

ANÁLISIS DE RECURSOS BIOMÁSICOS LEÑOSOS Y DE RESIDUOS PARA USO COMBUSTIBLE

Víctor Barrena Arroyo, Jaime Gianella, Henry García,
Noelia Flores, Ethel Rubín, Juan Carlos Ocaña y Roxana Guillén

5.1 RESUMEN

La gestión del recurso biomásico orientada a promover el desarrollo de la bioenergía requiere de un mejor conocimiento sobre la situación actual para realizar un análisis de las perspectivas y el potencial de desarrollo que esta forma de energía tiene en el Perú. Con el objetivo de mejorar la capacidad del país para el desarrollo de la gestión pública-privada de los recursos biomásicos y salvaguardando la seguridad alimentaria de la población, se aplicó la metodología *Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping -WISDOM* de la FAO, con el objetivo de proveer evaluaciones cualitativas y servir como herramienta de planeamientos estratégicos para identificar sitios que requieran una acción prioritaria. Este análisis ayudó a identificar, cuantificar y localizar la producción y el consumo de biocombustibles y otros eventuales recursos dendroenergéticos dentro de un área geográfica específica y estimar su potencial²¹.

El análisis se realizó en base al establecimiento de datos geo-referenciados, lo cual permitió visualizar en mapas la producción y el consumo de dendroenergía y de otras formas de bioenergía, como así también sus potencialidades, cubriendo todo el país tanto a nivel de Provincia como a nivel de unidad espacial (píxel). El logro más importante en la aplicación de WISDOM ha sido la colección y armonización de las bases de datos generadas por distintas instituciones del Perú relacionadas con la oferta y la demanda de biomasa para la generación de energía así como haber generado una primera aproximación al estado actual del sistema bioenergético del país. Cabe indicar que una de las principales observaciones se relaciona con la falta de información; esto precisa definir una línea de acción que permita llenar estos vacíos para mejorar la calidad de la base de datos y los resultados encontrados.

Se estimó que el consumo de leña y carbón total del país fue cerca de 4 millones de toneladas por año aunque informes oficiales estiman que llega a los 5 millones de toneladas anuales; estas discrepancias se deben principalmente a la falta de información lo cual no permitió que algunas ciudades hayan sido evaluadas correctamente en el análisis (Lima y

²¹ Los detalles sobre la aplicación de la metodología de WISDOM para Perú se presentan en el Capítulo V del Compendio Técnico Volumen II.

Huancayo, por ejemplo) o porque no se ha tomado en cuenta en el caso de las industrias que los exportan, el origen de la leña y el carbón. En base a los resultados obtenidos las provincias que presentan el mayor consumo de biomasa son Virú (La Libertad) Chota (Cajamarca), Morropón (Piura) y Tarma (Junín).

Los resultados sobre la oferta en lo referente a la productividad media de los bosques (naturales y plantaciones), accesible y disponible para usos energéticos estiman que se llega a 252 millones de toneladas. Por otro lado, son casi 16 millones de toneladas de biomasa provenientes de otras fuentes como los residuos en el campo de los cultivos considerados en este estudio (maíz amarillo duro, arroz, caña de azúcar, algodón, espárrago, olivo), de los residuos de la agroindustria relacionada con estos cultivos y de los aserraderos.

Finalmente, el balance entre la oferta potencial y el consumo actual estimado, señala la importancia que tienen la leña, el carbón vegetal y los residuos de biomasa para la producción de energía en los sectores residencial, comercial e industrial del país. El balance entre la oferta dendroenergética y la demanda, indica que el Perú tiene un saldo positivo de un poco más de 250 millones de toneladas al año pero que la distribución de este superávit no es uniforme. Las provincias localizadas en la Selva presentan altos superávit, mientras que las provincias de la Costa y de la Sierra presentan serios déficit. Considerando los residuos, el saldo positivo general a nivel del país asciende a cerca de 270 millones de toneladas.

Se recomienda que WISDOM se convierta en una herramienta de planificación del Estado para definir y localizar los programas de fomento de plantaciones energéticas y ser base del desarrollo de políticas y programas del desarrollo energético del país a partir de la biomasa. De esta manera, sería altamente recomendable aplicar la metodología WISDOM a nivel local lo cual permitiría también la implementación de estos programas a nivel localizado. Se recomienda también que el equipo que ha trabajado en la aplicación de WISDOM en el Perú continúe procesando y analizando información para mejorar esta herramienta de planificación.

5.2 INTRODUCCIÓN

Los residuos agrícolas y forestales del Perú son recursos que actualmente no son explotados comercialmente y que presentan un gran potencial como fuente de energía primaria. En el Balance Nacional de Energía (BNE) elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), la biomasa de origen agrícola y forestal no es contabilizada como fuente de Energía Primaria Comercial (EPC).

El suministro de biomasa agrícola y forestal con fines energéticos puede clasificarse en dos grandes categorías según procedencia: a) de plantaciones energéticas²² y, b) de

²² Se desarrollan para que el conjunto de la biomasa aérea producida se destine única o principalmente a la generación de energía. Comprenden plantaciones de especies arbóreas de período vegetativo prolongado y plantaciones de período vegetativo corto (2 – 4 años) conformadas por especies arbóreas manejadas/adaptadas para explotación en plazo menor y especies arbustivas.

residuos agrícolas y forestales. El desarrollo de una gestión pública-privada de estos elementos biomásicos orientada a promover el desarrollo de la bioenergía -salvaguardando la seguridad alimentaria de la población-, requiere mejorar la capacidad del país en el conocimiento del uso que actualmente existe sobre la biomasa con fines energéticos. La vinculación entre la información relacionada con el consumo (demanda), la producción actual (oferta) y la producción potencial son esenciales para la elaboración de estrategias energéticas a largo plazo.

El objetivo principal de este estudio es analizar el potencial de la utilización de biomasa para usos energéticos sin que esto afecte la seguridad alimentaria de la población ni compita con el uso actual de la biomasa ni degrade los suelos. El producto principal de este trabajo es la creación de una base de datos geo-referenciada en la que la oferta y la demanda de biomasa para energía y su respectiva potencialidad de utilización, puedan ser visualizadas en mapas temáticos. Dichos mapas abarcan la totalidad del territorio nacional, utilizando como unidad mínima de análisis la delimitación provincial. Los mapas temáticos y la base de datos servirán como herramientas para apoyo en:

- el análisis de los distintos aspectos técnicos, socioeconómicos y medio ambientales de la utilización de los recursos biomásicos como fuentes energéticas desde la perspectiva de la sostenibilidad;
- determinar áreas prioritarias de actuación;
- la elaboración y formulación de estrategias de ordenación de los recursos biomásicos para la generación de bioenergía a corto y medio plazo.

Los objetivos específicos del análisis son:

- Mostrar en mapas temáticos la situación actual de la oferta y del consumo de dendrocombustibles en las distintas provincias del territorio peruano.
- Evaluar el potencial disponible de biomasa para la generación de energía que ofrecen los bosques naturales, las plantaciones forestales, los residuos agrícolas de las cosechas y los derivados de distintas actividades agroindustriales y de las industrias forestales del país.
- Determinar el papel de los dendrocombustibles en el sector forestal.
- Detectar los vacíos de información, incoherencias y fragmentación de datos existentes entre las estadísticas forestales y de consumo de leña y carbón vegetal en los sectores residencial, comercial e industrial.

El Perú tiene una superficie de 1 285 215,6 km² de los que el 11 por ciento pertenece a la Costa, 29 por ciento a la Sierra y 60 por ciento a la Selva, aproximadamente. Según el Censo Poblacional de 2007 (INEI, 2008) el Perú cuenta con 28 220 764 de habitantes que se distribuyen de la siguiente manera: 53,1 por ciento en la Costa, 31,1 por ciento en la Sierra y 13 por ciento en la Selva. El 24,1 por ciento de la población es rural y el 75,9 por ciento es urbana; Lima, la ciudad capital, cuenta con el 30 por ciento de la población total del país, es decir que toda la población de Lima equivale a toda la población rural del Perú.

5.2.1 SECTOR FORESTAL

Desde el punto de vista forestal, el Perú cuenta con 71 869 713 ha de bosques naturales; en la Costa existen 2 778 250 ha, en la Sierra 1 841 200 ha y en la Selva 67 250 263 ha. Se considera que existen 10 500 000 ha de tierras aptas para la reforestación, que sumadas a las cifras anteriores, indican que el Perú cuenta con 82 369 713 ha de tierras de aptitud forestal.

La Costa es la región natural donde se concentra la actividad agrícola y donde se encuentran las ciudades más grandes del país. En esta región se encuentra el Bosque Seco del Noroeste que cubre aproximadamente 500 000 ha; este tipo de bosque ha sido degradado principalmente por la ganadería caprina y se ha convertido en un bosque tipo sabana que ocupa 1 000 000 ha. En la década de 1970 se decretó una veda de extracción de madera de estos bosques a causa de la sobreexplotación que continua en vigor hasta el día de hoy, en especial del hualtaco, una madera para la producción de parquet.

Estos bosques son abiertos, con árboles dispersos de porte bajo, sobre un manto de gramíneas, asociadas con otras herbáceas de carácter estacional que desaparecen en las épocas de sequía para reverdecer cuando se presentan las lluvias veraniegas. La especie representativa del bosque seco tipo sabana es el *Prosopis pallida* (algarrobo), que en muchos sectores se encuentra asociado a especies resistentes a las sequías, principalmente con el *Capparis angulata* (zapote) y en menor proporción con *Capparis ovalifolia* (bichayo), *Acacia macracantha* (Faique), *Parkinsonia aculeata* (espina de cristo), *Cercidium praecox* (palo verde) y *Vallesia glabra* (cun cun).

En la actualidad se extrae madera para leña y para producir carbón vegetal, principalmente de los algarrobos, para uso doméstico. De manera ilegal se extrae esta especie para producir carbón vegetal destinado a restaurantes y pollerías así como para utilizarlo en las parrilladas que se realizan en los hogares.

En Piura se ha encontrado que en 1995 se perdieron 14 800 ha de bosques secos, por extracción de madera para producir leña, carbón y cajones para fruta, (Vilela, 2005). También existen en esta región, cerca de la frontera con Ecuador, 4 000 ha de manglares, con dos especies de mangle (*Rhizophora* sp.). Estos bosques han desaparecido por la construcción de pozas langostineras. También afectan a estos bosques la excesiva extracción de conchas y cangrejos, los residuos sólidos producidos por los pobladores aledaños y la contaminación por desagües domésticos y químicos de la actividad agrícola. Otras amenazas principales incluyen la deforestación del bosque y del matorral adyacente.

En el Centro y Sur de la Costa existe una formación climática llamada “lomas” de la cual solo quedan algunos relictos. En la época de la Colonia se extraía madera de estos bosques.

La Sierra, por otro lado, es la región natural donde se encuentran la mayor cantidad de recursos mineros. Se la considera también como la fuente agua del país y es la región

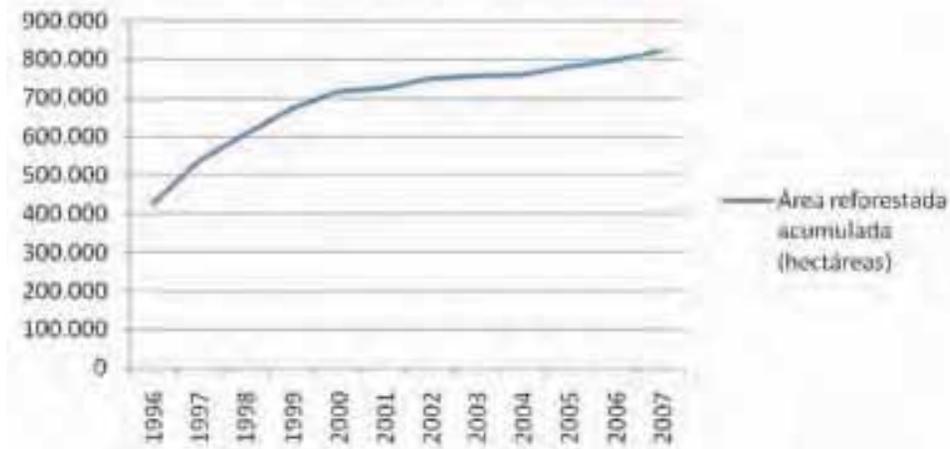
que tiene la mayor extensión de pastos naturales. Tradicionalmente, la agricultura es el uso más importante de esta región y debido a su topografía y al desarrollo agrícola hay muchos sitios erosionados. Esta región cuenta con 1 841 200 ha de bosques naturales que varían según el piso ecológico. El árbol típico de la Sierra es el quinal (*Polylepis* sp.) que es utilizado por la población local como leña. También existen bosques de quishuar (*Buddleia incana*), de aliso (*Alnus jorullensis*), de tara (*Caesalpinea tinctoria*). El quishuar es utilizado en filas para dividir campos y se utiliza para leña. El Perú es el mayor productor de tara en el mundo, con el 80 por ciento de la producción mundial.

En esta región se han plantado más de 725 000 ha principalmente de *Eucalyptus* sp. y de *Pinus* sp., particularmente en las regiones administrativas de Cuzco, Cajamarca, Ancash, Junín, Apurímac y Ayacucho. En Cajamarca se encuentran las plantaciones de porcón con 12 800 ha; estas plantaciones son manejadas por ADEFOR. Simbaña (com. pers.) considera que el 90 por ciento de las plantaciones de la región administrativa Ancash son de eucalipto. Por otro lado, FAO indica que 75 por ciento de las plantaciones forestales en el país son de eucaliptos, el seis por ciento de pinos y el 19 por ciento restante corresponde a otras especies.

En la Figura 5.1 se muestra la evolución de la superficie acumulada forestada para el período 1996 – 2007 (PNUD e INRENA 2008).

Figura 5.1

Área reforestada acumulada en Perú 1996 – 2007 Variación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda



Fuente: PNUD e INEI, 2008

El MINAG (2005) indica que la mayor parte de estas plantaciones, por su ubicación y productividad, y por no haber sido técnicamente manejadas, cumplen esencialmente funciones ambientales y de protección. En cuanto al Incremento Medio Anual (IMA), Berni (2009) indica que los eucaliptos presentan una producción de 23 m³/ha/año, los pinos 16 m³/ha/año y otras especies 10 m³/ha/año, Por otro lado, Jon (2001) menciona que para el eucalipto se ha

encontrado entre 3,5 m³/ha a 6,7 m³/ha en Ocopilla, 7 m³/ha a 10 m³/ha en San Agustín de Cajas y 8,3 m³/ha a 10,2 m³/ha en Sapallanga, todos ellos en Junín. Por otro lado, Simbaña (com. pers.) indica que el IMA es variable dependiendo de la altitud, suelos, clima y edad, y que varía entre 8 m³/ha a 18 m³/ha; añade que para el pino el IMA varía de 7 a 15 m³/ha.

La Selva, representa aproximadamente el 60 por ciento del área del país; el 61 por ciento de sus tierras son de producción forestal y un 21 por ciento son tierras de protección. Una característica de la Selva peruana es su gran heterogeneidad y biodiversidad. Se considera que en esta región natural existen más de 4 000 especies forestales; se pueden encontrar 300 especies forestales y 100 árboles por encima de 30 cm de dap por hectárea; se encuentran entre 1 a 8 árboles por especie en cada 10 hectáreas y puede haber de 20 m³/ha a 200 m³/ha, considerando un promedio de 100 m³/ha para árboles mayores a 25 cm de dap. Su alta biodiversidad puede reflejarse en que entre 20 a 25 especies representan del 40 al 50 por ciento del volumen total que puede llegar a 70 por ciento si se consideran 50 especies. Bueno et al. (1978) indican que el IMA de bosques húmedos tropicales varía entre 1 m³/ha a 30 m³/ha, pero se puede tomar como promedio 10 m³/ha. Desde el punto de vista económico, las especies más valiosas son la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela sp.*); dada la situación de su población, la exportación de madera de caoba está regulada.

El mayor problema forestal de esta región es la deforestación causada por la agricultura, con la práctica de tumba y quema. En el año 2000, 9 500 000 ha habían sido deforestadas a una tasa de 261 158 ha/año.

5.2.2 SECTOR AGRÍCOLA

El territorio peruano cuenta con unos 7 600 000 ha con capacidad para los cultivos agrícolas, lo que equivale al seis por ciento de su superficie total. Aproximadamente 17 000 000 ha (14 por ciento) son tierras con aptitud para pastos y unas 48 700 000 ha poseen aptitud forestal (38 por ciento), correspondiendo el porcentaje restante a tierras con grandes limitaciones económicas para la producción, que son denominadas técnicamente "tierras de protección". Dentro de esta pequeña disponibilidad de tierras para fines agrícolas, el diagnóstico oficial indica que entre el 55 y el 60 por ciento están afectadas por la erosión en diversos grados y que en las zonas costeras hay aproximadamente unas 300 000 mil hectáreas que registran problemas de salinidad, especialmente en las áreas donde se cultiva arroz. A su vez, dentro de las áreas erosionadas, el 6,4 por ciento tiene una calificación de "erosión severa", lo cual registra unas 8,2 millones de hectáreas, que están distribuidas en un 31 por ciento en la Costa y el 65 por ciento en la Sierra.

Los residuos agrícolas y pecuarios, constituyen una importante fuente de energía primaria que puede ser utilizada comercialmente y/o para autoconsumo. Estas fuentes de biomasa incluyen los residuos de cosecha de algunos cultivos anuales, los reemplazos de algunas plantaciones agrícolas, los residuos de las podas de algunos árboles y el potencial de residuos pecuarios.

La agricultura en el Perú está influenciada por la diversidad climática, por la distribución de los suelos y por el relieve de su territorio. De los 7 600 000 ha con capacidad para cultivos agrícolas del Perú, el 16 por ciento corresponden a la Costa, casi un 52 por ciento a la Sierra y un 32 por ciento a la Selva, aproximadamente. Sin embargo, se considera que la superficie agrícola es apenas 2 800 000 ha en todo el país. En el año 2006 los cultivos de mayor extensión eran: café con 337 400 ha, cacao con 66 700 ha, plátano 173 800 ha, caña de azúcar 65 800 ha, arroz 346 900 ha, maíz amarillo duro 288 700 ha, maíz amiláceo 239 300 ha, papa 264 800 ha, yuca 104 000 ha, algodón rama 92 300 ha, entre otros.

En la última década se registró un aumento de la producción agrícola del país en un contexto caracterizado por la recuperación de la estabilidad macroeconómica, la apertura del comercio internacional, la liberalización de los precios de los productos agrícolas y el ingreso de nuevos actores privados en el agro.

Una de las características de las tierras agrícolas es su fragmentación en pequeñas unidades. En 1994, la extensión promedio de la unidad de producción agrícola era de sólo 3,1 ha en total. Esta fragmentación es mucho más aguda en la Sierra donde la extensión promedio se reduce a 2,4 ha.

La agricultura mantiene bajos niveles de importancia en el PBI global, avanzando hasta 9,0 por ciento en el año 2000, desde el 8,0 por ciento registrado en 1991. Lo mismo sucede con la participación de la agricultura en el empleo y la generación de divisas. Sin embargo, el valor del producto agropecuario *per capita*, que indica la seguridad alimentaria de la población o la capacidad de producir los alimentos que se demandan en el mercado interno, se elevó en el 2000 aproximadamente en 38,8 por ciento respecto a 1991.

Las mejores tierras de cultivos del Perú se encuentran en la Costa donde la agricultura es intensiva y practicada en los fondos de los valles; es de donde se obtiene la más alta producción agrícola debido a que cuenta con orientación técnica, mecanización e inversiones de grandes capitales. Convenientemente irrigadas, son tierras de alta productividad. Por la escasez de agua existente, en la Costa se obtiene, en la mayoría de los valles, sólo una cosecha al año; pero en aquellos casos en que se han realizado obras de riego se obtienen hasta dos cosechas, aumentando al mismo tiempo la producción agrícola. Predominan los cultivos industriales, como la caña de azúcar, el algodón o los frutales, que son productos de alta rentabilidad. En los últimos años agricultura se dirige a la exportación, principalmente de espárrago.

La Sierra se caracteriza por una agricultura extensiva utilizando herramientas tradicionales, carece de asistencia técnica y crediticia permanente, a lo cual se suma la desventaja de la baja calidad productiva de sus tierras. La agricultura es practicada principalmente en las tierras de comunidades campesinas. Existen dos tipos de tierras laborables: tierras de regadío y tierras de secano. Las tierras de regadío se localizan en los

valles interandinos o en las inmediaciones de las fuentes, manantiales o puquiales. Los suelos de estos valles están sometidos a un uso intensivo. Las tierras de secano se localizan en los flancos andinos y producen por efecto de las lluvias periódicas (de diciembre a marzo) y regulares (sin interrupción durante ese período). En la Sierra se cultivan preferentemente plantas alimenticias, tales como papa, trigo quinua o maíz.

Se estima que en la Selva hay 2 millones de hectáreas en producción agrícola. Los suelos de la Selva están cubiertos de una delgada capa de humus o sustancias orgánicas, provenientes de las hojas y ramas de los árboles, que son los elementos que le dan fertilidad natural que permite tener buenos rendimientos durante dos o tres años. Sin embargo, no se hace un adecuado uso de ellos: la fertilidad se pierde y la tierra tiene que ser dejada en barbecho. La Selva Alta del Perú, es la zona agrícola de esta vasta región, debido a sus especiales condiciones geográficas. En cambio, la Selva Baja tiene suelos inundables, donde el desarrollo agrícola es limitado.

En la Selva Alta se producen frutales como cítricos y café y cacao. El café tradicionalmente ha sido un producto de exportación y en los últimos años se están produciendo café y cacao orgánicos para mercados específicos logrando mejores precios. También se producen de manera limitada caña de azúcar, maíz y algodón y en los valles se produce arroz. En la Selva Baja se produce plátano, frijol, arroz en las zonas inundables de las playas de los grandes ríos, entre otros.

La mayoría de los cultivos, con excepción del arroz, se desarrollan principal o únicamente en la región de la Costa. En el período 2005 – 2008 la extensión anual promedio del conjunto de los cultivos mencionados alcanzó a 530 000 ha, superficie que representa alrededor del 70 por ciento del total del área cultivada en la Costa del Perú. Las tendencias sobre los cultivos más importantes se presentan a continuación.

La producción de caña de azúcar se concentra en las regiones de la Costa Norte. En zonas de Selva Alta y determinados Valles Interandinos existen pequeñas plantaciones, cuya producción se destina a la elaboración de aguardiente y panela o chancaca, en establecimientos en pequeña escala o artesanales.

La producción de arroz se ha incrementado a lo largo de la última década. En el período 2005 – 2008 la producción nacional pasó de 2,47 Mt a 2,80 Mt con un promedio anual de 2,51 Mt.

El maíz amarillo duro se cultiva en todas las regiones del país. Al igual que otros cultivos ampliamente difundidos en el territorio nacional, su manejo presenta marcadas diferencias entre las regiones en cuanto al área dedicada y al rendimiento. Estas diferencias se reflejan en el grado de concentración de la producción y en la menor intensidad del área bajo cultivo.

Entre 2005 – 2008, el área promedio anual destinada al cultivo de algodón fue 85 675 ha, cifra significativamente menor a las 136 400 ha promedio/año de la década anterior. El cultivo de espárrago se desarrolla sólo en la Costa. Las plantaciones se ubican en valles e irrigaciones que cuentan con agua de superficie mediante sistemas regulados o no regulados y en terrenos que se explotan mediante agua de subsuelo. Entre 2005 – 2008 el área cosechada pasó de 18 190 ha a 29 757, o sea, un incremento del 60 por ciento.

Las plantaciones de olivo en el Perú abarcaron 10 415 hectáreas en el 2008, extensión superior en aproximadamente 1 765 ha a la registrada en el 2005. Si bien, en las últimas dos décadas se observa un creciente interés para impulsar el desarrollo de plantaciones e industrialización del olivo, el área bajo cultivo es aún poco significativa en el conjunto de la agricultura nacional.

El universo de aves de corral se refiere a la crianza de pollos para carne, ponedoras, reproductoras y padres reproductores. Se observa un significativo incremento de esta actividad. Según estadísticas del MINAG en el período 1994 (Censo Nacional Agropecuario) – 2005 (*Compendio Estadístico Agrario 1994 – 2005*) la colocación de pollo “BB” para carne pasó de 195 millones a 340 millones, con un incremento del 75 por ciento.

En el 2005 la población promedio/mes de aves de corral se estimó en de 79,2 millones. La composición de la misma fue: pollos para carne 61,9 millones (78 por ciento), gallinas de postura 13,5 millones (17 por ciento) gallinas reproductoras 0,25 millones (0,003 por ciento) y padres reproductores 3,5 millones (4,4 por ciento).

La población de ganado vacuno presenta un grado de dispersión significativamente mayor al indicado para la industria avícola. Para el año 2006 se estimó una población de ganado vacuno de 5,24 millones; el 62,8 por ciento de la misma se distribuye en siete regiones, siendo las de mayor importancia Puno y Cajamarca que reúnen el 11,78 por ciento y el 11,16 por ciento, respectivamente. Las regiones de Cusco, Ayacucho, Ancash, Huanuco y Arequipa reúnen el 40 por ciento del total nacional.

En el año 2006 la población de ganado ovino en el Perú se estimó en 13,67 millones de cabezas/unidades. El 75,8 por ciento de esta población se concentra en siete regiones, principalmente en aquellas que disponen de áreas de pastoreo alto andino, tales como Puno (21 por ciento), Cusco (17,4 por ciento), Junín (8,9 por ciento) Huánuco (8,6 por ciento), Huancavelica (7,1 por ciento), Pasco (6,8 por ciento) y Ayacucho (6 por ciento). De acuerdo a la información de 2006, la población de ganado caprino del Perú fue 1,9 millones de cabezas.

En el 2006 se estimó en 3,1 millones de cabezas la población promedio/mes de ganado porcino en el Perú. Se sacrifican anualmente cerca de un millón de cabezas y se producen

entre 50 000 y 52 000 toneladas de carne. Las granjas porcinas se encuentran ampliamente distribuidas en el territorio nacional, en tres estratos de producción: el tecnificado, el semitecnificado y el denominado de traspatio.

El primero utiliza tecnologías más desarrolladas en porcicultura y muchas granjas alcanzan un grado de integración vertical y horizontal, disponiendo de plantas de alimentos balanceados con sistemas automatizados de balanceo de raciones; sus medidas de bioseguridad son estrictas para el control de las principales enfermedades y se estima que la participación de este estrato en el mercado nacional alcanza aproximadamente al 60 por ciento.

En el estrato semitecnificado, la producción es generalmente reducida y aunque en muchas ocasiones el pie de cría es similar al del sistema tecnificado, las instalaciones y las medidas zoonosanitarias no son óptimas. Este sistema emplea tanto alimentos balanceados comerciales como, en muchos casos, desechos orgánicos municipales. Se calcula que este sistema aporta/atende alrededor del 30 por ciento del requerimiento de la demanda interna por carne/derivados del ganado porcino.

El tercer estrato de producción, conocido como de traspatio, rural o de autoabastecimiento, se encuentra en todo el territorio nacional, la calidad genética de los animales es pobre aunque su rusticidad y adaptación al medio les permite producir carne con un mínimo de manejo de nutrimentos, los cuales provienen de subproductos y granos. Se estima que este sistema de producción contribuye con el 10 por ciento de la producción nacional.

La población de alpacas en el Perú en el 2006 se estimó en 3,62 millones de cabezas, la población de llamas en 1,25 millones, lo cual hace un total aproximado de 4,87 millones de unidades de camélidos andinos. En cuatro regiones se concentra el 80,4 por ciento de dicha población: Puno (49,6 por ciento), Cusco (13,9 por ciento), Arequipa (9,6 por ciento) y Huancavelica (7,3 por ciento).

En el Perú las principales actividades de agroindustria están las relacionadas con los cultivos de caña de azúcar y arroz y el área de cultivo que abarcan es superior a la que corresponde a cultivos que suministran materia prima para otras agroindustrias. Se agrega la importancia relativa del valor de la producción agrícola en el conjunto del sector y el empleo directo e indirecto relacionado a las mismas.

Aparte del procesamiento de caña de azúcar y arroz cáscara, las actividades agroindustriales que pertenecen al ámbito administrativo del Ministerio de Agricultura son: Aceites y Grasas, Alimentos Balanceados, Derivados de Avena, Derivados del Cacao, Embutidos y Carnes Preparadas, Derivados de Espárrago, Harina de Trigo, Producción de Fideos, Derivados de Maltería, Derivados de Limón, Derivados de Lácteos, Producción de Fibra y Pepa de Algodón.

Varias de las actividades mencionadas aplican procesos de conversión y materia prima que generan residuos en base seca, en volumen mínimo respecto del volumen del insumo utilizado. Otras actividades (procesamiento primario y/o transformación industrial final) de frutas, leguminosas, hortalizas, entre otras, generan residuos húmedos en volumen limitado, cuyo contenido energético es inferior (aproximadamente 7-8 veces menor) al de residuos fibrosos/leñosos de origen agrícola.

5.2.3 SECTOR ENERGÉTICO

Las estadísticas de producción de leña y carbón son producidas anualmente por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. En el Cuadro 5.1 se muestra la producción de carbón por regiones naturales para 2008 (DGFF, 2009).

Cuadro 5.1

Producción de carbón por regiones naturales. Año 2008.

Región Natural	Peso neto (kg)	%
Costa	50 056 433,50	97,35
Sierra	179 228,00	0,35
Selva	1 183 008,12	2,30
TOTAL	51 418 669,60	100,00

Fuente DGFF (2009)

Se aprecia que la región natural que produce mayor cantidad de leña es la Costa con casi la totalidad de producción de carbón del país (97,35 por ciento). Se considera que el 60 por ciento del carbón consumido en Lima proviene de estos bosques (González, com. pers). Se ha estimado que en 1954, se producían 100 t/día de carbón vegetal de estos bosques para uso doméstico de Lima (Loayza, 1986).

En la Sierra, donde se produce la menor cantidad de carbón, las regiones de Arequipa y Huancavelica son las importantes. El eucalipto es la especie con la que se produce la mayor cantidad de carbón lo que representa 55,19 por ciento de la producción total de la Sierra (DGFF, 2009). Años atrás esta región producía carbón de eucalipto para Lima, pero como el carbón de esta especie no presenta buen poder calórico, los restaurantes y pollerías dejaron de usar este carbón (Gonzales, com. pers).

Finalmente, en la Selva, Ucayali es la región donde se produce la mayor cantidad de carbón (662 116,83 kg), le siguen Madre de Dios (440 438,29 kg) y Huánuco (80 453 kg). No aparece Loreto, la región más grande (DGFF, 2009). Esta diferencia puede deberse a que Iquitos, la capital de Loreto, no está conectada por carretera con el resto del país y que Ucayali y Pto. Maldonado sí; Loreto no está conectada a ningún mercado de carbón producido en Iquitos que es básicamente para las pollerías locales. González (com. pers.) indica que el 40 básicamente del carbón que se consume en Lima proviene del Pucallpa y que los aserraderos grandes, que producen parquet, cuentan con hornos para producir

carbón a partir de los residuos del proceso de fabricación de parquet que tienen contratos con las cadenas de pollerías de Lima. Esto se confirma con las estadísticas presentadas por DGFF (2009) pues las especies de las que se produce la mayor cantidad de carbón son Shihuahuaco, Quinilla y Capirona, especies de las que se produce parquet y que producen un carbón de buen poder calórico.

En lo referente a la leña, según DGFF (2009), el Perú produjo en 2008, 7 028 267,28 de m³, las regiones que más producen leña son Cajamarca (14,62 por ciento) y Puno (9,99 por ciento) y las regiones que menos producen leña son Moquegua (0,18 por ciento), Tacna (0,18 por ciento) y Tumbes (0,13 por ciento). Reynel (1988) indica que en la Sierra Sur se consume leña y estiércol combinados de acuerdo a la estación y que la leña proviene, en más de un 90 por ciento, de vegetación arbustiva baja de menos de 1,5 m.

Por otro lado, se presenta una situación sorprendente, DGFF (2009) informa que en 2008 se importaron 216 264,21 kg de carbón y 47 068,18 kg de leña por un valor CIF de USD 19 062,69 y USD 22 156,65 respectivamente.

El carbón es importado para ser usado en la producción de carburo de calcio, cianuro, carbón activado y acero, aunque este último consume también hulla o carbón mineral y la leña importada es usada por empresas que producen embutidos ahumados (González, com. pers.).

5.3 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA: MAPEO DE OFERTA Y DEMANDA INTEGRADA DE DENDROCOMBUSTIBLES

La metodología WISDOM²³ originalmente estaba enfocada solamente a la evaluación de la biomasa leñosa, aunque recientemente esta visión se ha ampliado para comprender también otros tipos de biomasa no leñosa, tales como las de origen agrícola y agro industrial. De hecho, la metodología permite la incorporación de otras capas de información georeferenciada relativas a la oferta y al consumo de otras fuentes de biomasa. En esta aplicación de WISDOM para Perú, han sido considerados tanto la biomasa no leñosa de origen agrícola, como los residuos de poda y cosecha y los subproductos de las agroindustrias. La metodología y aciertos aplicados para el caso de Perú se presentan en el volumen II del Compendium Técnico, Capítulo V.

La metodología WISDOM no es un “paquete” de programas, sino que permite un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad a la heterogeneidad y fragmentación de los datos y la información disponible, referente a la producción y consumo de bioenergía. El enfoque WISDOM tiene la ventaja de considerar el contexto completo de la oferta y la demanda,

²³ Para hacer frente a las diversas dimensiones de los sistemas dendroenergéticos, el Programa de Dendroenergía de la FAO desarrolló e implementó la metodología “*Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*” (WISDOM), “*Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles*”, que es una herramienta espacial de planeamiento para destacar y determinar las áreas de prioridad o los “puntos calientes” de los dendrocombustibles (Drigo et al, 2002; FAO, 2003; Masera et al, 2006).

lo cual brinda un apoyo consistente para el objetivo de definir zonas de oferta sostenible o sitios específicos de alto consumo, tales como las potenciales plantaciones con fines energéticos o las principales ciudades y centros poblados.

El análisis WISDOM a nivel nacional no reemplaza a los estudios detallados de nivel local que se realizan para una planificación operativa, sino que se orienta más bien a la formulación de estrategias política mediante la integración y análisis de la información y los indicadores existentes relativos a la oferta y la demanda de bioenergía. Más que datos absolutos y cuantitativos, WISDOM tiene por objetivo proveer evaluaciones cualitativas, tales como zonas de riesgo o áreas críticas, resaltando con el nivel de detalle más alto posible las áreas que requieren atención y, si es necesario, sobre las que se requiere una recolección de datos más exhaustiva. En otras palabras, WISDOM debe servir como herramienta de planeamiento estratégico para identificar sitios que requieren una acción prioritaria.

WISDOM está basado en:

- a) el uso de bases de datos geo-referenciados sobre aspectos socio-demográficos y recursos naturales integrados en un sistema de información geográfica;
- b) una unidad mínima de análisis a nivel sub-nacional (administrativo) y a nivel espacial (pixel);
- c) un marco de trabajo modular, abierto y adaptable, que integra información relativa a la bioenergía desde múltiples fuentes; y
- d) una cobertura detallada de los patrones de distribución de las zonas de oferta y consumo de biomasa (leñosa y no leñosa).

La aplicación de la metodología de análisis WISDOM para representar el balance de la oferta y demanda de biomasa combustible a nivel local implica cinco pasos principales (FAO, 2003b).

1. Definición de la unidad administrativa/espacial mínima de análisis.
2. Desarrollo del módulo demanda.
3. Desarrollo del módulo oferta.
4. Desarrollo del módulo integración.
5. Selección de las áreas prioritarias o puntos calientes de biomasa bajo diferentes escenarios.

Análisis adicionales en las áreas de oferta: para delinear las áreas que puedan proveer en forma sostenible de recursos biomásicos a las zonas de consumo identificadas, es necesario cumplir una serie de pasos adicionales que se pueden resumir en:

6. Mapeo de la oferta potencialmente “comercial” de biomasa disponible para el mercado.
7. Definición de las áreas de oferta sostenible (biocuenca), basadas en la producción potencialmente “comercial” de biomasa y en parámetros físicos de accesibilidad.

5.4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología WISDOM en el Perú ha generado una base de datos georeferenciada la cual ha permitido trazar un mapa representativo del Balance Bioenergético para el país. Este análisis también ha permitido identificar la situación de la información necesaria para la aplicación de WISDOM, que como se explica en el acápite siguiente, tiene vacíos y deficiencias. Entre ello se indica que parte de la información ha sido estimada con base en las referencias disponibles, parte de la información no era reciente, la información de consumo era muy escasa y fragmentada, algunos índices no eran específicos para el Perú y tal vez no eran adecuados a las condiciones actuales del Perú. Esto ha ayudado a definir un “inventario” sobre la información que se requiere relevar, mejorar, actualizar para mejorar la actual base de datos WISDOM Perú. Otro resultado importante de este trabajo es que se está formando un equipo local de personas capacitadas en esta metodología y en el manejo de la información necesaria que difundirán WISDOM y que debieran ser los que lideren el manejo de la base de datos de WISDOM en el Perú.

Vacíos de información

Durante la implementación de la metodología WISDOM en el Perú, se han constatado vacíos de información tanto cartográficos como estadística, es decir que el país no cuenta con toda la información necesaria. Estos vacíos se presentan ya sea porque la información no existe a nivel local y sólo existen a nivel macro (nacional) o meso (regional), porque está incompleta o es deficiente o porque en algunos casos la información simplemente no existe.

La única información sistematizada que existe a nivel local son los Censos de Población y Vivienda elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), las estadísticas relativas a los cultivos elaborados por el MINAG y la ubicación y capacidad instalada de aserraderos elaborada por el ex INRENA.

Un vacío de información importante es la falta de un documento cartográfico que muestre la localización de las plantaciones forestales y las especies utilizadas en las mismas. La única información disponible son estadísticas que muestran las superficies y especies de las plantaciones forestales por regiones (DGFF, 2009). Se supone que debe existir información estadística a nivel local en las instituciones del Estado a nivel regional La Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR) ha elaborado información cartográfica de las plantaciones forestales de la región de Cajamarca. No obstante, el equipo técnico de trabajo no pudo acceder a las mismas.

Otro vacío de información es que no existe un Mapa de las áreas cultivadas ni de cultivos en el país. La única información disponible es la obtenida del Mapa Forestal del año 2000, que muestra de forma aproximada donde se ubican las áreas de cultivos para el año en el que se elaboró dicho mapa, dejando como incógnita el avance de la frontera agropecuaria acaecida en el último decenio. El mapa forestal utilizado fue el elaborado por el INRENA para el año 2000, el cual no ha sido publicado.

Este mapa representa de forma adecuada los recursos forestales relativos a la Selva, pero no ocurre lo mismo con las áreas boscosas de la Sierra y de la Costa. Esto ha sido constatado en el presente estudio mediante el cotejo de dicho mapa con imágenes LANSAT y productos globales como *Tree Cover Percent*.

Respecto a la información relativa a los valores de reserva del bosque nativo, sólo existen inventarios que muestran adecuadamente, los contenidos volumétricos o de biomasa de la vegetación natural de la Selva. Existen inventarios de los bosques secos pero éstos no reflejan las variaciones de densidad. En la Sierra, de igual manera se cuenta con evaluaciones muy locales de algunas especies como el *Polylepis sp.* (quinual) pero no de otros tipos de formaciones boscosas de la región. Ello no permite tener una adecuada estimación de la biomasa natural del país.

Asimismo, no se dispone de información de la biomasa de arbustales, matorrales y formaciones vegetales extensas que en la región andina tienen una extensión de 6 246 521,21 ha (Barrena, *et al.*, 2008). Únicamente existen investigaciones muy locales que reflejan valores de reserva de especies vegetales aisladas.

Del mismo modo, tampoco hay información sobre los tolares y yaretales en la Sierra Sur, donde tradicionalmente, son utilizados como fuentes energía por la población.

En cuanto a las plantaciones forestales las estadísticas indican que hasta el año 2008 han sido reforestadas 858 486,23 ha en todo el país (DGFF, 2009). Esta información indica el número de hectáreas implantadas a nivel departamental, pero no reflejan información sobre el estado de estas plantaciones, el número de hectáreas que lograron consolidarse como bosques, o cuantas hectáreas fueron taladas con fines comerciales. Por otro lado, son pocos los casos en donde se conocen las reservas de biomasa (stock) de las plantaciones. En síntesis, las plantaciones realizadas por el Estado (Sector agricultura o por proyectos de cooperación técnica como el Proyecto FAO-Holanda) no han sido monitoreadas.

Por otro lado, no se han realizado las suficientes investigaciones sobre la productividad de los bosques naturales, lo que ha conllevado a hacer inferencias para la estimación del IMA de estos bosques. En el caso de plantaciones, hay información sobre incrementos medios anuales (IMA) pero de manera fragmentada y no se cuenta con estudios que muestren los IMA a nivel, local, regional o nacional de las especies plantadas en el país. En cuanto a los matorrales y arbustales, no se cuenta con información del IMA de la biomasa de estas formaciones vegetales.

En cuanto a los datos estadísticos del conjunto de los sectores, hay información accesible sólo a nivel regional. Es posible que en las oficinas regionales o locales de cada uno de los sectores involucrados en los sistemas bioenergéticos cuenten con información, pero ésta no se encuentra estandarizada ni sistematizada. El equipo técnico no tuvo acceso

a la información generada por los distintos organismos regionales, no obstante para su inclusión hubiese sido necesaria la inversión de un elevado número de horas y de recursos humanos.

El consumo de leña es uno de los insumos básicos de este análisis. El método de evaluación de las extracciones de leña en el país es indirecto, se obtiene mediante cálculos estimativos basados en el consumo que realiza la población rural del Perú. Se estima que la población rural de la Costa registra un consumo anual per capita de 0,5 m³, la Sierra 1,1 m³ (r) y la Selva 1,3 m³ (r) (DGFF, 2009).

Aplicar estos índices implica conocer los patrones de consumo de leña en cada una de las regiones naturales del país. Estos factores pueden variar con el tiempo, dependiendo de los hábitos de consumos energéticos de la población. Un claro ejemplo de esta situación es Tarma localizada en la Sierra Central, donde el consumo de leña ha disminuido debido a la sustitución de la leña por el gas natural en los consumos residenciales (INEI, 2008).

Otro vacío de información se encuentra en la red de caminos forestales levantadas por los concesionarios de las concesiones forestales. Sólo se cuenta con información de alguna concesión. Ello modifica el análisis costo-distancia a realizar dentro de WISDOM.

Asimismo existe un movimiento de madera entre las distintitas regiones del país, generalmente de tablas desechadas o consideradas como residuos. Estos flujos de la madera se dan desde los centros de producción en la Selva hacia lugares donde no hay disponibilidad de madera. Estos flujos de exportación-importación entre regiones, no están registrados y modifican la disponibilidad de biomasa en las distintas regiones.

En cuanto a la demanda de carbón, no existe un registro de la cantidad de carbón vegetal que consume Lima metropolitana en las parrilladas familiares o en pollerías y restaurantes. Se estima que el 60 por ciento del carbón que consume Lima procede del bosque seco y el 40 por ciento restante de Pucallpa (Gonzáles, com. pers.).

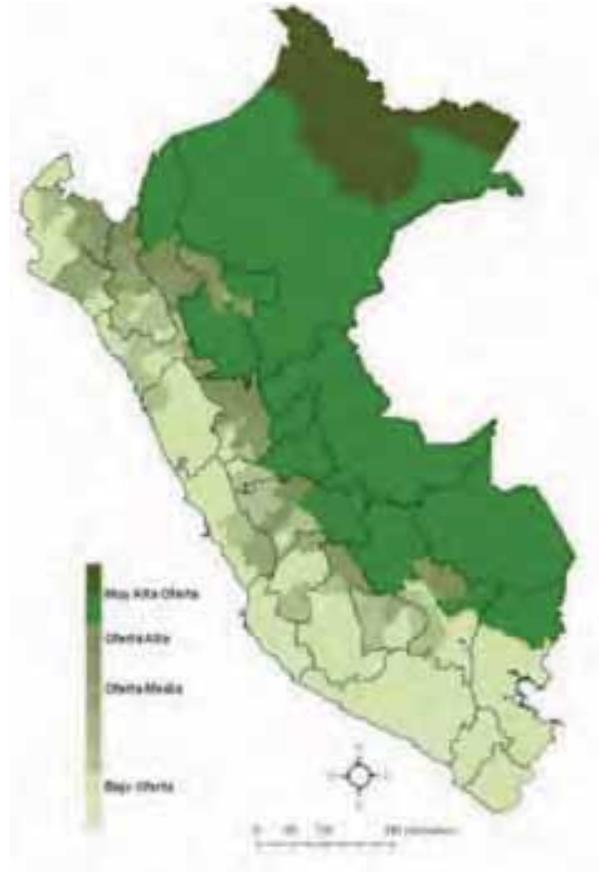
Por último, no existe información directa de la demanda comercial de leña y carbón vegetal, ésta ha sido inferida a partir del Balance de Energía Útil que realizó el Ministerio de Energía y Minas el año 2000 con información de 1998.

5.4.1 OFERTA

5.4.1.1 Oferta Dendroenergética

La oferta total de biomasa leñosa dendroenergética del Perú, estimada a partir análisis de la referencia se estima en 256 millones de toneladas métricas (Mt) anuales aproximadamente.

Figura 5.2.

Oferta dendroenergética Variación de cobertura de la demanda por escenario y tipo de demanda

La Figura 5.2 muestra que la biomasa forestal se encuentra distribuida de manera irregular en el país. Esta distribución heterogénea de los recursos es producto de la variabilidad geográfica y climática que caracteriza al territorio peruano. La Selva posee la mayor cantidad de biomasa forestal disponible, mientras que la Costa y la Sierra Sur presentan escasa oferta de biomasa.

Esta distribución heterogénea es el resultado del clima húmedo tropical de la Selva, del clima desértico en la Costa y de la poca disponibilidad de agua de la Sierra Sur pues pertenece desde el punto de vista fitogeográfico a la Puna xerofítica. Esta distribución de la biomasa forestal, su relación con el clima, con la distribución de la población en el país y la pobreza, merecen estudios a nivel local. Cabe manifestar que la Sierra Sur es la parte con mayor pobreza en el país y es conocida como el trapecio andino.

La región con mayor oferta de biomasa es Loreto con 145 Mt anuales, otras regiones como Amazonas, Cusco y San Martín poseen alrededor de 10 Mt anuales. Mientras que las regiones que presentan una escasa oferta de biomasa leñosa, son: Arequipa, Moquegua y Tacna con 15 000, 17 700 y 14 000 Mt anuales respectivamente.

A nivel provincial, la que tiene mayores recursos de biomasa es Maynas con 50 Mt anuales, mientras que las provincias de Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla y Requena (Loreto) y Atalaya (Ucayali) presentan una oferta mayor a 16 Mt anuales.

La provincia de Yunguyo (Puno) es la que ofrece la menor oferta de biomasa disponible con apenas 16 t anuales. Jorge Basadre (Tacna) con 92 t/año y Camaná (Arequipa) con 158 t/año, son las provincias con menor disponibilidad de biomasa. En estas provincias de la Sierra Sur, la población recurre a la tola y a la yareta como fuente de energía para cocinar y calentarse. En el presente estudio esta biomasa no ha sido considerada ya que no existe información sobre estas especies. Se sabe que es de consumo doméstico y en panaderías. Cabe también indicar que ambas, la yareta y la tola están sufriendo una fuerte presión y hay esfuerzos para conservar estas especies.

5.4.1.2 Residuos agrícolas, agroindustriales y de la industria maderera

El Perú cuenta con 16 Mt anuales de residuos derivados de las actividades agrícolas, agroindustriales y madereras. La provincia de Chiclayo (Lambayeque) presenta la mayor cantidad de estos residuos (1,3 Mt anuales). Esta provincia produce arroz y caña de azúcar en volúmenes importantes. Las provincias de Ascope (La Libertad) y Santa (Ancash) se encuentran en una situación similar y producen más de 1 Mt por año de estos residuos.

Las provincias mencionadas pertenecen a la Costa, región con la mayor producción agrícola del país, como se observa en la Figura 2. Una limitante para el uso de los residuos agrícolas es la existencia de una norma que prohíbe el traslado de estos residuos a otra provincia por motivos de sanidad, para evitar plagas y enfermedades. Esta prohibición haría que en cada provincia tuviera que haber una planta de procesamiento de estos residuos antes de trasladarlos a una planta de producción de energía, trayendo como consecuencia un aumento de los costos de producción.

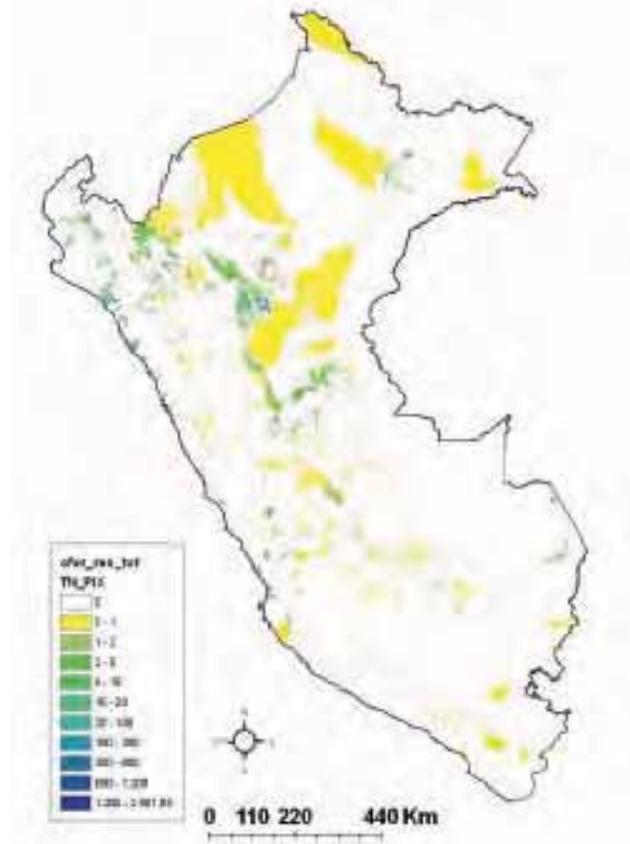
Los residuos pecuarios de las especies de ganado consideradas en este estudio no presentan un perfil favorable para su uso con fines de energía comercial. Por el contenido energético relativamente reducido del estiércol según especie, la dispersión de los núcleos de crianza es una barrera adicional para el acopio de estiércol, entre otros. Las posibilidades para el uso de estiércol con fines de energía, se limita a opciones para autoconsumo doméstico y en contados casos consumo para procesos de producción en pequeña escala, por lo que han sido considerados en el análisis realizado.

En la Selva, las áreas de mayor producción agrícola corresponden a las áreas de mayor deforestación en el Perú (Portugués y Huerta, 2006). Por otro lado, la presencia tradicional de aserraderos en la Selva permite contar también con residuos en esta región natural. Al observar el mapa de la Figura 5.3, se encontró que Moquegua y Tacna mostraban residuos de aserrío, lo cual llamó la atención pues estas áreas no están cubiertas por bosques. Esto se explica porque madera aserrada de Madre de Dios es enviada a Arequipa, Moquegua y Tacna

para ser procesada en las carpinterías y cubrir la demanda local de madera (Acurio, com. per). Estos flujos de madera también ocurren en otras regiones pero no están registradas ni han sido observadas en el mapa de Distribución de residuos agrícolas y de aserraderos.

Figura 5.3

Distribución de residuos agrícolas y de aserraderos

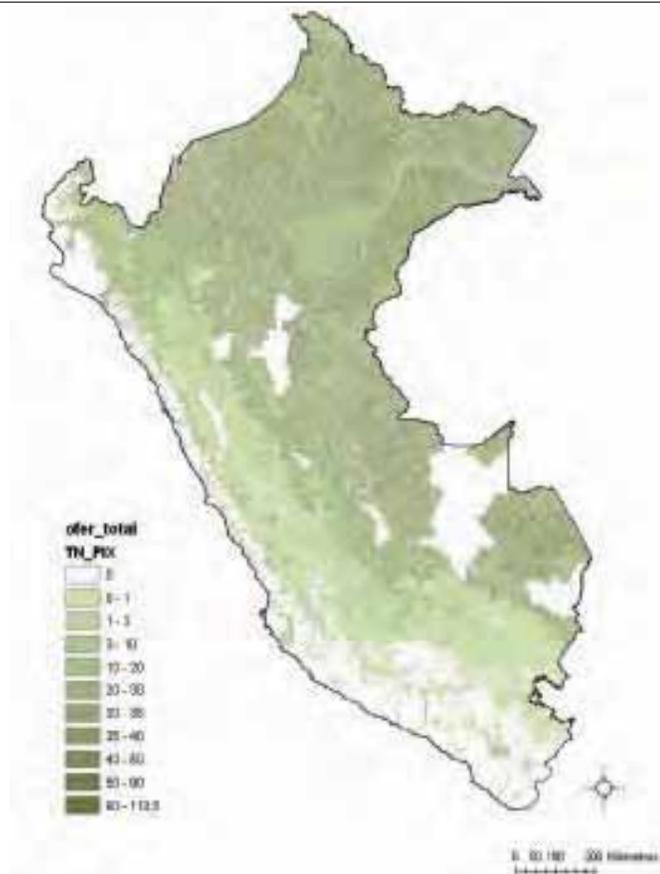


5.4.1.3 Oferta Total

La oferta total de recursos biomásicos disponibles en el país para la producción de energía es 272 millones de toneladas métricas anuales. En la Figura 5.4 se puede apreciar la distribución de la oferta Total de biomasa.

La provincia de mayor oferta total es Maynas con 50 millones de toneladas métricas anuales. Es necesario remarcar que las provincias con mayor oferta dendroenergética son las mismas que tiene la mayor oferta total: Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla y Requena (Loreto) y Atalaya (Ucayali) poseen una oferta total mayor a 16 Mt anuales. Esto muestra que el mayor potencial de recursos biomásicos para la generación de energía en el Perú proviene del bosque húmedo tropical

Figura 5.4

Oferta total de biomasa para la producción de energía

La provincia que posee menos recursos biomásicos totales es Yunguyo (Puno) con apenas 16 toneladas anuales. Esta cifra coincide con la oferta dendroenergética, ya que, en esta provincia no hay bosques, no se desarrollan actividades agrícolas ni existen industrias forestales que generen residuos. Candarave (Tacna) y La Unión (Arequipa) también cuentan con poca oferta total de biomasa.

En el mapa de la Figura 5.4, se aprecian áreas en blanco, las cuales corresponden a los desiertos costeros y a la puna xerofítica del sur. Estas áreas tienen una escasa oferta de biomasa, por lo que deberían desarrollarse en esta área geográfica programas de eficiencia energética. Otras áreas en blanco, particularmente en Selva, corresponden a Áreas Naturales Protegidas las cuales no han sido consideradas en el análisis.

5.4.2 DEMANDA

En la Figura 5.5 se presenta la distribución espacial del consumo de biomasa como combustible. Según información facilitada por diversos organismos estatales, el Perú consume 5 millones de toneladas métricas anuales de biomasa con fines energéticos; no obstante, en este análisis

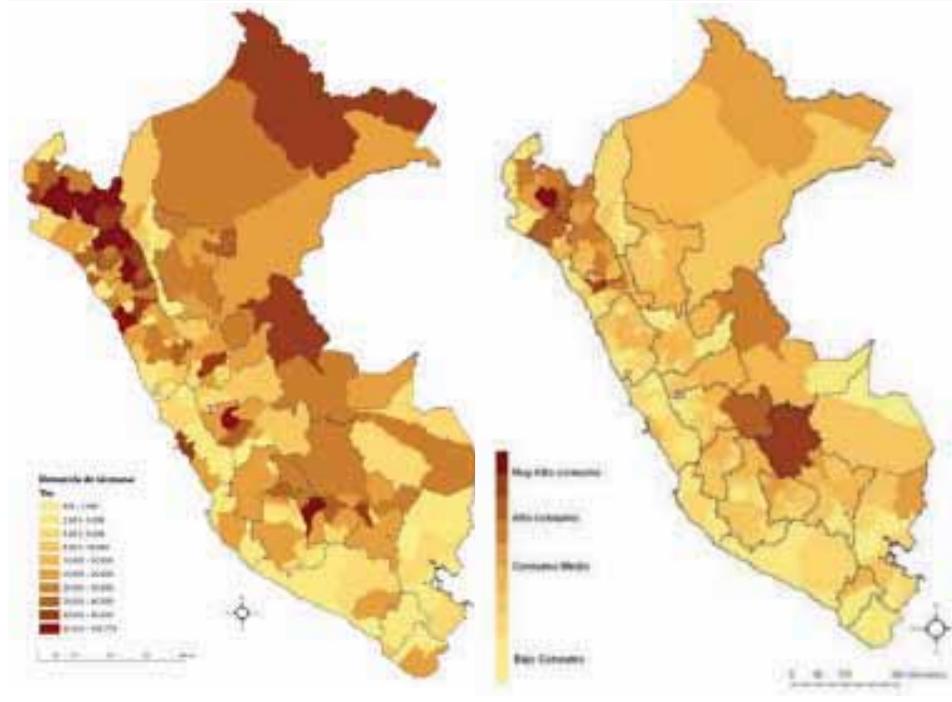
únicamente se han podido identificar y geo-referenciar 4 millones de toneladas métricas. En el Mapa de la Figura 4, se aprecia que la demanda se concentra en los bosques secos del noroeste y en las provincias vecinas de Cuzco y Junín.

En la Sierra Sur se aprecia también un menor consumo de biomasa debido a que no existe mayormente biomasa en esta zona. Pero, es necesario mencionar que no se está considerando el consumo de tola ni de yareta, pues no hay información ni de las existencias de estas especies ni del consumo de las mismas con fines energético.

La provincia que presenta el mayor consumo de biomasa es Virú (La Libertad) con más de 500 000 t anuales seguida por Chota (Cajamarca) 96 410 anuales. Otras provincias con grandes consumos son Morropón (Piura), Tarma (Junín) entre otras.

Figura 5.5

Demanda del consumo de biomasa como combustible por provincia



Por otro lado, la provincia con menor demanda de biomasa es Huancayo (Junín) con 658 t anuales seguida de Tarata (Tacna) con 719 toneladas anuales de consumo. El consumo de leña y carbón en Huancayo es tradicional si bien está disminuyendo por la presencia en el mercado del gas licuado de petróleo. Esta situación no se ve reflejada en este resultado debido a que la información proporcionada por las instancias correspondientes no relevó este consumo. Esta información debe ser tomada correctamente en el próximo Balance de Energía Útil.

Como se mencionó estas diferencias pueden deberse, entre otras razones, a que hay ciudades que no han sido evaluadas correctamente (Lima y Huancayo, por ejemplo) o porque no se ha tomado en cuenta el origen de la leña y carbón, en el caso de las industrias que los exportan.

En estas cifras están consideradas la demanda residencial y la comercial, no la industrial. La demanda residencial proviene de los censos de población y vivienda mientras que la comercial se ha inferido a partir del Censo Poblacional del 2007 y de Balance de Energía Útil realizado por el Ministerio de Energía y Minas en el año 2000 con información de 1998.

Por otro lado, no se ha considerado adecuadamente el consumo de las pollerías y restaurantes de Lima Metropolitana pues no existe información oficial sobre esta demanda. Es necesario revisar la base de datos de WISDOM en el Perú para mejorar los datos de la demanda.

En cuanto a la demanda industrial, no existen datos de consumo de leña y carbón de este sector. Se presume que existen ladrilleras informales, que utilizan en sus procesos leña y carbón vegetal; la localización y los consumos de estas ladrilleras no han podido ser identificados. Se sabe que muchas ladrilleras utilizan gas.

Como ya se mencionó el carbón y la leña que el Perú importa son utilizados por algunas industrias (carburo de calcio, cianuro, carbón activado, acero); se conoce el total importado por el país pero las estadísticas no proporcionan información como para situar espacialmente su consumo, por ello no se ha considerado las cantidades importadas en el análisis.

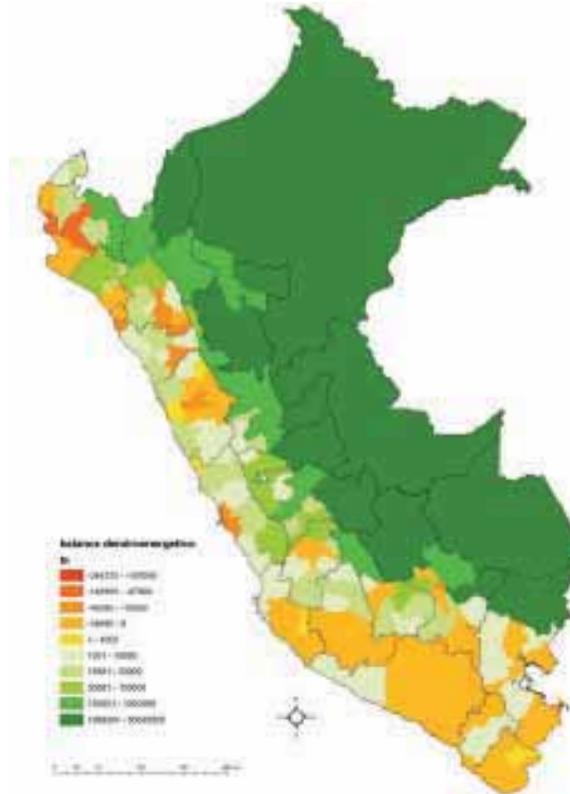
Pero ha comenzado otra demanda por carbón en el país. El aumento de la demanda por productos naturales en el mundo ha hecho que los colorantes químicos se hayan dejado de utilizar en la industria de alimentos. Esta industria ha comenzado a utilizar carbón pulverizado que alcanza precios en el mercado cercanos a los USD 300 el kilo (González, com. pers.). Es necesario observar este mercado ya que podría ejercer más presión sobre los bosques a un mediano plazo.

5.4.3 BALANCE

5.4.3.1 Balance Dendroenergético

El balance entre la oferta dendroenergética y la demanda, indica que el Perú tiene un saldo positivo de 250 millones de toneladas métricas al año, pero por la variedad de su geografía y clima, la distribución de este superávit no es uniforme. En la Figura 5.6 se puede apreciar que hay provincias localizadas en la Selva con altos superávit, mientras que otras provincias de la Costa y de la Sierra presentan serios déficit.

Figura 5.6

Balance dendroenergético

Del total de las provincias del Perú (194), hay 56 que presentan déficit en este balance. Los déficit van desde las 56 536 t de la provincia de Piura y las casi 47 000 t anuales de Paita a las 610 t anuales de Pomabamba. El déficit se concentra esencialmente en las provincias pertenecientes a la Costa y Sierra de las regiones de Arequipa, Ica, Callao y Tacna.

Otras provincias presentan balances cercanos al valor 0, (consideramos hasta las 30 000 toneladas anuales) ubicados también en la Costa y Sierra de las regiones de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cusco, La Libertad, Lima y Tumbes, entre otras.

Del lado del superávit los valores máximos se encuentran localizados en las provincias pertenecientes a la región Loreto, con valores que superan los 8 Mt anuales, con un máximo de 50 Mt anuales en la provincia de Maynas. Otras provincias con grandes superávit son La Convención (Cusco) con valores cercanos a los 8 Mt anuales, Tambopata (Madre de Dios) con más de 11 Mt y Oxapampa (Pasco) con valores de 4 Mt anuales.

5.4.3.2 Balance general

En el balance general se incluyen los recursos biomásicos disponibles y accesibles para bioenergía, de los bosques naturales y plantaciones forestales, así como de los residuos

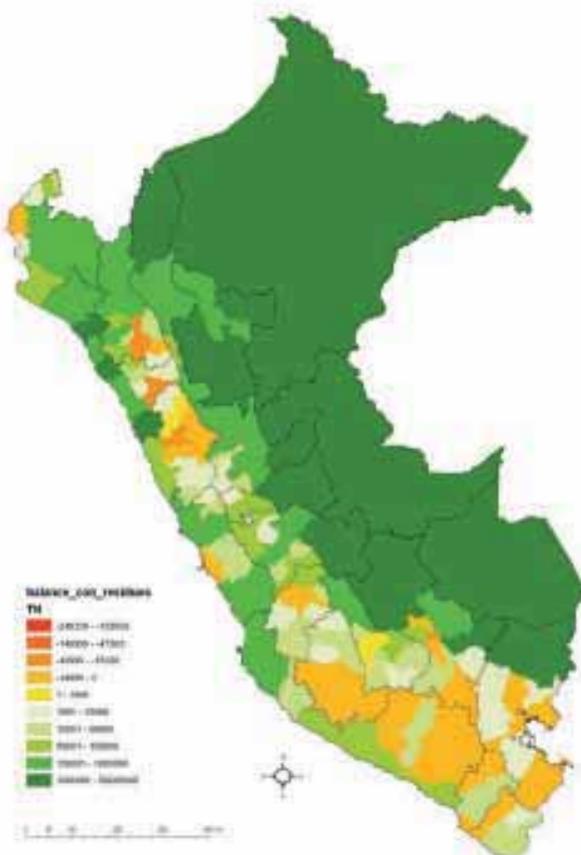
agrícolas, agroindustriales y de las industrias forestales. Estos residuos se combinan con la demanda total de recursos biomásicos para la generación de energía. Respecto a los residuos provenientes de la industria azucarera, hay que señalar que en cálculos previos a la integración en los distintos módulos de la metodología WISDOM, se excluyeron los volúmenes de bagazo que son utilizados por la industria papelera.

La oferta total, asciende a 272 Mt de biomasa anual de los cuales aproximadamente 16 Mt provienen de distintos tipos de residuos. El balance general o primario asciende a 267 Mt.

Si se compara el balance general de la Figura 5.7 con el balance dendroenergético de la Figura 5, se aprecia que las provincias costeñas de Lambayeque, La Libertad, Ancash, e Ica tienen una mejor situación en el balance general o primario y en menor proporción las provincias costeñas de Piura, Ancash, Lima y Arequipa

Figura 5.7

Balance general



El análisis combinado del balance primario y de la oferta de residuos, ofrece la posibilidad de identificar aquellas provincias que presentan déficit o valores muy próximos a cero y que podrían mejorar la situación utilizando sus residuos a través de la transformación de los mismos (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2

Ejemplo de algunas provincias con balance negativo en el consumo de dendrocombustibles y positivo con el aporte de la biomasa de residuos agrícolas y agroindustriales

Provincia	Departamento	Balance Dendroenergético Media (Tm)	Oferta Residuos	Balance Media (Tm)
CAMANA	AREQUIPA	-1 606 990	-1 606,99	68 824,49
CASTILLA	AREQUIPA	-4 202 820	-4 202,82	43 127,00
ISLAY	AREQUIPA	-693 653	-693,65	73 073,91
ICA	ICA	-9 321 660	-9 321,66	211 918,00
NAZCA	ICA	-1 909 240	-1 909,24	36 110,30
CHEPEN	LA LIBERTAD	-5 783 380	-5 783,38	467 099,00
PACASMAYO	LA LIBERTAD	-33 844 300	-33 844,30	323 612,00
PIURA	PIURA	-56 536 000	-56 536,00	348 294,03
SECHURA	PIURA	-5 720 440	-5 720,44	94 061,30
TACNA	TACNA	-1 546 310	-1 546,31	15 481,30