

CARACTERIZACIÓN DEL EMPLEO DE BIOMASA DENDROENERGÉTICA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA Y SU VÍNCULO CON LA SOSTENIBILIDAD SOCIOAMBIENTAL

Erazo Campos Orlando¹

¹Instituto de Investigación en Ecología y Medio Ambiente, IIEMA. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Correo electrónico: erazorlando@hotmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se planteó como objetivo general “Caracterizar el empleo de biocombustibles dendroenergéticos en el departamento de Tarija” específicamente desglosado en tres objetivos menores: a) Evaluar el marco normativo que regula la actividad de producción y comercialización, b) Determinar los principales aspectos relacionados con la comercialización y c) establecer vínculos de esta práctica con la sostenibilidad social y ambiental.

Metodológicamente se trabajó en el análisis de la información de fuentes secundarias de carácter local, nacional e internacional. La bibliografía es escasa y la mayor parte de la información sobre la materia ha sido generada hace décadas por organismos internacionales que trabajaron en contraparte con el gobierno nacional y local, este hecho no invalida la importancia de analizar el tema pues si la bibliografía es escasa los problemas asociados al consumo de leña y carbón son abundantes.

El marco legal normativo es débil o ausente, se considera la actividad de extracción de leña y la de elaboración y comercialización del carbón como de poca importancia por el poco volumen financiero que moviliza, esta situación es inversa con el significado que tienen estas actividades en la sostenibilidad ambiental de la región.

En la ciudad de Tarija se comercializa carbón y

leña en diferentes lugares entre los que destacan el mercado Campesino, la salida al norte, el mercado del Sur y otros puntos de la carretera panamericana que atraviesa la ciudad. No fue posible tener acceso a registros de los comercializadores.

La sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental no son posibles en las condiciones actuales de uso de la tierra y sus recursos en el departamento de Tarija. Hemos olvidado que estamos viviendo en un valle azotado por la erosión y en franco proceso de desertificación donde el indicador más importante es la disminución de los caudales de muchos cursos de agua y el secamiento de otros.

PALABRAS CLAVE

Dendroenergético, carbón, leña

INTRODUCCIÓN

El tema que se analiza está vinculado con la dendroenergía, siendo ésta la energía obtenida a partir del empleo de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y/o secundarios derivados de árboles y otra vegetación proveniente de bosques y tierras forestales; por tanto la dendroenergía es la energía producida por la quema de combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, etc.

En los países en vías de desarrollo, como Bolivia, la leña y el carbón constituyen una importante fuente de energía para el desarrollo de actividades domésticas e industriales.

En Tarija se han incrementado considerablemente los puntos de comercialización de leña y carbón, situación que se correlaciona positivamente con el incremento del volumen que se comercializa.

El consumo de leña y carbón, como fuentes de energía para distintas actividades domésticas e industriales, es una práctica común en todos los departamentos de Bolivia.

Ruiz, (Citado por FAO, 2001), señala que el perfil energético de los combustibles forestales en Bolivia está conformado principalmente por la producción de leña y la elaboración de carbón para el consumo doméstico. En el sector domiciliario, la leña sigue siendo el energético más importante principalmente en las zonas rurales y aun ampliamente utilizado en las ciudades del oriente del país principalmente donde no han llegado las redes de distribución de gas domiciliario.

En el departamento de Tarija, en el ámbito urbano, el consumo de carbón y leña es también significativo como insumo importante en la gastronomía para la cocción de carnes: carbón para las parrilladas y leña para el chanco y otras carnes a la cruz. Gran parte del volumen de carbón comercializado proviene de la región del chaco, mientras que toda la leña (de auto consumo y comercializada) proviene de especies leñosas nativas cortadas de las tierras forestales y áreas silvestres de los alrededores de la ciudad o de las comunidades campesinas.

La elaboración de carbón y la corta de vegetación arbustiva y arbórea para su empleo como leña están estrechamente vinculadas con la conservación de la vegetación nativa en los diferentes paisajes naturales de toda la región y con los procesos de deforestación y erosión, puesto que la totalidad de la materia prima empleada para estos dendroenergéticos ha sido extraída sin la aplicación de planes de manejo

o medidas silviculturales que garanticen la sostenibilidad de las áreas explotadas.

La importancia de este análisis radica en que la erosión es uno de los principales problemas de carácter ambiental que afecta a todo el país y al valle central de Tarija de manera particular; esta situación está muy vinculada y condicionada por el estado de conservación de la cobertura vegetal y de la severidad de los agentes movilizadores de partículas de suelo como las precipitaciones y el viento. La erosión disminuye la potencialidad productiva al igual que la disponibilidad hídrica dentro de la cuenca afectada, esto influye en la calidad de vida de las comunidades locales y en la sostenibilidad en general de todo el ecosistema.

Como objetivo se plantea “Caracterizar el empleo de biocombustibles dendroenergéticos en el departamento de Tarija” con énfasis en el marco normativo que regula la actividad de producción y comercialización y los vínculos de esta práctica con la sostenibilidad social y ambiental.

METODOLOGÍA

La realización del presente trabajo se basó en el análisis de información secundaria y consulta con personas de instituciones locales vinculadas con la regulación de esta actividad, también se conversó con consumidores y expendedores de carbón y leña.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Los dendroenergéticos, origen y clasificación

Dendroenergía o energía forestal es toda forma de energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y secundarios derivados de los bosques, árboles y otra vegetación de terrenos forestales; la dendroenergía es producida por la quema de

combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, etc.

Desde el punto de vista conceptual, biomasa, dendroenergéticos, dendrocombustibles etc. pueden tener diferentes acepciones dependiendo del autor, a efectos de la presente monografía trabajaremos con el marco conceptual teórico desarrollado por la FAO (2004) en su documento “Terminología Unificada Sobre Bioenergía TUB: Terminología de los dendrocombustibles sólidos”

Tres conceptos son fundamentales para entender la cadena de los dendroenergéticos desde su origen hasta su punto de consumo, estos conceptos son:

Fuentes de suministro:

las fuentes de suministro son la silvicultura (áreas forestales y no forestales), la agricultura, las industrias de elaboración de la biomasa (industria de la madera y agroindustria) y los productos de utilización final por la sociedad, así como las actividades de preparación de biocombustibles (por ejemplo, la producción de carbón vegetal);

Consumo:

(vertiente de los usuarios): principales sectores de la demanda (residencial, comercial, industrial para la producción de calor y de energía), así como la distinción entre las zonas urbanas y rurales;

Comercio:

Se refiere a las importaciones y exportaciones de biocombustibles, a la movilización desde los centros de producción o recuperación hasta los usuarios finales.

Un esquema simple de la cadena de producción de bioenergía se muestra en la figura N°1.



Fuente: Adaptado de FAO (2004)

La clasificación de los biocombustibles abarca tres conceptos principales: los dendrocombustibles, los agro combustibles y los subproductos de origen municipal (se entiende como subproductos los residuos derivados de la elaboración de la biomasa). Los dendrocombustibles según sus fuentes de origen se pueden clasificar como se indica en el cuadro N°1.

Cuadro N°1: Clasificación de las fuentes de biocombustibles por sus características

Fuentes de biocombustible	Clasificación	Dendrocombustibles (Biomasa leñosa)
Cultivos energéticos	Directos	Árboles de bosques energéticos
		Árboles de plantaciones energéticas
Subproductos	Directos	Subproductos de aclareo
		Subproductos de extracción
	Indirectos	Subproductos de la industria de la madera
	De recuperación	Madera usada

Fuente: Adaptado de FAO, 2004.

Otro modelo de clasificación de los biocombustibles que brinda un mayor detalle en cuanto a los productos demandados por los usuarios se puede observar cuadro N°2.

Cuadro 2: Modelo de clasificación de biocombustibles

Vertiente de la oferta en la producción	Categoría general	Ejemplos de demanda en la vertiente de los usuarios
Dendrocombustibles directos	Dendrocombustibles	Sólidos: leña (madera bruta, astillas, aserrín, pellets) carbón vegetal.
Dendrocombustibles indirectos		
Dendrocombustibles de recuperación		Líquidos: licor negro, metanol, aceite pirolítico.
Combustibles derivados de la madera		Gaseosos: productos derivados de la gasificación de gases pirolíticos.

Fuente: Adaptado de FAO, 2004.

Desde el punto de vista de su origen la FAO (2001), indica que los dendrocombustibles pueden clasificarse en tres grupos cuyas categorías y definiciones son las siguientes:

- **Combustibles de madera directos:** cons-

tituidos por madera extraída directamente de los bosques naturales, tierras forestales y plantaciones con fines energéticos. Los combustibles de madera directos se queman directamente o se transforman en otro combustible, como carbón vegetal, gases de pirólisis, pellets, etanol, metanol, etc.

- **Combustibles de madera indirectos:** generalmente, son subproductos industriales derivados de industrias primarias de la madera como aserraderos, fábricas de tableros de partículas, plantas de fabricación de pasta de papel y secundarias como carpintería, residuos de aserrío, costeros, restos del canteado y el escuadrado, aserrín, virutas, astillas, etc. Los combustibles de madera indirectos se queman directamente o también se pueden transformar en otro tipo de combustible como el caso de los directos.
- **Combustibles de madera recuperados:** están constituidos por la biomasa leñosa derivada de otras actividades económicas y sociales ajenas al sector forestal teniendo como fuentes los desechos de la construcción, demolición de edificios, bandejas de carga, los contenedores y cajas de madera, etc. que se queman tal cual están.

La FAO (2001) recomienda que para fines estadísticos en cuanto a los productos que se han de considerar al contabilizar la dendroenergía, los combustibles de madera se pueden dividir en cuatro tipos de productos: leña, carbón vegetal, licor negro y otros, definidos según se indica continuación:

- **Leña:** incluye la “madera en bruto” en piezas pequeñas (leña), astillas, pellets y/o polvo derivados de los bosques y árboles aislados, así

como los subproductos de la industria de la madera y los productos leñosos recuperados. Conservan la estructura original básica de la madera y se pueden utilizar directamente o después de haber sido transformados en otro combustible de madera como el carbón vegetal. Cuando es necesario, la leña se puede preparar en productos más adecuados, como astillas y pellets, sin necesidad de realizar transformaciones físico-químicas importantes.

- **Astillas:** madera en bruto que se ha reducido deliberadamente a piezas de tamaño reducido, o residuos adecuados para fines energéticos.
- **Pellets de madera:** pueden ser considerados como un combustible derivado de la autoaglomeración de material leñoso como resultado de una aplicación combinada de calor y alta presión en una máquina de extrusión.
- **Carbón vegetal:** residuo sólido derivado de la carbonización, destilación, pirólisis y torrefacción de la madera (de troncos y ramas de árboles) y subproductos de la madera, utilizando sistemas continuos o discontinuos (hornos de pozo, ladrillo y metal). Incluye las briquetas de carbón vegetal.
- **Briquetas de carbón vegetal:** producidas con carbón vegetal que, una vez triturado y secado, se moldea (generalmente a alta presión) con la adición de aglutinantes para formar piezas uniformes.
- **Licor negro:** licor alcalino obtenido de los digestores empleados para producir pasta al sulfato o a la soda durante el proceso de producción de papel, en el que el contenido de energía deriva principalmente del contenido de lignina extraído de la madera en el proceso

de elaboración de la pasta.

- **Otros combustibles de madera:** esta categoría incluye una amplia gama de combustibles líquidos y gaseosos derivados de la leña y el carbón vegetal en general, mediante procesos pirolíticos o enzimáticos, como gases de pirólisis, etanol, metanol, productos de interés creciente pero que por el momento no tienen la misma importancia como productos energéticos.

Consumo de dendroenergéticos en Bolivia

En Bolivia, así como en otros países de Latinoamérica, el consumo de dendroenergéticos es muy importante, en la tabla N°1 se puede apreciar la importancia de este energético en función del tipo de productos y de sus fuentes.

Tabla N°1: Importancia de los combustibles de madera

Productos dendroenergéticos	Oferta (Fuentes)		
	Combustibles de madera directos	Combustibles de madera indirectos	Combustibles de madera recuperados
Leña	1	1	1
Carbón	1	2	3
Licor negro	-	1	-
Otros	3	3	3

Grado de importancia por consumo: 1 Muy importante, 2 Importante, 3 Poco importante.

Fuente: Adaptado de FAO, 2001.

A pesar de que el perfil energético de Bolivia cuenta por una parte con un sub-sector que depende de la producción de derivados del petróleo, de la generación de electricidad y de algunas industrias de procesamiento térmico; todavía existe un amplísimo sub-sector tradicional, que incluye a la mayoría de los domicilios, las pequeñas industrias y establecimientos agropecuarios, donde las necesidades de energía térmica se cubren con leña, carbón, residuos de madera y otros biocombustibles (FAO, 2001).

El año 2006, la FAO, calculó que la energía de la biomasa combustible tradicional empleada ascendía a casi la décima parte del total actual de la demanda humana de energía (más que la energía hidráulica y nuclear juntas para ese entonces); de

esta biomasa combustible, los combustibles leñosos constituían unos dos tercios del consumo en los hogares.

Un boletín de Energy Press (2011), informa que según Franklin Molina (Viceministro de Desarrollo Energético de Bolivia) en Bolivia la biomasa es fuente del 17% de la energía total consumida a nivel nacional y que ésta es una alternativa de abastecimiento de energía viable para los habitantes de comunidades rurales remotas. El porcentaje indicado es asumido por la autoridad como un consumo de biomasa relativamente bajo que está compuesta por leña consumida en gran proporción en domicilios de zonas rurales.

Molina también aclaró que el índice de consumo de biomasa en el país habría mostrado un descenso de 3% durante los últimos años, pasando de representar el 20% del total de energía consumida en el año 2005 a un 17% el año 2010. Del total consumido el 2010 indicó que un 30% está compuesto por fuentes combustibles como el estiércol animal y otros, siendo la leña el restante 70% y el mayor componente de la biomasa que se quema en las comunidades rurales.

También sostuvo que el uso de dendrocombustibles como la leña, es consecuencia de la geografía y la dispersión poblacional que tiene el país y que dificulta la llegada de servicios básicos como la electricidad y el GLP, convirtiéndose ésta en la única alternativa de abastecimiento energético.

De acuerdo a información publicada en el Plan de Desarrollo Energético (PDE) 2008-2027, la biomasa en Bolivia, incluyendo leña, carbón, desperdicios forestales, vegetales y animales, es una fuente importante de energía en el área rural y en el sector industrial de baja escala.

Según un estudio del Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), del Banco

Mundial (documento base para la elaboración del PDE) el consumo en los sectores rurales de Bolivia es de aproximadamente medio millón de toneladas de leña por año. El documento también manifiesta que “la biomasa ofrece el beneficio de proporcionar combustible a industrias rurales, así como a la generación de electricidad en lugares remotos donde no existe infraestructura convencional de energía”.

A pesar de su importancia, el sector dendroenergético en Bolivia ha tenido una prioridad baja dentro de las políticas de desarrollo forestal, por este motivo, aún no se cuenta con información completa y sistemática, ni estadísticas que permitan hacer una evaluación detallada y precisa sobre la situación dendroenergética del país. Asimismo, han sido muy pocas las acciones efectivas desarrolladas hasta la fecha para intervenir la deforestación y extracción selectiva ocasionada por la producción dendroenergética intensiva, buscando optimizar, racionalizar y promover la sustentabilidad del recurso.

En la actividad industrial en Bolivia, el uso de combustibles forestales en Bolivia como la leña y carbón es todavía importante debido al bajo nivel de inversión y a la escala de trabajo de la mayoría de las industrias.

Las actividades industriales que más utilizan como combustible la leña en sus procesos de producción son los que se detallan en el cuadro N°3.

Cuadro N° 3: Descripción de las principales industrias que utilizan combustibles forestales.

Tipo	Descripción
Minería y metalurgia.	Pequeñas empresas metalúrgicas dedicadas a la fundición de metales, se concentran principalmente entre los departamentos de Oruro y Potosí.
Producción de Cal	Las fábricas caleras de aspecto y procesamiento rústico son comunes en el altiplano potosino, en los valles cochabambinos y entre las ciudades de Tarija y Yacuiba. Estas fábricas utilizan gran cantidad de leña en sus procesos.
Construcción	Una actividad común especialmente en los centros urbanos, es la fabricación de ladrillos para la construcción.
Producción de alimentos	Muchos de los panaderos, inclusive en las ciudades más pobladas del país siguen utilizando leña. Otro producto importante en el consumo de leña y carbón de consumo familiar, es por las brasas para la venta de pollo o carne de res.
Energéticos industriales	Actualmente algunas fábricas destiladoras de azúcar y oleaginosas utilizan sus residuos orgánicos como energéticos en algunos de sus procesos.

Fuente: Ruiz, citado por FAO, 2001.

Foley en 1985 estimó que el consumo de leña en Latinoamérica era aproximadamente entre 750 a 900 kg por persona por año. (Citado por FAO, 2001).

La disponibilidad de recursos dendroenergéticos en Bolivia está en función de la región del país, un criterio empleado por Ruiz (Citado por FAO, 2001) para establecer esta disponibilidad es estratificar al país en dos zonas una alta y otra baja cuyas características se presentan en el cuadro N°4.

Cuadro N°4: Características de las zonas de Bolivia en función de los dendroenergéticos.

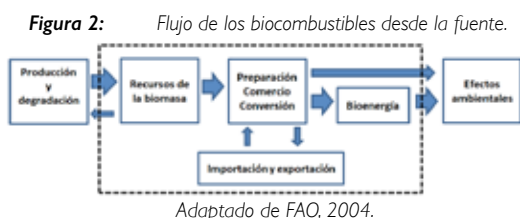
Zona	Características
Zonas altas	Sobre los 1000 msnm
	Ecosistemas de pampa andina de climas fríos
	Poca biodiversidad
	Escasez de dendrocombustibles
	Los recursos energéticos como leña y carbón tienen un costo alto y son productos escasos y de difícil acceso para comunidades alejadas.
Zonas bajas	Por debajo de los 1000 msnm
	Ecosistemas de bosques húmedos tropicales
	Gran cantidad de biodiversidad
	Abundancia de recursos forestales
	Los recursos energéticos como leña y carbón son económicos y de fácil acceso.

Fuente: Ruiz (Citado por FAO, 2001).

Vínculos entre consumo de dendroenergéticos y medio ambiente

Aunque es evidente el vínculo entre el consumo de dendrocombustibles (como carbón y leña) y sus efectos e impactos ambientales, en Tarija estos conceptos son minimizados o concebidos como actividades anecdóticas, recreativas o parte de la tradición, fundamentalmente aquellas vinculadas con la gastronomía citadina.

Un documento especializado de la FAO (2004), publica un diagrama que esboza el proceso del flujo de los biocombustibles que se inicia con la producción y degradación de la biomasa leñosa y concluye con los efectos ambientales, en este diagrama se incluyen todos los eslabones de esta importante cadena como se puede apreciar en la figura N°2.



Sin lugar a dudas uno de los aspectos importantes es la determinación de la información estadística sobre los volúmenes producidos y comercializados de leña y carbón pues la magnitud de éstos estará en directa proporción con el impacto ambiental que generan.

Al realizar el análisis de la conversión de leña en carbón se debe considerar la densidad de la madera, el contenido de humedad y el medio de producción del carbón vegetal. La FAO (2004) maneja un factor de conversión de 165 kg de carbón vegetal producidos a partir de un metro cubico de leña.

En otras palabras se necesitan aproximadamente 6 kg de leña para la producción de 1 kg de carbón

la cual estará también en dependencia directa del tipo horno empleado para su producción como se muestra en la tabla N°2.

Tabla N°2: Leña necesaria para producir carbón vegetal (m³ de leña /Ton de carbón)

TIPO DE HORNO	Humedad de la leña (%)					
	15	20	40	60	80	100
Horno parva	10	13	16	21	24	27
Horno de acero	6	7	9	13	15	16
Horno de ladrillo	6	6	7	10	11	12
Retorta	4,5	4,5	5	7	8	9

Fuente: FAO, 1983, citado por FAO 2004.

Por otra parte el libro “Los bosques y la salud humana”, publicado por FAO (2006) en su serie Unasylva, asevera que la combustión incompleta de leña produce un humo dañino para la salud humana.

En los hogares pobres de los países en desarrollo la leña, el carbón vegetal y otros combustibles sólidos se queman en fogones abiertos o estufas de mal funcionamiento; la combustión incompleta libera pequeñas partículas de otros componentes cuya nocividad para la salud humana en el ambiente del hogar ha sido demostrada. Sin embargo es muy poco lo que se sabe para poder distinguir las diferencias en los efectos sobre la salud, del humo de las diversas clases de biomasa o dendroenergéticos.

Un consumo limpio de leña y carbón darían lugar a la formación de dióxido de carbono y agua. La leña que no arde debidamente convirtiéndose en dióxido de carbono, da lugar a productos de combustión incompleta como monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poli aromáticos y muchos otros compuestos peligrosos para la salud.

Se piensa que el mejor indicador de peligro para la salud causado por el humo de combustión son las pequeñas partículas que contienen muchas sustancias químicas.

Campero (2007), autor boliviano, indica los

siguientes problemas vinculados al consumo de leña en condiciones de uso y empleo de nuestros pueblos y comunidades:

- Alta contaminación ambiental local y la protección de la salud, sobre todo de la mujer y los niños al momento de cocinar los alimentos a causa de los gases tóxicos que emanan de la quema de estiércol seco y leña; así como la contaminación por la falta de estrategias para el manejo de residuos.
- Deterioro del medio ambiente por el uso irracional de los recursos naturales (fundamentalmente de leña, tola u otros energéticos de la zona) con el consecuente peligro de deforestación y por ende la pérdida de la biodiversidad de la zona.
- Incremento de la extrema pobreza y sus factores colindantes, la calidad de vida y la presión del medio ambiente por la degradación y contaminación.
- Elevada contaminación del medio ambiente global por la emisión de gases de efecto invernadero como el metano.

A juicio del viceministro Molina¹ “.....el consumo de leña y biomasa en general podría tener un impacto reducido sobre el medioambiente siempre y cuando su uso se realice a través de maquinaria eficiente y exista reforestación en las áreas de uso”, pero estas condiciones son difíciles de obtener por tanto lo de impacto reducido es solo una hipótesis.

También se afirmó que el consumo de leña entre los habitantes de poblaciones ubicadas en zonas remotas, representa un mínimo grado de deforestación e impacto ambiental en comparación a la repercusión que tiene la deforestación de miles de hectáreas nuevas cada año dedicadas a la actividad agrícola. Este concepto no se puede sos-

tener por la ausencia de estadísticas y del estudio de vínculos reales entre el consumo de leña y la deforestación.

Es común pensar que el consumo de leña es mínimo comparado con la depredación que sufren los suelos donde se desarrolla cultivo extensivo y se tienen que desmontar unas 3.000 ó 5.000 hectáreas para sembrar soya, se piensa que es más dañino al medio ambiente, podría decirse que mil veces más que lo que consumen las familias para proveerse de energía.

El consumo de dendrocombustibles esta vinculado con la calidad del aire, con el cambio del uso del suelo, con la salud de la población y con la calidad de vida. La erosión de los suelos produce serias alteraciones del ciclo hidrológico de las cuencas afectadas.

La Prefectura de Tarija (2005), en el estudio contratado para el control de la contaminación atmosférica en el departamento de Tarija, indica que el dióxido de carbono tiene un ciclo natural dentro de la atmósfera el mismo que se rompe mediante la tala de bosques y la corta de la vegetación en general lo que disminuye la capacidad de la naturaleza de asimilar el dióxido de carbono. También este ciclo natural se altera por la quema de combustibles fósiles y biomasa (leña y carbón) empleada como fuente de energía, lo cual aumenta en forma considerable la cantidad de este gas en la atmósfera.

El monóxido de carbono es un contaminante muy abundante en la tropósfera atmosférica, las emisiones realizadas por las actividades del hombre superan en cantidad a la suma del resto de los contaminantes. La principal fuente de emisión de monóxido de carbono son los vehículos, como efecto de la combustión incompleta de los carburantes y también la quema de biomasa como leña y carbón.

Vínculos entre consumo de dendroenergéticos y problemas sociales

El uso de leña es muy importante para mucha gente que vive en áreas rurales en Latinoamérica y en Bolivia en particular no solo por el uso mismo de ella en cada hogar sino también porque representa una importante fuente de “ingresos monetarios” para muchas familias que venden la leña recolectada en los mercados locales y a intermediarios que transportan este productos a centros más poblados.

La idea de que la leña es recolectada en forma “gratis” y que para la venta se considera solamente el costo del tiempo empleado por el recolector, tiene impactos importantes en la ecología del lugar ya que generalmente el campesino no está obligado a reforestar el área utilizada. Esta sobreexplotación del recurso está asociada a la notable deforestación de que han sido víctimas países latinoamericanos como Honduras, Guatemala, Perú y Bolivia entre otros.

El uso de leña y la deforestación producida durante su recolección es un problema que se hace más notorio en las áreas más áridas o semiáridas como las regiones costeras de los Andes de Chile y Perú, el altiplano boliviano, el sureste de Brasil y parte de América Central y las Antillas. (FAO, 2001); en la región andina de Bolivia, después de que especies como la Queñua (*Polylepis* sp) y la Quishuara (*Buddleia* sp) fueron extraídas hasta casi la extinción comercial, arbustos como la Tola (*Lepidophyllum* sp) sufrieron el mismo destino hasta finalmente agotar inclusive especies como la Yareta (*Distichia muscoide*).

Tarija es una típica muestra y muy didáctica para ilustrar la situación indicada por sus características ecológicas áridas y sociales dispersas de poco desarrollo; la fuerte presión por material leñoso para su uso principalmente como leña está po-

niendo en peligro a especies como el Churqui, el Algarrobo, la Tusca, el Molle entre los más importantes.

El consumo de carbón y leña se relaciona directamente con problemas ligados a la disponibilidad de agua y a la contaminación atmosférica que inciden directamente con cuestiones de salud y calidad de vida.

En cuanto a la contaminación atmosférica las fuentes de emisión de contaminantes se han diversificado bastante contribuyendo el uso de plaguicidas en la agricultura, el humo y las cenizas producidas por la quema de combustibles fósiles y de la vegetación nativa para habilitar tierras para la agricultura o para su uso como energético.

Los efectos de la contaminación atmosférica que más deben preocuparnos son aquellos que conciernen a la salud pública; la quema de biomasa libera gases de diferente naturaleza y material particulado, causando problemas en el sistema respiratorio.

Esta es una situación que nos afecta a todos porque estamos expuestos a la absorción de gases y partículas suspendidas que vienen del intenso tráfico vehicular, de la quema de energéticos y de la erosión eólica natural e inducida que a su vez disminuye la productividad de los suelos y ocasiona poca disponibilidad y acceso a recursos hídricos, todo ello conlleva a la pobreza.

Otra de las fuentes de emisión resulta de la quema tanto de los residuos agrícolas en campo como en áreas silvopastoriles u otras actividades que producen material particulado producto de la combustión y más que todo causan opacidad por los humos (monóxido de carbono), óxido nitroso y óxidos de nitrógeno; cuando la biomasa arde en llamas, estas partículas luego se dispersan en el aire y permanecen por mucho tiempo.

Cuando se producen quemas o incendios forestales o se emplea leña y carbón, todos los residuos que quedan de este proceso son movilizadas por la actividad de los vientos, en muchos centros poblados se puede observar que la visibilidad ha disminuido, aumentando el riesgo de infecciones respiratorias en la población, afectando inclusive las operaciones aéreas.

La formación y el nivel de información en el área rural acerca de temas ambientales son muy limitados y demuestran que no existe espíritu para prevenir y controlar la contaminación del aire.

Marco normativo y ruta crítica de la cadena del carbón y la leña en Tarija.

No existe una norma específica que regule el transporte y comercialización de carbón y leña. Las personas que transportan y comercializan carbón se registran como Empresas de Servicio bajo los parámetros que establece la Directriz Técnica ITE 002/99 de la ABT.

Existe un procedimiento para realizar solicitudes de aprovechamiento de leña para uso propio en base a biomasa muerta, para este propósito se debe recabar y llenar un formulario que proporciona la ABT.

La directriz ABT 002/2012 NORMAS DE ACCESO A LOS RECURSOS FORESTALES Y ARTICULACIÓN CON PEQUEÑOS PRODUCTORES cuyo objetivo textualmente transcrito es *“Establecer lineamientos y procedimientos técnicos legales para el acceso simplificado a los recursos del bosque y tierra por parte de las comunidades en general y de empresas de transformación secundaria, que les permita aprovechar de manera sustentable y con rendimientos adecuados los recursos con la finalidad de impulsar el bienestar del conjunto*

de los usuarios y el abastecimiento de productos forestales al mercado local”

La norma mencionada indica entre los productos regulados por sus lineamientos a los Productos Forestales en Cantidades Menores definiendo a los mismos de la siguiente manera: “Productos Forestales en Cantidades Menores: Referido al conjunto de elementos actual o potencialmente útiles de los bosques, convencionalmente denominados productos forestales maderables y no maderables que pueden encontrarse en diferentes estados de transformación primaria o secundaria constituyéndose en productos semielaborados y/o acabados”

Dentro del concepto de productos forestales no maderables se incluye a la leña y carbón; pero la norma desarrolla procedimientos técnicos principalmente para el procesamiento y comercialización de madera aserrada dejando en un segundo plano a todos los productos forestales no maderables que son abundantes.

Por estas razones no se puede establecer una ruta crítica de la cadena del carbón y la leña.

Análisis

La leña sigue siendo el dendrocombustible más importante en el mundo de las energías renovables como lo afirma Energy Press (2011), quien indica además que la FAO resalta la importancia de la madera como combustible renovable en el mundo siendo considerada la primera fuente de energía de la humanidad y afirma que “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”.

También aclara que la dendroenergía es tan importante como todas las otras fuentes de energía renovable juntas (hidroeléctrica, geotérmica,

residuos, biogás, solar y biocombustibles líquidos), a tal punto que “más de 2.000 millones de personas dependen de la dendroenergía para cocinar y/o calentarse, especialmente en los hogares de los países en desarrollo; el empleo de combustibles de madera por los hogares 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 o democrática del mundo”

Energy Press (2011), también señala que en el año 2010 se registró un incremento del consumo de carbón vegetal a nivel global, crecimiento que fue calificado como el más rápido de los últimos 9 años según un reporte de la empresa Brithis Petroleum (BP). Por otro lado remarca que el Informe Estadístico

Mundial de Energía editado por la BP, reporta que el consumo mundial de carbón creció el año 2010 hasta los 3.555,00 millones de barriles de petróleo equivalente, cantidad que según el documento significa el 29.6% de la totalidad de energía utilizada a nivel mundial durante esa gestión, asimismo, añade que este incremento implica un ritmo de crecimiento de consumo de ese energético a nivel mundial de 7.6% en el año 2010, el más rápido desde el 2003.

La comercialización en la ciudad de Tarija y en el departamento en general está poco normada, es hasta medio caótica, se carece de información básica como para plantear un análisis y discusiones que nos lleven a conclusiones más determinativas.

Si bien existe una autoridad encargada de regular esta actividad, la misma no lo hace con la intensidad y la dedicación que se necesita porque este rubro es considerado marginal.

CONCLUSIONES

Conclusiones sobre el marco normativo

El marco legal normativo es débil o ausente, se considera la actividad de extracción de leña y de elaboración y comercialización del carbón como de poca importancia por el poco volumen financiero que moviliza, esta situación es inversa con el significado que tienen estas actividades en la sostenibilidad ambiental de la región.

La ABT mantiene registros parciales de algunos comercializadores de carbón que lo transportan desde la zona del chaco. Sobre el consumo de leña no tiene registro ni procedimiento alguno que genere estadísticas para un adecuado análisis.

La alcaldía municipal de la provincia Cercado no participa de ningún proceso de control o verificación de los orígenes de la leña y el carbón que se comercializa en la ciudad. Se pudo observar la existencia de grandes cantidades de leña acopiadas en domicilios particulares.

Revisado el catálogo de normas del IBNORCA de la gestión 2016 se pudo constatar que no existen normas técnicas en materia de biocombustibles sólidos como ocurre con otros países. Todas las normas vinculadas con el sector forestal están relacionadas con el manejo de terminología y procedimiento para el uso de madera maciza no con fines energéticos.

Conclusiones sobre la comercialización en Tarija

En la ciudad de Tarija se comercializa carbón y leña en diferentes lugares entre los que destacan el mercado Campesino, la salida al norte, el mercado del Sur y otros puntos de la carretera panamericana que atraviesa la ciudad. No fue posible tener acceso a registros de los comercializadores.

En una primera aproximación se contabilizaron alrededor de 55 puestos de venta de leña y carbón que también disponen de paja utilizada en la construcción, por conversación con algunos vendedores se tomó conocimiento de que existe una asociación de vendedores de carbón, habiendo también comercializadores que actúan de forma libre.

Las unidades que manejan para la venta son “bolsas” en el caso del carbón y “carga” en el caso de la leña. Las bolsas son de diferente tamaño y diferente precio, en el caso de las cargas de leña las mismas no aparentan ser del mismo peso o volumen, son muy variables.

El carbón es comercializado también en carnicerías de la ciudad de Tarija en empaques de papel, ninguno de estos puntos de comercialización tiene registros sobre sus ventas de carbón.

Palacios (2014) afirma que para cocinar 1kg de carne se requiere 2 kg de carbón y que para cocinar a la llama por cada kilogramo de carne se requiere 3 kg de leña, de esta última manera se cocinan en Tarija los demandados chanchos a la cruz. Si relacionamos el cálculo desarrollado por la FAO (2004), que señala que en promedio se necesitan aproximadamente 6 kg de leña para la producción de 1 kg de carbón; entonces por cada kilogramos de carne cocinada con carbón a la parrilla estaríamos consumiendo aproximadamente 12 kg de leña.

Conclusiones sobre la sostenibilidad ambiental y social

La sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental no son posibles en las condiciones actuales de uso de la tierra y sus recursos en el departamento de Tarija. Hemos olvidado que estamos viviendo en un valle azotado por la

erosión y en franco proceso de desertificación donde el indicador más importante es la disminución de los caudales de muchos cursos de agua y el secamiento de otros.

Según datos publicados por el Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras de Tarija (PERTT) en el año 2001 el 89,4% de la superficie departamental estaba ya afecta por la erosión en distintos grados, en la tabla N°3 se puede apreciar un detalle pormenorizado sobre este problema.

Tabla 3: Grados de erosión en Tarija

Grado de erosión	Superficie afectada en Km ²	Porcentaje
Nula	3.972,00	10,60
Ligera	3.396,00	9,00
Moderada	6.481,00	17,20
Fuerte	6.354,00	16,90
Muy fuerte	14.056,00	37,40
Grave	2.530,00	6,70
Muy grave	834,00	2,20
Totales	37.623,00	100,00

Fuente: PERTT, 2001.

Los modos de acceso y uso de los recursos naturales no han cambiado en todo el departamento lo que hace prever que es posible que esta situación continúe de esta manera o que haya empeorado con el incremento de superficies en las categorías de erosión más graves o severas.

La erosión es un fenómeno natural que se incrementa por las actividades antrópicas, en el valle central de Tarija que comprende las cuencas del Alto Guadalquivir, Tolomosa, Santa Ana y Camacho los suelos con erosión se han incrementado en un periodo de 13 años como se puede apreciar en la tabla N°4.

Tabla 4: Avance de la erosión de 1988 a 2001 (13 años)

Condición de la superficie	Superficie en ha		Diferencia (en ha)	Porcentaje respecto de 1988
	Año 1988	Año 2001		
Erosionada	121.411,00	147.166,00	25.755,00	21,21
No erosionada	223.116,00	196.080,00	(-27.032,00)	12,12
Total	344.527,00	342.246,00	(-2.281,00)	0,66

Erazo, O. 2002. En base a datos del PERTT

Es muy limitada la información publicada sobre el estado de los recursos naturales en Tarija, los datos que analizaremos a continuación corresponden a varias décadas atrás pero se pueden asumir como actuales dado que la situación de intervención no ha cambiado, más bien se ha incrementado la presión.

La pérdida de suelos o degradación específica para el año 1988 era de 2400 Ton/km²/año para las áreas de mayor pendiente y de 440 Ton/km²/año para las áreas de menor pendiente según datos de la consultora COMSER (1988), la cual afectaba principalmente a la Cuenca del Guadalquivir donde se presentaba y presenta la máxima expresión de la erosión de origen hídrico.

La producción media de biomasa (leñosa y herbácea) por hectárea en el valle de Tarija descendió a 380 kg de materia seca debido a la fuerte degradación de los suelos, al pastoreo excesivo y a la extracción para su uso como leña. En áreas piloto con forestaciones de protección y uso silvopastoril se ha medido la producción de biomasa en 1,9 toneladas. (PERTT-GTZ, 1988)

La población rural principalmente y ahora también la ciudadina usa leña en forma excesiva y en cantidades superiores al incremento forestal natural. Ehrich-Grafe (1988) indicó que para el año 1988 el consumo de material leñoso era 2,5 veces más que la producción natural de la zona agravándose de esta manera la destrucción de la vegetación y el avance de la erosión.

A lo ya citado se puede sumar que un balance forrajero desarrollado en la sub cuenca del río Camacho, afluente del Guadalquivir, determinó que se necesitan 21,5 hectáreas para alimentar correctamente una cabeza de ganado mayor. La oferta total de forrajes naturales cubre tan solo un 46,3% de la demanda. (PERTT-GTZ, 1988). Solamente en la cuenca del río Camacho por

cada persona existen 5 animales (1,8 ovejas; 1,6 cabras y 1,5 vacas) y anualmente se incrementan 1,35 animales por persona (0,47 de oveja; 0,62 de cabra y 0,26 de vaca) esto no incluye los asnos y caballos usados para carga y transporte. (PDM-Uriondo, 2000)

El consumo de leña y carbón, fundamentalmente en la práctica gastronómica doméstica y recreativa, no se considera como significativo en el proceso de sostenibilidad ambiental. La leña que llega a Tarija proviene de varios sitios que forman parte de la cuenca del valle de Tarija. La extracción de leña de sitios de vegetación nativa conlleva un cambio en la cobertura vegetal y un cambio en el uso de los suelos como sucedió en la parte baja de la cuenca del río Camacho que se muestra en la tabla N°5.

Tabla N°5: Cambio producido en la cobertura del suelo en el periodo 1998-2015

Tipo de cobertura vegetal	Superficie (ha)		Diferencia	
	Año 1998	Año 2015	ha	%
Bosque ralo mayormente siempre verde semidecídúo.	5779,88	2340,79	3439,08	(-59,50)
Matorral mayormente caducifolio semidecídúo.	27394,27	24024,46	3369,81	(-12,30)
Vegetación herbácea graminóide con matas y cojines	6115,95	11794,37	5678,41	92,82
Áreas antrópicas	3686,74	4822,02	1135,28	30,79

Adaptado de Ramos & Mamani (2016)

En la tabla anterior se puede observar que las superficies con vegetación de Bosque ralo y Matorral mayormente caducifolio semidecídúo se redujeron en un 59,5 y 12,3% respectivamente; o sea que perdieron su elemento leñoso (árboles y arbustos) para convertirse en suelos con Vegetación herbácea y áreas antrópicas quienes incrementaron su superficie en 92,82 y 30,79% respectivamente.

Este proceso supone un cambio de uso del suelo negativo para el ecosistema por el desbalance que ocasiona sobre todo en lo que respecta al régimen hidrológico. Se puede inferir por las características de la vegetación del Bosque ralo

y del Matorral mayormente caducifolio que la pérdida de sus elementos leñosos (árboles y arbustos) ha sido como consecuencia de la extracción de este material para su uso como leña ya que los mismos no presentan dimensiones ni condiciones de forma adecuada para su uso como material de construcción o de otro tipo. Es también conocido que el material leñoso que se desarrolla en el valle de Tarija brinda excelente condiciones para su uso como leña debido al alto poder calorífico que presenta al ser una madera densa por el largo tiempo que necesita para su crecimiento.

Las causas de la erosión en Tarija son de orden eminentemente socioeconómico y no de ausencia de medios y condiciones tecnológicas. El sobre pastoreo, el corte de la vegetación natural para usarla como leña, cercos muertos, construcciones, la falta de prácticas conservacionistas en el uso del suelo con fines agrícolas, la carencia de previsiones en la construcción de infraestructuras que desatan procesos erosivos, etc.

Es importante reglamentar de manera concertada la cría de ganado, el aprovechamiento de especies nativas forestales con fines energéticos y de otra índole en áreas comunitarias y privadas, el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas y otros, subsanar los problemas que generan el latifundio, el minifundio, la inseguridad de la tenencia de la tierra, etc. en busca de sostenibilidad ambiental y social.

BIBLIOGRAFÍA

- Campero, O. (2007). Biogas en Bolivia: Programa Viviendas Autoenergeticas. . Energía y Desarrollo, 56.
- COMSER Consultora. (1988). Erosion en el valle central de Tarija. Informe de Consultoría.
- Energy Press. (2 de Noviembre de 2011). Biomasa, abastece el 17% de la demanda total de energía en Bolivia. Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia, págs. Disponible en <http://eerr-bolivia.blogspot.com/2011/11/biomasa-abastece-el-17-de-la-demanda.html>.
- Erazo, O. (2002). Erosion en el departamento de Tarija. Seminario Suelos I, 15.
- FAO. (Diciembre de 2001). Estado de la información forestal en Bolivia. (O. R. FAO, Ed.) Monografía de países., 2, 306.
- FAO. (2006). Los bosques y la salud humana (Vols. Unasylva N°224 Vol 57, 2006/2). Roma, Italia.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004). Terminología Unificada sobre Bionergia TUB: Terminología de los dendrocombustibles sólidos. Roma, Italia: Departamento Forestal de la FAO. Dendroenergía.
- PERTT. (2001). Diagnostico Institucional. Informe Institucional.
- PERTT-GTZ. (1988). Restauracion Hidrológica de la Cuenca del río Camacho. Informe de Cooperación.
- Prefectura del Departamento de Tarija. (2005). ESTUDIO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA. Tarija, Bolivia.
- Ramos Sebastian, Mamani Oscar. (Diciembre de 2016). Determinación del cambio de cobertura y uso actual de la tierra en la parte baja de la cuenca del rio Camacho. provincia Avilez, Tarija. (IIEMA, Ed.) AgroCiencias, 8.