

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
SEDE JAÉN



“LA DENDROENERGÍA EN LA AMAZONÍA
PERUANA”

TRABAJO MONOGRÁFICO

PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD “D”
EXAMEN DE HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE
CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER :

JUAN CARLOS SUÁREZ CORREA

JAÉN - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
SEDE JAÉN



**“LA DENDROENERGÍA EN LA AMAZONÍA
PERUANA”**

TRABAJO MONOGRÁFICO

**PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD “D”
EXAMEN DE HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE
CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JUAN CARLOS SUÁREZ CORREA

**JAÉN – PERÚ
2014**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
SECCIÓN JAÉN



"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de Febrero de 1,962
Bolívar N° 1342 – Plaza de Armas – Telfs. 431907 - 431080
JAÉN – PERÚ

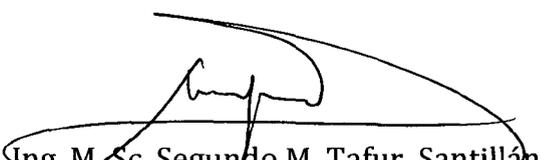
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA

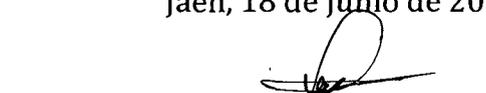
En la ciudad de Jaén, a los veinticinco días del mes de Junio del año dos mil catorce, se reunieron en el Ambiente del Auditorio Auxiliar de la Universidad Nacional de Cajamarca-Sede Jaén, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 052-2014-FCA-UNC, de fecha 16 de Abril del 2014, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo monográfico titulado: **"DENDROENERGIA EN LA AMAZONIA PERUANA"**, del Bachiller en Ciencias Forestales don **JUAN CARLOS SUÁREZ CORREA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las dieciocho horas y seis minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto, invitando al sustentante a exponer su trabajo monográfico y luego de concluida la exposición, se procedió a la formulación de las preguntas. Concluido el acto de sustentación el jurado procedió a deliberar para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **CATORCE (14)**; por lo tanto, el graduando queda expedito para que inicie los trámites para que se le expida el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las veinte horas y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 18 de Junio de 2014


Ing. M. Sc. Segundo M. Tafur Santillán
PRESIDENTE


Ing. M.Sc. Germán Pérez Hurtado
SECRETARIO


Ing. Sigilberto Pastor Ordinola
VOCAL


Ing. Leiver Flores Flores
ASESOR

DEDICATORIA

Gratitud eterna

A dios y a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona, A mis padres y hermano por su confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir con mis objetivos como persona y estudiante, A mi padre Marcial por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre María por hacer de mí una mejor persona atreves de sus consejos y enseñanzas. A mi hermano Alexander por estar siempre presente brindándome su aliento.

Juan Carlos

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, que contribuyeron en mi formación y que aún continúan impartiendo sus enseñanzas.

Al Ing. Leiver Flores Flores, por asesorar el presente trabajo monográfico y a todas aquellas personas que contribuyeron a la elaboración de la presente monografía.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA DENDROENERGÍA	8
1.1. Denominación de la dendroenergía	8
1.2. Tipos de dendroenergía	9
1.3. Importancia de la dendroenergía	14
1.4. Fuentes de combustibles leñosos	15
1.5. Especies de alto potencial calorífico para leña	16
1.6. Conversión de biomasa en combustible líquido	18
1.7. Plantaciones energéticas	19
1.8. Matriz energética nacional	21
CAPÍTULO II: LA DENDROENERGÍA EN LA AMAZONÍA PERUANA	23
2.1. Especies forestales con fines energéticos en la Amazonía Peruana	23
2.2. Producción de carbón en la Amazonía Peruana	24
2.3. Consumo de leña y carbón en la Amazonía Peruana	26
2.4. Consumo de leña en comunidades de la Amazonía Peruana	27
2.5. La dendroenergía en el desarrollo rural sostenible	29
CAPÍTULO III: ESTADO ACTUAL DE LA DENDROENERGÍA EN LA AMAZONÍA PERUANA	32
3.1. Tendencias de reemplazo por otras modalidades energéticas	32
3.2. Dendroenergía y el cambio climático	33
3.3. Impactos ambientales del uso de la dendroenergía y desarrollo de opciones de uso de residuos de madera/biomasa en Ucayali	35
3.4. Situación actual de la dendroenergía en la Amazonía Peruana	39
3.5. Nuevas opciones de dendroenergía derivadas de la celulosa	44
CONCLUSIONES Y APORTES	46
BIBLIOGRAFÍA CITADA	48

RESUMEN

La energía obtenida a partir de biomasa leñosa o también llamada dendroenergía, toma cada vez más fuerza como otra de las alternativas ante la actual crisis energética y ambiental asociada al uso desmesurado de los combustibles fósiles. Sin embargo aún existen una serie de prejuicios, vacíos de información e inconsistencias frente al tema de la dendroenergía que amerita un adecuado tratamiento y divulgación. Para este fin es necesario considerar la dendroenergía bajo un enfoque sistémico, es decir, teniendo en cuenta cada uno de sus componentes como partes interdependientes que manejados en conjunto conformarían los llamados sistemas dendroenergéticos. Estos integran aspectos como la producción, aprovechamiento y transporte de biomasa; su respectiva conversión a formas útiles de energía y utilización en aplicaciones específicas. El desarrollo futuro de la dendroenergía dependerá en gran medida de la efectividad de las políticas y de la coherencia con que se apliquen. En la producción de dendroenergía, jugarán un papel esencial diversos factores vinculados con el cambio climático, la eficiencia energética y la localización de los suministros; intervendrán además una serie de cuestiones ecológicas, económicas y sociales.

Palabras Clave: La dendroenergía, amazonía peruana.

ABSTRAC

The obtained from woody biomass energy, also called wood energy, making increasingly hard as another alternative to the current energy and environmental crisis associated with the excessive use of fossil fuels. However there are still a number of prejudices, information gaps and inconsistencies on the issue of wood energy that deserves adequate treatment and disclosure. To this end it is necessary to consider the wood energy under a systemic approach, ie considering each of its components as interdependent parts that together would form handled called wood energy systems. These integrate aspects such as production, harvesting and transporting biomass; their respective conversion to useful forms of energy use in specific applications. The future development of wood energy will depend largely on the effectiveness of policies and consistency with which they apply. In the production of wood energy will play an essential role various factors linked to climate change, energy efficiency and supply location; addition, an array of ecological, economic and social issues.

Keywords: Wood energy, Peruvian Amazon.

INTRODUCCIÓN

Dadas sus características de bajo costo y fácil acceso, los combustibles sólidos suelen ser utilizados por los sectores más pobres de la población (PNUD 2004). En las áreas rurales del país, la leña o biomasa son las principales fuentes de energía que utilizan las familias campesinas para cocinar diariamente sus alimentos, para calentarse y abrigarse del frío (Muñoz 2008). En el país una gran parte de las poblaciones rurales usa la leña como insumo energético para los hogares, y se estima que por año se utilizan unos 8 millones de m³ de este recurso (Grupo de trabajo multisectorial 2008).

El uso de la dendroenergía puede ayudar a la reducción de la pobreza pero al mismo tiempo puede contribuir a la deforestación o degradación de los bosques si no existe una gestión sostenible de estos sobre todo en la Amazonía peruana, que se ve afectada la parte del cordón verde de la zona ecuatorial, que incluye a varios países.

A medida que transcurre el tiempo, este importante recurso – la leña- es cada vez más escasa en muchas áreas del territorio nacional, por tanto, las familias van encontrando serias dificultades para abastecerse de leña, motivo por el que muchas veces tienen que desplazarse a grandes distancias, dedicando buena parte de su tiempo a la recolección, restando oportunidad para dedicarse a otras actividades (Muñoz 2008). Las comunidades amazónicas, aunque en proporciones mucho menores, también empiezan a sentir la escasez de la leña producto de la gran intervención humana a los alrededores de los centros poblados; por ello es muy común ver que tanto hombres y mujeres que vienen de trabajar de sus chacras retornen con cargas de leña.

Para el desarrollo de la presente monografía se tuvo en cuenta el siguiente objetivo:

- Hacer una revisión sobre la Dendroenergía en la Amazonía Peruana.

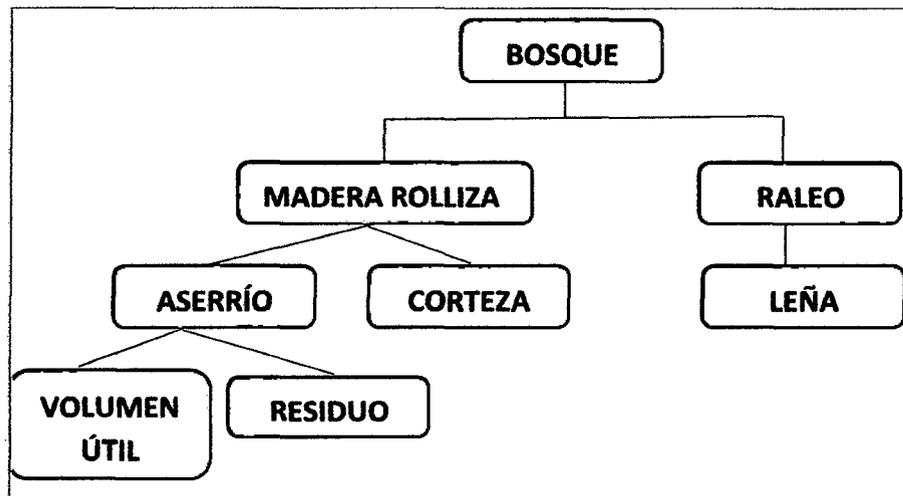
CAPÍTULO I:

GENERALIDADES DE LA DENDROENERGÍA

1.1. Denominación de la dendroenergía

La dendroenergía refiere a los combustibles procedentes de la madera (derivados de los árboles y arbustos que crecen en tierras forestales y no forestales, incluidas los predios) por lo que se considera el principal biocombustible. El término dendroenergía abarca la leña y el carbón vegetal derivados de las actividades silviculturales como el aclareo, la poda y la extracción (puntas, raíces y ramas); los productos industriales de las industrias forestales primarias y secundarias; y la madera recuperada como el material de construcción y las paletas de contrachapado que se utilizan como combustible. Comprende asimismo, los combustibles derivados de las plantaciones para producir dendroenergía (FAO 2008).

Figura 1. Presenta una clasificación de los combustibles de madera



Fuente: FAO, 2008

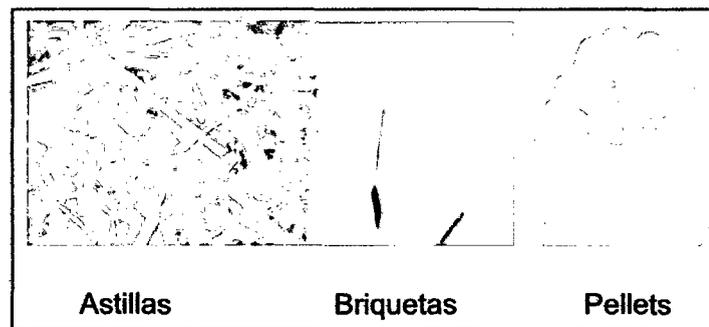
A los combustibles de madera también se les denomina dendrocombustibles que agrupan a la leña, el carbón vegetal (El carbón vegetal refiere al residuo sólido derivado de la carbonización, la destilación, la pirolisis y la torrefacción de combustibles forestales y el licor negro), este último procedente de los productos secundarios de la industria de la pasta y el papel (FAO 2008).

La bioenergía se refiere a la energía derivada de los biocombustibles por lo que va más allá de la madera.

1.2. Tipos de dendroenergía

Existen diferentes tipos de dendroenergía como astillas, briquetas y pellets, las briquetas tienen densidades de entre $800-1.300\text{kg/m}^3$, la longitud es de 5-30 cm, el diámetro es de 5-13 cm; para los pellets la densidad es de $1.00-1.200\text{ kg/m}^3$, la longitud es de 10-30 mm, el diámetro es de 6-12 mm.

Figura 1. Tipos de dendroenergía



❖ Leña:

Es una de las fuentes de energía, básicamente calorífica, usada con mayor antigüedad a nivel mundial, y actualmente persiste en países en vías de desarrollo. En esencia, es la madera bruta seca en trozos normalmente medianos a pequeños, derivados de manera casi directa de los bosques.

Generalmente se usa en sistemas de cocción, calefacción, e incluso a partir de este se puede derivar, por ejemplo a carbón vegetal sin necesidad de realizar transformaciones físico-químicas importantes o de alto costo.

Si analizamos cifras y usos en distintos países, vemos que de las fuentes de energía provista de la biomasa, la leña como combustible es la más producida y la más consumida en la historia.

Es así como la leña ha calado grandes rangos en términos de uso de energía renovable a partir de la madera proveniente de plantaciones forestales, y con mucha mayor razón si estas regiones contemplan en su interior vastas áreas destinadas a actividad forestal, por ello vemos que Argentina, Colombia, Chile Uruguay (entre los más representativos de Latinoamérica), están haciendo un aprovechamiento sostenible y responsable.

Figura 2. Uso de leña en diferentes tipos de hornos



Fuente: www.google.com.pe (revisado 25-06-2014)

❖ Carbón vegetal

Es un material combustible sólido, frágil y poroso con un alto contenido en carbono (del orden del 80 %). Se produce por combustión incompleta de madera y otros residuos vegetales, hasta temperaturas que oscilan entre 400 °C y 700 °C en ausencia de aire.

Se usa como combustible, no solo de uso doméstico sino también industrial.

El poder calorífico del carbón vegetal oscila entre 29 000 y 35 000 kJ/kg, y es muy superior al de la madera que oscila entre 12 000 y 21 000 kJ/kg.

❖ **Licor negro**

Está compuesto principalmente de agua, materia orgánica proveniente de la degradación de la holocelulosa, lignina solubilizada, extraíbles y materiales inorgánicos provenientes de los reactivos químicos utilizados en el proceso de cocción (NaOH y Na₂S).

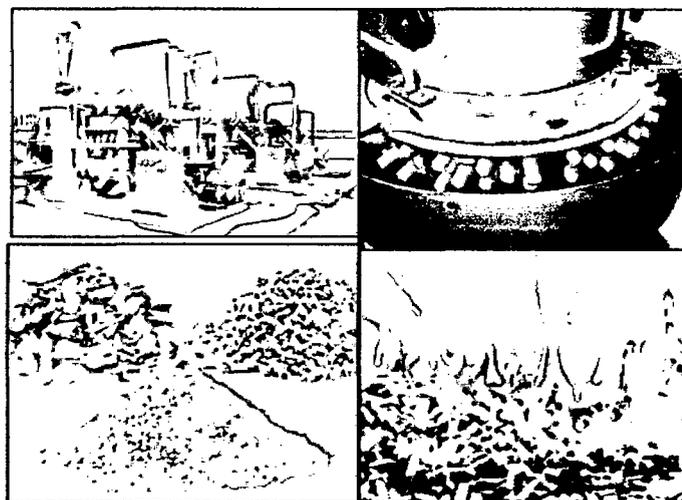
Este licor negro es sometido a distintos procesos para recuperar de él los reactivos químicos que participaron en la cocción y generar energía para el funcionamiento de las plantas.

❖ **Pellets**

Los pellets son cilindros de madera producidos mediante el prensado de serrines tras un proceso de molienda y secado. El prensado se realiza simplemente mediante presión, sin añadir ningún tipo de aditivos. Normalmente su distribución se realiza por kilogramos.

Su almacenamiento se realiza, principalmente en silos flexibles (de lonas hidrófugas e ignífugas) o en silos de obra (usando hormigones hidrófugos y paneleando las paredes en madera para la creación de cámaras de aire que ventilen el local).

Figura 3. Proceso de producción de los pellets



Fuente: www.google.com.pe (revisado 25-06-2014)

Su poder calorífico puede llegar a 17,3 MJ/kg, lo que significa un 17,3 Mega Joulios por unidad másica de pellets. Son más económicos que el gas o combustibles fósiles. Presenta baja humedad (aproximadamente por debajo del 10 %, lo que lo hace más eficiente pues el agua no generará menos obtención de energía).

Menos cantidad de ceniza generada.

Disponible para uso doméstico o uso mayor.

❖ Astillas

Las astillas de madera son un combustible local, no sujeto a crisis y respetuoso con el medio ambiente. Para la generación de astillas de madera no es preciso talar ningún árbol. Cada año crece más madera de la que es utilizada y para astillas de madera se pueden utilizar todos los tipos de restos de madera que ofrece la naturaleza, como por ejemplo, restos de madera procedentes de tormentas, corteza, ramas e incluso residuos de fábricas de muebles.

Figura 4. Diferentes usos de las astillas de madera



Fuente: www.google.com.pe (revisado 25-06-2014)

La producción y gestión de las astillas de madera la llevan a cabo principalmente agricultores locales que se encargan de dejar secar la

madera durante unos cuantos meses y astillarla en trozos de unos 3 cm de longitud. Un cuidadoso tratamiento y secado facilitan una óptima capacidad de almacenamiento y una combustión libre de problemas y con una mínima generación de ceniza, así como bajas emisiones. Dadas las características de la astilla, se trata de un combustible apto no sólo para instalaciones pequeñas sino sobre todo para instalaciones de mayor potencia (aunque puede ser usada perfectamente en calderas de menor potencia siempre y cuando esté preparada para este combustible).

Por lo general, las astillas se producen en la región donde se consumen, ya que su densidad energética es inferior a la de los pellets: se trata de madera astillada y no prensada, como es el caso de los pellets. Por tanto, el transporte de las astillas será más costoso. Para el usuario es importante saber, que necesitará un espacio de almacenamiento mayor que el de los pellets.

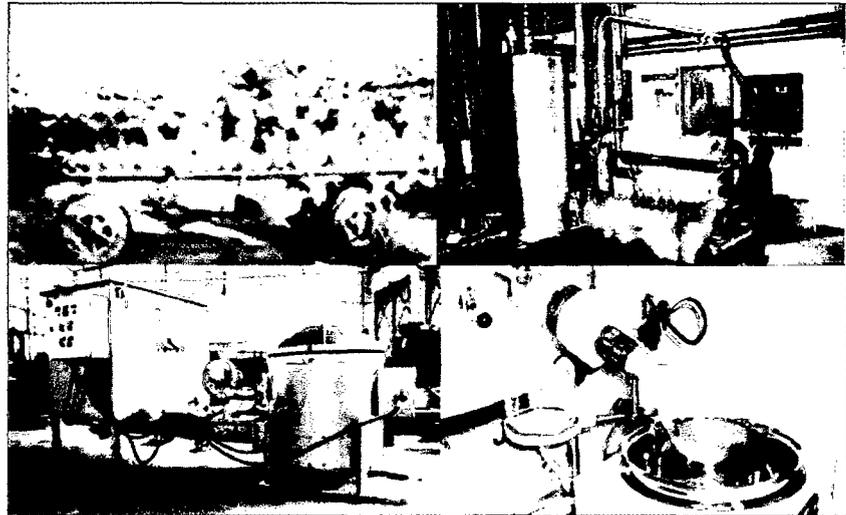
Las calderas de astillas son totalmente automatizadas y no tienen límite de tamaño, pudiendo alcanzar potencias de incluso varios MW térmicos. El rendimiento y el confort son los mismos que los de las calderas de gas, gasóleo o pellets. Por sus características de automatización y ahorro de actividad, los sistemas de astillas están especialmente indicados para la calefacción en edificios de tamaño medio o grande, como hoteles, escuelas, comunidades, hospitales y centros comerciales.

❖ **Gases Pirolíticos**

Son los gases producidos a través del proceso denominado Pirólisis, el cual es el proceso de calentamiento de materiales orgánicos en ausencia de aire. Por lo general se utiliza el término pirólisis cuando dicho proceso se enfoca a la obtención de los gases y aceites que se producen algunos aceites esenciales; unidos todo ello a una pequeña degradación de la madera. Hasta los 270 °C hay un abundante desprendimiento de gases (CO₂ y CO principalmente) y de líquidos acuosos. En la última etapa hasta alcanzar la temperatura final en torno a los 600 °C, donde se produce la pirólisis o carbonización, propiamente

dichas, el desprendimiento de sustancias volátiles es máximo. El residuo sólido resultante es el carbón vegetal. El rendimiento en carbón del proceso puede variar dentro de límites muy amplios dependiendo del tipo de madera, de su contenido en agua y de las condiciones en que se haya operado en la carbonización (tiempo de calentamiento y temperatura alcanzada).

Figura 5. Infraestructura en el proceso de gases pirolítico de madera



Fuente: www.google.com.pe (revisado 25-06-2014)

Es deseable que el contenido en humedad de la madera sea lo más bajo posible y, en cualquier caso, no superior al 15- 20 %. Dado que la madera fresca recién cortada contiene un 40 – 60 % de agua se aconseja una desecación previa de la misma bien al aire, o por cualquier otro procedimiento. Si se parte de madera seca puede obtenerse un rendimiento entre el 25 % y 33 % de carbón vegetal.

1.3. Importancia de la Dendroenergía

La madera es considerada la primera fuente de energía de la humanidad. Actualmente, sigue siendo la fuente de energía renovable más importante que, por sí sola, proporciona más del 9 % del suministro total de energía primaria a nivel mundial. La dendroenergía es tan importante como todas las

otras fuentes de energía renovable juntas (hidroeléctrica, geotérmica, residuos, biogás, solar y biocombustibles líquidos).

Más de 2000 millones de personas dependen de la dendroenergía para cocinar y/o calentarse, especialmente en los hogares de los países en desarrollo. Esta representa la única fuente de energía asequible y disponible a nivel nacional. El empleo de combustibles de madera por los hogares privados para la cocción de alimentos y la calefacción es responsable de un tercio del consumo mundial de energía renovable, lo que hace de la madera la energía más descentralizada del mundo.

Los combustibles de madera son un producto forestal muy importante. La producción mundial de leña excede la producción de madera en rollo industrial por lo que se refiere al volumen. A menudo, la producción de leña y carbón vegetal es el uso predominante de la biomasa leñosa en los países en desarrollo y las economías en transición.

Actualmente, debido a las preocupaciones relativas al cambio climático y la seguridad energética, la dendroenergía ha entrado en una nueva fase de gran importancia y visibilidad. La dendroenergía es considerada una fuente de energía renovable sin efectos sobre el clima y viable desde el punto de vista social, pero solo cuando se cumplen las siguientes condiciones: madera procedente de recursos sometidos a una gestión sostenible (bosques, árboles fuera de los bosques, etc.); parámetros adecuados de combustible (contenido de agua, valor calorífico, forma, etc.); incineración o gasificación eficiente para minimizar las emisiones interiores y exteriores; Uso en cascada de las fibras de madera, que favorezca el empleo, la reutilización y el reciclado de las fibras de madera antes de su utilización para generar energía.

1.4. Fuentes de combustibles leñosos

OIMT (2005), en relación con la energía fósil, la dendroenergía que se produce gracias a una tecnología eficiente ya es competitiva en muchos países. La dendroenergía proporciona los más altos niveles energéticos y tiene la mayor eficiencia de carbono del conjunto de las materias primas

boenergéticas, en particular cuando se usa para generar calor y electricidad. Además de ser interesante desde un punto de vista económico, la dendroenergía representa una opción estratégica para una mayor seguridad energética, en especial para los países que tienen grandes superficies forestales y que dependen de las importaciones de energía.

La dendroenergía puede producirse a partir de diversos sistemas de producción en uso. Los residuos madereros, dada su disponibilidad y valor relativamente bajo y la cercanía de los lugares de producción de los en que se realizan las operaciones forestales, ofrecen las mejores oportunidades inmediatas para la generación de energía.

Las plantaciones establecidas con el propósito exclusivo de producir energía se están difundiendo en algunos países, y es probable que, según la demanda del mercado de las plantaciones de usos finales múltiples se extraigan trozas para la obtención de energía así como para otros propósitos. Otras fuentes potenciales de dendroenergía son las áreas forestales sobreexplotadas y algunas especies para las que en la actualidad no hay mercados.

1.5. Especies de alto potencial calorífico para leña

Uceda (2009), hizo la determinación del poder calorífico de 20 especies forestales de la amazonia peruana.

El poder calorífico y densidad de la madera, en el cuadro 2, se muestra la densidad de las especies estudiadas, así como el p.c.s. expresado en Calorías por peso y en calorías por volumen de madera, este último se ha obtenido multiplicando la densidad de las muestras por su correspondiente p.c. expresado en calorías por peso.

El coeficiente de correlación entre el p.c.s. expresado en cal/g. y la densidad de la madera, corresponde a un valor de 0.03 y el coeficiente de correlación entre el p.c. expresado en cal/cm³ y la densidad es de 0.99.

Cuadro 2. Relación de especies estudiadas

	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Licania elata</i> Pilger	Apacharama
2	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi
3	<i>Himatanthus sucubu</i> (SPrucc). Woodson	Bellaco caspi
4	<i>Guatteria modesta</i> Diels	Carahuasca
5	<i>Virola elongata</i> (Benthj Warb.	Caupuri
6	<i>Protium llewelni</i> Macbr.	Copal
7	<i>Virola rufula</i> Warb.	Cumala blanca
8	<i>Perebea chimicua</i> Macbr.	Chimicua
9	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana
10	<i>Endlicheria williamssi</i> O.C. Schmidt	Isma moena
11	<i>Macoubea guianensis</i> Aublet	Jarabe huayo
12	<i>Escheweilera iquitoensi</i> Kunth	Machirango colorado
13	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá
14	<i>Vochysia lomatophylla</i> Stand	Guillo sisa
15	<i>Trichillia sexanthera</i> C. D. C.	Requia blanca
16	<i>Huberodendron swietenoides</i> (Gleason) Ducke	Sacha caoba
17	<i>Coussapoa villosa</i> Poepp. Y Endi.	Sacha uvilla
18	<i>Cecropia leucocoma</i> (Miq.) Mart.	Shiari
19	<i>Micranda spruceana</i> (Baill) R.E. Ichult.	Shiringa masha
20	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Tornillo

Fuente: Uceda (2009)

De acuerdo a las correlaciones simples aplicadas con los valores de los componentes químicos de la madera y sus p.c.s. se determinó los siguientes coeficientes de correlación:

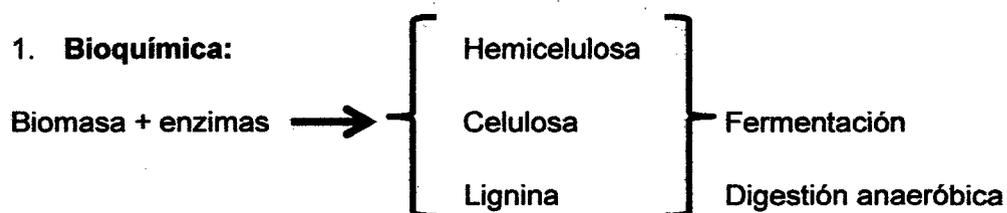
- * Poder calorífico y extractivos en alcohol.
- * Poder calorífico y extractivos en alcohol benceno: 0.30.
- * Poder calorífico y extractivos en agua caliente: -0.26.
- * Poder calorífico y lignina: 0.47.
- * Poder calorífico y carbohidratos totales: -0.57.

Cuadro 3. Poder calorífico superior expresado en calorías por peso y volumen

Muestra N°	Especies	Densidad	p.c.s. cal/g.	p.c.s. cal/cm ³
1	Apacharama	0,81	4670	3783
2	Azufre caspi	0,74	4770	3530
3	Bellaco caspi	0,63	4700	2961
4	Carahuasca	0,48	4780	2294
5	Caupurí	0,45	4768	2146
6	Copal	0,61	4721	2880
7	Cumala blanca	0,50	4735	2368
8	Chimicua	0,72	4810	3463
9	Huamansamana	0,35	4730	1656
10	Isma moena	0,63	4798	3023
11	Jarabe huayo	0,48	5677	2245
12	Machimango colorado	0,89	4745	4223
13	Marupá	0,43	4883	2100
14	Guillo sisa	0,36	4690	1688
15	Requia blanca	0,78	4885	3810
16	Sacha caoba	0,70	4763	3334
17	Sacha uvilla	0,40	4754	1902
18	Shiari	0,30	4719	1416
19	Shiringa masha	0,67	4621	3096
20	Tornillo	0,37	4789	1775

Fuente: Uceda (2009)

1.6. Conversión de biomasa en combustible líquido



2. Termoquímica:

Se somete la biomasa a altas temperaturas en escasez o ausencia de oxígeno. Se utiliza para producir carbón vegetal y combustibles líquidos.

- a. Pirolisis: Se somete la biomasa a altas temperaturas en escasez o ausencia de oxígeno. Se utiliza para producir carbón vegetal y combustibles líquidos:

T°: 247-450 °C

Biomasa + calor \longrightarrow Aceite pirolítico

- b. Gasificación: Se somete a la biomasa a muy altas temperaturas en presencia de cantidades limitadas de oxígeno. Según se utilice aire u oxígeno puro, se obtienen gasógeno o gas pobre, que puede utilizarse para obtener electricidad y vapor, o se obtiene gas de síntesis.

T°: 800-1500° C

Biomasa + calor + O₂ \longrightarrow CO + H \longrightarrow Gas sintético

Fuente: LA UWET, 2001.

1.7. Plantaciones energéticas

Los cultivos energéticos no constituyen una novedad. Las plantaciones forestales dedicadas a la producción de madera para obtención de energía ya existen desde hace algún tiempo en muchos países (NAS 1980), pero en su mayor parte son pequeñas, hacen uso de una tecnología deficiente y su propósito es generalmente el suministro de leña para consumo local.

Entre las diversas especies arbóreas de crecimiento rápido idóneas para las plantaciones energéticas en zonas templadas cabe citar *Acacia mangium*, *Gmelina arborea* y varias especies de *Eucalyptus*, *Salix* y *Populus* (Perley, 2008). Las tasas de crecimiento de estos árboles son muy variables y dependen de la ordenación, la especie y la ubicación. En los países tropicales, las tasas de crecimiento dependen mucho de la disponibilidad de agua (Lugo, Brown y Chapman, 1988). Otro factor determinante es la fertilidad del suelo. Los cultivos forestales de rotación corta requieren un mejor estado de nutrición respecto a un nutriente determinado que otros bosques que ocupan tierras menos necesarias para la agricultura.

El Brasil es uno de los pocos países en que se ha investigado durante décadas la producción en gran escala de energía derivada de la madera, habiéndose realizado inversiones cuantiosas en plantaciones forestales, mayormente de *Eucalyptus* spp., de crecimiento rápido, dedicadas a la producción de madera para obtención de carbón industrial destinado a la industria del acero. También se han establecido plantaciones forestales que producen biomasa de combustión y para generación de calor y electricidad, que se utilizan en la industria alimentaria, de las bebidas y otras. Unas políticas coherentes y claramente formuladas, un cuerpo reglamentario y unas orientaciones sobre mejores prácticas pueden ayudar a equilibrar las opciones culturales, económicas y ambientales que originan las crecientes inversiones en el sector de las plantaciones forestales (FAO, 2007). Para producir biomasa a costos que permitan generar energía a precios competitivos, es fundamental que la productividad de las plantaciones sea elevada, que las cosechas sean eficientes y que la logística sea de calidad.

Como fuentes de bioenergía, los árboles presentan ventajas respecto de muchos cultivos agrícolas que por lo general deben ser cosechados todos los años; y con la cosecha de tales cultivos se acentúan los riesgos de sobresuministro y volatilidad de los mercados (Perley, 2008). La cosecha de árboles y otros cultivos perennes se puede adelantar o atrasar conforme a las fluctuaciones de los precios. Los productos tienen diversos usos finales tales como la producción de energía, la fabricación de pulpa o paneles e incluso trozas para aserrío. Los países que contemplan establecer plantaciones energéticas deberían primeramente crear las condiciones que favorecen una producción eficiente de bioenergía derivada de plantaciones, por ejemplo el desarrollo de material genético apropiado para las condiciones locales imperantes y el uso una tecnología moderna para la silvicultura, la ordenación de plantaciones, la cosecha, el transporte y la conversión de energía.

Para que las plantaciones de dendroenergía se conviertan en un negocio atractivo, algunos países en desarrollo necesitarían invertir durante algunos años en investigaciones tecnológicas y desarrollo. Si bien es posible mitigar los riesgos al utilizar especies idóneas y material genético de elevada

calidad, los países y los inversionistas deben ser conscientes de que sus inversiones son a largo plazo e inciertas, y que uno de sus principales riesgos, que está más allá del control de los países e inversionistas, son las fluctuaciones de los precios de la energía y la madera en el tiempo.

Las variaciones en los precios de la energía pueden determinar que las plantaciones dendroenergéticas no sean operaciones viables y que, por consiguiente, carezcan de valor de mercado. Este riesgo es menor para los países en los que la industria forestal está desarrollada y que pueden adaptar la biomasa a otros usos. Por ejemplo, las industrias de la pasta y de tableros de madera reconstituida utilizan las mismas materias primas, y gracias a ello se consigue reducir los riesgos de las inversiones en cultivos energéticos. Conviene que los inversionistas sepan si la plantación de bosques y la ordenación destinada a la obtención de biomasa son compatibles con las industrias forestales que ya operan en los países en desarrollo, y en especial en los países menos desarrollados.

1.8. Matriz energética nacional

En el país las fuentes generadoras de energía renovable son la leña, bosta y yareta (La yareta, es *Azorella compacta*, una especie fanerógama de la familia Apiaceae que prospera en la puna de Los Andes), bagazo (de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) después de extraído el jugo), energía solar, carbón vegetal, energía hidráulica y energía eólica. El cuadro 2 muestra la producción de energía primaria en el Perú clasificada como comercial y no comercial.

La leña y la bosta son de uso tradicional en el Perú. Se trata de un uso principalmente doméstico, no comercial (autoconsumo), existiendo un mercado para leña en las ciudades intermedias y pequeñas principalmente. En la actualidad la leña constituye el 20 % de energía primaria consumida en el país. El 77,4 % de la población rural del Perú cocina con leña y el 14,5 % con estiércol o bosta. Aproximadamente 3 300 000 hogares entre el ámbito urbano y rural dependen de ella (MINAG, 2009).

En el cuadro 4, muestra la estructura de la producción de energía primaria para el año 2006. La creciente participación de la hidroenergía y el gas natural en la estructura energética nacional inciden en la disminución del consumo nacional de leña.

Cuadro 4. Producción de energía primaria (TJ)

Fuente	Reservas Probadas (TJ)		Variación (%)
	2005	2006	
Energía comercial			
♣ Petróleo crudo	159 479	163 958	2,8
♣ Hidroenergía	80 567	88 131	9,0
♣ Gas natural + LGN (*)	60 356	80 567	40,9
♣ Carbón mineral	130 663	145 489	11,3
Subtotal	372 248	400 715	7,6
Energía no comercial			
♣ Leña	77 227	80 132	3,8
♣ Bagazo	11 929	13 958	17,0
♣ Bosta y yareta	10 368	10 243	-1,2
♣ Energía solar (**)	2 323	2 337	0,6
Subtotal	101 848	106 671	4,7
Total	474 096	507 386	100

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2007.

TJ = Terajoule

(*) Producción fiscalizada

(**) Estimado

CAPÍTULO II:

LA DENDROENERGÍA EN LA AMAZONÍA PERUANA

2.1. Especies forestales con fines energéticos en la Amazonía Peruana

En sentido genérico cualquier especie arbórea o arbustiva puede usarse para leña aunque existen preferencias por ciertas especies. Se estima que en el Perú unas 132 especies son las más usadas para leña y carbón. Las especies del género Inga son altamente apreciadas para leña. Para la producción de carbón vegetal hay preferencia de uso de especies de alta densidad por concentrar mayor energía calórica. Algunas de las especies más comunes usadas con fines energéticos son mostradas en el cuadro 5:

Cuadro 5. Especies más comunes usadas con fines energéticos en la Amazonía peruana

Nombre común	Nombre Científico
Huayruro	<i>Ormosia</i> sp.
Lanchan	Sin información
Leche caspi	<i>Couma</i> sp.
Ojé	<i>Ficus</i> sp.
Aguano masha	<i>Machaerium</i> sp.
Cachimbo	<i>Cariniana</i> sp.
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
Catahua	<i>Hura crepitans</i>
Copaiba	<i>Copaifera</i> sp.
Cumala	<i>Virola</i> sp.
Estoraque, quina quina	<i>Myroxylon balsamun</i>
Moena	Nombre asignado a una diversidad de <i>Lauraceae</i>
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>
Quillobordón	<i>Aspidosperma</i> sp.
Quinilla	<i>Manilkara bidentada</i>
Shihuaco	<i>Dipteryx</i> sp.
Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.

Fuente: INRENA (2008).

Se debe señalar que el abastecimiento de leña no sólo se hace de los bosques. Algunas industrias forestales en Ucayali permiten, bajo ciertas reglas, que las personas puedan recoger los residuos de madera de los botaderos.

Esta es una forma de mutualismo en la que la gente se beneficia con la biomasa y la empresa forestal se beneficia con el mejor uso del espacio e incluso reducción de contaminación de los ríos o quebradas.

2.2. Producción de carbón en la Amazonía Peruana

El departamento más importante en la producción de carbón es Ucayali con 663 651,00 kg, de ello dan cuenta los mercados de Pucallpa en Ucayali. Le siguen en importancia, aunque en una proporción mucho menor, Amazonas, Huánuco y Madre de Dios. El cuadro 6 muestra la producción de carbón por Departamento para el año 2007.

Entre la especies más usadas para producción de carbón, en orden de importancia, se mencionan al shihuahuaco (*Dipteryx* sp.; *Fabaceae*), huairuro (*Ormosia* sp.; *Papilionaceae*), copaiba (*Copaifera* sp.; *Fabaceae*), quinilla (*Manilkara* sp.; *Sapotaceae*), capirona (*Calycophyllum* sp.; *Rubiaceae*), entre otros. Como es de esperar la mayoría de estas especies se caracterizan por ser maderas de alta densidad (en g/cm³) que se encuentran fundamentalmente en bosques de estadio sucesional superior.

Por otro lado en el cuadro 7, se muestra la producción de leña basado en el consumo estimado, por departamento y población rural.

Del cuadro se desprende que los departamentos cuya población consume más leña (Cajamarca, Puno y Cuzco) comprenden tanto regiones andinas como amazónicas. De los departamentos amazónicos destaca Loreto, San Martín y Ucayali aunque en una proporcionalidad mucho más baja que los mayores consumidores de leña. Se debe señalar que estos cálculos son estimados asumiendo que el consumo anual per cápita en la sierra es de 0,5 m³ y en la selva es de 1,3 m³ (r).

Hay que mencionar que en la Amazonía se usa cualquier especie que esté seca y accesible. Con el alejamiento de los bosques primarios en los alrededores de las ciudades y caseríos se apela cada vez más a las especies del bosque natural que cada día se encuentran en zonas más alejadas.

Cuadro 6: Producción de carbón por departamento (2007)

Departamento	Especie	Peso neto(kg)
Amazonas	Total: 93 936,00	
	Algarrobo	29 570,00
	Faique	64 366,00
Huánuco	Total: 63 295,83	
	Huayruro	1 444,33
	Lanchan	20 000,00
	Leche caspi	14 851,00
	Ojé	20 973,50
	Otras especies	5 427,00
	Shihuahuaco	600,00
Madre de Dios	Total: 61 452,00	
	Shihuahuaco	61 452,00
Ucayali	Total: 663 651,00	
	Cachimbo	3 166,67
	Capirona	56 355,63
	Catahua	10 883,08
	Copaiba	61 482,58
	Cumala	19 733,00
	Estoraque	27 167,57
	Huayruro	118 580,74
	Moena	25 774,69
	Aguano masha	23 928,80
	Pumaquiro	33 315,00
	Quillobordón	9 329,31
	Quina quina	10 249,82
	Quinilla	60 016,91
	Shihuahuaco	155 632,11
	Tahuarí	10 702,00
Otras especies	37 355,04	

Fuente: INRENA (2008)

Cuadro 7. Producción de leña basada en el consumo estimado, por departamento y población rural (2007)

Departamento	Población rural estimada 1997	Volumen estimado (m ³)	Porcentaje
Amazonas	229 000	297 700	4,11
Ancash	420 000	462 000	6,38
Apurímac	254 000	279 400	3,86
Arequipa	134 000	147 400	2,04
Ayacucho	261 000	287 100	3,96
Cajamarca	967 000	1 063 700	14,69
Callao	7 000	3 500	0,05
Cusco	567 000	623 700	8,61
Huancavelica	291 000	320 100	4,42
Huánuco	421 000	505 200	6,97
Ica	95 000	47 500	0,66
Junín	380 000	456 000	6,30
La Libertad	408 000	391 680	5,41
Lambayeque	216 000	108 000	1,49
Lima	215 000	107 500	1,48
Loreto	325 000	422 500	5,83
Madre de Dios	29 000	37 700	0,52
Moquegua	23 000	11 500	0,16
Pasco	95 000	114 000	1,57
Piura	419 000	335 200	4,63
Puno	670 000	737 000	10,18
San Martín	234 000	304 200	4,20
Tacna	24 000	12 000	0,17
Tumbes	24 000	10 000	0,14
Ucayali	122 000	158 600	2,19
TOTAL	6 826 000	7 243 180	100

Fuente: INRENA (2008).

2.3. Consumo de leña y carbón en la Amazonía peruana

Según el Censo de Población y Vivienda del año 2007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (MINAM/INEI/PNUMA, 2009) a nivel nacional el 30,16 % de la población usa leña, mientras que el 2,53 % usa carbón. Los principales departamentos en donde la población utiliza estos combustibles sólidos son Huancavelica (87,75 %), Apurímac (84,72 %) y Cajamarca (78,77 %), coincidentemente todos en la sierra peruana. Entre

los departamentos cuya población utiliza menos combustibles sólidos se encuentran Lima (4,75 %), Arequipa (15,56 %) e Ica (15,84 %), todos ubicados en la costa (MINAM/INEI/PNUD 2009).

Según la misma fuente arriba mencionada la proporción de uso de combustibles sólidos para cocinar en los departamentos amazónicos es: Loreto con 70,23 %, San Martín con 66,79 %; Ucayali con 49,89 % y Madre de Dios con 49,63 %. En el cuadro 5, se muestra la proporción del uso de combustibles sólidos para cocinar, por departamento. Estas cifras dan cuenta de la gran importancia que todavía tienen los combustibles sólidos en la preparación de los alimentos. El uso del carbón proporcionalmente es menor, sin embargo no deja de ser significativa.

2.4. Consumo de leña en comunidades de la Amazonía peruana

Córdova (2007), por encargo del Centro para el Desarrollo del Indígena Amazónico (CEDIA) ha evaluado el consumo de leña en dos comunidades del bajo Urubamba pertenecientes a la etnia Machiguenga llamadas Timpía y Kirigueti (Carpintero). Se presenta los resultados obtenidos en el estudio:

El volumen promedio de leña consumida por persona en la comunidad de Timpía es de 0.0069 m³ mientras que en la comunidad de Carpintero el volumen promedio de leña por persona es de 0,017 m³. El número de días en que las familias tardan en reabastecerse de leña es de 6 días, mientras que en Carpintero el tiempo es mayor siendo de una semana.

Las principales fuentes de abastecimiento en la comunidad de Timpía la constituyen la chacra y sus zonas aledañas, cuyo porcentaje de preferencia es de 60 % mientras que el río tiene un 38 % de preferencia y finalmente los restos del aserradero con 2 % de preferencia.

En la comunidad de Carpintero el 47 % de los entrevistados recogen la leña del río, mientras que el 41 % la obtiene de la chacra y aledaños. El 90 % de Timpía y 94 % de Carpintero manifiestan afirmativamente la voluntad de reforestar. Ninguno de los entrevistados ha oído hablar de cocinas mejoradas ni de ningunas tecnología relacionada con ellas.

En la comunidad de Timpía el 54 % considera que hay menos disponibilidad de leña que antes mientras que un 46,2 % considera que la disponibilidad de leña es la misma. En la comunidad de Carpintero el 85,71 % de los entrevistados considera que la disponibilidad de leña es menor con el tiempo, mientras que el 14,3 % considera que la disponibilidad se mantiene igual.

En la comunidad de Timpía las tres especies más importantes para el uso como leña la conforman el cético (*Cecropia* sp.), Tangarana (*Triplaris* sp.) y paca (*Inga* sp.), seguidas de la capirona (*Calicophyllum spruceanum*), topa (*Ochroma pyramidale*), cumala (*Virola* sp), el cacao (*Theobroma cacao*), entre otras.

Cuadro 8. Producción de productos maderables

Producto	Volumen (m ³)
Laminas y chapas decorativas	815,17
Triplay	67 418,36
Parquet	15 718,65
Postes	880,39
Durmientes	2 287,29
Madera aserrada	625 769,33
Carbón	104 762,41
Leña	7 028 267,28
Total	7 845 918,88
(*) Un M ³ de Carbón = 500 kg	
(**) Producción estimada en base a la población rural del país	

Fuente: Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre (2009).

Elaboración: MINAG-Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre

Puede notarse que la leña corresponde al 90 % del consumo de los productos maderables, la madera aserrada el 8 %, el carbón el 1 %, el triplay también el 1 % y el resto de productos con una representación menor al 1 %.

2.5. La dendroenergía en el desarrollo rural sostenible

En tanto la disponibilidad de fuentes energéticas está asociada a los medios de vida de las poblaciones rurales es importante señalar las formas de acceso al recurso leña. La Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308), contempla las categorías de Ordenamiento Territorial los Bosques en comunidades nativas y campesinas y los Bosques locales. Los Bosques en comunidades nativas y campesinas son aquellos que se encuentran dentro del territorio de dichas comunidades y los Bosques locales son los que otorga el INRENA de acuerdo al reglamento, mediante autorizaciones y permisos a las poblaciones rurales y centros poblados para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales por lo tanto requieren plan de manejo.

El Reglamento de la Ley señala que la extracción forestal con fines de autoconsumo comunal es aquella que realizan los comuneros para el consumo directo de él y de su familia o de la comunidad en forma asociativa, sin destinar los productos extraídos a la comercialización y/o industrialización. La utilización de los recursos naturales renovables para autoconsumo, usos rituales, construcción o reparación de viviendas, cercados, canoas, trampas y otros elementos domésticos por parte de los integrantes de las comunidades nativas, no requieren de permiso ni autorización. La extracción de leña está comprendida en esta disposición.

La Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834) contempla la categoría de Reservas Comunales que son áreas destinadas a la conservación de la flora y fauna silvestre, en beneficio de las poblaciones rurales vecinas.

El uso y comercialización de recursos se hará bajo planes de manejo, aprobados y supervisados por la autoridad y conducidos por los mismos beneficiarios. Pueden ser establecidas sobre suelos de capacidad de uso mayor agrícola, pecuario, forestal o de protección y sobre humedales. Se entiende que los usos de subsistencia, entre ellos la recolección de leña, no requieren planes de manejo ni permisos ni autorizaciones.

Con la aparición de los esquemas REDD (Reducción de Emisiones Derivadas de la Deforestación y Degradación de Bosques) han aparecido nuevos temores sobre el acceso a los recursos y entre estos se incluye la leña. Se menciona que cercar un bosque para protegerlo de las actividades de recolección de leña de las comunidades locales sin recursos económicos, no va a resolver las necesidades energéticas de esas personas, sino simplemente va a empeorar su situación y/o trasladar el mismo problema a otras áreas; En este caso, el enfoque racional, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, sería utilizar parte del financiamiento para la conservación del bosque, para resolver las necesidades de acceso a la energía de forma equitativa y sustentable (Amigos de la Tierra Internacional 2008).

Se requieren con urgencia instituciones y personal adecuadamente capacitado tanto en el sector forestal como en los organismos de energía para la recolección y análisis de datos de la dendroenergía y la formulación de adecuadas políticas dendroenergéticas (FAO, 2007).

La FAO (2006), plantea las siguientes cuestiones para su examen por los responsables de las políticas:

- ❖ A nivel internacional y nacional, las políticas forestales y las energéticas deberán ser complementarias a fin de lograr los beneficios que puede ofrecer la dendroenergía.
- ❖ Los gobiernos deberán seguir subvencionando la dendroenergía para que pueda competir con otros tipos de energía; sin embargo al conceder las subvenciones, se deberán tener en cuenta los efectos que un uso mayor de la dendroenergía puede causar en otras partes del sector forestal.
- ❖ Las políticas y proyectos en favor del uso de la dendroenergía, deberán basarse en un análisis completo de todos sus costos y beneficios económicos, sociales y ambientales. En situaciones en que el empleo de dendroenergía dé lugar a notables beneficios, esta información deberá difundirse ampliamente.

- ❖ Deberá prestarse atención a las posibles externalidades negativas del uso de la dendroenergía (como emisiones de óxidos de nitrógeno y partículas), que actualmente son poco conocidas.
- ❖ Habrá que seguir esforzándose por mejorar la eficiencia de la producción de dendroenergía en los países en desarrollo; entre tales esfuerzos podría incluirse el fomento de cocinas que utilicen más eficazmente la leña, pero también el desarrollo de sistemas de producción más modernos, como el empleo de madera para la producción de electricidad.
- ❖ Las experiencias con sistemas modernos de dendroenergía que han tenido éxito en algunos países desarrollados deberán compartirse con los países en desarrollo por medio de la inversión y la transferencia de tecnología.
- ❖ Es probable que las operaciones integradas que combinan el empleo de la madera para la obtención tanto de energía como de bienes forestales sean económicamente más viables que los sistemas que se centran únicamente en la dendroenergía.

CAPÍTULO III:

ESTADO ACTUAL DEL USO DE LA DENDROENERGÍA EN LA AMAZONÍA PERUANA

3.1. Tendencias de reemplazo por otras modalidades energéticas

La subida vertiginosa del consumo y los precios de los combustibles, el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y las preocupaciones que despierta la dependencia de las importaciones de productos energéticos son los factores que están impulsando la búsqueda de opciones alternativas a los combustibles fósiles para la generación de energía. Los biocombustibles constituyen en la actualidad la principal fuente de energía renovable producida en el mundo (FAO, 2009). Como biomasa, la madera proporciona uno de los niveles más altos de eficiencia energética y de carbono.

El cuadro 9, se muestra los aumentos mundiales de las energías renovables. Del cuadro se desprende que a nivel global la energía solar se incrementará significativamente, así como la energía mareomotriz y la energía eólica.

Los biocombustibles también muestran un importante incremento. Se estima que el consumo de la biomasa se cuadruplicará para el 2030. En el caso peruano y para la situación amazónica, es posible que la energía hidroeléctrica y la energía del gas configuren un escenario particular en un contexto de incremento significativo de la población urbana; por ello, es posible que se verifique una disminución del número de usuarios de biomasa tradicional.

No hay concordancia entre las proyecciones sobre la dependencia a los combustibles sólidos. De un lado se manifiesta que la tendencia a la dependencia de combustibles sólidos es decreciente en el Perú, principalmente debido a dos factores: la creciente urbanización asociada a la disponibilidad de combustibles fósiles y la penetración del gas natural en las ciudades; sin embargo algunos estudiosos nacionales proyectan tendencias recientes al consumo cuantitativo de leña y carbón vegetal (PNUD, 2004).

Cuadro 9. Aumentos mundiales de las energías renovables

Tipos de Energía	2004	2030	Aumento aproximado (veces)
Generación de energía eléctrica (TWh)	3 179	7 775	>2
Energía hidroeléctrica	2 810	4 903	<2
Biomasa	227	983	>4
Energía eólica	82	1 440	18
Energía solar	4	238	60
Energía térmica	56	185	>3
Biocombustibles (millones de toneladas equivalentes de petróleo)	15	147	10
Industria y construcción (millones de toneladas equivalentes de petróleo)	272	539	2
Biomasa comercial	261	450	<2
Calor solar	6,6	64	10
Calor geotérmico	4,4	25	6

Nota TWh = teravatios hora

Fuente: EIA, 2006; OCDE/IEA, 2006 citado en IEA, 2007

Fuente: FAO, 2008.

3.2. Dendroenergía y el cambio climático

A nivel global las emisiones anuales de gases de efecto invernadero causada por la deforestación son de 17.4 % según fuentes del IPCC (2007). A nivel nacional el cambio de uso del suelo contribuye el 47 % según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero para el año 2000 aunque a nivel global el Perú aporta apenas el 0.4 % de emisiones de gases de efecto invernadero según el Instituto Geofísico del Perú. El país emite 17 423 000 toneladas de CO₂ (Killeen, 2007). El Perú anunció en la Conferencia de las Partes 14 -realizado en Poznan, Polonia - que se ha propuesto reducir en un 47 % sus emisiones (a través del control de la deforestación) en 10 años (MINAM, 2009).

En el país la deforestación estimada es de 150 000 ha anuales y la deforestación acumulada para el país (hasta el 2005) es de 7 172 554 ha. La deforestación nacional se concentra en San Martín, Amazonas, Loreto, Junín, Ucayali, Huánuco y Cusco. Se menciona que la poda para obtener leña también constituye un factor de "degradación forestal" al afectar la

estructura y la función de los bosques (UNU-IAS, 2009). Hay que aclarar sin embargo que una gran parte de la cosecha de leña para combustible probablemente proviene de madera caída o de restos de la tala industrial (Amigos de la Tierra Internacional, 2008).

La Corporación de Certificación de Leña (2009) afirma que a diferencia de las fuentes de energía fósil, la combustión de leña tiene un efecto neutro sobre el balance de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Es decir, no contribuye al efecto invernadero causante del cambio climático, siempre y cuando provenga de un bosque o plantación manejado en forma sustentable.

Por su parte Bond y Roden (2006), citados por Heising (2006), mencionan que las cocinas que emplean leña o desechos de cosecha como combustible contribuyen al cambio climático mucho más de lo que se pensaba. Ellos han descubierto que el humo generado por estos hornillos, tradicionalmente utilizados en países en desarrollo para cocinar y para calentar, contiene el doble de partículas de hollín de lo que indican mediciones previas en laboratorio. Estas partículas nocivas y negras –más oscuras que aquellas producidas por la quema de pastizales o los incendios forestales- absorben gran cantidad de luz solar y contribuyen así a aumentar la temperatura del planeta al ser liberadas a la atmósfera (Leighton, 2006; citado por Heising, 2006) da cuenta de una escala de combustibles de lo más contaminante a lo menos contaminante en el siguiente orden: ichu, bosta, estiércol, residuos agrícolas, leña, carbón, kerosene, aceite vegetal, gas, etanol y eléctrico.

La FAO (2006), afirma que si se produce el combustible de madera de forma insostenible talando bosques, la sustitución de combustibles fósiles por dendroenergía no ejercerá un efecto positivo en los balances del carbono y podría incluso ser peor que el uso de combustibles fósiles.

Esto ocurre especialmente si se produce la dendroenergía de forma ineficiente. Por ejemplo, si los hornos de producción del carbón vegetal son ineficientes, emiten gran cantidad de CO₂, dando lugar a emisiones muy altas por unidad de energía producida (FAO, 2006).

Por estas razones, las iniciativas destinadas a asegurar que la producción de bioenergía no se traduzca en pérdidas de carbono terrestre debidas a la tala de los bosques serán de una importancia crítica. Las investigaciones recientes han indicado que el carbono que se ha perdido a causa de la corta rasa de los pastizales o la tala de los bosques para la producción de biocombustibles recién podría volver a capturarse siglos más tarde (Searchinger *et al.* 2008, Fargione *et al.* 2008, citados por FAO, 2008).

3.3. Impactos ambientales del uso de la dendroenergía y desarrollo de opciones de uso de residuos de madera/biomasa en Ucayali

Los impactos ambientales de la extracción de leña en la Amazonía no son tan dramáticos como se registran en los ecosistemas andinos o desérticos donde es posible que se pueda generar una cadena de degradación ambiental por pérdida de cobertura vegetal, protección de los suelos e incluso llegar a afectar la estabilidad social de los pobladores y la estabilidad ambiental de los ecosistemas. Los impactos en la Amazonía se concentran más bien en la afectación de la capacidad de regeneración de los bosques secundarios de donde se extrae la leña.

La extracción ilegal de madera para carbón con la consecuente tala de árboles sí causa severos impactos ambientales por cuanto la explotación del recurso se realiza sin ninguna consideración de manejo. La intensiva extracción de shihuahuaco (*Dipteryx* sp.) ha puesto a la especie en condición de amenazada.

La producción de carbón vegetal es un problema permanente en la zona de Manantay, San Fernando y en el eje de la carretera Federico Basadre en Ucayali en donde los pobladores realizan la quema de árboles y maderos, de cuyos hornos emanan los humos que afectan las vías respiratorias en los niños, ancianos y su entorno (Ministerio de Energía y Minas/Gobierno Regional de Ucayali, 2007).

Más de la mitad de la energía consumida por los hogares y comercios del Perú proviene principalmente de leña, con un bajo porcentaje de eficiencia en el consumo de la leña (5 a 7 %). Esta situación está asociada a problemas de deforestación y de salud, por problemas respiratorios,

principalmente en mujeres y niños, debido al humo en el interior de las viviendas rurales (MINAG, 2009).

El Gobierno a través de la Campaña Medio Millón de Cocinas Mejoradas – Por un Perú sin Humo iniciado el 2009, beneficiará a 100 000 familias para el 2011 a través de la instalación de cocinas mejoradas que además de disminuir los gases contaminantes de combustión de la leña sin filtros, permiten consumir hasta un 60 por ciento de leña menos que las cocinas tradicionales y evita el incremento sostenido de la deforestación y como consecuencia controla la erosión de los suelos en las partes altas de la región andina (MINAG, 2009). Esta experiencia, no se replica a la Amazonía peruana.

Además del manejo de los bosques, la utilización de residuos de madera puede disminuir el impacto del uso de la dendroenergía. En Ucayali se ha registrado 125 industrias forestales (Dávila, 2007). En la actualidad existe en Ucayali generación de residuos de madera en un volumen de 50 000 m³/año como producto de la industria de primera transformación. Entre 2006 y 2007 AJODRU-APROFU-DED realizó una encuesta a 246 empresas forestales en la cual se investigaron los volúmenes de residuos de madera en Pucallpa y alrededores. Los resultados se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Volúmenes de residuos de madera en Pucallpa y alrededores

Tipo de residuos	Volumen (m³)	(%)
Sólidos	20 638,3 (no incluye viruta)	41
No sólidos	Aserrín: 18 043,1	37
	Corteza: 10 737, 5	22

Fuente: Fischbein (2007)

Ucayali es el centro de transformación forestal más importante del país. Se aprecia un mínimo uso y reciclaje de residuos en toda la cadena de valor de la madera aunque existe un mercado y tecnología disponible para productos a partir de los residuos de la madera (Sánchez, 2007). El humo de las industrias forestales, el polvillo de madera, la quema de residuos sólidos son responsables de dolencias respiratorias. Se menciona que el 31,08 % de

todas las enfermedades de la Región Ucayali, corresponden al sistema respiratorio (Dávila, 2007).

Cuadro 11: Producción de leña basado en el consumo estimado, por departamento y población rural, Año 2007

Departamento	Población rural estimada 2007	Volumen estimado (m ³)	Porcentaje
Amazonas	229 000	297 700	4,11
Ancash	420 000	462 000	6,38
Apurímac	254 000	279 400	3,86
Arequipa	134 000	147 400	2,04
Ayacucho	261 000	287 100	3,96
Cajamarca	967 000	1 063 700	14,69
Callao	7 000	3 500	0,05
Cusco	567 000	623 700	8,61
Huancavelica	291 000	320 100	4,42
Huánuco	421 000	505 200	6,97
Ica	95 000	47 500	0,66
Junín	380 000	456 000	6,30
La Libertad	408 000	391 680	5,41
Lambayeque	216 000	108 000	1,49
Lima	215 000	107 500	1,48
Loreto	325 000	422 500	5,83
Madre de Dios	29 000	37 700	0,52
Moquegua	23 000	11 500	0,16
Pasco	95 000	114 000	1,57
Piura	419 000	335 200	4,63
Puno	670 000	737 000	10,18
San Martín	234 000	304 200	4,20
Tacna	24 000	12 000	0,17
Tumbes	24 000	10 000	0,14
Ucayali	122 000	158 600	2,19
TOTAL	6 826 000	7243 180	100

Fuente: INRENA 2008

De los departamentos amazónicos destaca Loreto, San Martín y Ucayali aunque en una proporcionalidad mucho más baja que los mayores consumidores de leña.

Se estima que en el aprovechamiento forestal se pierde hasta un 30 % de biomasa en el bosque que podría ser utilizada para la producción de carbón de madera teniendo en cuenta que su demanda es creciente a nivel mundial incluyendo el Perú, de esta manera también se bajarían los costos operativos del aprovechamiento forestal (Fischbein, 2007). El cuadro 12 muestra los tipos de residuos forestales.

Cuadro 12. Tipos de residuos forestales

Lugar	Operación	Tipo de residuo
Bosque	Operaciones forestales	Ramas, hojas, tocones, raíces, madera de mala calidad y podrida, recortes y aserrín
Aserradero	Aserrió	Corteza, aserrín, recortes de madera, madera partida, virutas, lijaduras
	Producción de tableros contrachapados	Cortezas, almas, aserrín, recortes y residuos de chapas, recortes de paneles, lijaduras
	Producción de tableros de partículas	Cortezas, cribaduras, menudos, recortes de paneles, aserrín, lijaduras

Fuente: Assureira y Assureira (2007)

La densificación es el proceso de transformación física de los residuos forestales en elementos compactos de forma definida, de mayor densidad y de mayor valor energético. Entre los productos obtenidos por densificación se mencionan a las briquetas y a los pellets. Entre las ventajas del uso de densificados sólidos se menciona:

- ❖ Ambientales: emisión casi nula de CO₂ y mínima de SO₂.
- ❖ Sociales: fuentes de trabajo local.
- ❖ Económicas: contribuye al cambio de la matriz energética nacional (Assureira, 2007).

En la Amazonía peruana existe un potencial para el uso de pellets de madera como combustible. Con la promoción de uso de energías alternativas en Europa se ha incrementado la demanda de pellets y por lo tanto constituye un mercado potencial. También es posible el uso de briquetas de madera hechos de aserrín. Las briquetas se fabrican bajo alta presión y no contienen aglomerantes.

Los pellets y briquetas están en una fase de desarrollo muy preliminar en el país. Existen diversas experiencias pilotos en el país que aún no desarrollan los aspectos económicos de rentabilidad, limitando su replicabilidad a una escala comercial. En otros casos existen iniciativas comerciales en una fase también inicial, donde se está todavía tratando de identificar el mercado para los productos. Cabe indicar que el mercado europeo cada vez es más demandante de este tipo de biocombustibles (MINAG, 2009).

La gasificación de madera, biomasa y carbón se presenta también como una interesante alternativa energética especialmente para la industria forestal que podría reestructurar sus plantas de calderas disponibles con quemadores de diesel a quemadores de gas de madera. Existen además tecnologías para la producción de corriente eléctrica y calor generados a partir de residuos de madera naturales. Respecto a la posibilidad de certificar la cadena de custodia de las líneas de recuperación en la industria forestal, Pacheco (2007) señala afirmativamente que se pueden aplicar sin ninguna restricción teniendo en cuenta que para certificar una línea de producción se debe “tener procedimientos claros y sistemas de control definidos que permitan rastrear la materia prima certificada a lo largo de todo el proceso productivo, garantizando así que no exista riesgo de mezcla con material no certificado”.

3.4. Situación actual de la dendroenergía en la Amazonía peruana

En la década de los 80 se desarrolló en el país el proyecto “Apoyo a las plantaciones forestales con fines energéticos y para el desarrollo de las comunidades campesinas de la sierra peruana” con apoyo de FAO Holanda.

A partir de este proyecto se realizaron importantes esfuerzos de reforestación, desarrollo de pequeñas industrias forestales, educación

forestal y promoción de cocinas mejoradas para la optimización del uso de la energía de la leña. Las observaciones realizadas al proyecto se orientan a destacar la descoordinación interinstitucional para lograr impactos más efectivos y sostenibles (FAO, 1994).

No se conoce un proyecto específico para el desarrollo de fuentes energéticas para las poblaciones rurales a partir de la biomasa forestal. El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) registra un proyecto de “Producción de dendroenergía mediante la utilización de residuos de la industria forestal de transformación mecánica de la madera” como parte de las propuestas de Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Si se revisa los marcos de política y de desarrollo forestal se encuentra que la Política Nacional del Ambiente (MINAM, 2009) en el tema de energía considera los siguientes lineamientos de política: i) Promover la inversión, desarrollo y uso de biocombustibles, energías renovables y gas metano derivado de rellenos sanitarios, como una oportunidad para la sustitución de petróleo y gas y la reducción de las emisiones de carbono, en el marco del diseño de una nueva matriz energética y ii) Fomentar la eficiencia energética, mediante el uso de tecnologías modernas, incentivos económicos y sistemas transparentes de información.

Uno de los objetivos específicos de lineamientos de política de largo plazo para el sector energía está referido a “cubrir los requerimientos de energía para los usos calóricos básicos de la población y disminuir la dependencia de la biomasa para abastecerlos” (MINEM, 2002).

El Plan Estratégico Sectorial Multianual de Agricultura 2007- 2011, no contempla aspectos específicos para el desarrollo de la dendroenergía pues el énfasis de biocombustibles está referido a cultivos.

En el Plan Nacional de Reforestación, INRENA (2005) se ha considerado tres programas prioritarios, a través de los cuales se promueve el desarrollo de plantaciones para la generación de riqueza y la recuperación de los ecosistemas, estos son: i) Plantaciones forestales con fines comerciales y/o industriales, ii) Plantaciones forestales con fines de protección ambiental y

manejo de cuencas y iii) Gestión estratégica para la competitividad. No se aprecia una línea específica para la producción forestal con fines dendroenergéticos.

El Reglamento de la ley N° 28054 - ley de promoción del mercado de biocombustibles promueve las inversiones para la producción y comercialización de Biocombustibles, difundiendo las ventajas económicas, sociales y ambientales de su uso, y establece los requisitos técnicos de seguridad para su producción y distribución; de modo que salvaguarde la salud pública y el medio ambiente y coadyuve a la Estrategia Nacional de Lucha contra las Drogas promoviendo la inversión en cultivos alternativos en las zonas cocaleras del país. Se desprende que no hay una orientación específica para el desarrollo de biocombustibles a partir de la madera.

La Estrategia Nacional de Desarrollo Rural (Decreto Supremo N° 065-2004-PCM) refiere al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales aunque no hace un desarrollo específico de la dendroenergía.

La Estrategia Nacional de Desarrollo Forestal contempla entre uno de sus objetivos estratégicos: "Las poblaciones ligadas a la actividad forestal tienen satisfechas sus necesidades básicas y acceden equitativamente a sus beneficios, a través del manejo sostenible de los bosques" y no se encuentra un énfasis para el desarrollo de la dendroenergía.

Queda claro entonces que el desarrollo de la dendroenergía en el país, y por tanto en la Amazonía, sea con orientación al abastecimiento de necesidades energéticas de las poblaciones rurales o sea con orientación a la producción de biocombustibles de segunda generación no forman parte de las prioridades políticas del país.

Es interesante mencionar que el Ministerio de Agricultura por Resolución Ministerial N° 315-2009-AG constituyó el Grupo Técnico de Trabajo Agroenergía con la finalidad de elaborar el Plan Nacional de Agroenergía, a través de un proceso ampliamente participativo, que contemple acciones y prioridades que orienten la actividad agroenergética en el país en el corto, mediano y largo plazo. Como resultado de este trabajo actualmente se

cuenta con la propuesta del Plan Nacional de Agroenergía 2009-2020 (MINAG, 2009). Un examen más exhaustivo del documento revela que en el tratamiento de lineamientos de política habla en genérico de la Agroenergía (entre los que se incluye a los residuos sólidos procedentes de los bosques) pero el énfasis está dirigido hacia los “cultivos con fines energéticos” (palma aceitera, piñón blanco, higuera, sorgo dulce, caña de azúcar, entre otros). Ello no obvia desconocer que se plantea el desarrollo de la Agroenergía sobre la base de consideraciones ambientales y sociales. Por ejemplo se habla de la necesidad de ordenar el territorio, sanear la propiedad, conservar los recursos naturales y no afectar tierras para la seguridad alimentaria entre otros factores.

Entre los biocombustibles líquidos de segunda generación para la obtención de etanol y aceite de pirolisis también se aprecia un mayor énfasis a los residuos agrícolas que los forestales. No obstante eso depende del énfasis particular que les puedan dar los Gobiernos Regionales priorizados (entre ellos San Martín, Loreto y Ucayali). Específicamente el Plan considera las siguientes metas:

- ♣ Al 2015 se han implementado programas regionales de reforestación que consideran la reposición por el uso de leña.
- ♣ Al 2020 se tiene una reducción del 50 % en la tasa de deforestación por el consumo de leña y carbón como fuente de energía a nivel nacional.

El país está apostando por el incremento de la producción y consumo de energía derivada de las centrales hidroeléctricas y gasíferas lo que se manifiesta en las proyecciones de la matriz energética nacional y en la estructura de participación del consumo de energía por fuentes renovables. Esto forma parte de las exigencias globales de que cada país tenga una estructura energética menos contaminante como alternativa para la mitigación del cambio climático pero también porque la figura de país moderno con importante crecimiento económico no visualiza apropiadamente el desarrollo de la dendroenergía como opción para las poblaciones rurales y la sociedad en general especialmente a partir de los biocombustibles de segunda generación. Ello a despecho de contar con una

gran proporción de la población rural que depende de la leña y de contar con importantes recursos de biomasa forestal a partir de los residuos de las industrias.

Es posible que en la concepción de país moderno el potencial de la dendroenergía haya sido desestimado como consecuencia de la mayor importancia que ha adquirido el gas en el país.

No obstante, la extracción de leña y la producción de carbón vegetal se sigue dando sea de manera legal o ilegal. Es preocupante la situación de amenaza en la que se encuentra la extracción del shihuahuaco para producción de carbón vegetal. Se desconocen iniciativas ligadas a la conservación del recurso. Se desconoce además para la Amazonía iniciativas conducentes a la eficiencia energética del uso de la leña. Se requiere desarrollar acciones al respecto no sólo para disminuir la presión sobre los bosques sino también para contribuir al cuidado de la salud de las mujeres que inhalan los humos de los hornos tradicionales.

La promoción de los sistemas agroforestales ofrecen una gran oportunidad para satisfacer múltiples necesidades y entre ellas las de leña. También es posible mejorar las condiciones físico-químicas del suelo en los sistemas agroforestales a partir del uso de compost producido de los residuos forestales (Monteiro y colaboradores, 2009).

El potencial de la biomasa forestal para la producción de energía (a partir de pellets, briquetas, líquidos o gases) constituye una valiosa oportunidad para la Amazonía no sólo contribuir en la consolidación de una matriz energética más amigable con la atmósfera sino también para generar oportunidades de empleo e ingresos para las poblaciones locales. Sin embargo, para que esto pueda ser posible se requieren políticas públicas expresas y un fuerte programa de investigación y desarrollo tecnológico. La propuesta de Política Agroenergética puede favorecer en este sentido si es que se le da al componente forestal la importancia que se merece.

Se requiere hacer más eficiente el uso de la madera en las industrias forestales para disminuir la producción de residuos y las que se generen

vuelvan a ser incorporadas en el ciclo energético de la planta. Se entiende que el proyecto de FONAM va en esta dirección pero se requiere una actitud mucho más proactiva.

Las estrategias de desarrollo rural, desarrollo forestal y desarrollo energético requieren hacer visible al desarrollo de la dendroenergía en la Amazonía peruana tomando en cuenta que una significativa proporción de la población rural depende de la biomasa forestal. Se deberán tomar medidas para mejorar la eficiencia energética del uso de la leña, carbón vegetal y otros dendrocombustibles, disminuir las emisiones de carbono y contribuir al cuidado de la salud de las personas que usan estos recursos energéticos. Esto forma parte no sólo de una propuesta de inclusión social sino también de contribuir a la adecuada gestión ambiental.

3.5. Nuevas opciones de dendroenergía derivadas de la celulosa

Una alternativa para elaborar biocombustibles se encuentra en la transformación de los residuos agrícolas y forestales (biomasa) que, mediante procesos bioquímicos y termoquímicos (hidrólisis/fermentación, gasificación o pirolisis) transforman la madera y otra biomasa lignocelulósica en bioetanol o en biocombustibles líquidos o gaseosos que cumplen con las funciones del biodiésel.

Para producir etanol a partir de biomasa, primero se debe liberar los componentes de azúcar atrapados en el sustrato. La biomasa se compone de tres fracciones principales: celulosa, hemicelulosa y lignina. La celulosa y hemicelulosa contienen azúcares en forma polimérica que pueden ser convertidos por las enzimas en monómeros para la fermentación posterior. Sin embargo, la lignina, el duro componente de la planta parecido a la madera, protege las fibras contra los ataques de microorganismos y enzimas, impidiendo que la celulosa y la hemicelulosa reaccionen con el agua y se hinchen. Por lo tanto, el uso de biomasa como materia prima requiere la descomposición de la lignina para que las fracciones de celulosa y hemicelulosa queden asequibles para la hidrólisis enzimática (Byrant, 2009).

La diferencia fundamental de los nuevos carburantes de segunda generación (2G) con respecto a los actuales es que se van a elaborar a partir de mejores procesos tecnológicos y materias primas que no se destinan a la alimentación y se cultivan en terrenos no agrícolas o marginales, por lo tanto estos combustibles podrían dejar una huella de carbono mucho menor que la de otros biocombustibles. De esta manera, la polémica generada por los actuales de sustituir alimento por carburante quedaría zanjada. Se prevé que entre 10 a 15 años se pueda disponer de una tecnología comercialmente competitiva para la conversión de la celulosa en biocombustibles líquidos (Instituto de la Vigilancia Mundial, 2007).

Perú ha iniciado procesos para establecer un marco regulatorio para el sector, desde el año 2003 se han creado varias leyes para el desarrollo de biocombustibles, como la ley 2054 o Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles y los Decretos 013-2005-EM y 021-2007-EM para reglamentar la promoción y comercialización de los biocombustibles (Cárdenas, 2007).

CONCLUSIONES Y APORTES

Del análisis e interpretación de los hallazgos realizados se concluye que el tema de la dendroenergía en la Amazonía tiene una baja prioridad política pese a que importantes sectores de la población amazónica dependen de la biomasa forestal para la cocción de sus alimentos.

Por las características de la industria forestal en la Amazonía existe un gran potencial para la producción de dendroenergía a partir de la biomasa forestal que se generan con los residuos forestales. Este potencial deberá ser desarrollado con políticas públicas y con investigación y desarrollo tecnológico.

El desarrollo de sistemas agroforestales constituye una valiosa posibilidad para contar con fuentes de abastecimiento de leña sin presionar sobre los bosques, especialmente los secundarios que se ubican en los alrededores de los asentamientos humanos.

Con base en la discusión y con la orientación de promover un uso más eficiente de los recursos forestales que atiendan las necesidades energéticas de una parte significativa de la población peruana, se recomienda Generar políticas públicas para el desarrollo estratégico de la dendroenergía en la Amazonía peruana como parte de su enfoque de desarrollo sostenible.

Se deben promover el fortalecimiento de capacidades y la implementación de programas de investigación debidamente presupuestadas, equipadas y dotadas con talentos humanos calificados para el desarrollo de los biocombustibles de segunda generación a partir de la biomasa forestal

Se deben realizar estudios de investigación sobre el estado de conservación de las especies forestales de alta densidad que son usadas para la producción de carbón vegetal.

Se deben promover una certificación local de la producción de carbón vegetal para garantizar su origen legal.

Se deben desarrollar programas de eficiencia energética del uso de la leña y carbón vegetal, promoviendo el uso de cocinas mejoradas ya que brindan beneficios cuantiosos en la salud, en el aspecto económico y ambiental debido al uso más eficiente de la energía.

Se deben realizar estudios de población de las especies intensivamente usadas con fines de producción de carbón en la Amazonía peruana con la finalidad de definir su estado de conservación y definir políticas para promover su aprovechamiento sostenible.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Assureira, Estela y Assureira, Marco. 2007. Desarrollo de densificados para uso energético empleando residuos forestales. En: I Congreso Internacional sobre residuos de madera/biomasa. Noviembre. Pucallpa. 20 Diapositivas.

Amigos de la Tierra Internacional. 2008. Mitos en torno a REDD. Una evaluación crítica de los mecanismos propuestos para reducir las emisiones generadas por la deforestación y la degradación en los países en desarrollo. Diciembre 2008. Edición 114. Amsterdam. 44 p.

Briascó Valencia, Olga. 2009. Cocinas ecológicas para la Amazonia peruana. Disponible en: http://www.levanteemv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=2009072700_19_615624__Comunitat-Valenciana-Cocinas-ecologicas-para-Amazonia-peruana. Acceso el 21 de setiembre del 2009.

Byrant, Cynthia. 2009. Los combustibles de segunda generación están más cerca de lo que se piensa. Disponible en: www.biotimes.com/en/Articles/2009/.../March%202009_Biofuels_ES.pdf. Acceso el 22 de noviembre del 2009.

Cárdenas, Helena. 2007. La Sustentabilidad en el Uso de Biocombustibles. Un Reto de Análisis, Decisiones y Equilibrio. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental –CEDA. Quito. 12 p.

Córdova, Pedro. 2007. Estudios sobre el uso de la madera como combustible en las Comunidades Nativas. Documento de Trabajo. CEDIA. Proyecto “Participación de las comunidades nativas en conservación y gestión sostenible de los bosque tropicales en la amazonia peruana”, Cuenca Bajo Urubamba. 27 p.

Corporación de Certificación de Leña. 2009. Lineamientos para una política de dendroenergía corporación de certificación de leña. Estado del arte, objetivos y propuestas. En: V Cumbre de la leña, Castro-Chiloé. 35 p.

Dávila, Miguel. 2007. Situación actual ambiental y social de la industria maderera en Ucayali. En: I Congreso Internacional sobre residuos de madera/biomasa. Noviembre. Pucallpa. 18 Diapositivas.

FAO, 2009. Situación de los bosques en el mundo. 2009. Roma. 158 p.

FAO 2008a. Bosques y energía. Cuestiones clave. Estudio FAO Montes 154. Roma. 86 p.

FAO, 2008b. Biocombustibles y calentamiento global. Disponible en <http://biocombustibles.blogspot.com/2008/06/definicion-de-ladendroenerga.html>. Acceso el 21 de setiembre del 2009

FAO, 2007. Los sistemas de la dendroenergía sostenible. Departamento Forestal. 2 p.

FAO. 2006. Situación de los bosques del mundo 2005. Roma.

FAO, 1994. Seminario regional sobre los sistemas dendroenergéticos optimizados para el desarrollo rural y la protección ambiental. La red latinoamericana de Cooperación Técnica en Dendroenergía, auspiciada por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLAC). 171 p.

FAO. S.f. Madera para producir energía. Departamento de montes de la FAO. Informe sobre cuestiones forestales. N° 1, Roma.

Fischbein, Nils. 2007a. Tecnología para la producción de carbón vegetal. En: I Congreso Internacional sobre residuos de madera/biomasa. Noviembre. Pucallpa. 21 Diapositivas.

Fischbein, Nils. 2007b. Cuantificación de los residuos de madera según fuente encuesta. En: I Congreso Internacional sobre residuos de madera/biomasa. Noviembre. Pucallpa. 21 Diapositivas.

Gonzáles Mora, Enrique. 2008. La madera como fuente de energía en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 28 diapositivas.

Heising, Klas. 2006. Diversidad de combustibles domésticos en el Perú y la falta de cocinas apropiadas. Tresco Andes. Lima – Perú. 12 p.

MINAM/INEI/PNUMA. 2009. Perú 2008. Indicadores. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible: Indicadores de seguimiento. Lima – Perú. 88 p.

Ministerio de Energía y Minas. 2007. Balance Nacional de Energía 2006. Oficina de Planeamiento, Inversiones y Cooperación Internacional. Lima - Perú. 199 p.

INRENA. 2005. Plan Nacional de Reforestación. Lima - Perú. 56 p.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. 2006 Proyecto FOCAL BOSQUES. Red de Sistemas de Información de mercados de productos forestales de bosques manejados. Iquitos. Accesible en <http://www.siforestal.org.pe/IDetalleProducto.aspx?ProductId=10>. Acceso el 12 de noviembre del 2009.

MINAG. 2008. Plan Estratégico Sectorial Multianual de Agricultura 2007-2011. Lima – Perú. 74 p.

MINAM, 2009. Política Nacional del Ambiente. Lima – Perú. 44 p.

MINAM/INEI/ PNUD. 2009. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña - Indicadores de Seguimiento: Perú 2008. Lima - Perú. 88 p.

Monteiro, K.; Kern, D.; Ruivo, M. y T. Rodrigues. 2009. Uso de resíduos da indústria madeireira no solo como alternativa de melhoramento das condições ambientais em um sistema agroflorestal para reflorestamento, Tailândia, PA. En. Alternativa Agroforestal Na Amazonia em Transformacao. Roberto Porro (Editor). World Agroforestry Centre/EMBRAPA. Brasilia, pp: 705-716

Instituto de la Vigilancia Mundial. 2007. Biofuels for transport: global potential and implications for sustainable energy and agriculture. Londres, Reino Unido, Earthscan.

INRENA. 2008. Perú Forestal en números. Año 2007. Centro de Información Forestal CIF. Lima – Perú. 91 p.

IPCC. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza. 104 p.

Killeen, Timothy J. 2007. Una Tormenta Perfecta en la Amazonia Desarrollo y conservación en el contexto de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana (IIRSA). Advances in Applied Biodiversity Science. Center for Applied Biodiversity Science (CABS). Conservation International. Arlington. 109 p.

Leighton, Paula. 2006. Cocina de leña, gran culpable del cambio climático. Disponible en <http://www.scidev.net/es/news/cocina-de-lea-granculpable-del-cambio-climtico.html>. Acceso el 12 de noviembre del 2009.

MINAM, 2009. Posición del PERÚ. XV Cumbre Mundial de Cambio Climático 2009. Lima – Perú. 5 p.

MINEM, 2002. Lineamientos de política de largo plazo para el sector energía. Lima – Perú. 16 p.

Ministerio de Energía y Minas. 2007. Balance Nacional de Energía 2006. Oficina de Planeamiento, Inversiones y Cooperación Internacional. Lima – Perú. 199 p.

Muñoz Zegarra, Madeleine. 2008. Promoviendo Cambios Sostenibles para la Equidad de Género y el Desarrollo Social a través de las Cocinas Mejoradas. Sistematización de Experiencias. Documento de trabajo N° 5. Lima – Perú. 58 p.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS/GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI, 2007. Caracterización del departamento de Ucayali con fines de ordenamiento territorial. Pucallpa – Perú. 385 p.

Pacheco, Miguel. 2007. Sistemas de cadena de custodia aplicados a líneas de recuperación de residuos. En: I Congreso Internacional sobre residuos de madera/biomasa. Noviembre. Pucallpa. 20 Diapositivas.

PNUD. 2004. Hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en el Perú. Un compromiso del país para acabar con la pobreza, la desigualdad y la exclusión. Informe 2004. Objetivo de Desarrollo del Milenio 7 garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Disponible en: www.onu.org.pe/Upload/odm-informe2004/InformeODM8.pdf. Acceso el 29 de noviembre del 2009.

Rojas Rodríguez, F.; Canessa Mora, R.; Ramírez Rojas, J. 2004. Incorporación de árboles y arbustos en los cafetales del Valle Central de Costa Rica. Cartago, CR: ICAFE/ITCR. 151 p.

Sánchez, Miguel. 2007. Estudio de factibilidad para residuos de la industria maderera en Pucallpa. Términos de Referencia. En: I Congreso Internacional sobre residuos de madera/biomasa. Noviembre. Pucallpa. 21 Diapositivas.

Uceda Castillo, Manuel E. 2009. Determinación del poder calorífico de 20 especies forestales de la amazonia peruana. Facultad de Ciencias Forestales-CEDINFOR. Revista Forestal del Perú. Vol. 12(1-2):1-15. 20 p.

UNU-IAS. 2009. Guía UNU-IAS Reducción de emisiones causadas por deforestación y degradación forestal en países en desarrollo (REDD): Guía para pueblos indígenas. Yokohama. 72 p.

Zelada Fonseca Carlos. 2012. Determinación del poder calórico de especies forestales utilizadas como sombra de café en la cuenca alta y media del río Reventazón. Tesis de Graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela e Ingeniería Forestal. Cartago-Costa Rica. 20 p.