada en la región Cuzco comprende una extensión de aproximadamente 30 061,82 Km<sup>2</sup> sus coordenadas geográficas están determinadas por los paralelos 11°15'30'' y 13°30'00'' latitud sur y los meridianos 72° y 74° longitud oeste. (Encinas, 2007).

El río Urubamba nace de las aguas del Vilcanota, con un recorrido accidentado en las zonas andinas y de ceja de selva, pasa cerca a zonas importantes como Machupicchu, Quillbamba., Kiteni, Pachiri, Ivochote entre otros. Se señala que la entrada del Vilcanota a la jurisdicción del distrito de Echarate hace que este cambie de nombre a Alto Urubamba y al atravesar el Pongo de Mainique hasta su confluencia con el río Tambo en Ucayali este cambia a Bajo Urubamba. El río Urubamba tiene 850 Km. de extensión, en cuya cuenca se desarrolla un bosque tropical poco intervenido en el que existen asentamientos nativos pertenecientes a diferentes etnias (Córdova 2006).

El territorio correspondiente a las comunidades nativas de bajo Urubamba se encuentra dividido en 23 comunidades nativas tituladas, 4 asentamiento rurales titulados (Saringabeni-

Ticumpinía, Camisea-Timpía, Shintorini y Mishagua margen izquierda), la Reserva del Estado a favor de los grupos étnicos en aislamiento Kugapakori-Nahua, la Reserva Comunal Asháninka, el Parque Nacional Otishi, la Reserva Comunal Machiguenga y el Santuario Nacional Megantoni. (CEDIA, 2006).

La zona del Bajo Urubamba contiene un porcentaje de bosque primario del 70 % y donde abundan los paisajes de planicie y donde el transporte se realiza principalmente por vía fluvial. (Encinas, 2007)

### 2.3.2 POBLACIONES DEL BAJO URUBAMBA: LA ETNIA MACHIGUENGA

Los Matsiguengas son uno de los cinco subgrupos humanos que habitan la cuenca del bajo Urubamba, comparten este territorio con etnias como Yanesha, Asháninka, Notmachiguengas y Piro cuyo conjunto forma el gran grupo Arahua. Estos grupos humanos ocupan la región en mención desde tiempos antiguos. (Sánchez 2006).

La región del Urubamba tiene referencias históricas que datan desde el periodo incaico, intentos fallidos de penetración por el lado del alto Urubamba y posteriores vínculos comerciales quedan establecidos y mencionados en fuentes especializadas. Durante la caída del Tahuantinsuyo esta región estuvo relacionada con los sucesos vinculados a la última resistencia inca (Encinas, 2007).

Durante la época colonial se produjeron muchos intentos de exploración por parte de los misioneros franciscanos, siendo efectivas sino hasta la constitución de misiones en 1867; tales expediciones muchas veces se vieron truncas debido a hechos como la negativa de los Matsiguengas a formar reducciones y la expulsión de la orden franciscana (Sánchez, 2006); (Encinas, 2007).

A finales del siglo XIX con el creciente interés en la explotación del caucho se volvió la mirada a la zona del bajo Urubamba como fuente de este recurso. Al terminar el boom del caucho muchos nativos desplazados regresan a sus tierras y otros optan por aislarse manteniendo una actitud hostil hacia los visitantes mestizos (Sánchez, 2006); (Encinas 2007). A comienzos del siglo XX, concluido el interés por el caucho, surge una nueva forma de colonización que es llamada agrícola donde el Estado da facilidades para su desarrollo especialmente a inmigrantes

extranjeros e incentivando la extracción de recursos madereros de la zona. Es de importancia en este periodo la presencia de misiones dominicas a partir de 1947 que se dedican al estudio de la lengua Machiguenga y a otros aspectos culturales. (Sánchez, 2006).

Aunque de manera controversial, se destaca la labor del Instituto Lingüístico de Verano (ILV) que se dedicó a la instalación de escuelas bilingües y facilitando el acceso a los servicios de salud y a mejores recursos de comercio. Con la promulgación de la ley de comunidades nativas (D.L. 20653 del 24 de junio de 1974) se promovió el reconociendo jurídico y la titulación de los territorios nativos lo cual contribuyo a la estabilidad territorial y social de la cuenca. En la actualidad la cuenca del bajo Urubamba esta bajo la explotación de gas natural por parte de compañías diversas, como Pluspetrol. (Encinas, 2007).

### 2.3.3 CARACTERISITCAS FISIOGRAFICAS

La zona del Bajo Urubamba, geográficamente, presenta 72,8 % de paisaje de planicies que se extienden desde las áreas de los distritos de Sepahua y Atalaya hasta la cuenta del río Camisea; paisaje de colina en una proporción de 17,8 % que se extiende desde las márgenes izquierda del Urubamba y cordillera del Vilcabamba hasta la cuenca de los ríos Timpía y Cashiriari. La parte de montaña conforma 9 % y que se extiende desde la cordillera de Vilcabamba y la región del alto Urubamba. (Encinas, 2007).

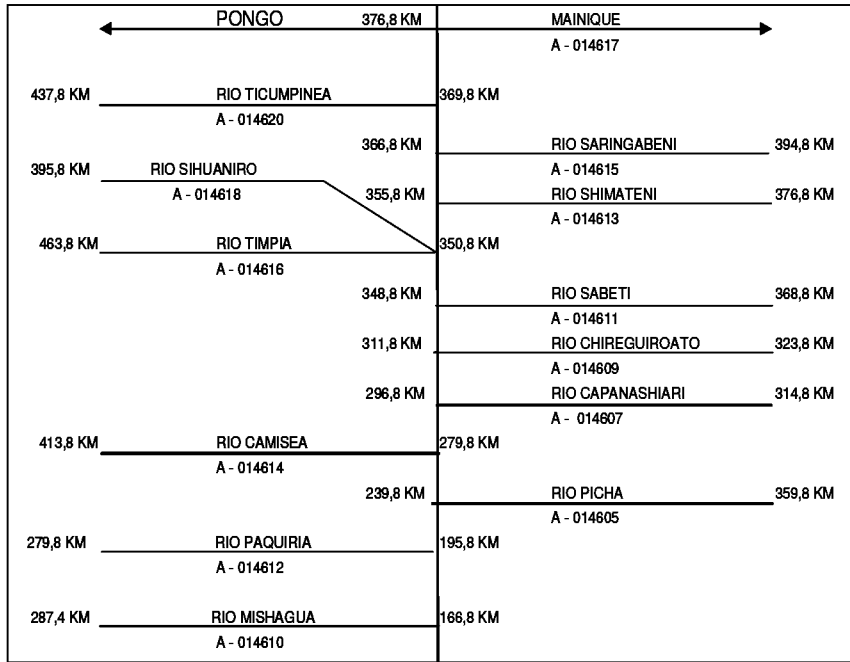
En lo que respecta a los tipos de bosque que en su mayor proporción pertenecen al tipo denominado Montaña Alta, seguido de Colina Alta y Terraza Alta representando el 35 %, 24 % y 22 %, respectivamente, de la extensión del territorio; también se distingue formaciones menores que no llegan ni al 5 % de extensión. La misma fuente sostiene que todas las formaciones boscosas están asociadas a pacaes (GTCI, 2006)

La cuenca del bajo Urubamba es una zona de un gran potencial forestal con una amplia riqueza maderera, silvicultural y de fuentes de principios activos. Climáticamente la zona se caracteriza por tener el tipo perhúmedo tropical con estación de lluvia comprendida desde noviembre hasta abril y estación seca entre mayo y octubre (Encinas, 2007)

Para la zona del bajo Urubamba se establecen temperaturas de 25 °C, con máximas comprendidas entre 29 °C y 34 °C y mínimas comprendidas entre 15 °C y 18 °C; cabe

mencionar la presencia de “frijas” haciendo que las temperaturas descieran hasta un promedio de 10 °C (CGTI,2006).

Hidrográficamente el río Urubamba comprende el tramo entre el pongo de Mainique y la desembocadura de Mishagua por el norte el diagrama fluvial se muestra en la figura 2.



Fuente GCTI, 2006

**Figura 2** Diagrama Hidrográfico de la Cuenca del Río Bajo Urubamba.



### 2.3.4 EL BOSQUE EN EL BAJO URUBAMBA

En la zona del Bajo Urubamba los bosques presentes son de terraza alta o de colina alta asociado con pacales. (GCTI, 2006). La distribución de los tipos de bosque se muestra en el cuadro 04.

**Cuadro 4** Distribución del bosque en el Bajo Urubamba

<i>Tipo de bosque</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>%</i>
Colina Alta	187 390,36	12,02
Colina Alta asociada con Pacal	192 466,17	12,35
Colina Baja	145 306,53	9,33
Colina Baja asociada con Pacal	196 241,03	12,59
Lomada	7 420,51	0,48
Lomada asociada con Pacal	31 291,83	2,01
Montaña Alta	443 539,76	28,46
Montaña Alta asociada con Pacal	104 784,97	6,73
Montaña Baja	29 050,00	1,87
Montaña Baja asociada con Pacal	11 194,39	0,72
Terraza Alta	19 337,37	1,24
Terraza Alta asociada con Pacal	21 310,71	1,37
Terraza Baja	28 343,64	1,82
Terraza Baja asociada con Pacal	99 310,89	6,38
Bosque Intervenido	11 350,81	0,73
Pasto Natural	19 235,01	1,23
Otros	10 494,44	0,67
Total	1 558 068,42	100

*Fuente: GCTI, 2006*

### 2.3.5 USO DE LA TIERRA

En lo que respecta a la actividad agrícola predomina el sistema de minifundio con una producción orientada al autoconsumo, con tecnologías tradicionales y baja productividad. La comercialización de los productos se genera a partir de los excedentes de producción con una capacidad de negociación muy débil y con precios muy bajos. (CEDIA, 2006).

El principal productos cultivados en la cuenca del bajo Urubamba es la yuca (*Manihot esculenta*), que se constituye en el alimento fundamental y base de la vida social de la familia nativa además que ocupa áreas importantes de cultivo. (CEDIA, 2006). Otros cultivos importantes para los pobladores nativos son el plátano (*Musa spp*), maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batata*), uncucha (*Bidens cynapiifolia*). Los cultivos comerciales que se cultivan en la zona son: Café (*Coffea arabica*) cacao (*Theobroma cacao*), achiote (*Bixa orellana*), arroz (*Oriza sativa*), maní (*Arachis hipogea*), frijol (*Phaseolus sp*). Es importante mencionar que en la zona de Timpía tanto el café como el cacao no se encuentran adaptados a la zona presentando enfermedades o simplemente no dando fruto. (CGTI, 2006)

### 2.3.6 ACCESIBILIDAD

La comunidad de Timpía se encuentra a la margen derecha del río Urubamba; para poder acceder a ella es necesario trasladarse en bote hasta los accesos que están comprendidos en el perímetro de la comunidad, hay que movilizarse por un promedio de 15 a 20 minutos desde el desembarque hacia lo que vendría a ser el sector urbano de la comunidad el cual está cerca de la misión dominica establecida ya por varios años. La movilización hacia los sectores más alejados se realiza por medio de canoa y a pie. Los habitantes del sector urbano se alojan en casa con techo de calamina y madera las cuales se encuentran relativamente cerca unas de otras, las poblaciones de los sectores alejados aun conservan la manera tradicional de fabricación de casas, además, estas se encuentran muy dispersas teniendo como principal criterio el estar cerca de sus campos de cultivo (Córdova, 2006).

El acceso a la comunidad de Kiriguete se realiza por vía fluvial; esta comunidad se encuentra a 6 horas en río desde Timpia; a diferencia de Timpía, la entrada a la comunidad está a 5 minutos del río a la margen izquierda del río Urubamba. Esta comunidad presenta un mayor movimiento de actividades comerciales. (Córdova, 2006).

La comunidad de Kiriguete presenta una distribución más parecida a lo que denominaríamos una zona urbana; presenta calles y servicio de alcantarillado. Esta comunidad se encuentra dividida en barrios donde priman las construcciones de calamina y madera. Las mismas se encuentran unidas por trochas o senderos; también se aprecia que las construcciones nuevas u hogares recién formados se encuentran relativamente alejados del centro urbano teniendo que caminar por lapso promedio de una hora. Estas casas repiten el mismo patrón de distribución de

Timpía en lo que se refiere a distancia entre hogares la cual es significativa y que constituye una característica básica de los hogares matsiguengas. (Córdova, 2006).

El acceso a las comunidades de Timpia y Kirigueti se realiza por vía fluvial, el trayecto total consta de cuatro etapas: La primera es el tramo comprendido entre Lima y Cuzco el cual se realiza en bus con una duraron aproximada de 19 horas; el segundo tramo es el comprendido Cuzco - Quillabamba el cual comprende un tramo de ocho horas de duración. El tercer tramo es el comprendido entre Quillabamba y el pueblo de Ivochote el cual comprende una duración de 7 horas y el cuarto tramo es el que se realiza por vía fluvial desde Ivochote hasta las respectivas comunidades con una duración neta de 9 horas hasta la comunidad mas lejana que en este caso es Kirigueti (Córdova, 2006)

Las comunidades mencionadas se encuentran tanto a la margen tanto izquierda como derecha del río Urubamba el acceso es por vía fluvial desde el puerto de Ivochote a (9 horas de Quillabamba) o desde el campamento Malvinas perteneciente a Pluspetrol. (Córdova, 2006). Un mapa geográfico que presenta el acceso a las comunidades nativas se muestra en la figura 03.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE ESTUDIO

La investigación comprendió trabajo de campo, llevado a cabo en dos Comunidades Nativas, de la provincia de la Convención, región Cuzco. Para procedimientos de laboratorio, se realizaron en el Instituto de Investigación Nutricional y el Laboratorio de Pulpa y Papel, de la Universidad Nacional Agraria la Molina

#### 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS COMUNIDADES NATIVAS

La zona de trabajo de campo de las dos comunidades Nativas se ubica en la zona del Bajo Urubamba, distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento del Cuzco. En el cuadro 05 se mencionan las coordenadas de ubicación de las comunidades estudiadas.

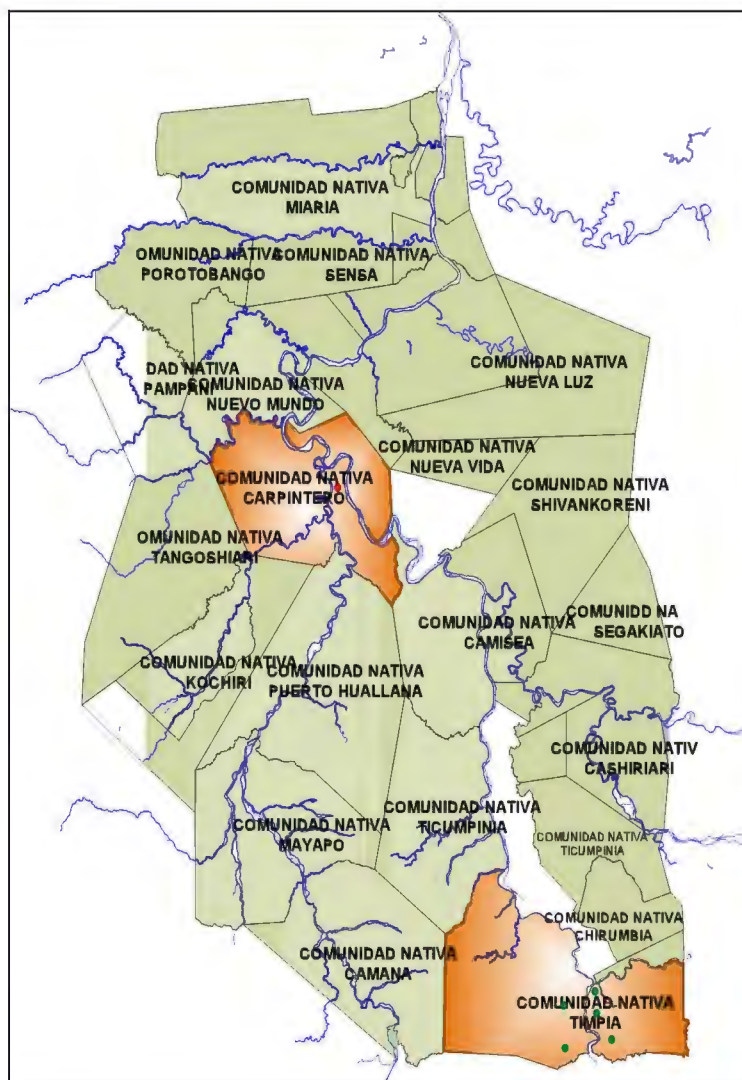
**Cuadro 5** Localización geográfica y altitud de las comunidades nativas estudiadas

<b>Comunidad Nativa</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>		<b>Altitud (m.s.n.m).</b>
	<b>18L</b>	<b>UTM</b>	
Timpía	737263	8663521	435
Carpintero, Kirigueti	704076	8719992	332

*Fuente: CEDIA 2006*

La ubicación de las familias estudiadas en la comunidad de Kirigueti se refiere únicamente a la zona urbana, mientras que en la comunidad de Timpía incluye hogares de los linderos.

Las comunidades nativas: Timpía y Kirigueti, pertenecen a la etnia machiguenga. En estas comunidades, la madera es la principal fuente de energía para alimentación en esta región. Las dos comunidades estudiadas tienen una problemática actual en el consumo de leña que radica en la dificultad para hallar madera de buena calidad que sirva de combustible. Además estas comunidades tienen una larga relación con la organización no gubernamental CEDIA quien facilitó el acceso a las mismas. (Córdova, 2006). Los puntos de muestreo se presentan en la figura 4.



**Figura 4** Croquis de ubicación de las comunidades nativas y sus zonas estudiadas

*Fuente: CEDIA 2006*

### 3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

#### 3.3.1 MATERIALES DE CAMPO

- Libreta de apuntes
- Modelo de encuesta
- Cinta métrica (wincha)

#### 3.3.2 MATERIALES DE LABORATORIO

- Probetas de vidrio 100 mL
- Balanza electrónica 0,1 mg precisión

#### 3.3.3 MATERIALES DE GABINETE

- Ordenador
- Programas de redacción de documentos y procesamiento de datos (Office Y Excel)
- Programa Minitab 15.

### 3.4 METODOLOGIA

#### 3.4.1 MUESTREO

De acuerdo a lo sugerido en la “Guía de elaboración de encuestas de demanda y oferta de leña” en los casos en que el acceso a los puntos de evaluación se dificulta, se procedió a un muestreo sistemático. (FAO, 2002).

La determinación del tamaño de muestra se aplico según lo establecido por FAO la cual para poblaciones finitas se recurre a las siguientes relaciones:

$$n_0 = \frac{(cv^2 t^2)}{e^2}$$

Donde:

$n_0$  = Tamaño de la muestra.

$cv$  = Coeficiente de variabilidad

$t$  = Valor crítico de Student con nivel de significación  $\alpha$  y grados de libertad.  $v$

$e$  = Error aceptable (FAO establece un rango aceptable entre 10 % y 20%).

La determinación de la muestra a partir de una población finita se obtuvo a partir siguiente fórmula:

$$n = n_0 / (1 + n_0 / N)$$

Donde:

$N$  = tamaño de la población

$n$  = tamaño de la muestra

Para un CV del 50% y un error del 20 % se establecieron los siguientes tamaños de muestra: para la comunidad de Timpía una muestra de 21 familias y para Kirigueti una muestra de 23 familias. Se entrevistaron al azar familias por barrio tanto de los actores urbanos como de los anexos. El éxito del muestreo dependió de la disponibilidad de las familias, en lo preferente se entrevistó al jefe del hogar continuando con la esposa y parientes mayores de edad.

El trabajo de campo se realizó en época de bajada de nivel de los ríos, a partir del mes de abril.

### 3.4.2 TOMA DE INFORMACIÓN

La toma de información en campo se realizó de la siguiente manera:

#### A) ENCUESTAS

Mediante este método se procedió a la obtención de los datos referentes a la forma en la que se utiliza la leña por familia. El modelo de encuesta se encuentra en el anexo I.



### B) OBSERVACIÓN.

También se recurrió a la observación *in situ* para obtener información que no se pueda obtener directamente del entrevistado.

## 3.5 VARIABLES DE ESTUDIO

### 3.5.1 VOLUMEN PROMEDIO CONSUMIDO DE LEÑA

El volumen de madera consumido se expresó en m<sup>3</sup>/familia/día.

### C) CUBICACIÓN DE LEÑA

Para medir el volumen de leña se procedió a apilar la leña y se midieron las dimensiones de ancho, longitud y alto de la pila de leña, ya sea en raja o en brazuelo. El volumen de leña se obtuvo siguiendo la metodología de cubicación de la Universidad de Chapingo (Rivas, 2006)\*.

(\*)

Para la cubicación de la leña se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = l * a * h * C_a$$

Donde:

V = Volumen de leña en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

L = longitud de la pila de leña en metros

a = ancho de la pila de leña en metros

h = alto de la pila en metros

C<sub>a</sub> = coeficiente de apilamiento (0,7 si es leña en raja o 0,5 si es brazuelo)

Para leña en estado rollizo se aplicara la siguiente relación

$$V = S_m * L$$

---

\* Se llama brazuelo a la troza en cortas dimensiones resultantes de trocear ramas y puntas de árboles que no son lo suficientemente gruesas para obtener raja.

Donde:

V = Volumen de la troza en metros cúbicos ( $m^3$ )

L = Longitud de la troza en metros. (m)

Sm = Área de la sección media de la troza en metros cuadrados. ( $m^2$ )

### 3.5.2 ABASTECIMIENTO Y CONSUMO DE LEÑA

Mediante encuesta se determinó el tiempo de abastecimiento de la leña que se recolecta a su vez también se evaluó el lugar de donde los pobladores obtienen la leña, percepción de la disponibilidad el recurso y el interés en reforestar.

### 3.5.3 ESPECIES USADAS COMO LEÑA

Se procedió a tomar información de las especies preferidas para su uso como combustible. Durante la evaluación de campo, se procedió a una identificación en campo de las maderas utilizadas como leña y a fin de especificar la información en género y/o especie se consulto el documento de línea base de la zona del Bajo Urubamba (Risco *et al*, 2007)

### 3.5.4 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

Se preguntó a los lugareños acerca de otras fuentes de energía de las cuales dispongan aparte de la leña.

### 3.5.5 PROPIEDADES DE LA LEÑA

#### A) *OBTENCIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE*

La densidad aparente se obtuvo relacionando la masa de la muestra con su volumen, estimado por medición de una muestra de un volumen regular (forma cúbica), dicha relación se expresó en  $g/cm^3$ .

#### B) *MEDICIÓN DEL PODER CALÓRICO*

El método de obtención de poder calórico se realizó siguiendo la norma ASTM D2015. (Ver anexo 03)

### C) ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE CARBONO

Para determinar la cantidad de carbono a que reacciona durante la combustión de la leña, se utilizó la siguiente ecuación: (Gamarra, 2001)

$$C = FR * B$$

Donde:

C = cantidad de carbono en la biomasa, en toneladas

FR = factor de fracción, que indica el porcentaje de carbono retenido en la madera y que será emitido, como CO<sub>2</sub>, como resultado de la combustión, p a Latifoliadas se tiene un factor de 0,47. (González, 2007)

B = cantidad de biomasa /AÑO

### 3.5.6 ANALISIS ESTADISTICO

Para la evaluación de la información obtenida, se recurrió a la utilización de pruebas de hipótesis para estadística no paramétrica, esto debido a que la distribución de los volúmenes no corresponde a lo que se llama “distribución normal”. Dicha comprobación se expone en el anexo 05.

Para la prueba de hipótesis se utilizara la prueba de Mann – Whitney para muestras independientes, esta prueba es el equivalente no paramétrico a la prueba “t” para comparación de medias.

### 3.5.7 BALANCE ENERGETICO DE LEÑA

Para realizar el balance energético de la leña utilizada en forma doméstica, tomando como ejemplo la cocción de alimentos, se procedió a estimar el calor liberado durante la combustión de la leña utilizada y compararla con la energía necesaria para la cocción de alimentos propios del lugar (tubérculos, agua, fruta y pescado); de la relación de estas dos cantidades se obtuvo la eficiencia energética de la leña.

La energía entregada o generada por la combustión de la leña (energía incidente) se determina con la siguiente fórmula:

$$E_i = m_i P_c$$

Donde:

$E_i$  : Energía incidente (kcal)

$m_i$  : Masa de leña (kg)

$P_c$  : Poder calórico de la leña (kcal/kg)

La eficiencia de la cocina a leña estará representada por:

$$\eta = \frac{E_u}{E_i} \times 100$$

Se ha determinado que para una cocina tradicional la eficiencia energética es de 17 % mientras que para una cocina mejorada la eficiencia es de 32 % (Torres, 2005).

Adicionalmente se procedió a observar la distribución de los leños en la cocina y la presencia de alguna otra fuente de energía.

La energía útil estará definida como la suma de los calores de cocción de los alimentos en función del consumo por persona.

$$E_u = \sum_{i=1}^n Q_n$$

$$Q_n = m C_e (T_2 - T_1)$$

m: masa del alimento en gramos

$C_e$ : Calor específico del alimento

$T_1$  : Temperatura inicial de cocción

$T_2$ : Temperatura final de cocción.

Para el Perú, el promedio de CO<sub>2</sub> emitido es 1087 kg CO<sub>2</sub>/persona/año (EIA, 2007).

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO Y CONSUMO DE LEÑA**

La comunidad nativa de Timpia esta conformada por habitantes del grupo cazador recolector, dicha comunidad esta conformada por una población de 742 habitantes organizados en 152 familias. Las actividades de dicha comunidad se centran en la agricultura de autosustento, caza, actividades comunales como obras civiles, comercio y trabajos para Pluspetrol. La mayor cantidad de población se concentra alrededor de la misión católica que se estableció cerca ala comunidad.

La comunidad de Kirigueti también esta conformada por cazadores recolectores, esta comunidad esta conformada por 113 habitantes distribuida en 25 familias a diferencia de Timpia en esta comunidad existe más movimiento comercial por parte de viajeros y comerciantes que venden productos como golosinas o ropa las actividades económicas se centran en el comercio de madera, agricultura, comercio de artesanías y trabajos en obras para Pluspetrol, adicionalmente, se le considera como una comunidad problemática en donde las negociaciones y/o solicitudes con sus autoridades comunales son muy difíciles de llevar a cabo, también existen problemas en la transparencia de la administración de los recursos comunales.

En ambas comunidades la forma de alimentación es de tres comidas al día la alimentación consta principalmente de pescados de río, tubérculos, y frutas como el plátano. También el cocimiento de los alimentos se acompaña con la preparación del masato bebida de yuca fermentada que se utiliza para alimentación y como bebida social con la que se acompañan las conversaciones y reuniones familiares.

En la comunidad de Timpía el consumo de leña por familia por día es de  $0,120 \text{ m}^3$  en a comunidad de Kirigueti el consumo por familia al día es de  $0,131 \text{ m}^3$  se estima que al cabo de un año la comunidad de Timpía haya consumido  $43,80 \text{ m}^3$  y la comunidad de Kirigueti haya consumido  $47,82 \text{ m}^3$ , se estima que el consumo promedio de leña por familia en ambas comunidades es de  $0,125 \text{ m}^3$  diarios y  $45,6 \text{ m}^3$  anuales.

Los resultados obtenidos manifiestan que el consumo de leña por familia es numéricamente menor en Timpía que en Kirigueti. Esto se debe a la diferencia poblacional que existe entre las dos comunidades sin embargo el consumo por persona es numéricamente igual. También se menciona que a diferencia de Timpía las actividades comerciales y sociales en Kirigueti son más frecuentes, lo que se refleja en la presencia de negocios como restaurantes, expendios y la atención a foráneos. También se observa que en el caso de Timpía se consideró a varios anexos (zonas alejadas de la comunidad), mientras que en el caso de Carpintero sólo se evaluó el casco urbano. El consumo promedio de leña per cápita en las dos comunidades es de 0,022 m<sup>3</sup> /persona/ día, al año se estima que las dos comunidades consumen un promedio de 8,030 m<sup>3</sup> por persona.

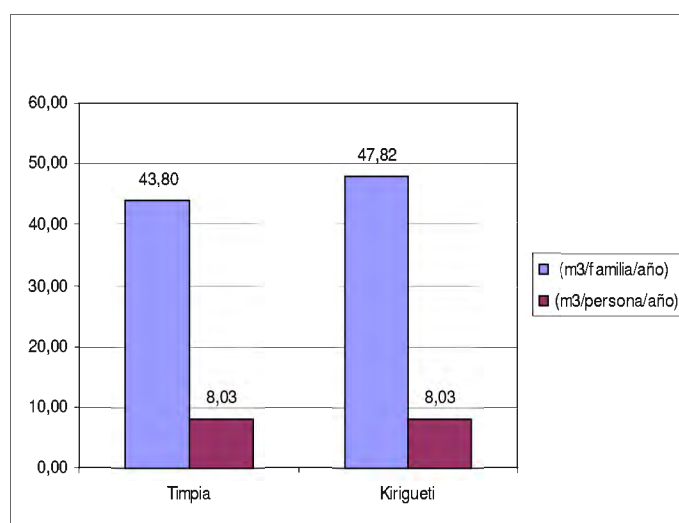
En el análisis estadístico, a un nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , se determinó, sin embargo, que no existen diferencias significativas en el consumo de leña por familia tanto en Kirigueti como en Timpía. El consumo de leña de estas comunidades comparado con lo expuesto en el cuadro 03, es muy similar con excepción de las comunidades de Madre de Dios. Pero al carecer de estudios previos no se puede establecer si este consumo ha aumentado o disminuido en el tiempo. Los datos de consumo de leña se detallan en los cuadros 06, 07 y figuras 5 y 6.

**Cuadro 6** Consumo de leña en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

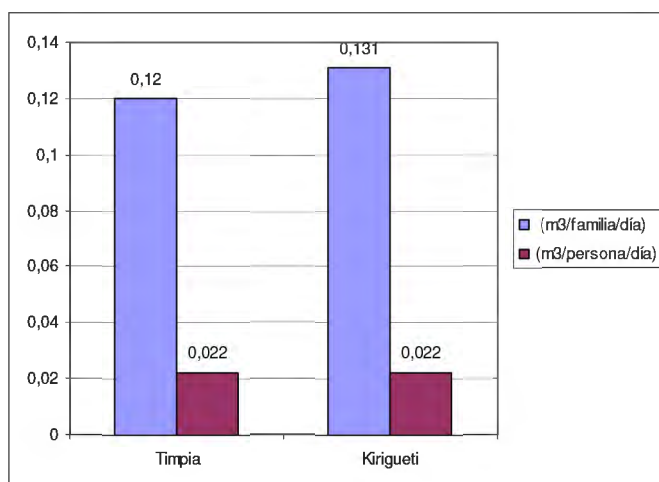
<b>Comunidad</b>	<b>CONSUMO DE LEÑA</b>			
	<b>(m<sup>3</sup>/familia/día)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/familia/año)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/persona/día)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/persona/año)</b>
Timpía	0,120	43,80	0,022	8,03
Kirigueti	0,131	47,82	0,022	8,03
TOTAL	0,250	91,25	0,044	16,06
PROMEDIO	0,125	45,63	0,022	8,03

**Cuadro 7** Consumo de leña total en las comunidades Kirigueti y Timpia

<b>Comunidad</b>	<b>Consumo de leña (m<sup>3</sup>/comunidad/día)</b>	<b>Consumo de leña (m<sup>3</sup>/comunidad/año)</b>
Timpía	16,47	5 958,26
Kirigueti	2,50	907,39
TOTAL	18,97	6 865,65
PROMEDIO	9,50	3 432,82

**Figura 5** Consumo de leña anual en las comunidades nativas Timpia y Kirigueti





**Figura 6** Consumo de leña diario en las comunidades Kirigueti y Timpia

## 4.2 ABASTECIMIENTO Y CONSUMO DE LEÑA EN LAS COMUNIDADES

El tiempo promedio de abastecimiento de leña en ambas comunidades de 5 días para Kirigueti y 7 días para Timpía. Este tiempo estuvo dado por la duración del lote de leña recolectado; la duración del consumo de la leña recolectada esta relacionada con la calidad de la misma. La diferencia en los valores reside en la distancia del centro poblado hacia la leña. El tiempo promedio de recolección de leña en las dos comunidades es de 6 días. La información se muestra en el cuadro 08.

**Cuadro 8** Tiempo de abastecimiento de leña en las comunidades Kirigueti y Timpía.

<i>Comunidad</i>	<i>Tiempo de abastecimiento de leña (días)</i>
Kirigueti	5
Timpía	7
PROMEDIO	6

Las fuentes de abastecimiento de leña más importante corresponde a zonas cercanas a sus campos de cultivo (chacra) Estas unidades de colección de leña son pequeñas parcelas localizadas a 1-2 km distante de los centro poblados; mayormente se disponen de trozas o ramas localizadas en la misma parcela o en los alrededores próximos a la chacra, de donde se aprovecha el aclareo de la parcela para disponer de las trozas o ramas caídas. En segundo lugar

de preferencia de colección se encuentra las zonas cercanas a la orilla de los ríos donde la leña localizada se encuentra como trozas y ramas caídas, arrastradas por el río. La preferencia por esta fuente es por la cercanía a la comunidad, aunque aquí se encuentran generalmente especies de menor calidad para leña. En tercer lugar de preferencia de colección son los bosques, alledaños, como fuente directa y en último lugar está un aserradero, del cual solo una familia se beneficia de los residuos.

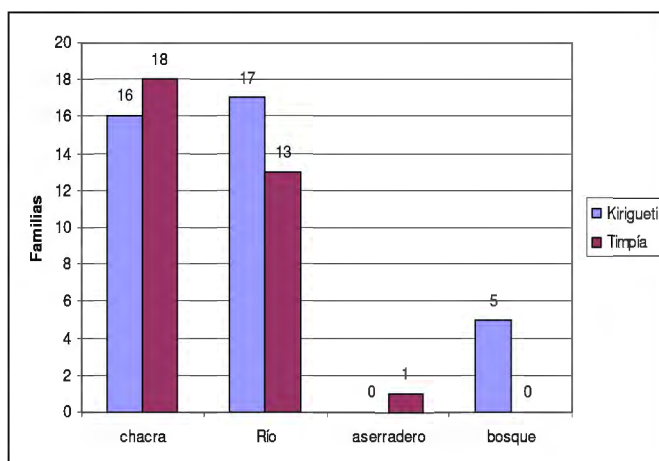
En la comunidad de Timpia se observa que 18 familias obtienen leña de sus chacras, 13 familias la obtienen del río y 01 familia la obtiene de los restos de aserradero.

En la comunidad de Kirigueti se observa que 16 familias obtienen su leña de las chacras, 17 familias la obtienen del río, y 5 familias la recolectan de los bosques.

Los valores de preferencias en ambas comunidades se presentan en el cuadro 09 y figura 7

**Cuadro 9** Fuentes de abastecimiento de leña en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

<b>Fuente</b>	<b>Comunidad (#familias)</b>	
	<b>Kirigueti</b>	<b>Timpía</b>
chacra	16	18
Río	17	13
aserradero	0	1
bosque	5	0



**Figura 7** Fuentes de abastecimiento de leña en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

En las zonas urbanas de ambas comunidades existe un interés generalizado por la situación del combustible pero sólo se pudo observar que de todas las familias estudiadas dos se dedican realmente a reforestar, en una mayor cantidad para la venta de madera que para asegurar el abastecimiento regular de leña.

La forma de abastecimiento de leña depende de la época de caudal del río en la que se recolecta en épocas de poco caudal se recoge de las orillas del río mientras que época de caudal alto se recoge del monte. Este proceder esta generalizado en las dos comunidades

El abastecimiento de leña es menor en la zona cercana a la misión católica que en los anexos o partes alejadas, en estos lugares factores como el medio y los hábitos de sus habitantes, hacen que la disponibilidad de leña en los anexos se mantenga con cierta regularidad.

El abastecimiento de leña no es un problema significativo en las comunidades estudiadas, pero un problema real de abastecimiento podría darse en los años venideros producto del crecimiento poblacional y su consiguiente necesidad de espacio por parte de sus pobladores.

El consumo de leña estará afectado por el movimiento comercial y la ubicación de la comunidad así tenemos que en la comunidad con mayor movimiento comercial (Kirigueti) presenta un consumo promedio mayor que la comunidad de Timpía que es la comunidad con menor movimiento y una relativa lejanía a la fuente de abastecimiento de leña.

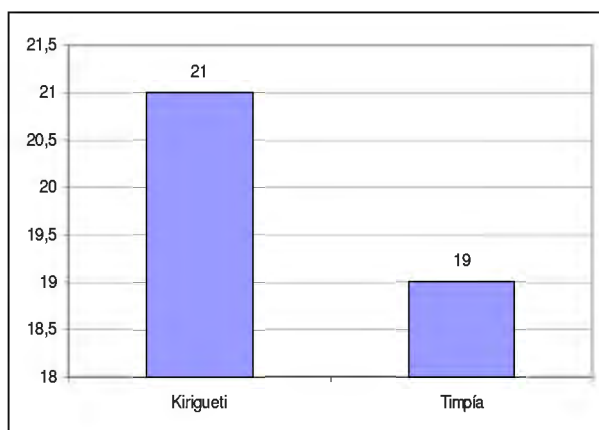
Conforme aumenta la necesidad de combustible la preferencia de leña se inclina a especies de crecimiento rápido pero con malas características desde luego esta preferencia inmediata va en perjuicio del conocimiento heredable ya que en las poblaciones más jóvenes se comienza a observar un desconocimiento de especies.

Ninguno de los entrevistados ha oído hablar de cocinas mejoradas ni de ninguna tecnología relacionada con ellas.

Respecto al interés de la población para reforestar en ambas comunidades, es de 22 familias para Kirigueti y 19 familias en Timpía con excepción de aquellos que piensan que no es necesario pues el recurso sigue creciendo a su alrededor. El interés en reforestar se basa en la escasez de especies de buena calidad para leña y el hecho de ir cada vez más lejos, en el bosque, para encontrarlas; la información se muestra en el cuadro 10 y figura 08.

**Cuadro 10** Interés de reforestación en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

<i>Comunidad</i>	<i>interés en reforestar (N° de familias)</i>	<i>interés en Reforestar (%)</i>
Kirigueti	21	91,3
Timpía	19	90,5

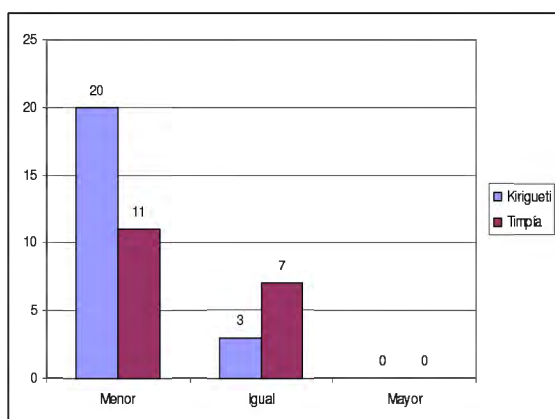


**Figura 8** Interés de reforestación en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

En ambas comunidades, los pobladores encuestados afirman que la disponibilidad de leña es menor respecto de épocas anteriores; esta información es presentada en el cuadro 11 y figura 09

**Cuadro 11** Percepción de la disponibilidad de leña en las comunidades de Timpía y Kirigueti

<i>Disponibilidad de leña</i>	<i>Comunidad (N° de familias)</i>		<i>Comunidad (%)</i>	
	<i>Kirigueti</i>	<i>Timpía</i>	<i>Kirigueti</i>	<i>Timpía</i>
Menor	20	11	87	52,4
Igual	3	7	13	33,3
Mayor	0	0	0	0



**Figura 9** Percepción de la disponibilidad de leña en las comunidades de Timpía y Kirigueti

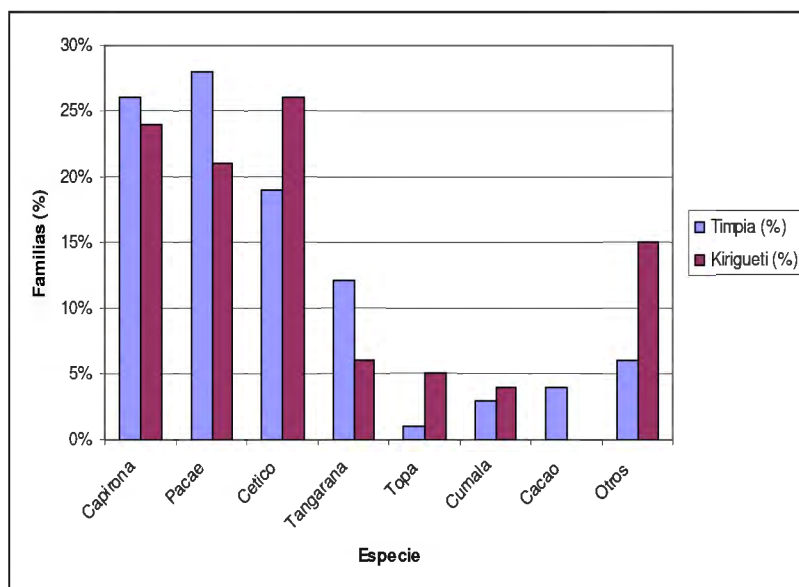
### 4.3 ESPECIES USADAS COMO LEÑA

Según lo afirmado por los pobladores, la preferencia de especies para leña está determinada por criterios de duración de la leña en la fogata, producción de buen carbón y poca generación de ceniza condiciones que de acuerdo a lo expresado por los comuneros son cumplidas por la madera de Capirona (*Calycophyllum spruceanum*) que es la especie de mejor comportamiento pero también las más difícil de encontrar, debido a esto el poblador esta obligado a disponer también de otras especies, de menor calidad como el Pacae (*Inga feloulli*) y el Cetíco (*Cecropia polystachia*), que se encuentran más cerca de la comunidad.

Evaluando la distribución del consumo de leña por especies las más utilizadas en a comunidad de Timpia son: Pacae con 28% de preferencia, Capirona 26% y Cetico 19%. En la comunidad de Kirigueti las especies mas preferidas son Cetico 26%, Capirona 24% y Pacae 21%. La información se presenta en el cuadro 12 y figura 10,

**Cuadro 12** Preferencia de especies para uso como leña

<i>Especies</i>	<i>Timpia (N° familias)</i>	<i>Kirigueti (N° familias)</i>	<i>Timpia (%)</i>	<i>Kirigueti (%)</i>
Capirona	18	20	26%	24%
Pacae	19	17	28%	21%
Cetico	13	21	19%	26%
Tangarana	8	5	12%	6%
Topa	1	4	1%	5%
Cumala	2	3	3%	4%
Cacao	3	0	4%	0%
Otros	4	12	6%	15%
Familias	21	23	100%	100%

**Figura 10** Preferencia de especies para uso como leña en las comunidades Timpia y Kirigueti

El uso de las especies Pacae y Cetico esta más influenciado por su alta disponibilidad y no por la calidad.

#### 4.4 FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

De todos las familias 2 entrevistadas de la comunidad de Timpía y 3 de la comunidad de Kirigueti aseguran usar el gas propano, como fuente alternativa de energía a la leña. Aun así, utilizan este combustible de manera simultánea con la leña, con una duración promedio de 30 días por balón de gas.

En las zonas urbanas de las comunidades estudiadas las personas optan por el gas sólo para preparación de alimentos debido a que lo consideran un medio más eficiente y más rápido para cocinar, pero su elevado precio y el difícil acceso a las comunidades hacen difícil su adquisición. Los comuneros manifestaron que consiguen el balón a 60 soles, (argumentando extrañeza aun teniendo cerca a la planta de extracción de gas de Malvinas). A pesar de esto la leña se considera más importante, ya que con ella se puede preparar masato a bajo costo, bebida que es uno de los factores sociales más importantes de ambas comunidades.

#### 4.5 PROPIEDADES DE LA LEÑA

##### A) DENSIDAD APARENTE

La especie Capirona presenta una mayor densidad aparente, frente a las especies Pacae y Cetíco De acuerdo con lo expresado en la sección 3.4.5 una mayor densidad aparente representa un mayor potencial energético, lo que refuerza lo expresado por los lugareños en que Capirona es la especie mejor preferida para leña. Las densidades aparentes obtenidas se muestran en el cuadro 13.

**Cuadro 13** Densidad aparente de especies mas utilizadas en las comunidades Timpia y Kirigueti

<i>Especie leñosa</i>	<i>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)</i>
Pacae	0,2569
Cetíco	0,2689
Capirona	0,4412



### B) PODER CALÓRICO

La especie con mayor poder calórico es la Capirona, coincidiendo con lo manifestado por los comuneros quienes por experiencia propia califican a esta especie como la mejor madera para leña. Con una humedad en base húmeda del 14%

El poder calórico obtenido experimentalmente para las muestras de mayor uso es el siguiente:

**Cuadro 14** Poder calórico de especies más utilizadas en las comunidades nativas de Timpia y Kirigueti

<i>Especie</i>	<i>Poder calórico superior (kcal/kg)</i>	<i>Humedad (%)</i>
Pacae	4236	14
Cetico	4050	14
Capirona	4268	14

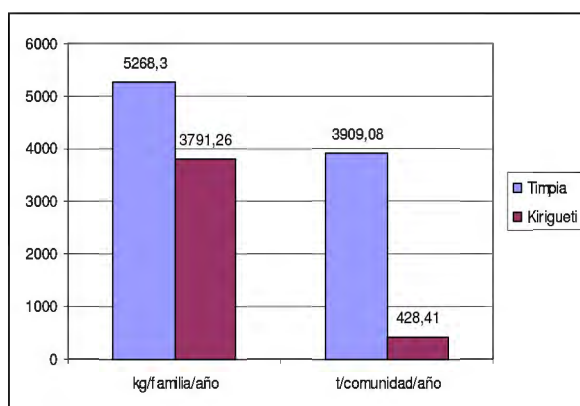
### 4.6 ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE CARBONO

Utilizando la información de cantidad de leña consumida se estimó la cantidad de carbono en biomasa para cada especie combustible estudiada.

La leña consumida consta de las especies pacae y Cetico, la especie Capirona no estaba presente en los hogares estudiados. La proporción de pacae y Cetico se estimó en función a las preferencias de especie para leña. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 15 y figura 11.

**Cuadro 15** Carbono de biomasa estimado en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

<i>Comunidad</i>	<i>kg/familia/día</i>	<i>kg/familia/año</i>	<i>t/comunidad/año</i>
Timpia	14,43	5268,30	3909,08
Kirigueti	10,39	3791,26	428,41

**Figura 11** Carbono de biomasa estimado en las comunidades nativas Timpía y Kirigueti

Comparando con los datos de emisión de carbono proporcionados por EIA cada comunero libera en promedio diariamente el 0,2 % de la emisión total de carbono diario calculada al Perú. Tanto el pacaé como el Cetíco son especies de rápido consumo en el fogón lo cual obliga a la reposición inmediata del leño en la cocina.

#### 4.7 BALANCE ENERGÉTICO DE LEÑA

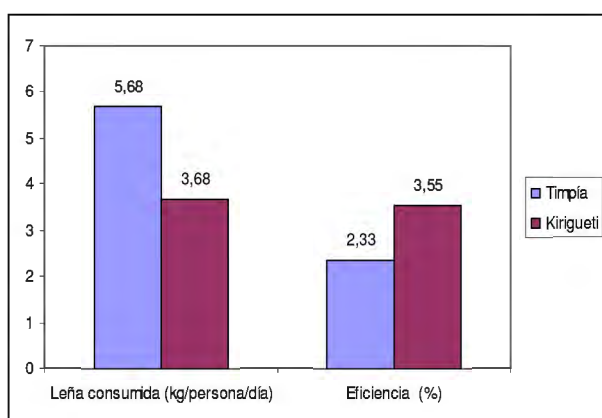
La energía producida por el peso de leña usada al día es muy inferior al 17% presentado teóricamente, el rendimiento bajo se explica porque a deferencia de una cocina tradicional en un fogón a leña el combustible esta directamente expuesto al medio ambiente lo cual produce perdida de energía.

La producción y eficiencia energética de la leña usada en Timpia y Kirigueti se presenta en los cuadros 16 y figura 12.

**Cuadro 16** Energía producida y eficiencia energética en las comunidades Timpia y Kirigueti.

<i>Comunidad</i>	<i>Leña consumida (kg/persona/día)</i>	<i>Energía incidente (kcal/persona/día)</i>	<i>Energía útil (kcal/persona/día) (*)</i>	<i>Eficiencia (%)</i>
Timpia	5,68	19964,21	464,91	2,33
Kirigueti	3,68	13108,67	464,91	3,55

(\*) Se obtiene como la suma de las energías de cocción de 1 alimentos (0,81 Kcal/kg y 0,85 kcal/kg) la energía absorbida por la olla y tomado en cuenta que son tres comidas al día



**Figura 12** Eficiencia de la leña consumida en las comunidades de Timpia y Kirigueti

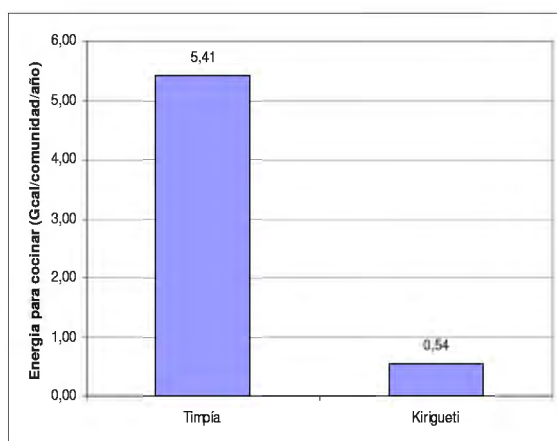
La energía producida en un año por las dos comunidades en la cocción de alimentos es de 5,54 Tcal/comunidad/año

Tomando como base el consumo total de leña a año la energía consumida por ambas comunidades es equivalente a aproximadamente 1322 barriles de petróleo.

Asumiendo que un árbol promedio pesa aproximadamente 300 kg (Heising, 2006) las dos comunidades consumen en total 5364 árboles al año para satisfacer sus necesidades de alimentación. La información se presenta en los cuadros 17 y figura 13.

**Cuadro 17** Energía para cocinar producida por leña anualmente en las comunidades Timpia y Kirigueti.

<i>Comunidad</i>	<i>Energía incidente (Gcal/comunidad/día)</i>	<i>Energía incidente (Gcal/comunidad/año)</i>
Timpia	0,015	5,41
Kirigueti	0,001	0,54



**Figura 13** Energía para cocinar producida por leña anualmente en las comunidades Timpia y Kirigueti

## 5. *CONCLUSIONES*

- El consumo de leña en la comunidad de Timpía es menor que en la comunidad de Kirigueti.
  - La especies más usadas para el consumo de leña son: Pacae, Cetíco y Capirona.
  - La mejor especie que se puede usar para leña es la Capirona. Por su alta densidad, alto poder calórico y alto potencial energético.
  - La eficiencia energética de las cocinas utilizadas presenta valores muy inferiores, la pérdida de energía es considerable. Por lo tanto no existe un uso eficiente de la leña.
  - Las especies mas utilizadas como leña son de rápido consumo y generan valores altos de carbono liberado a la atmósfera.
- .
- .

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la realización de estudios comparativos en las comunidades estudiadas y con extensión a otras comunidades para establecer el consumo de leña en periodos anuales y a su vez ampliar la descripción del consumo a uso por estaciones del año, régimen fluvial y temporadas de extracción forestal/agrícola.
- Se recomienda fomentar entre los comuneros consciencia sobre el uso racional de los recursos energéticos del bosque. Es indispensable la capacitación de los comuneros en técnicas silviculturales.
- Se recomienda evitar el uso de especies de rápida combustión como Cetíco y otras maderas blancas que producen recambio frecuente de leña.
- Se recomienda la mejora de la eficiencia energética mediante el uso de plantaciones energéticas de Capirona y el uso de cocinas mejoradas.

## *BIBLIOGRAFIA*

- AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA, OFICINA ESTADISTICA DE COMUNIDADES EUROPEAS** 2007. Manual de Estadísticas Energéticas. LU. ODCE/AIE. 208p.
- ANDRES, D.** 2008. Física y Química. Pozuelo de Alarcón. Madrid, ES. EDITEX 385 p.
- ARNOLD, J y JONGMA** 1978. La leña y el carbón en los países en desarrollo. Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Unasyva, vol 29. Roma, IT (118). 9p.
- ASTM, AMERICAN SECTION OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR TESTING MATERIALS.** 1973. Gross calorific value of solid fuel by the adiabatic bomb calorimeter, US.8p.
- BAÑON, H.** 2005. Etnobotánica arbórea de dos comunidades Yanesha del valle de Palcazo (Departamento de Pasco, Perú). Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: UNALM. 146p.
- BARRANTES, R.** 1996. Bosque y madera, análisis económico del caso peruano. Lima, PE IEP. 123 p.
- BARRON, R** 2008. Estudio de oferta, demanda e identificación de especies utilizadas para leña en dos comunidades de la cuenca alto madre de dios. Lima, PE. CEDIA. 26p.
- BUENO, J.** 1987. La Madera Como combustible. Revista forestal del Perú N° 14 (2), 14 p.
- CANEPA, J** 2007. Estudio de oferta y demanda de leña en las comunidades nativas del alto Urubamba, comunidades de Matoriato y Koribeni. Lima, PE. CEDIA 31 p.
- CARMONA, A.** 1999. Diseño de un proyecto piloto dendroenergético y formulación de lineamientos de políticas, estrategias e instrumentos para el fomento de sistemas dendroenergéticos en Colombia. Santa fe de bogota, CO. MINMINAS. 51 p.
- CATIE.** Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza 1984 Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Turrialba, CR. CATIE 115 p.

- CORDOVA, P.** 2006 Estudio de oferta y demanda de leña en la cuenca del río Bajo Urubamba. Lima, PE CEDIA 60 p.
- CUEVAS, D.** 2002 Calidad y competitividad de la agroindustria de America latina y el caribe (uso eficiente y sostenible de la energía). Roma, IT. FAO 153 p.
- DE LAS SALAS, G.** 1985. Plantaciones Energéticas de cuencas hidrográficas del trópico: Problemas y perspectivas Turrialba, CR. CATIE 7 p.
- ENCINAS, A.** 2007 Historia de la Provincia de la Convención Tomo1 Centro Cultural José Pío Aza. Lima, PE. 325 p.
- FAO.** 2004. Terminología Unificada sobre Dendroenergía Departamento forestal de FAO Roma, IT. 58 p.
- FAO.** 2008 Bosques y energía: Cuestiones clave Estudio FAO Montes 154. Roma, IT. 86 p.
- FAO,** 2010. Perfiles Nutricionales por países- Perú. Roma, IT. 29 p.
- FAO/MONTES.** 1993. El gas de madera como combustible para motores. Estudio FAO montes n° 72. Roma, IT. 50 p.
- FAO/PROGRAMA DE ASOCIACION COMUNIDAD EUROPEA.** (2000 – 2002) Guía para estudios de demanda oferta y abastecimiento de combustibles de Madera. Programa de manejo forestal Sostenible, Roma, IT.
- FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE ENERGIA RENOVABLE PARA AMÉRICA CENTRAL (FOCER);** PNUD. (2002). Biomasa: Manuales sobre energía renovable editorial BUN-CA CR 56 p.
- GAMARRA, J.** (2001) Estimación del contenido de carbono en plantaciones *Eucalytus globulus* en Junín Perú Lima, Perú 2001. EDESUR. 21 p.
- GERMANA, C.** 2001 Sistematización y análisis de los estudios sobre la relación de los grupos étnicos con la naturaleza en la Amazonía peruana. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina 270 p.
- GIGLIOTTI, H.** (2009). Fuegos fogatas y fogones, Aventureros club. Buenos Aires, AR. 19 p.



- GONZALES, H.** (2009) Evaluación de fijación de carbono en árboles: Método por análisis de composición química, UNALM. 5 p.
- GONZALES, Y; CUADRA, M.** 2004. Estandarización de unidades de medida y cálculo de volúmenes de Madera. NI. Instituto Nacional forestal 22 p.
- HEISING, K.** (2006). Diversidad de combustibles domésticos en el Perú y la falta de cocinas apropiadas. Lima, PE. Tresco-Andes. 12 p.
- HERNANDEZ, J** 2001. Reaprovechamiento Energético de maderas residuales. Madrid, ES. Hera Holding. 6 p.
- INRENA.** Instituto nacional de recursos naturales. (2005) Perú Forestal en Números. 183 p
- LEMBCKERT, A; CAMPOS, J.** (1981) Producción y Consumo de Leña en pequeñas fincas Turrialba, CR CATIE .75 p.
- LOAYZA, M.** (1986) Dendroenergía y desarrollo rural de la región andina del Perú Dirección General de Forestal y Fauna, Lima (Perú) Oficina de Programación Estadística, Lima, PE. p. 111-133.
- LOCK, U; BOLZON, G; ANZALDO, J; SULATO, A.** (2005). Química da Madeira Universidade Federal do Paraná setor de ciências agrárias departamento de engenharia e tecnologia florestal. Curitiba, BR. 86 p.
- MARTINEZ, M** (1985) El problema de la leña en las zonas secas de América central Turrialba, CR CATIE 3 p.
- MERIDA, DANCE, BARRENA.** (1990) Necesidad de leña en la Cuenca del río Tambillo Revista forestal del Peru 19 (2). 8 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA/ INRENA.** (2008) Anuario Perú forestal 2007 Lima, PE 91 p.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.** 2005. Balance Nacional de Energía. Lima, PE 197 p.
- OGARA, BERSET & GRUHUNT.** (1987). La biomasa forestal como fuente de energía sistemas y posibilidades departamento de energía. San Martin, PE. INTI 35 p.

- PETTERSEN, C.** (1984). The chemical composition of wood. Washington, US: American Chemical Society; p.57-126.
- RAMIREZ, L** (2008). Estudio sobre el uso de la madera como combustible en las comunidades de la cuenca del río Nanay – Loreto. 56 p.
- RISCO, R; LA TORRE, R; ARRIETA, N** (2007). Documento de línea base Bajo Urubamba. CEDIA Lima-Peru 26 p.
- RIVAS, D.** 2003. Evaluación de recursos forestales 2ª parte. Universidad Autónoma Chapingo .MX 26 p.
- RIVERA, M** 2007. Estudio de oferta demanda y uso optimizado de madera como combustible en 4 comunidades del río Gálvez y el río Yaquerana. Iquitos, PE CEDIA 45p.
- RUIZ, L.** 1994. Leña: ¿combustible barato? Prensa Unasina. 2(10): 24.
- SÁNCHEZ, M** 2009 Cambios en los Machiguenga del Alto Urubamba - Cusco. Estudio comparativo de la organización social en Koribeni y Matoriato Tesis (Lic. Antropología).Lima, PE: Universidad Nacional Federico Villareal. 381 p.
- SEMARNAT** 1996. NORMA Oficial Mexicana NOM-012-RECNAT-1996, Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico 5 p.
- TORRES, H.** 2005 Desarrollo de nuevas tecnologías para la cocción de alimentos. UNJBG, Tacna, PE. 6 p.
- TRUJILLO, M.** Estudio etnobotánico en el anexo de Kuelap departamento de Amazonas. Tesis (Ing. forestal). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 5 p.
- TYLER MILLER J.** (1994) Ecología y medio ambiente Grupo editorial Iberoamericano. MX. Pág. 292.
- UNIVERSIDAD DE CONCEPCION.** (2002).Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para gestión de calidad de aire en Temuco y Padre De Las Casas. Informe final 173 p.

**VELA, R** 2007. Estudio sobre el uso de madera como combustible (leña) en la cuenca del río Chambira. Iquitos, PE. CEDIA, 29 p.

**VIEWEG, F.** (1985) Carbón Vegetal: Usos y producción en pequeña escala. Aprovecho Institute. DE. 64 p.

**WEBSTER, A** (2001) Estadística Aplicada a los negocios y la economía McGraw Hill Colombia. 553 p.

**UNIVERSITY OF PUERTO RICO** at Mayagüez Department of Mathematical Sciences  
consultado en abril de 2009 disponible en  
<http://academic.uprm.edu/eacuna/miniman11sl.pdf>

# ANEXO 1

## MODELO DE ENCUESTA PARA CONSUMO DE LEÑA

Nombre: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_

No. De miembros en el hogar \_\_\_\_\_

### ACTIVIDADES FORESTALES

¿De qué zonas extraen leña? (comunal, personal).

¿Qué especies vegetales extraen? (especificar buenas y/o malas).

Tiempo de reabastecimiento de leña.

Tiempo de recolección.

Madera rolliza ..... madera rajada .....

Disponibilidad de leña > ( ); < ( ); = ( ).

Compra usted madera

### ASPECTOS TECNICOS

Tipo de fogón usado.

Fuente de energía utilizada. (Si se usa hidrocarburos, especificar el costo y su duración).

### OBSERVACIONES

Tipo de vivienda (cocina en la misma habitación, etc.) Tipo de cocina concha, mejorada, etc.

### ACTIVIDADES DEL POBLADOR

A \_\_\_\_\_ qué \_\_\_\_\_ actividades \_\_\_\_\_ se \_\_\_\_\_ dedica  
Agricultura..... Ganadería..... Profesión.....

### OTRAS OBSERVACIONES

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## ANEXO 02

### DETERMINACION DEL PODER CALORICO MEDIANTE USO DE BOMBA CALORIMETRICA

- Pesar aproximadamente 0,2 g de muestra liofilizada dentro de una bolsa de plástico, Anotar previamente el peso de la bolsa de plástico para hallar su contenido calórico ( $e^3$ ) en función cal/peso previamente establecida.
- Doblar la bolsa de plástico a manera de paquete y atar el alambre de combustión dejando los extremos de este libres.
- Colocar la capsula en el soporte situado en la cabeza de la bomba de oxígeno. Sujetar los extremos del alambre a cada electrodo de la cabeza de la bomba.
- Cerrar la bomba así como la válvula ubicada en la parte superior de la cabeza, llenar con oxígeno hasta una presión de 30 atmósferas.
- Paralelamente llenar el balde con  $2000 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$  de agua desionizada a  $25^\circ\text{C}$ .
- Colocar el balde dentro del calorímetro.
- Sumergir la bomba calorimétrica cargada con oxígeno y conteniendo la muestra, dentro del balde con agua.
- Colocar los 2 enchufes de ignición en la cabeza de la bomba de oxígeno.
- Cerrar la cubierta del calorímetro, bajar el termómetro indicador de la temperatura del balde.
- Colocar en posición Run el control de la temperatura de la chaqueta. Esperar de 4 a 5 minutos hasta que se equilibre la temperatura de la chaqueta con la temperatura del balde.
- Transcurrido este tiempo anotar la temperatura inicial del balde y luego “disparar” presionando el botón de ignición durante 5 segundos.
- Al elevarse la temperatura del balde cronometrar 10 minutos. Luego de los 10 minutos anotar la temperatura final del balde.
- Subir el soporte del termómetro del balde y abrir la cubierta del calorímetro. Retirar los dos enchufes de ignición.
- Colocar en “purge” el control de temperatura de la chaqueta.
- Sacar la bomba del balde. Abrir la válvula de la cabeza de la bomba para liberar lentamente el oxígeno residual.
- Lavar el interior de la bomba con agua destilada. Colectar los lavados en un beaker hasta completar 300 mL. Agregar 6 gotas de rojo de metilo 0,2% y titular con  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,0725N. Restar el gasto de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  el valor 0,1 correspondiente al blanco (agua destilada). Anotar el resultado como  $e_1$  (1 mL de solución = 1 cal).
- Remover los restos del alambre de combustión que no se quemaron. Medir la longitud total de estos usando la regla especial de 23 unidades. Por diferencia hallar la medida del alambre que se quemó y anotar como  $e_2$  (cada unidad corresponde a 1 cal).

Cálculos:

$$AT^{\circ} = T_{final} - T_{inicial} (*)$$

(\*) Ambas temperaturas deben de corregirse usando las tablas de error apropiadas para cada termómetro.

$e_1$  = Calorías por titulación.

$e_2$  = Calorías liberadas del alambre.

$e_3$  = Calorías de la bolsa de polietileno.

St = Promedio de Standard de ácido benzoico (\*\*)

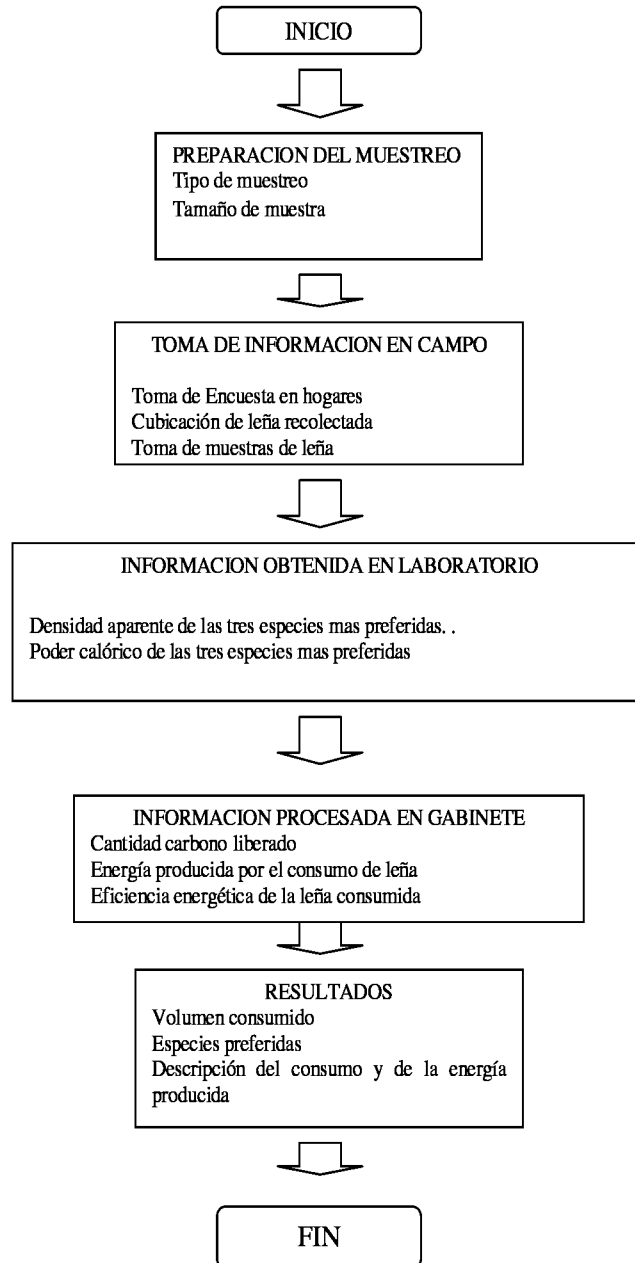
(\*\*) El factor se obtiene quemando una tableta de ácido benzoico ya sea obtenida de PARR o preparada en laboratorio, usando ácido benzoico reactivo

$$cal / g_{muestra} = \frac{(AT^{\circ} \times St) - (e_1 + e_2 + e_3)}{peso_{muestra} (g)}$$

$$St = \frac{(6.31g \times Peso_{AcidoBenzoico}) + e_1 + e_2 + e_3}{AT^{\circ}}$$

## ANEXO 03

### DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ETAPA DE CAMPO Y EXPERIMENTAL



## ANEXO 04

### ECUACIONES DE PRUEBA DE HIPOTESIS

Dicha prueba se gobierna por la siguiente relación:

$$Z = \frac{U - E(U)}{\sqrt{\text{Var}(U)}} \approx N(0,1);$$

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$E(U) = \frac{n_1 n_2}{2}$$

$$\text{Var}(U) = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

Donde:

$U$  = valor de Mann – Whitney.

$R_1$  = Suma de rangos de observaciones escogidas al azar de una de las muestras.

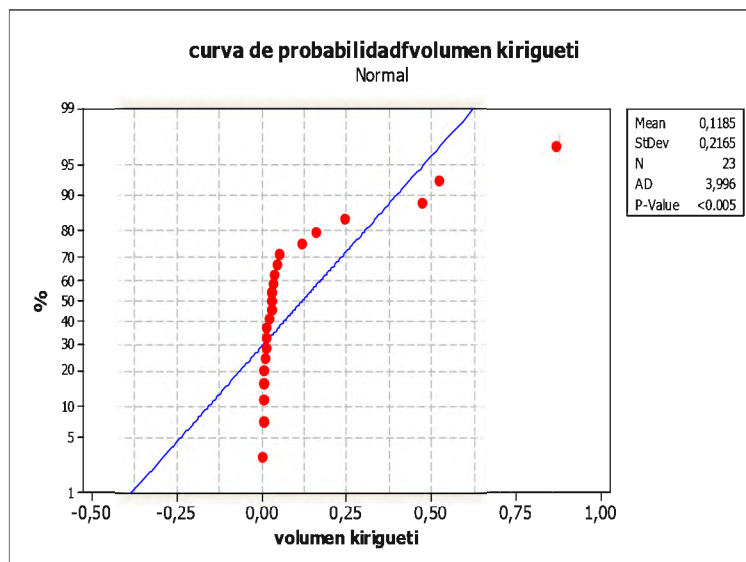
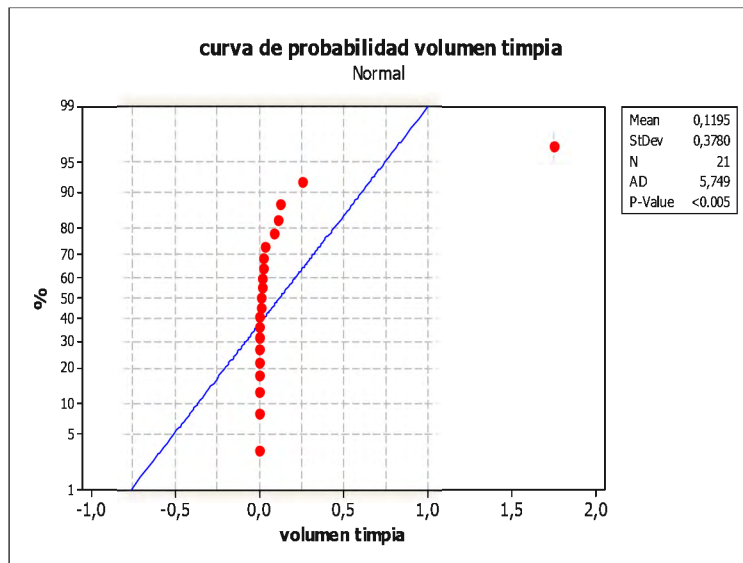
$E(U)$  = Estadístico

$\text{Var}(U)$  = Variancia del valor Mann – Whitney



## ANEXO 05

### PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS VOLUMENES DE LEÑA OBTENIDOS EN LAS COMUNIDADES NATIVAS TIMPIA Y KIRIGUETI



## ANEXO 06

### LISTADO DE ESPECIES FORESTALES PRESENTES EN LA ZONA DEL BAJO URUBAMBA

Nº	Nombre Machiguenga	Nombre Yine Yami	Nombre Ashaninka	Nombre Español	Nombre científico
1	Toniroqui	Kimchke	Toniroqui	Aguaje	Mauritia flexuosa
2	Paria	Yopo	Yoponiro	Aguano	Cedrelinga cateniformis
3	Tairi	Jachichu	Oncona	Amaziza	Erythrina ulei
4	Irivati	**	Irivati	Balsamo	Myroxylon balsamun
5	Coshiriti	Kalianalu	Sampera	Bolaina	Guazuma sp.
6	Kaimitoki	Kajnuto	Mayotoqui	Caimito	Pouteria caimito
7	Yopo	Yopo	Yopo	Caoba	Swietenia macrophylla
8	Vaporotsima	Kshimina	Meshea	Capirona	Calycophyllum spruceanum
9	Kamotsanto	Kanawga	Gamana	Catahua	Hura crepitans
10	Santari	Kanawa	Santari	Cedro	Cedrela odorata
11	Satariniro	Yopoji	Tsiretsiniroqui	Cedro masho	Cabralea canjerana
12	Incona	Yoklu	Oncona	Cetico	Cecropia polystachia
13	Kobeni	Kopru	Cove	Copaiba	Copaifera paupera
14	Irirapinosheto	Gopikanalu	Tsopanto	Cumala	Virola sp.
15	Cumaru	Potko	Jirivati	Estoraque	Myroxylon balsamun
16	Potogo	**	Poto	Higuerón	Ficus sp
17	Maemba	**	Tsirentsi	Huasai	Euterpe predatoria
18	Chovaroki	Wajruro	Chochavaroqui	Huayruro	Ormosia sp
19	Ana	Mso	Ana	Huito	Genipa american
20	Sandimatico	Tlokana	Santimatiqui	Ishpingo	Amburana cearensis
21	Saniripini	**	**	Lagarto cedro	Calophyllum brasiliense
22	Pasaro	Suny	Pasaro	Lupuna	Ceiba sp
23	**	**	Marometiqui	Manchinga	Brosimum alicastrum
24	Tsonguitiroqui	**	Tsoquitiroqui	Mashonaste	Clarisia racemosa
25	Inchoviki	Jixriji	Inchaquitso	Mohena	Aniba sp
26	Keta	**	Quetaqui	Nogal	Juglans sp
27	Pótogo	Jipalo	**	Ojé	Ficus sp
28	Intsipa	Tsopi	Intsipa	Pacae	Inga feloulli
29	Inchipa	Krapru	Intsipaniro	Pacae shim	Inga sp.
30	Kitoneroqui	Koxipi	Saori	Pashaco	Schizolobium amazonicum
31	Kuri	Kiry	Quiri	Pijuayo	Bactris gasipaes
32	Kamona	Chirety	Gamona	Pona	Hiriarteia sp
33	Coshantipini	Serja	Moca	Quillabardón	Aspidosperma parvifolium
34	Sankorimetiki	**	**	Quina	Cinchona sp

35	Tsegorikashia	**	Mayotoqui	Quinilla	Manilkara bidentata
36	Seguiriqui	Gomgaganaji	Seiriqui	Requia	Guarea sp.
37	Kosamati	Gingamunaji	Irariqui	Sangre de grado	Croton lechleri
38	Panashinteki	Getlo	Panashinte	Sapote	Matisia cordata
39	Sheboki	Nala	Shebón	Cebón	Attalea butyracea
40	Manataroki	Konreji	Panataroqui	Shica shica	Aiphanes deltoidea
41	Comagui	Kopnu	Shihuahua	Shihuahuaco	Dipterix micrantha
42	Shongo	**	Comaro	Tahuari	Tabebuia serratifolia
43	Paroto	Mapalo	Paroto	Topa	Ochroma pyramidale
44	Paria	Sermunalu	Shinita	Tornillo	Cedrelinga cateniformis
45	Tsega	Shilchikli	Shaqui	Ungurahui	Oenocarpus batahua
46	Tsamento	Mishitosewata	Tsamentotsa	Uña de gato	Uncaria tomentosa
47	Kompiro	Kochiklo	Compirashi	Yarina	Attalea tessmanii

## *ANEXO 07*

### **DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO**







unidad	madera apilada			sin apilar		fuente de abastecimiento		fuente energética		reabastecimiento (días)	Interesado en reforestar		Disponibilidad de leña			volumen totales		suma de volúmenes (m3)	volumen diario estimado (m3)
	largo	ancho	altura	largo	diámetro	rio	chacra / monte	aserradero	Leña		gas	si	no	mayor	menor	igual	Apilado		
Juan santos				108	40	x	x		x		7	x			x			0,1357	0,266
				165	28													0,1016	
				33	22													0,0125	
				139	12													0,0157	
comedor	308	205	88	64	63	x	x		x		15	x			x		3,8894	0,712	
				12	13													0,0016	
				70	62													0,2113	
				19	14													0,0029	
				125	71													0,4949	
				21	9													0,0013	
Soledad Fernal	80	90	35			x			x		2	x			x		0,1764	0,0882	
Delia Tentello	80	26	14			x	x				2						0,0204	0,0102	
Fernando Vitori	90	46	44			x	x		x		1	x			x		0,1275	0,1275	
	220	162	70								1						1,7464	1,7464	
Mariene	43	60	33			x	x		x	x	2						0,0596	0,0298	
Amelia primero	19	1,35	20					x			1	x			x		0,0004	0,0004	
teresa Pérez	105	90	50					x		x	3						0,3308	0,1103	
Rosa Itaki	60	38	20					x		x	1	x			x		0,0319	0,0319	
dolores	220	40	40					x		x	14	x			x		0,2464	0,0176	
Zulema Gushi Tinki	90	19	20			x					1		x			x	0,0239	0,0239	
Zoila	150	27	35					x		x	14	x			x		0,0992	0,0071	



