



## Producción y Consumo de Biomasa Sólida en Paraguay

Publicación elaborada en el marco de un proyecto del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) a través del Viceministerio de Minas y Energías, con el apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)

## **FICHA TÉCNICA**

### **Publicado por**

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)

Viceministerio de Minas y Energías (VMME)

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

En el marco del proyecto “Mejoramiento de la base de datos para una política energética sustentable”

### **Coordinación Editorial**

Renate Schneider, Cooperación Alemana al Desarrollo, GIZ

### **Apoyo y Revisión del Material**

Javier Saldaña, Viceministerio de Minas y Energía

Rafael Gonzalez, Viceministerio de Minas y Energía

Gustavo Casal, Viceministerio de Minas y Energía

Laura Gomez, Viceministerio de Minas y Energía

Wesley Löwen, Cámara de comercio e industria Paraguayo-Alemana

Patricia Pastore, Cooperación Alemana al Desarrollo, GIZ

### **Autores**

Paul Borsy, UNIQUE

Rafael Ortiz, UNIQUE

Juan Balsevich, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción

Mario Rios, TUHH - Universidad Técnica de Hamburgo-Harburg

Martin Kaltschmitt, TUHH - Universidad Técnica de Hamburgo-Harburg

Con contribuciones de Gustavo Casal, Viceministerio de Minas y Energía

### **Colaboración**

Cámara de Comercio e Industria Paraguayo Alemana -AHK

### **Cuidado de edición**

Rosa Palazón

### **Diseño**

Creative Park

### **Impresión**

Alamo S.A.

Paraguay

Noviembre 2013

Nota Aclaratoria: Las ideas y opiniones expresadas por los especialistas no reflejan necesariamente la posición oficial de la GIZ.



# Producción y Consumo de Biomasa Sólida en Paraguay

Publicación elaborada en el marco de un proyecto del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) a través del Viceministerio de Minas y Energías, con el apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)





## PRESENTACIÓN

Esta publicación es parte del proyecto a corto plazo definido entre el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), a través del Vice-Ministerio de Minas y Energía (VMME) y la Cooperación Alemana al desarrollo (GIZ), para mejorar la base de datos en el área de la energía, en el aspecto prioritario de la biomasa; así como otras energías renovables no convencionales.

Dicho proyecto nace en respuesta a la necesidad del desarrollo de una política energética que tome en consideración aspectos de sustentabilidad y una adecuada combinación de energías y sus potenciales. El tiempo de ejecución del proyecto fue de marzo 2012 a marzo 2013, con varias misiones de los expertos de Alemania y un equipo de expertos de Paraguay.

El objetivo del estudio es “El Viceministerio y otros actores del sector cuentan con estudios sobre el tema de la producción y el consumo de biomasa, incluidas propuestas relacionadas con necesidades de manejo realizados siguiendo los delineamientos de estándares internacionales (estudios basados en recolección primaria de datos)”.

La GIZ contrató los servicios de la consultora *UNIQUE forestry and land use*, de Alemania, en consorcio con la TUHH - Universidad Técnica de Hamburgo-Harburg, para el desarrollo de las actividades en el marco del proyecto.

La publicación que presentamos es resultado de los trabajos del consorcio. Los mismos no están basados en levantamiento de datos primarios, son más bien fruto de una compilación, análisis, validación, interpretación de informaciones disponibles, con una verificación a través de entrevistas y levantamientos puntuales. En base a estas informaciones, se elaboraron recomendaciones para una política de energías renovables que contemple los resultados y presente alternativas. En el marco del proyecto se tienen además, los siguientes aportes:

- elaboración de una metodología sobre evaluación de proyectos de energía renovable,
- estudio de seis casos de proyectos de energía renovable,
- publicación de estudios, presentaciones y publicaciones en relación a energía renovable en Paraguay en la página web del VMME, capacitaciones, visitas técnicas y seminarios nacionales e internacionales,
- elaboración de un formato para la evaluación de proyectos de energía renovable,
- análisis de seis proyectos de energía renovable, y
- apoyo para la firma de un memorándum de entendimiento entre la Universidad Nacional Asunción y la Universidad de Hamburg-Harburg, para el intercambio de estudiantes, investigadores y profesores; memorándum en vigencia en la actualidad.

Se espera que los resultados y productos obtenidos a partir de este proyecto contribuyan a mostrar alternativas de uso racional de energía renovable, en Paraguay.

Barbara Krause  
Directora Residente  
*Cooperación Alemana al Desarrollo*

Ramón Jiménez Gaona Arellano  
Ministro  
*Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones*



# CONTENIDO

Presentación.....	5
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1 Balance de energía.....	10
<b>2 DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Metodología.....	12
2.2 Consumo de biomasa sólida.....	13
2.2.1 Consumo de leña en los hogares.....	13
2.2.2 Agro industria.....	15
2.2.3 Aceite de soja.....	15
2.2.4 Industria maderera.....	16
2.2.5 Carbón vegetal.....	17
2.2.6 Cerámicas.....	18
2.2.7 Industria alcohólica y azucarera.....	19
2.2.8 Chipas.....	20
2.2.9 Industrias frigoríficas y lácteas.....	20
2.2.10 Industria de almidón.....	23
2.2.11 Tabaco.....	24
2.2.12 Otras industrias estudiadas.....	24
2.2.13 Papel y cartón.....	25
2.2.14 Importación de madera.....	25
2.2.15 Consumo de biomasa en la Región Occidental.....	25
2.2.16 Consumo total.....	25
2.3 Oferta de biomasa sólida.....	27
2.3.1 Superficie boscosa.....	27
2.3.2 Plantaciones.....	29
2.4 Región Occidental-Chaco.....	32
2.4.1 Superficie forestal y deforestación.....	32
2.4.2 Incremento y manejo.....	33
2.4.3 Plantaciones.....	33
2.5 Balance oferta - demanda.....	34
<b>3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>37</b>
3.1 Conclusiones.....	37
3.2 Recomendaciones.....	37
<b>4 PRÓXIMOS PASOS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>42</b>

**ANEXOS.....47**

Anexo 1: Tabla de conversiones de unidades.....47  
Anexo 2: Tabla de símbolos y unidades de medida.....48  
Anexo 3: Tabla de características dendroenergéticos.....49

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Oferta bruta y consumo final de energía en Paraguay, 2012.....11  
Figura 2: Estructura del consumo final de productos de la biomasa en %; 2012.....11  
Figura 3: Exportaciones de productos madereros en Paraguay.....16  
Figura 4: Evolución de la cobertura boscosa de la Región Oriental en el período 1945-2011.....27  
Figura 5: Superficie de plantaciones forestales por departamento.....30  
Figura 6: Estimación de incremento poblacional, consumo de leña y evolución de la superficie forestal.....34

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Consumo de leña en pequeñas fincas en Paraguay.....13  
Tabla 2: Consumo de leña de los hogares rurales.....14  
Tabla 3: Producción de granos y consumo de leña para el secado de granos, años 2011-2012.....15  
Tabla 4: Consumo de rollos para la industria en t/año.....17  
Tabla 5: Producción y consumo a nivel país de carbón vegetal de madera, en t/año, período 2006-2010.....18  
Tabla 6: Datos de consumo de carbón vegetal en t/año en Paraguay según fuentes.....18  
Tabla 7: Consumo de leña de 78 cerámicas estudiadas.....19  
Tabla 8: Consumo de leña de chiperías.....20  
Tabla 9: Consumo de leña en t/año para la producción de carne y leche - Regiones Oriental y Occidental, empresas estudiadas.....21  
Tabla 10: Consumo de leña en t/año para procesamiento de raíces de mandioca.....23  
Tabla 11: Uso de leña para curar tabaco Virginia por año.....24  
Tabla 12: Consumo de biomasa en t/año de otras industrias estudiadas (Región Oriental).....25  
Tabla 13: Consumo de biomasa sólida en la Región Oriental del Paraguay en t por año.....26  
Tabla 14: Datos sobre el bosque nativo en la Región Oriental del Paraguay.....29  
Tabla 15: Producción de madera a través de plantaciones.....31  
Tabla 16: Oferta de biomasa sólida de producción sostenible en Paraguay (Región Oriental).....31  
Tabla 17: Uso de madera de deforestación en la Región Occidental.....33  
Tabla 18: Balance de biomasa sólida en Paraguay Región Oriental.....35  
Tabla 19: Desarrollo de precios de especies nativas entre 2005 a 2011 en USD/ m<sup>3</sup>R.....35  
Tabla 20: Precios de E. grandis en el mercado sobre camión en USD/m<sup>3</sup>.....35  
Tabla 21: Evolución de precios de leña en USD/t puesto en fábrica 2008-2011.....36  
Tabla 22: Meta del Plan Nacional de Reforestación.....39  
Tabla 23: Conversiones de unidades de medida de madera.....47  
Tabla 24: Símbolos y unidades de medida.....48  
Tabla 25: Características de distintos dendroenergéticos.....49

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACEPAR	Aceros del Paraguay
ADM	Archer Daniels Midland Company
ALMISA	Almidones Sociedad Anónima
ALPASA	Alcoholera Paraguaya Sociedad Anónima
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
ANNP	Administración Nacional de Navegación y Puertos
APROLE	Asociación Paraguaya de Productores de Leche y Criadores de Razas Lecheras
ARP	Asociación Rural del Paraguay
AZPA	Azucarera Paraguay Sociedad Anónima
BAAPA	Bosque Atlántico del Alto Paraná
BCP	Banco Central del Paraguay
BEN	Balance energético nacional
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CADEP	Centro de Análisis y difusión de la economía paraguaya
CAIASA	Complejo Agroindustrial Angostura Sociedad Anónima
CAP	Centro Azucarero Paraguayo
CAPECO	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
CODIPSA	Compañía de Desarrollo y de Industrialización de Productos Primarios S.A.
CAPPRO	Cámara Paraguaya de Procesadores y Exportadores de Oleaginosas y Cereales
CPIC	Cámara Paraguaya de la Industria Cerámica
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
DGPF	Dirección General de Plantaciones Forestales
Dpto. / Dptos.	Departamento/Departamentos
EBY	Entidad Binacional Yacyretá
FAO	Food and Agriculture Organization
FEPAMA	Federación Paraguaya de Madereros
FEPASA	Féculas Paraguayas Sociedad Anónima
FEPRINCO	Federación para la Producción, Industria y el Comercio
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Alemana al Desarrollo)
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INFONA	Instituto Forestal Nacional

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

INTN	Instituto Nacional de Tecnología y Normalización
IUE / TUHH	Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft / Technische Universität Hamburg-Harburg (Instituto de Tecnologías del Medio Ambiente y Economía de la Energía / Universidad Tecnológica de Hamburgo-Harburg)
JICA	Japan International Cooperation Agency
m <sup>3</sup> R	Metro cúbico real
mst	Metro estero
MAE	Ministerio de Ambiente - Ecuador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
OER	Observatorio de Energías Renovables
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONG	Organización No Gubernamental
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PETROPAR	Petróleos Paraguayos S.A.
PMF	Plan de Manejo Forestal
PTF	Plan de Trabajo Forestal
PUT	Plan de Uso de la Tierra
REDIEX	Red de Inversiones y Exportaciones
S.A.	Sociedad Anónima
S.A.E.C.A	Sociedad Anónima Emisora de Capitales Abiertos
SEAM	Secretaría del Ambiente
SENACSA	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
STP	Secretaría Técnica de Planificación
S.R.L	Sociedad de Responsabilidad Limitada
TEP	Toneladas equivalentes de petróleo
UNA	Universidad Nacional de Asunción
UIP	Unión Industrial Paraguay
USAID	United States Agency for International Development
VMME	Viceministerio de Minas y Energías del Paraguay
WWF	World Wide Fund for Nature

# 1

## INTRODUCCIÓN

El balance energético del Paraguay es atípico, ya que el consumo de energía en el Paraguay se basa primariamente en energías nacionales y renovables. En el balance energético del lado de la oferta debe destacarse el elevado índice de energía hidráulica, en el orden del 57%. Gran parte de esta producción de energía es exportada a los países vecinos.

Del lado del uso, el consumo final en el país consiste en un 46% de biomasa, 38% de combustibles fósiles - en primer lugar petróleo - mientras que la electricidad (generada casi en forma exclusiva por fuerza hidráulica), asciende apenas al 16%. El elevado índice de biomasa en el consumo final ocasiona grandes problemas medioambientales en forma de deforestación y degradación de suelos, debido a que la biomasa proviene casi exclusivamente de madera obtenida de cultivos no sustentables (desforestación).

El Proyecto definido por el VMME y la GIZ tiene por fin brindar soporte al Vice-Ministerio de Minas y Energía, responsable del desarrollo de la política energética, así como a otros actores del sector energético, para mejorar la base de datos en el área de la energía renovable.

La publicación que se presenta se enfoca en la biomasa sólida utilizada para fines energéticos en el Paraguay. En el mismo se recopilan informaciones, se incorporan resultados de estudios y entrevistas, referentes a la oferta y demanda de la biomasa utilizada para fines energéticos, con el fin de visualizar toda esta información disponible en un documento y realizar un balance de la misma. Se presenta un análisis de la oferta de biomasa sólida en el país en base a un manejo sostenible. Además se recomienda una alternativa de plan de manejo de la biomasa con fines energéticos para el país, a través del cual se tenga una aproximación a la sustentabilidad de la matriz energética nacional.

Esta publicación es una actualización de documentos elaborados anteriormente.

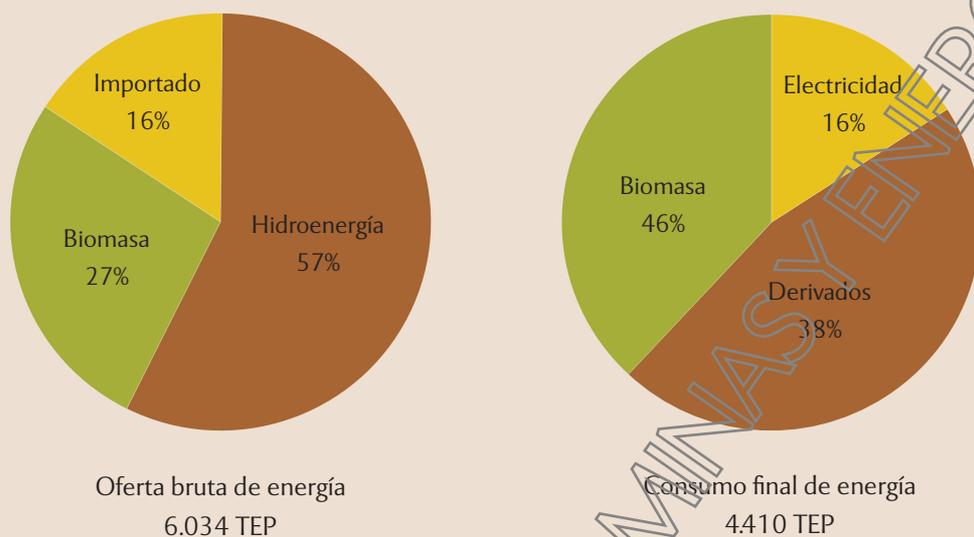
### 1.1 BALANCE DE ENERGÍA

La matriz energética del Paraguay se caracteriza por una elevada oferta de energía primaria de origen renovable y local, específicamente la hidroenergía y la biomasa. De acuerdo con el balance energético del 2012, el 57% de dicha oferta correspondió a hidroelectricidad y el 27% a biomasa (leña, carbón vegetal y residuos vegetales). El 16% restante fueron hidrocarburos (VMME 2012) (Figura 1). Sin embargo, analizando el consumo final, la biomasa ocupa el 46% de la energía consumida en el país, el 16% la electricidad y el 38% los hidrocarburos. La estructura del consumo final de biomasa muestra que la leña ocupa 60% del consumo (Figura 2).

Según datos del VMME en el año 2012, el 76,2% de la oferta de energía llega al sector del consumo final, mientras que el 23,8% restante se pierde en los centros de transformación (VMME 2013).

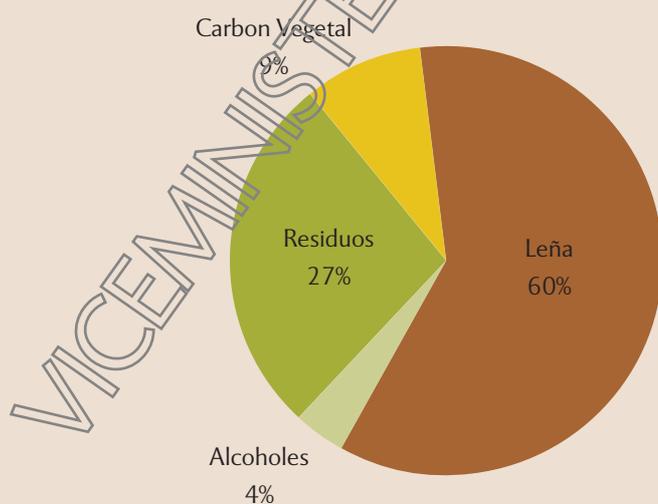
Mientras el consumo de energía eléctrica subió en un 8,6% entre 2011 a 2012, el consumo de energía de biomasa bajó en un 0,7% según datos del VMME 2013.

Figura 1: OFERTA BRUTA Y CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN PARAGUAY, 2012



Fuente: VMME 2013: Balance Energético Nacional 2012, publicación Junio 2013

Figura 2: ESTRUCTURA DEL CONSUMO FINAL DE PRODUCTOS DE LA BIOMASA EN %; 2012



Fuente: VMME 2013: Balance Energético Nacional 2012, publicación Junio 2013

# 2

## DIAGNÓSTICO

La situación en el sector energético de biomasa sólida se caracteriza por:

- Alta demanda de biomasa sólida.
- Poca información confiable sobre demanda y oferta.
- Una demanda creciente sobre todo del sector agro - industrial.
- Poca cooperación entre instituciones.
- La falta de una política de energía renovable.

Frente a esta situación se tomó la decisión de actualizar y validar los datos disponibles, con el fin de proponer una política de energía renovable.

### 2.1 METODOLOGÍA

Es importante aclarar que el sector forestal, así como el de la biomasa sólida, es bastante **informal, sin datos confiables** y con poca voluntad de los consumidores comerciales e industriales de compartir los datos de consumo y precio. Revisando la literatura y estadísticas, se puede notar que los **datos son altamente contradictorios**.

En muchos casos se pidió que el nombre de la empresa no figurara en el informe, solicitud que ha sido respetado en éste trabajo. Por lo tanto, se ha elegido una metodología de entrevistas personales con gremios y empresas individuales representativas en el sector y se calculó, en base a éstos la demanda de biomasa sólida a nivel general en Paraguay, con un rango de incertidumbre.

Por otro lado, durante las entrevistas realizadas saltó a la luz que **muchos empresarios no tienen la información a mano y desconocen los datos importantes de consumo de energía**. Les llevó, en muchos casos, varios días conseguir los datos en su misma empresa, lo que fue un proceso de aprendizaje para ellos. Esto muestra el desconocimiento y la poca sensibilización sobre aspectos de la energía y sus costos involucrados.

Como metodología se aplicaron los pasos siguientes:

1. Visita a instituciones públicas y privadas vinculadas al sector, así como a sitios web gratuitos y bibliotecas.
2. Compilación de informaciones disponibles.
3. Elaboración de fichas de resumen sobre energías renovables y biomasa sólida en el Paraguay.
4. Disposición de las fichas al público en una base de datos en internet, del VMME<sup>1</sup>.
5. Entrevistas con personas, empresas, gremios, académicos del sector público y privado.
6. Validación de la información obtenida.

<sup>1</sup> <http://www.ssme.gov.py/vmme>

7. Elaboración de un informe sobre oferta y demanda de biomasa (balance) sólida a nivel país.
8. Presentación y discusión sobre los resultados en seminarios internos y externos.

Elaboración de un informe final y elaboración de una publicación.

Los autores consideran que, el hecho de no haber recolectado los datos en una ficha o instrumento extenso tipo encuesta, sino en repetidas visitas, pidiéndose explicaciones y corrigiéndose posibles variaciones, alienta a pensar que los datos obtenidos gozan de un nivel más elevado de veracidad.

## 2.2 CONSUMO DE BIOMASA SÓLIDA

A continuación se presenta los resultados del consumo de la biomasa sólida por sectores:

### 2.2.1 CONSUMO DE LEÑA EN LOS HOGARES

La dendroenergía es la principal fuente de energía para más de la mitad de la población en Paraguay, especialmente en los hogares rurales. Los biocombustibles, en particular la leña y el carbón vegetal, actualmente suministran cerca del 22% de la energía primaria total del Paraguay (BID 2008).

Según la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo de 2012 (DGEEC 2013), el 95,1% de los hogares rurales tiene acceso a la energía eléctrica (93,1% en 2005), sin embargo el 62,8% (73,6 % en 2005) de los hogares rurales utilizan la leña como principal combustible para cocinar (DGEEC 2013, DGEEC 2005).

Según un estudio de la Secretaría Técnica de Planificación (STP) del año 1986, el consumo de leña per cápita es de 7,345 toneladas al año. En la Tabla 1 se puede observar estudios sobre uso de leña en los hogares.

**Tabla 1: CONSUMO DE LEÑA EN PEQUEÑAS FINCAS EN PARAGUAY**

Investigaciones	Zonas del país	t/familia/año	t/per cápita/año	Número de integrantes por familia	t/familia/ semana
Gulke 2000	Ybycui	8	Dato no disponible	Dato no disponible	Dato no disponible
Cardozo 2000	Ybycui	24,96	3,42	2,92	0,52
Canese 1987, en Cardozo 2000	Zonas rurales - Región Oriental	16,08	2,38	2,72	0,34
Villalba 2006	Nueva Italia	26,74	5,44	2,12	0,56
STP 1986	Norte - Este		7,345		
Alcides Duarte 2012 (no publicado)	Piribebuy	31,2 - 57,2			0,6 - 1,1

Fuente: Elaboración propia, adaptada de BID 2008



Apilado de leñas - Caaguazu

Las cifras de 25 a 30 toneladas por familia por año nos parecen muy altas. Asumimos un consumo de leña de entre 10 a 15 toneladas por familia por año. Este consumo es muy alto comparado con otros países, pero se explica por el uso no eficiente de leña: la cocina tradicional en el horno (Tatacua) y el uso permanente de leña en los hogares rurales. Según datos de la DGEEC que se muestran en la Tabla 2 existe una cantidad de 662.964 hogares (2012) rurales en el Paraguay. 62,8 % de ellos consumen leña como fuente principal para cocinar (DGEEC 2013). **En base a estas cifras, el consumo de leña de los hogares rurales se estima entre 4.000.000 a 6.000.000 toneladas al año (cifras redondas).**

**Tabla 2: CONSUMO DE LEÑA DE LOS HOGARES RURALES**

Concepto y unidad	Cantidad
Leña / familia / año (t)	10 - 15
Familia urbanas (familia)	662.964
Porcentaje de familias que usa principalmente leña	62%
Consumo de leña por año (t)	4.100.000 - 6.100.000

Fuente: Elaboración propia en base a BID 2008, DGEEC 2011 y encuestas propias

En un estudio de la FAO del año 2002, se estima el consumo de leña doméstica en 2.859 millones t. OLADE 2006 estima 2.584 millones t en 2005. En el estudio del BID (2008) se concluye en relación a los datos mencionados que “no toda la información es registrada oficialmente en las fuentes estadísticas, la real figura de consumo de leña debería ser mucho mayor” y se estima la producción total de leña de 10 millones m<sup>3</sup> (incluye leña para la producción de carbón) que corresponde a 7.500 millones t. El autor estima que 65% o 4.875 millones t se usa como autoconsumo.

**Concluimos en forma prudente que el consumo total de leña de los hogares es de cuatro a seis millones t/año.**

## 2.2.2 AGRO INDUSTRIA

El uso de leña para secar los granos es de 0,08 t por t de soja y 0,6 t por t de trigo, maíz y girasol, por lo tanto, el uso total de leña es de 333.000, 673.000, 1.865.000 y 118.000 t respectivamente para la soja, el trigo, el maíz y el girasol (Tabla 3). Silos grandes usan 80 a 400 kg, silos pequeños usan 700 a 800 kg por t de maíz para secar (CAPECO verbal). Hornos nuevos, modernos, usan un cuarto de la leña comparado con hornos actuales (CAPECO verbal).

ALPA confirmó en una entrevista que el ahorro en energía puede llegar hasta 50% con calderas nuevas. En la Tabla 3 se presenta datos de consumo de leña en un año de buena cosecha y humedad media. En este caso, el consumo de leña puede alcanzar casi 3 millones t de leña por año.

Hay que destacar que el uso de biomasa para el secado de granos está directamente relacionado a las épocas de sequía o lluvias y la cantidad de granos cosechados.

**Se tiene una estimación que para una producción aproximada de 13 millones t de granos, se consume aproximadamente 3 millones t de leña. En años de mala cosecha y sequía el consumo de leña estaría próximo a unas 1,6 millones t de leña.**

Tabla 3: PRODUCCIÓN DE GRANOS Y CONSUMO DE LEÑA PARA EL SECADO DE GRANOS, AÑOS 2011 - 2012

Rubro agrícola	Producción total en t/año	Año	Porcentaje a ser secado por año	Cantidad secada en t/año	t de leña por t de cultivo	Cantidad usada de leña en t
Soja	8.309.793	2011	50	4.154.897	0,08	332.392
Trigo	1.401.987	2010	80	1.121.590	0,6	672.954
Maíz	3.108.821	2010	100	3.108.821	0,6	1.865.293
Girasol	262.293	2010	75	196.720	0,6	118.032
<b>Cantidad total</b>						<b>2.988.671</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CAPECO 2012

## 2.2.3 ACEITE DE SOJA

Paraguay está en un proceso de agregar valor a la soja. Se pretende transformar hasta 7,5 millones t (88% de la producción prevista) de soja en grano. Actualmente las empresas Caiasa, ADM y el Grupo Raatz están en proceso de instalar una capacidad de 2,6 millones t de soja que se podría ampliar.

Según información relevada durante entrevistas realizadas con las empresas, el uso de biomasa sólida es mucho más económico que el uso de fuel-oil o electricidad. Una empresa instalará una tecnología para poder utilizar cascarilla de soja. Sin embargo el precio de aproximadamente 200 USD por tonelada supera el precio de la biomasa sólida de chips, que es aproximadamente 100 USD por tonelada, puesta en fábrica.

El consumo de chips de madera es de entre 0,065 a 0,0685 t por t de soja en granos para producir aceite de soja.

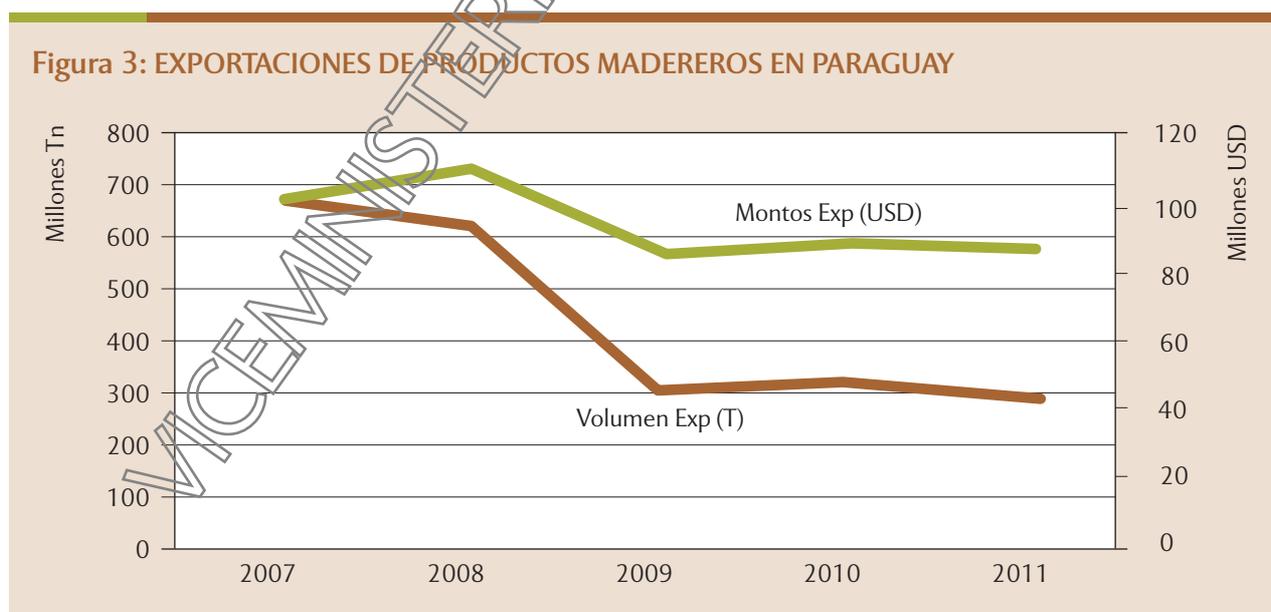
Asumiendo un procesamiento de entre 5 a 6 millones t de soja, **el consumo de biomasa de las aceiteras proyectado para el año 2013 y en adelante, será de aproximadamente 355.000 a 400.000 t.** Si se realizara la instalación de más empresas para el procesamiento de hasta 7 millones t de soja, se aumentará el consumo de leña.

### 2.2.4 INDUSTRIA MADERERA

La producción de madera de alto valor de especies nativas ha sido una industria importante en el Paraguay. Sin embargo, con la deforestación y degradación de bosques se ha disminuido la producción. Se presentó un decremento de 36% en las exportaciones de productos madereros entre el 2011 y 2012 y un decremento del valor de madera aserrada de 23,6% entre 2011 a 2012 (REDIEX 2012 y 2013). Por otro lado, los precios de madera de calidad han subido en promedio de 32 USD/m<sup>3</sup> en 2005 a 76 USD/m<sup>3</sup> en 2011, indicando una escasez de la materia prima. La alta demanda de madera en rollo de especies nativas y la baja oferta resultó en un aumento de precios considerable.

La Figura 3 muestra la exportación decreciente de madera en volumen y monto. Por el precio creciente de la madera el valor total exportado no ha bajado en la misma forma como el volumen.

Por otro lado, existe una exportación de muebles (8.186.469 USD en 2012) y madera contrachapada (15.207.439 USD en 2012) creciente en un 23,6% y 42,7% respectivamente entre el valor de exportaciones de 2011 a 2012 (REDIEX 2013).



Fuente: BCP citado por Maradei, D. 2012



Carbón vegetal - Caazapá

Según diferentes fuentes el consumo de rollos para industrias por año varía, como se puede observar en la Tabla 4.

El Instituto Forestal Nacional (INFONA) mantiene un registro de la capacidad de producción de la industria maderera por región en Paraguay. Según datos del año 2011, la capacidad total de procesar rollos es de 2.156.520 m<sup>3</sup> por año. (INFONA 2012, información no publicada). Cabe aclarar que la capacidad de la industria no necesariamente equivale a su producción real.

**Según las estimaciones y cifras presentadas en este capítulo, estimamos el consumo de madera por la industria maderera en 1,8 millones t anuales.**

### 2.2.5 CARBÓN VEGETAL

La industria del carbón está abastecida desde el monte nativo, situación que no es sostenible en el tiempo, básicamente por limitaciones de mercado hacia este tipo de recursos (DGPF INFONA 2012a). El mercado de carbón es altamente informal con cifras no confiables.

**Tabla 4: CONSUMO DE ROLLOS PARA LA INDUSTRIA EN T/AÑO**

FAO 2012	1.849.200
INFONA 2011	1.482.607
JICA 2004	2.550.000

Fuente: Elaboración propia

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) presentó las cifras expuestas en la Tabla 5.

Otros datos presentados por el Banco Internacional de Desarrollo (BID) y la Red de Inversiones y Exportaciones (REDIEX) estiman el consumo anual a nivel de país de alrededor de 750.000 y 370.000 t anuales, respectivamente (Tabla 6).

**Tabla 5: PRODUCCIÓN Y CONSUMO A NIVEL PAÍS DE CARBÓN VEGETAL DE MADERA, EN T/AÑO, PERÍODO 2006 - 2010**

Producto	Actividad	2006	2007	2008	2009	2010
Carbón vegetal de madera	Producción	510.000	684.000	725.000	725.000	725.000
Carbón vegetal de madera	Consumo	300.000	474.000	515.000	512.000	505.000

Fuente: adaptado de FAO 2012

**Tabla 6: DATOS DE CONSUMO DE CARBÓN VEGETAL EN T/AÑO EN PARAGUAY SEGÚN FUENTES**

Concepto	BID 2008	REDIEX 2011
Exportación	580.000	200.000
Consumo de ACEPAR	120.000	120.000
Consumo de otras industrias y residencias	50.000	50.000
<b>Cantidad total</b>	<b>750.000</b>	<b>370.000</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos del BID 2008 y REDIEX 2011

La exportación de carbón ha disminuido de 400.000 t en el año 2008 a menos de 200.000 t en el año 2011, según registros del BCP y REDIEX.

**Este consumo de 370.000 t de carbón vegetal equivale a 1.480.000 t de leña para la producción de carbón.** Dicha cifra figura en la Tabla 13.

### 2.2.6 CERÁMICAS

La mayoría de las industrias de ladrillo y artesanías de barro del país están concentradas en los Departamentos de Cordillera y Central, principalmente en las ciudades de Tobatí, Itá, Itauguá y Areguá (BID 2008). Se realizó un análisis de 6 cerámicas. El consumo de leña osciló entre 1.152 a 21.609 t por año. El precio de leña se estima entre 15-16 USD/mst (metro estéreo), puesto en fábrica.

Según un estudio del INFONA (2011b), de 78 cerámicas se estima el consumo total de leña en 185.000 m<sup>3</sup>R/año (metro cubico Real). Esto equivale a aproximadamente 130.000 t por año.

En la Tabla 7 se puede observar la gran variedad de consumo de leña por empresa entre menos de 1.000 m<sup>3</sup>R por año, hasta más que 6.000 m<sup>3</sup>R por año.

Para abastecer este consumo de leña en forma sostenible se estima que las industrias deberían mantener una superficie de plantaciones de eucaliptus de rápido crecimiento (30m<sup>3</sup>/ha/año) de 6.166 ha. Sin embargo, actualmente no existe ninguna reforestación realizada por este tipo de industria. Las cerámicas en su mayoría siguen comprando leña del mercado informal.

Al no tener datos exactos de todas las cerámicas en el país, asumimos que las cerámicas estudiadas representan aproximadamente 70% hasta 80% del total de cerámicas existentes. **Por lo tanto, se estima el consumo total de todas las cerámicas entre 200.000 a 230.000 t de leña por año, como una cifra prudente.**

Tabla 7: CONSUMO DE LEÑA DE 78 CERÁMICAS ESTUDIADAS	
Cantidad de cerámicas	Consumo de leña en m <sup>3</sup> R por año
23	menos de 1.000
12	1.000-2.000
31	2.001-3.000
7	3.001-4.000
1	4.001-5.000
1	5.001-6.000
3	6001 a más
<b>78</b>	<b>Total = 185.000 m<sup>3</sup>R por año</b>

Fuente: adaptado de INFONA 2011b revisado por UNIQUE

### 2.2.7 INDUSTRIA ALCOHOLERA Y AZUCARERA

Según el Programa Nacional de Caña de Azúcar del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), citado por IICA Paraguay (2012a), el volumen aproximado de producción total de caña de azúcar por año es de 6 millones t.

Las zonas principales de destilerías e ingenios azucareros se hallan ubicadas en la cuenca del Río Tebicuary, Dpto. de Guairá y en Emboscada, Cordillera (BID 2008). Así también, algunos ingenios azucareros se encuentran en Canindeyú (IICA Paraguay 2012b).

Por otra parte, los ingenios productores de alcohol se localizan mayormente en Guairá y Caaguazú (Mesa Sectorial de Biocombustibles 2012, citado por IICA Paraguay 2012b).

Según el Centro Azucarero Paraguayo (CAP), el mayor porcentaje de caña de azúcar molida es destinada a la producción de azúcar convencional u orgánica, siendo el 33% destinado a la producción de etanol (IICA Paraguay 2007).

La capacidad instalada de la industria alcoholera es de 176 millones de litros por año, mientras que se producen unos 104,3 millones de litros por año (MIC, Mesa Sectorial de Biocombustibles 2012, citado por IICA Paraguay 2012a).

Se realizó un estudio de caso de una industria alcoholera. El consumo de leña en este caso, se estima en 2,43 kg por un litro de alcohol. Datos de la STP del año 1986, sin embargo indican un consumo de 1,27 kg por un litro de alcohol.

Utilizando la relación del consumo de 1,27-2,43 kg de chips/leña para la producción de 1 litro de alcohol; **se requerirían de aproximadamente 132.000 a 253.000 t de leña/chips para producir 104 millones de litros de alcohol.**

Cabe señalar que la industria cañera utiliza su propio bagazo como fuente de energía principal, el consumo de leña o chips es adicional. El uso de biogás es aún poco conocido. No se dispone de información sobre consumo de leña para la producción de 143.699 t (IICA Paraguay 2012a) de azúcar convencional u orgánica a nivel país en el 2011.

### 2.2.8. CHIPAS

El consumo de leña de las chiperías se puede observar en las rutas principales, saliendo de Asunción. En este estudio se evaluaron 15 chiperías. Las chiperías seleccionadas son chiperías representativas en cuanto a producción y consumo de leña.

**En base a estos datos estimamos el consumo total de leña para la producción de chipas en 60.000 a 80.000 t al año**, como se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8: CONSUMO DE LEÑA DE CHIPERÍAS	
Concepto	Cantidad (unidad)
Cantidad de chiperías entrevistadas	15 chiperías
Producción anual de chipas	800.000 - 850.000 chipas promedio por empresa, por año
Consumo de leña promedio por chipería por año	648 t por año promedio por chipería
Consumo total de leña de las 15 chiperías entrevistadas	9.720 t de leña al año
Cantidad de chiperías estimadas en el país	100 chiperías
Consumo de leña total de todas las chiperías en el país	64.800 t de leña al año Se estima el consumo de leña en total entre 60.000 a 80.000 t al año

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por UNIQUE

### 2.2.9 INDUSTRIAS FRIGORÍFICAS Y LÁCTEAS

Para estimar el consumo de leña del sector frigorífico y lácteo a nivel país se realizó un estudio de caso a 9 plantas industriales. Dicho estudio fue apoyado por la Cámara de Comercio Paraguayo-Alemana.



Consumo industrial de leñas en calderas - Villa Hayes

Tabla 9: CONSUMO DE LEÑA EN T/AÑO PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE - REGIONES ORIENTAL Y OCCIDENTAL, EMPRESAS ESTUDIADAS

Empresa	Uso de biomasa	Producción total anual		
	Cantidad	Cantidad	Producto	Unidad
Empresa 1	1431	19138.318	Leche	l
Cooperativa 1	1752	30.842.500	Leche	l
Frigorífico 1	2.170	31.000	Carne	t
Frigorífico 2	3.190	55.100	Carne	t
Cooperativa 2	957	32.770	Carne	t
Cooperativa 3	930	28.520.000	Leche	l
Cooperativa 4 (carne)	5.400	34.800	Carne	t
Cooperativa 4 (leche)	3.732	62.200.000 - 93.300.000	Leche	l
Cooperativa 4 (queso)	746,4	15.550.000 - 24.880.000	Leche	l
<b>Cantidad total</b>	<b>20.308</b>			

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por la Cámara Paraguayo-Alemana y UNIQUE

Las primeras tres plantas están ubicados en la Región Oriental, el resto produce en la Región Occidental.

Según estudios, en Paraguay se producen cerca de 700 millones de litros de leche por año. Este rubro está ubicado en el lugar número 13, entre los países de Latinoamérica y el Caribe (ABC Color, citado por APROLE 2012). Por ejemplo, en el 2011 fueron obtenidos 742 millones de litros de leche cruda (Cuentas Nacionales BCP 2003 y CADEP 2011, citados por IICA Paraguay 2011a)

Tomando los datos de la Tabla 9 y utilizando la relación de consumo de 0,044-0,055 kg de leña para la producción de 1 litro de leche, **se estima que para producir anualmente 700 millones de litros de leche, se requerirían de 30.576 a 38.488 t de leña.** El rango es amplio debido a la gran variación de la producción diaria de leche de las industrias encuestadas.

Por otra parte, según el SENACSA, citado por la IICA Paraguay (2011b), son faenadas en el Paraguay 1 a 1,4 millones de cabezas por año, con un peso promedio de 236 kg, lo que da un total aproximado de 330.400 t anuales de carne (considerando 1,4 millones de cabezas faenadas por año). Utilizando la relación de consumo de 0,076 t de leña para producir 1 tonelada de carne, serían necesarias **25.192 t de leña.**

Sumando los valores estimados, se obtendría un consumo anual aproximado de **56.000 a 64.000 t de leña en el rubro cárnico y lácteo a nivel país.** En este caso la Región Occidental está incluida.

Cabe destacar que en el marco de este proyecto también se realizaron estudios en dos frigoríficos, para verificar el potencial de una **planta de biogás** con objetivo de sustituir la leña por energía de biogás, y al mismo tiempo usar los desechos orgánicos líquidos. **Según el 1<sup>er</sup> estudio, el biogás podría suministrar aprox. el 21% de la demanda térmica del rastro, o reemplazar 644 t de leña anualmente. En el 2<sup>do</sup> estudio, se estimó que el 22% de la demanda térmica podría sustituirse por el biogás producido, lo que equivale a 330 t de leña/año.**



Producción de mandioca en pequeñas fincas - Caaguazú

### 2.2.10 INDUSTRIA DE ALMIDÓN

Son seis a siete las empresas que procesan la mayor parte del almidón industrializado en el país. El valor de la exportación de almidón fue de 24,5 millones de USD en el año 2012, lo que corresponde a 60.944 toneladas (REDIEX 2013).

Las empresas entrevistadas consumen en promedio aproximadamente 0,0625 t de leña por t de raíz de mandioca, totalizando 27031 t de leña por año, como se ve en la Tabla 10.

Estas seis empresas, con un total de 10 plantas locales, tienen capacidad de producir 101.500 t de almidón por año (USAID 2010). Sin embargo la producción real no alcanza esta cifra por falta de materia prima. Existen, aparte de las 6 empresas, otras pequeñas cuyo consumo de leña se suma al de las anteriores mencionadas. Se estima que estas 6 empresas representan 80% de la producción total. Cabe explicar que existen empresas a nivel de pequeños productores que secan el producto al aire y por lo tanto no consumen leña.

**El consumo total de leña de todas las empresas procesadoras de raíces de mandioca en Paraguay se estima entre 32.000 y 35.000 t por año.**

**Tabla 10: CONSUMO DE LEÑA EN T/AÑO PARA PROCESAMIENTO DE RAÍCES DE MANDIOCA**

Empresa	Uso de biomasa (leña en t/año)	Procesamiento raíces (t/año)
CODIPSA*	2.500	40.000
	3.125	50.000
	3.125	50.000
ALMISA	4.688	75.000
	1.875	30.000
ALMISUR	3.125	50.000
FEPASA	1.563	25.000
F.H.	781	12.500
Pilao	3.125	50.000
	3.125	50.000
<b>Cantidad Total</b>	<b>27031</b>	<b>432.500</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Vega, M. 2010 en CODIPSA 2010 y entrevistas realizadas por la Cámara Paraguayo-Alemana y UNIQUE

\* La planta nueva en Nueva Germania no está incluida en esta tabla.

### 2.2.11 TABACO

Los Departamentos del Paraguay donde principalmente se siembra este cultivo son San Pedro y Caaguazú; y son consideradas zonas productoras Cordillera, Alto Paraná, Caazapa, Concepción y Central (MAG 2011).

La superficie cultivada de tabaco en la Región Oriental en el 2010 fue de 2.947 ha. y en el 2011 de 2.994 ha. El rendimiento promedio de la zafra del 2011 fue de 2.149 kg/ha., igual al de la zafra del año anterior (MAG 2011).

Una tabacalera ubicada en la Región Oriental del Paraguay posee una productividad de 2.300 kg/ha de tabaco Virginia, y utiliza 30-35 mst. de leña de madera nativa para curar los 2.300 kg. Tomando el valor promedio de 32,5 y considerando la relación 1 mst de leña = 400 kg de leña, se deduciría que para curar 1 kg de esta variedad de tabaco, son necesarios 5,65 kg de leña.

Tomando la superficie cultivada de tabaco en la Región Oriental en el 2011, la cual fue de aproximadamente 3.000 ha., una productividad media de tabaco de 2.200 kg/ha, y el requerimiento de 5,65 kg. de leña para el curado de 1 kg. de tabaco, **se obtendrían valores estimativos anuales de consumo de leña para el curado de tabaco de 37.000 t.**

Cabe señalar que el consumo de leña para tabaco negro es casi cero porque no se usa la misma técnica de curado. La producción total de tabaco negro varía entre 4.000 a 6.000 de t por año.

Es importante acotar que algunas empresas tabacaleras promocionan las plantaciones forestales a través de sus productores.

Tabla 11: USO DE LEÑA PARA CURAR TABACO VIRGINIA POR AÑO

Superficie de tabaco Virginia en ha	Productividad (kg/ha)	Producción total de tabaco Virginia en t	Leña en kg/kg de tabaco	Uso total de leña en t
3.000	2.200	6.600	5,65	37.000

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por UNIQUE

### 2.2.12 OTRAS INDUSTRIAS ESTUDIADAS

Aparte de las industrias presentadas, se realizaron estudios específicos de algunas empresas que no forman parte de las industrias ya presentadas.

En la tabla siguiente se puede observar cinco empresas con rubros distintos. El consumo total asciende a 467.740 t de madera por año.

Existen otros tipos de industrias que no fueron incluidas en este estudio, como por ejemplo el de las industrias de curtiembre, yerba mate, aldoneras y panaderías, debido a la poca información disponible.

**Tabla 12: CONSUMO DE BIOMASA EN T/AÑO DE OTRAS INDUSTRIAS ESTUDIADAS (REGIÓN ORIENTAL)**

Empresa - Rubro	Consumo de biomasa	Producto
1 Chips de madera	100.000	Leña
2 Insecticidas/cosmética	240	Leña
3 Cemento	300.000	Leña
4 Cerveza	30.000	Chips
5 Agrícola	37.500	Leña
<b>Cantidad total</b>	<b>467.740</b>	<b>Leña</b>

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas por UNIQUE  
La leña fue convertida a t de madera

### 2.2.13 PAPEL Y CARTÓN

Paraguay no dispone de fábricas de producción de celulosa de papel o de tableros aglomerados (INFONA 2013). El papel es importado o se produce a través del reciclado. La importación de papel y cartón en el año 2010 fue de 26.573 t (REDIEX 2011b). La FAO sin embargo estimó importaciones de papel y cartón de aproximadamente 266.000 t en el mismo año (FAO 2012). La diferencia entre los datos presentados por la FAO y REDIEX no se explica de forma racional.

### 2.2.14 IMPORTACIÓN DE MADERA

La importación de madera en el Paraguay no es significativa. Según datos de REDIEX (2013) la importación de productos madereros (madera, madera chapada, carbón y leña) se estimó en 21.592 t en el año 2012.

### 2.2.15 CONSUMO DE BIOMASA EN LA REGIÓN OCCIDENTAL

El consumo de la biomasa sólida de la Región Occidental no está contemplado en estos datos, excepto los de las industrias frigoríficas y de lácteos. Comparativamente, existe poca población en el Chaco, lo que significa poca industria y el consumo de energéticos no es considerable. En el capítulo 3.4 se presentan datos de la Región Chaco en forma resumida.

### 2.2.16 CONSUMO TOTAL

El resumen del consumo de biomasa sólida se presenta en la Tabla 13.

Se usó la relación de 0,75 para convertir toneladas en m<sup>3</sup>R sin diferenciar entre madera nativa con densidad más alta y madera de especies exóticas. Se asumió un porcentaje de humedad del 30%.

**Tabla 13: CONSUMO DE BIOMASA SÓLIDA EN LA REGIÓN ORIENTAL DEL PARAGUAY EN T POR AÑO**

<b>Rubro</b>	<b>Cantidad (t) desde</b>	<b>Hasta Cantidad (t)</b>
Hogares	4.000.000	6.000.000
Agro Industria	1.600.000	3.000.000
Industria maderera	1.500.000	1.900.000
Carbón vegetal	1.480.000	1.480.000
Aceiteras	350.000	400.000
Cerámicas	200.000	230.000
Alcoholera y azucarera	132.000	253.000
Chipas	60.000	80.000
Frigoríficos y lácteos	56.000	64.000
Almidón de mandioca	32.000	35.000
Tabaco	37.000	37.000
Otras industrias estudiadas	468.000	468.000
<b>Total en t</b>	<b>9.915.000</b>	<b>13.947.000</b>
<b>Total en m<sup>3</sup> R</b>	<b>13.220.000</b>	<b>18.596.000</b>
Importaciones de papel y cartón en t		26.573
Importaciones de madera en t		21.592

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que estos datos se refieren solo a la Región Oriental de Paraguay, excepto las industrias de frigoríficos y lácteos, que suman a 14.955 t al año.

Además, no están incluidas industrias no mencionadas como la de cuero, panadería, algodone-  
ra, yerba mate, frutales y otros.

Finalmente, se debe aclarar que no está incluido el consumo de energía secundaria, por ejem-  
plo lo referente al aserrín.

## 2.3 OFERTA DE BIOMASA SÓLIDA

Después de haber analizado el consumo o la demanda, en el siguiente capítulo presentaremos la oferta de biomasa sólida de forma sostenible.

### 2.3.1 SUPERFICIE BOSCOSA

En cuanto a la superficie boscosa existen datos que se contradicen. Por falta de un inventario nacional, y de una metodología estándar para su evaluación y monitoreo, esta situación seguirá así, posiblemente hasta que se implemente efectivamente el inventario nacional. En los siguientes párrafos presentamos algunos datos de la literatura.

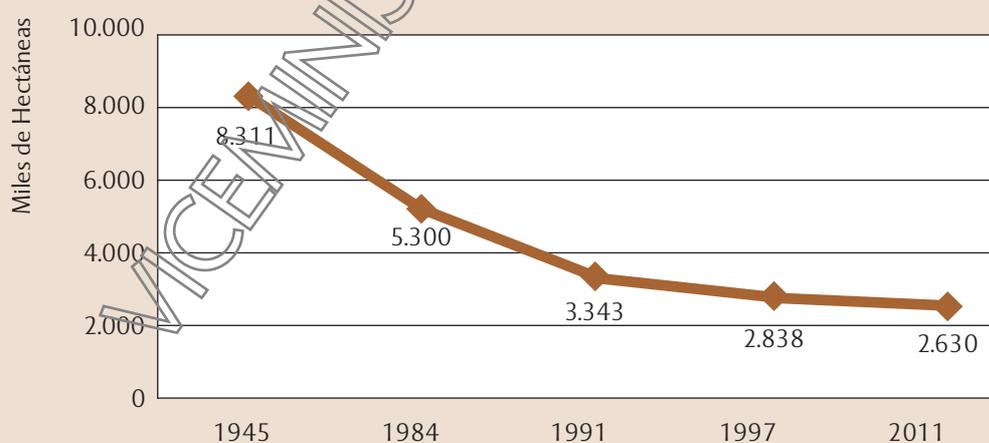
De las más de ocho millones de hectáreas de bosques que cubrían la Región Oriental del país, los últimos estudios nos revelan que en dicha región quedan aproximadamente 1,3 millones ha. de bosques muy fragmentados y degradados (DGPF INFONA 2012a).

Según la Mesa Nacional Forestal, un grupo de monitoreo forestal público-privado, la deforestación en la Región Oriental del Paraguay avanzó a una tasa de 166.000 ha./a entre 1999 y el 2003. Este dato coincidía con los mencionados por Sartorio Aquino (2007) quien estimó que se deforestaban alrededor de unas 140.000 a 160.000 ha. anualmente en dicha región.

La Figura 4 muestra la evolución de la superficie forestal en Paraguay.

Según el Ministerio de Agricultura, desde la implementación de la Ley N° 2.524 “De prohibición en la Región Oriental de las Actividades de Transformación y Conversión de Superficies con Cobertura Boscosa” (Ley de Deforestación Cero) en diciembre de 2004, la tasa de deforestación ha descendido oficialmente hasta las 19.000 ha/año. La deforestación y degradación de bosques sigue debido a deforestaciones ilegales y deforestaciones con permisos otorgados previos a la Ley.

**Figura 4: EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA BOSCOSA DE LA REGIÓN ORIENTAL EN EL PERÍODO 1945 - 2011**



Fuente: MAG, INFONA, citados por IICA Paraguay 2011 c



Bosque nativo con regeneración natural - Caaguazú

Las áreas más extensas y continuas cubiertas por masas de bosque posibles de observar en la Región Oriental del Paraguay, no son potenciales fuentes de provisión de biomasa para leña y carbón. Estos últimos vestigios de bosques, constituyen las áreas silvestres protegidas. Informaciones de la Asociación Guvra Paraguay, identifican no más de 20 núcleos de bosques nativos sin alto grado aparente de degradación, entre los cuales el 90 % posee la mencionada categoría de manejo, las demás se encuentran en manos privadas (BID 2008).

Un trabajo de la Mesa Forestal Nacional del año 2003 indicó:

***“Del total de bosques existentes, 765.456 ha, (22% del total de bosque) reúnen las condiciones para ser declaradas como área prioritaria para manejo de bosques de producción. De este área 619.609 ha corresponde a bosque continuo (>156 ha) y 145.847 ha, a bosques remanentes (< 156 ha)”. En este estudio se estimó 2.600.562 ha de bosques continuos (>156 ha), y 874.535 ha de bosques remanentes (<156 ha). El mismo estudio identificó bosques protegidos en 641,585 ha que se encuentran dentro de Parques Nacionales y bosques situados dentro de la franja de 100 metros de protección a ambos lados de los cursos de agua.***

Actualmente se estima una superficie de 2,4 millones ha o 15% de superficie boscosa en la Región Oriental que incluye áreas protegidas. Los bosques remanentes en general se encuentran en un estado de fuerte degradación con poco potencial restante para una producción forestal.

De esta superficie total estimamos un bosque productivo de unas 700.000 ha en la Región Oriental. Estas zonas están concentradas en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa, San Pedro, Concepción, Canindeyú, Amambay y Caaguazú principalmente (JICA 2004).

En general, las masas residuales no compactas de bosque nativo en la Región Oriental, aparte del alto nivel de fragmentación que presentan, denotan un alto grado de degradación.

Se estima que la productividad de un bosque secundario varía de 2 a 3 m<sup>3</sup>/ha/año. Esto equivaldría a una producción sostenible de madera de rollos de 1,4 a 2,1 m<sup>3</sup>/año. Una parte del árbol es la biomasa de ramas que normalmente no se usa. Una parte de esta biomasa se puede usar para la producción de leña. De la relación 0,4 t por cada m<sup>3</sup> de rollo se obtendrían de 560.000 a 840.000 t de leña de bosque manejado a partir de 1,4 millones de m<sup>3</sup> a 2,1 millones de m<sup>3</sup> de madera de producción sostenible.

Estudios realizados (UNIQUE Wood en Golondrina 1995, 2000 y 2005) han mostrado que se puede aumentar el incremento anual con un manejo adecuado en un 166% o de 2 a 5,3 m<sup>3</sup>/ha/año. Cabe señalar que casi no existe un manejo forestal de bosque nativo en Paraguay. Hasta la fecha existe un solo bosque con certificación FSC (Forest Stewardship Council, Consejo de Administración Forestal) que produce madera de bosque nativo en forma sostenible.

### 2.3.2 PLANTACIONES

En relación a la reforestación, la región concentra un alto porcentaje de su territorio como área prioritaria para la reforestación, el mismo asciende a 6.037,58 ha, lo cual representa el 37,8 % de la región (Mesa Forestal 2003).

A pesar de los esfuerzos que el Estado ha realizado desde la década de los '70 en adelante, a través de diferentes leyes y programas, los resultados indican que se han reforestado solo unas 60.000 ha, superficie totalmente insuficiente para paliar las consecuencias de la pérdida de bosques en la Región Oriental (DGPF INFONA 2012b).

A pesar de la Ley de Reforestación N° 536 del año 1995 que prevé incentivos financieros para las reforestaciones, hasta la fecha la superficie total de reforestaciones no logró el impacto deseado. Según INFONA (2011a) la superficie total registrada es de apenas 10.000 ha.

**Tabla 14: DATOS SOBRE EL BOSQUE NATIVO EN LA REGIÓN ORIENTAL DEL PARAGUAY**

Concepto	Cantidad
Superficie boscosa total (ha)	2.400.000
Superficie de bosque productivo (ha)	700.000
Productividad del bosque nativo (bosque secundario en m <sup>3</sup> /ha/año)	2 - 3
Producción sostenible de madera en rollo (m <sup>3</sup> /año)	1.400.000 - 2.100.000
Equivalente en t por año	1.120.000 - 1.680.000
Leña	560.000 - 840.000

Fuente: elaboración propia

Nota: Para la conversión de m<sup>3</sup> a t se tomó un valor promedio de 0,8 para especies nativas.

La Ley de Reforestación sigue vigente, pero el gobierno no ha asignado fondos para los incentivos. En los últimos años se observó más iniciativas privadas para la reforestación, por su alta rentabilidad, por una estrategia de diversificación de productos, disminución de riesgos y por un control más rígido para cumplir con la superficie forestal exigida por la ley forestal, que exige una superficie de 25% de bosque en cada estancia.

Según entrevistas realizadas con los gremios, se considera prudente utilizar el dato de 40.000 ha de plantaciones forestales a nivel país. Sin embargo, una publicación nueva del INFONA (Tabla 15) indica una superficie total de plantaciones forestales a nivel de país de casi 53.000 ha. En este caso las reforestaciones de 320,91 ha en el Chaco (Presidente Hayes) están incluidas. Por la cercanía a Asunción no hemos descontado esta reforestación al balance de la biomasa de la región Oriental.

Consideramos esta superficie total de plantaciones de aproximadamente 53.000 ha, y asumimos un incremento medio anual (IMA) de 25 m<sup>3</sup>/año. Es de considerar que existen estudios que reportan plantaciones bien manejadas en suelo fértil pueden con un IMA de más

**Figura 5: SUPERFICIE DE PLANTACIONES FORESTALES POR DEPARTAMENTO**

Orden	Nombre	Superficie (Has)	%
1	Alto Paraná	10361,46	19,61
2	San Pedro	10324,71	19,54
3	Caazapa	10284,87	19,47
4	Itapúa	5163,05	9,77
5	Ñeembucú	4973,82	9,41
6	Caaguazú	3922,62	7,43
7	Caríndeby	3019,16	5,71
8	Concepción	1464,63	2,77
9	Paraguarí	733,86	1,39
10	Guairá	640,88	1,21
11	Cordillera	615,75	1,17
12	Misiones	521,02	0,99
13	Amambay	339,29	0,64
14	Presidente Hayes	320,91	0,61
15	Central	142,83	0,27
		<b>52.828,86</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Ing. Hugo Vera. Consultor Proyecto TCP/PARA/3304. FAO/INFONA

de 40 m<sup>3</sup>/ha/año. Sin embargo, muchas de las plantaciones no disponen de material genético de calidad, están ubicadas en suelos marginales y en zonas no muy productivas. Por lo tanto asumimos un IMA promedio de 25 m<sup>3</sup>/ha/año con un máximo optimista de 30 m<sup>3</sup>/ha/año. En base a estos supuestos, la oferta total de plantaciones puede llegar de 1,325 a 1,59 millones de m<sup>3</sup>/año (o 993.750 a 1.192.500 t/año) (Tabla 15).

Se asume una rotación de 12 a 15 años para la producción de madera de valor o 7 años para plantaciones con fines energéticos.

Del total de plantaciones, se estima que el 65 a 70%, es utilizado como leña.

Cabe explicar que esta producción total se refiere a un manejo sostenible de las plantaciones, con especies de *Eucalyptus spp* de clones. Especies nativas o plantaciones con materia prima no adecuada no logran este crecimiento asumido.

Además se debe considerar que no todas las plantaciones ya están en plena producción, es decir que la madera de las plantaciones recientes aún están disponibles para el consumo. Por lo tanto los datos presentan un **escenario optimista**. La oferta total de biomasa sólida de la región oriental se puede observar en la siguiente Tabla 16.

**Tabla 15: PRODUCCIÓN DE MADERA A TRAVÉS DE PLANTACIONES**

Superficie con plantaciones productivas	Incremento anual	Producción total en m <sup>3</sup> /año	Producción total en t/año
53.000 ha	30 m <sup>3</sup> /ha/año	1.325.000 m <sup>3</sup>	993.750 t
53.000 ha	25 m <sup>3</sup> /ha/año	1.590.000 m <sup>3</sup>	1.192.500 t

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas y datos de DGPF 2013

**Tabla 16: OFERTA DE BIOMASA SÓLIDA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN PARAGUAY (REGIÓN ORIENTAL)**

Oferta	Cantidad (t) desde	Cantidad (t) hasta
Madera de bosque nativo en rollo	1.120.000	1.680.000
Leña de bosques manejados	560.000	840.000
Madera y leña de reforestación	993.750	1.192.500
Importación de productos madereros (2012)	21.592	21.592
Oferta total de biomasa sostenible en t por año	2.695.342	3.734.092
Oferta total de biomasa sostenible de madera en m <sup>3</sup>	3.593.789	4.978.789

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes citadas arriba

Nota: Para la conversión de t a m<sup>3</sup> se tomó un valor promedio de 0,75 (especies nativas y especies exóticas)

## 2.4 REGIÓN OCCIDENTAL - CHACO

En este capítulo informamos sobre la situación de biomasa sólida en la Región Occidental - Chaco.

### 2.4.1 SUPERFICIE FORESTAL Y DEFORESTACIÓN

Algunos estudios mencionan una superficie boscosa en el Chaco de aproximadamente 7 millones de ha (GTZ y VMME 2011). Según la IICA Paraguay (2011c) En la Región Occidental existían aproximadamente unas 15,5 millones de hectáreas de masa boscosa en el año 1997, para el año 2011 se reportaron 14.615.173 ha.

En relación a la Región Occidental, la UNA/FIA/CIF/GTZ (1987), citadas por GIZ y VMME (2011) dan cuenta de que las colonias establecidas en la zona central del Chaco llegaron a un promedio de deforestación de 45.000 ha anuales. La fuente registra, para la misma región, una pérdida de área boscosa de aproximadamente 1,250 millones de ha. Durante el período 2009 al 2011, la tasa de deforestación en la región ha sido del orden de 350 a 500 ha/día, según la época del año.

Otro autor mencionó que se estima una deforestación anual de alrededor de 200.000 ha en la Región Occidental (Sartorio Aquino 2007). Guyra Paraguay (2012a) menciona que se deforestaron 232.000 ha y 286.742 ha y 268.084 ha en los años 2010, 2011 y 2012, respectivamente.

Este proceso de deforestación, aunque evidentemente menor comparado con la Región Oriental, es bastante significativo por la fragilidad de los ecosistemas chaqueños, demostrada por las numerosas evidencias de erosión eólica y la salinización de suelos que se están verificando en diferentes zonas de la región (GTZ y VMME 2011).

**Se estima actualmente una superficie de 14 millones de hectáreas de cobertura boscosa en la Región Occidental.**



Palmeras - Chaco

## 2.4.2 INCREMENTO Y MANEJO

Diversos estudios indican un incremento anual para un bosque sin manejo en torno a 1 m<sup>3</sup>/ha para el Chaco semiárido y 2 m<sup>3</sup>/ha para el Chaco húmedo (Brassiolo 1997 y Hampel 1997, citados por Grulke et al. 2007). Según el mismo autor, con el manejo, supuestamente se puede aumentar el incremento en un 50%. Comparando estos valores con los bosques de la Región Oriental, se debe destacar sin embargo la elevada densidad de las maderas chaqueñas (Rothermel 2003, citado por BID 2008).

En base a estos datos está disponible, teóricamente, una oferta de biomasa sostenible de alrededor de 14 hasta 28 millones de m<sup>3</sup> al año o 12,6 a 25,2 millones t al año. (Para la madera chaqueña calculamos con una conversión de 0,9, por la alta densidad de la madera).

Tal como se mencionó anteriormente, en el Chaco no existe manejo forestal sostenible, pero existen algunos incipientes proyectos y estudios para lograr diversos enfoques del manejo forestal en esta región (años atrás existía una fuerte explotación forestal, para tanino, palo santo, etc., aunque tales explotaciones tampoco fueron basadas en la sostenibilidad, se daba un valor forestal a la región). Los proyectos a desarrollarse como pilotos engloban los sistemas silvopastoriles, los manejos forestales de reservas forestales, el uso de la biomasa procedente de los cambios de uso de la tierra, entre otros.

## 2.4.3 PLANTACIONES

Para ejemplificar la situación de las plantaciones en la Región Occidental, el INFONA ha emitido certificados para el transporte de productos forestales provenientes de plantaciones forestales en un departamento de dicha región. En el Departamento de Presidente Hayes se registró el transporte de 254 t de leña en el año 2011 (DCPF INFONA 2012a).

Las plantaciones en la Región Occidental son escasas, se registran menos de 600 ha. La buena aptitud de algunas de las especies utilizadas en el Chaco se basa en crecimientos que se consideran de buenos a muy buenos (FAO 2004). En el ejercicio 2011, el INFONA aprobó una plantación con una superficie total de 230 ha con especies introducidas en el Departamento de Presidente Hayes (INFONA 2011a).

A continuación (Tabla 17) se presentan datos de Guyra Paraguay (2012a) sobre la deforestación en la Región Occidental así como la cantidad de biomasa que no es aprovechada. La cantidad de madera de los 245.000 ha deforestadas por año corresponde a 6.500.000 t de biomasa sólida. Sin embargo, el mismo estudio indica que aproximadamente 5 millones t se queman, 500.000 t es aserrable, pero en la mayoría de los casos no se utiliza y un millón t se usa como leña.

Por los altos costos de transporte, el corte de la madera aserrable, la transformación de leña en carbón o el transporte de leña hacia los centros de comer-

**Tabla 17: USO DE MADERA DE DEFORESTACIÓN EN LA REGIÓN OCCIDENTAL**

Descripción	Cantidad (t)
Biomasa disponible/ha	27
Madera aserrable	500.000
Leña sin uso	5.000.000
Leña aprovechada	1.000.000

Fuente: Elaboración propia en base a Guyra Paraguay 2012a

cio en Asunción no es económicamente interesante. Por lo tanto la biomasa sólida del Chaco no se utiliza sino se quema en su mayoría. En consecuencia no consideramos el potencial teórico de la biomasa del Chaco en el balance energético de Paraguay.

## 2.5 BALANCE OFERTA - DEMANDA

Por su parte, González (2004) citado por BID (2008) mencionó: “La oferta del combustible de madera para la producción de leña y carbón vegetal seguirá superando la demanda, por lo que se seguirán practicando las quemadas de productos leñosos en los campos deforestados hasta aproximadamente los años 2012 al 2017, período a partir del cual se entrará en una insuficiencia de provisión de leña y carbón a partir de los bosques nativos de la Región Oriental”.

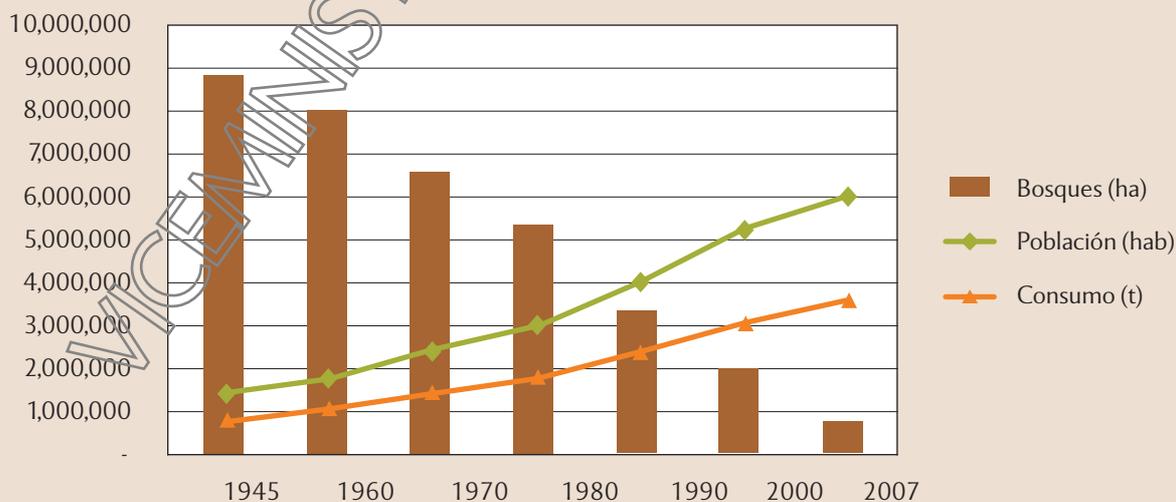
En la siguiente Figura 6 puede observarse cómo desde el año 2000 el consumo de leña por la población viene superando el valor de la superficie forestal, resultando en una oferta de biomasa incapaz de cubrir la demanda.

Mientras que la población y el consumo de leña se incrementan (aumento de la demanda) la cobertura forestal decrece abruptamente en las décadas de los ochenta y la de los dos mil.

La siguiente Tabla 18 muestra en forma resumida el balance de biomasa sólida en Paraguay Oriental según los datos obtenidos en este estudio.

La oferta de madera del Chaco no se considera en este balance por que el costo de transporte de la biomasa supera el valor del mercado. Por lo tanto la región Chaco se define como una región distinta en cuanto a oferta de biomasa hacia los centros de comercio de Paraguay.

**Figura 6: ESTIMACIÓN DE INCREMENTO POBLACIONAL, CONSUMO DE LEÑA Y EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL**



Fuente: BID 2008

**Tabla 18: BALANCE DE BIOMASA SÓLIDA EN PARAGUAY REGIÓN ORIENTAL**

Consumo	Cantidad (t) desde	Hasta Cantidad (t)
Consumo total en t	9.915.000	13.947.000
Consumo total en m <sup>3</sup> R	13.220.000	18.596.000
Oferta en t	2.695.342	3.734.092
Oferta en m <sup>3</sup> R	3.593.789	4.978.789
Diferencia en t	-7.219.658	-10.212.908
Diferencia en m <sup>3</sup>	-9.626.211	-13.617.211

Fuente: Elaboración propia

Según este estudio existe un balance negativo aproximado de entre 7,5 a 10 millones t al año si se considera solo la oferta de biomasa sólida sostenible.

Este balance negativo tiene implicaciones directas en los precios. Los precios de especies nativas han subido en un 140% entre 2005 a 2012 (Tabla 19).

**Tabla 19: DESARROLLO DE PRECIO DE ESPECIES NATIVAS ENTRE 2005 A 2011 EN USD/ M<sup>3</sup>R**

Clase	2005	2011
Clase A	52	123
Clase B	23	55
Promedio	32	76

Fuente: Elaboración propia

En el caso de especies exóticas los precios han subido de igual manera como se puede observar en la siguiente Tabla 20:

**Tabla 20: PRECIOS DE E. GRANDIS EN EL MERCADO SOBRE CAMIÓN EN USD/M<sup>3</sup>**

Años	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categorías 4/5
2010	46,44	34,83	27,09	22,45
2011	54,00	40,50	31,50	26,10
2012	58,86	44,15	34,34	28,46

Fuente: Elaboración propia, REDIEX y POMERA

Los precios de la leña han tenido también un incremento en los últimos años como se puede observar en la Tabla 21.

**Tabla 21: EVOLUCIÓN DE PRECIOS DE LEÑA EN PIE EN USD/ T 2008 - 2013**

Año	USD/ t
2008	5,80
2009	12,22
2010	12,81
2011	20,36
2012	22,30
2013	19,90

Fuente: Elaboración propia, Plantec SRL

Los precios de chips de madera puesto en fábrica actualmente rondan entre 80 a 110 USD/ t puesto en fábrica para el área de Asunción.

A pesar de los precios altos, la leña o chips sigue siendo más barata que la energía eléctrica o el fuel-oil. El precio de estas fuentes de energía sería aproximadamente el doble por su valor calorífico.

Sin embargo, la superficie total de 2,4 millones de ha en la Región Oriental con un volumen de biomasa promedio de 150 m<sup>3</sup> (rollo y leña) por hectárea, ofrece una biomasa de aproximadamente 360 millones de m<sup>3</sup> o 288 millones de t de madera. Para la demanda de 10 a 13 millones t anuales de biomasa sólida esta superficie podría abastecer la demanda de Paraguay por unos 22 a 28 años más sin tener en cuenta una demanda creciente y el crecimiento anual.

Solo que esto no representa recursos sostenibles, sino implica una explotación, deforestación y degradación de los recursos naturales, de los áreas protegidas, bosques remanentes y bosques no productivos. Creemos que esto no debe ser la política de Paraguay, sin embargo es lo que está pasando actualmente. La alta demanda de biomasa sólida contra la poca oferta resulta en una alta tasa de degradación y deforestación de los boques remanentes. Huang et al. (2007) en su publicación muestran que las 9 áreas protegidas estudiadas han perdido entre 10 a 56% de la superficie boscosa entre 1989 y 2000 en su zona de amortiguamiento.

Un factor adicional que no hemos incluido en nuestro balance es la provisión de biomasa sólida de árboles aislados, es decir que no forman parte de un bosque, sin embargo están disponibles en fincas, estancias, chacras y áreas públicas. Estos árboles aislados también contribuyen a la oferta de madera, pero es difícil cuantificar esta oferta.

# 3

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 3.1 CONCLUSIONES

Según los datos analizados, la biomasa es de suma importancia para el bienestar de las familias pobres rurales y para la industria del país. La biomasa representa un 46% del consumo total de energía en Paraguay.

A pesar de que la leña y el carbón vegetal son altamente utilizados en el país tanto a nivel residencial, comercial, industrial y agropecuario, estos recursos siguen perteneciendo a un mercado sumamente informal. Por esta razón es muy difícil cuantificar de manera exacta el consumo de los mismos.

Dado que el consumo de leña coincide mayormente con las familias rurales, que en su mayoría extraen leña para la cocción de sus alimentos y la calefacción de sus alrededores sin ningún costo, difícilmente se producirá un cambio en el uso de fuentes de energía a otras alternativas como la energía eléctrica o el gas licuado de petróleo. Por lo tanto, no se puede esperar que esta situación cambie. El uso de estufas más eficientes puede disminuir el consumo de leña, pero muchas veces no tienen la aceptación de las familias rurales.

El país se encuentra en un estado de emergencia forestal por la falta de abastecimiento de biomasa sólida en todos los sectores. La oferta de madera de producción sustentable no es suficiente para cubrir la demanda actual. Según el balance de biomasa del presente informe, se registra un déficit anual de biomasa de entre 10 a 13 millones de toneladas.

Es importante resaltar la demanda creciente del energético en el país. Además, se puede concluir que es muy probable que los precios de la biomasa sólida sigan aumentando, lo que implicaría altos costos para las industrias afectando su competitividad. Si no se promueve de manera urgente la implantación de bosques de rápido crecimiento, las industrias dependientes de biomasa sólida quedarán desabastecidas, provocando efectos socioeconómicos negativos. De igual manera se sufrirá un desabastecimiento de combustible para uso doméstico y comercial.

Paraguay tiene condiciones naturales muy favorables para una reforestación con suficiente espacio y tierras aptas, sin entrar en competencia con la producción de alimentos para el consumo interno. Además se podrían integrar sistemas silvo-pastoriles y sistemas agro-forestales, que ofrecen opciones de producir energía y alimentos en un mismo sitio. Dichos sistemas han demostrado en diversos países un gran aprovechamiento del uso del suelo.

### 3.2 RECOMENDACIONES

En base al resultado del balance de oferta de biomasa de producción sustentable y demanda de biomasa sólida, es necesario destacar algunos puntos fundamentales para lograr un manejo sostenible de la biomasa utilizada con fines energéticos.

Se considera importante que las instituciones directamente involucradas con el uso, comercialización y control de la biomasa para fines energéticos trabajen de manera coordinada. Tanto el Viceministerio de Minas y Energía, como el Instituto Forestal Nacional, deberían seguir interac-



Plantación energética

tuando con los diferentes actores públicos y privados para multiplicar sus esfuerzos en el sector de las energías renovables, en la sistematización de la información (que se encuentra muy dispersa y variable), en la formalización del sector de consumo de biomasa sólida y por último, consensuar sobre una estrategia nacional entre todas las instituciones involucradas, lideradas por las instituciones anteriormente citadas.

Se deben seguir actualizando informaciones y usar la página web para publicar y compartir los datos y documentos disponibles, pues estos deben formar la base para una estrategia nacional para el uso de la biomasa sólida, dentro del cual estaría contemplado un plan de manejo de la biomasa con fines energéticos, como un componente más de la Estrategia Nacional de la Dendroenergía. Es claro que otros componentes que debe incluir dicha estrategia serían la eficiencia energética y la investigación de las mejores prácticas.

En cuanto a las **10 a 13 millones de toneladas de biomasa sólida** de diferencia entre la oferta de madera de producción sustentable y la demanda anual de Paraguay, se plantea una base para ejecutar un plan de manejo, basado en tres ejes principales:

1. **El aprovechamiento de los bosques bajo manejo forestal** para fines maderables y energéticos basado en el incremento anual por superficie manejada (se calcula en  $2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ ). Se puede estimar un uso de aproximadamente 560.000 t a 840.000 t por año provenientes de estos bosques para fines energéticos, sin comprometer la demanda de la madera para fines maderables o industriales.

**2. El establecimiento de una base de datos y metodología para observar la superficie forestal, consumo y demanda de la biomasa sólida.**

Aún no existe un inventario forestal nacional, una metodología acordada y consensuada entre las Instituciones, una actualización de los datos en forma regular y una planificación en base a los datos. Esto requiere un consenso entre las Instituciones involucradas (VMME, DGEEC, MAG, INFONA, SEAM) para establecer esta base. Lo que se elaboró en este estudio debe ser afinado y los datos deben ser levantados en forma regular. Cabe destacar que existe una resistencia de las empresas e instituciones a dar y compartir datos. Por lo tanto es importante la creación de un mecanismo interinstitucional que permita intercambiar datos en forma continua y un acercamiento entre las partes para construir confianza y transparencia.

**3. Reforestaciones.** Según nuestros cálculos, considerando un requerimiento total de aproximadamente 10 a 13 millones de m<sup>3</sup> al año de madera y leña, se requiere una superficie de plantaciones de entre 333.333 ha a 433.333 ha asumiendo un incremento medio anual (IMA) de 30 m<sup>3</sup>/ha/año y una rotación de 12 años para producción de madera con buen material genético y un buen manejo. Esto implica reforestaciones de 27.000 a 28.000 ha por año. Por su parte, la Dirección General de Plantaciones Forestales del INFONA, ha propuesto como meta del Plan Nacional de Reforestación alcanzar 450.000 ha de plantaciones de lo cual 60.000 ha se destina a plantaciones con fines energéticos en un plazo de 15 años, distribuidas como se muestra en la Tabla 22. Una hectárea de reforestación tiene costos de aproximadamente 2.000 USD/ ha. Esto implica una inversión total de 660 a 860 millones de USD pero con un retorno de 21.000 USD/ ha o un total de 7.000 a 9.100 millones de USD y unos 60.000 puestos de trabajo directos. Países como Chile, Argentina, Uruguay con condiciones naturales menos favorables que Paraguay han mostrado que a nivel de país vale la pena de invertir económicamente, ambientalmente y socialmente.

La implementación del Plan Nacional de Reforestación busca revertir el proceso de desabastecimiento de materia prima de las industrias forestales, así como la falta de provisión de biomasa para uso energético (DGPF INFONA 2012c).

**Tabla 22: META DEL PLAN NACIONAL DE REFORESTACIÓN**

Meta del plan: 450.000 ha (15 años)		
Tipo de plantación	Superficie (ha)	Fuente de financiamiento
Plantaciones de uso múltiple (madera sólida, energía)	390.000	Ley 536/95
Plantaciones con fines energéticos	60.000	Programa de plantaciones con fines energéticos

Fuente: DGPF INFONA 2012b

- 4. El aprovechamiento racional de los desmontes de la Región Occidental.** La deforestación masiva en el Chaco es un punto preocupante. Es un ecosistema sensible y puede causar una salinización y desertificación en áreas frágiles. Se deben revisar las recomendaciones técnicas para el cambio de uso de la tierra en base a estudios sistematizados y experiencias documentadas para evitar una destrucción del ecosistema. Además, una gran cantidad de biomasa se pierde con la deforestación. La cantidad utilizada es ínfima comparada con la cantidad disponible. Para los cambios de uso de la tierra, deberían existir normativas por las cuales se incentive el uso de la biomasa resultante para fines energéticos, evitando las quemadas y el desperdicio de biomasa disponible, considerando estrategias que hagan factible dicho aprovechamiento (distancias, fletes, infraestructuras, agilidad en las Instituciones, estudios de poder calorífico de las diferentes especies, etc.).
- 5. El uso de energías renovables** tales como energía solar térmica, biogás aún está poco desarrollado, pero ofrece grandes oportunidades que se deben explorar y fomentar. En el marco de este proyecto se estudiaron oportunidades de uso de estas fuentes de energía que se deben diseminar entre el sector público y privado.

Atendiendo esto, **una de las estrategias públicas en materia de energía debe apuntar a convertir el uso de leña en una práctica sostenible (mediante la forestación y reforestación), a través de la implementación de tecnologías acordes** a las condiciones socioeconómicas existentes y buscando **aumentar la eficiencia en el uso de la biomasa**, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población y asegurar la sustentabilidad del uso de la biomasa con fines energéticos.

La implementación de un plan de reforestación nacional por parte del INFONA constituye un paso importante, el cual contribuirá a cubrir la demanda insatisfecha y a generar materia prima proveniente de plantaciones forestales, con lo cual se podrá disminuir la presión sobre los remanentes boscosos de la Región Oriental.

El apoyo a la producción de combustibles sólidos como briquetas, pellets y chips provenientes de plantaciones forestales, podría, además de permitir la conservación de los remanentes boscosos, contribuir a la creación de nuevos empleos y aumentar la eficiencia en el uso de los dendroenergéticos.

De igual manera, se requiere de la aplicación de normativas que permitan disminuir la degradación de los bosques nativos a través del manejo forestal sostenible. Así también de incentivos o mecanismos que estimulen el aprovechamiento racional de la madera y leña generada de las habilitaciones de superficies boscosas de la Región Occidental, además de un interés del sector privado, los asentamientos y productores en las plantaciones forestales.

# 4

## PRÓXIMOS PASOS

Como síntesis se recomiendan los próximos pasos:

- Implementar el Plan Nacional de Reforestación y/o Forestación con fondos correspondientes y en colaboración con el sector privado, pequeños productores, ONGs e instituciones públicas.
- Revisión de la Ley 536/95 de Incentivos Forestales, reglamentación de la Ley 4.890/13 de Derecho Real de Superficie Forestal “Vuelo Forestal” y de la Ley 3.001/06 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales.
- Crear un ámbito favorable para inversiones en reforestaciones (reglamentos, seguridad jurídica, incentivos para pequeños productores, asistencia técnica, apoyo en bancos de semillas de alta calidad de especies nativas, identificación de rodales semilleros o rodales plus, eficiencia de las instituciones INFONA, SEAM, IPTA y SENAVE).
- Unificar criterios por parte de los diferentes actores del Estado paraguayo en el abordaje que permita la coordinación, la elaboración y ejecución de un Plan Nacional de Reforestación y/o Forestación, con la participación de todos los actores de la sociedad, implicados en el uso y/o aprovechamiento del recurso forestal con fines energéticos, entre otros usos.
- Fomentar nuevos conceptos de integración de árboles en la producción agrícola ganadera para sistemas agro-silvo-pastoriles.
- Apoyar al INFONA en la implementación de los trabajos del inventario forestal nacional en marca, la confección de la base de datos y la actualización de datos de oferta, demanda y consumo de biomasa.
- Fomentar el eficiente uso de la biomasa sólida, tanto para grandes y pequeñas industrias, así como en los hogares rurales por medio de estufas eficientes.
- Evaluar los posibles peligros y efectos de la mala combustión en las industrias (grandes y pequeñas) y los hogares rurales (por ejemplo: ruido, humo, cenizas), daño a la propiedad (deformaciones, pérdida de fuerza, incendios y explosiones), y los daños a las personas (lesiones y pérdidas de vida).
- Fomentar el desarrollo de un mercado de biomasa, a través de procesos de certificación por parte de la autoridad competente y garantizar la formalización de su comercio, tanto en el Paraguay como en el ámbito internacional.
- Revisar las recomendaciones técnicas para el cambio de uso de la tierra en el Chaco, en base a estudios sistematizados y experiencias documentadas para evitar una destrucción del ecosistema.
- Apoyar técnicamente y monitorear con eficiencia el manejo de bosques nativos, la recuperación de bosques degradados y el reestablecimiento de los ecosistemas con una oportunidad productiva.

- Fomentar investigaciones en cuanto a uso de maderas del Chaco para aprovecharlas y comercializarlas en vez de quemar la materia prima.
- Buscar una participación de los productores de pequeñas fincas o campesinos sin tierra en un concepto productivo y justo.
- Incentivar inversiones en energía renovable (biogás, solar térmica, biocombustible).
- Interactuar con las demás iniciativas del Estado, tanto públicas como privadas, que promuevan acciones directas e indirectas de conservación, uso y/o aprovechamiento del recurso bosque (ONU-REDD; Green Commodities; PNDD/PPD, Pas-Chaco, Paraguay Bio, PRODER's, Fortalecimiento de la Agricultura Familiar Sostenible, entre otros proyectos), así como con todo plan y/o programa de fomento a la producción, lucha contra la pobreza, competitividad, entre otros.

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



## REFERENCIAS

### LITERATURA

- APROLE (Asociación de Productores de Leche y Criadores de Razas Lecheras, PY). 2012. La alta tasa de crecimiento lechero ubica al Paraguay en segundo lugar. Mariano Roque Alonso, PY. Disponible en <http://www.aprole.com.py/2012/05/la-alta-tasa-de-crecimiento-lechero-ubica-al-paraguay-en-segundo-lugar/>
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo, US). 2008. Informe diagnóstico Paraguay: Herramientas para mejorar la efectividad del mercado de combustibles de madera en la economía rural. MMC, Viena, AT. Disponible en [http://www.ssme.gov.py/arch\\_temp/MMC\\_Infor\\_Diag.pdf](http://www.ssme.gov.py/arch_temp/MMC_Infor_Diag.pdf)
- Bohn, E. 2009. Tablero de comando para la promoción de los biocombustibles en Paraguay. ONU, CEPAL, GTZ, BMZ. 112p. Disponible en <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/7/35607/lcw238e.pdf>
- Cabrera Ayala, LM. 2011. Evaluación del consumo de leña en secaderos de soja. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY. UNA. FCA. CIF. 58p.
- CAPECO (Cámara paraguaya de exportadores y comercializadores de cereales y oleaginosas, PY). Capacidad estática de silos (en línea). Asunción, PY. Disponible en <http://www.capeco.org.py/>
- DGEEC 2005. Dirección Nacional de Estadísticas y censo. Encuesta Permanente de Hogares 2005
- DGPF INFONA (Dirección General de Plantaciones Forestales del Instituto Forestal Nacional, PY). 2012a. Boletín no. 1 (en línea). San Lorenzo, PY. Disponible en [http://www.infona.gov.py/documentos/BOLETIN\\_PLANTACIONES\\_1\\_2012.pdf](http://www.infona.gov.py/documentos/BOLETIN_PLANTACIONES_1_2012.pdf)
- DGPF INFONA (Dirección General de Plantaciones Forestales del Instituto Forestal Nacional, PY). 2012b. Boletín no. 7 (en línea). San Lorenzo, PY. Disponible en [http://www.infona.gov.py/documentos/BOLETIN\\_PLANTACIONES\\_7\\_2012.pdf](http://www.infona.gov.py/documentos/BOLETIN_PLANTACIONES_7_2012.pdf)
- DGPF INFONA (Dirección General de Plantaciones Forestales del Instituto Forestal Nacional, PY). 2012c. Boletín no. 8. San Lorenzo, PY.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2004. Estrategia para el desarrollo forestal en el Cono Sur. Estudios de caso: Paraguay y Uruguay. Roma, IT. 87p.

- GIZ (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional, DE), VMME (Viceministerio de Minas y Energía, PY). 2011. Situación de energías renovables en el Paraguay. Disponible en <http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf>
- Grulke, M; Brassiolo, M; Díaz Lanes, F; Obst, K; Ortiz, G; Soto, G; Michela, J. 2007. Manual para el manejo forestal sustentable de los bosques nativos de la Provincia del Chaco. Argentina, Ministerio de la Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco, UNIQUE Forestry Consultants. p. 17
- Guyra Paraguay. 2012a. Monitoreo Ambiental del Chaco Sudamericano 2012. Informe Técnico: Resultados del Monitoreo de los Cambios de Uso de la Tierra, Incendios e Inundaciones en el Gran Chaco americano. Asunción, PY. 18p.
- Guyra Paraguay. 2012b. Informe final técnico años 2010 - 2011: Resultados del monitoreo de los cambios de uso de la tierra, incendios e inundaciones. Asunción, PY. 30p.
- Huang, C; Kim, S; Altstatt, A; Townshend, J; Davis, P; Song, K; Tucker, C; Rodas, O; Yanosky, A; Clay, R; Musinsky, J. 2007. Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas - A Landsat assessment. Remote Sensing of Environment 106:460-466. Elsevier. Science Direct.
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2007. El estado del arte de los biocombustibles en el Paraguay. Asunción, PY. 83p. Disponible en [http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/paraguay/Publicaciones%20Oficina%20Paraguay/Doc.%202%20Arte%20de%20Biocombustibles%20en%20Py\\_Ver.%20Oficial.pdf](http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/paraguay/Publicaciones%20Oficina%20Paraguay/Doc.%202%20Arte%20de%20Biocombustibles%20en%20Py_Ver.%20Oficial.pdf)
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2011a. Producción de leche en Paraguay. Asunción, PY. Disponible en <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-leche-produccion.htm>
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2011d. La ruralidad y los territorios agrarios del Paraguay. Asunción, PY. 196p. Disponible en <http://www.iica.org.py/documentos/Ruralidad.pdf>
- INFONA (Instituto Forestal Nacional, PY). 2011a. Informe de Gestión Institucional 2011: Dirección de Ordenación Forestal - Manejo de Recursos Naturales. San Lorenzo, PY. 71p.
- INFONA (Instituto Forestal Nacional, PY). 2011b. Plantaciones Forestales con fines energéticos: Las especies forestales *Eucalyptus camaldulensis* y *Corimbiacitriodora*, fuentes alternativas de energías renovables. San Lorenzo, PY.
- INFONA (Instituto Forestal Nacional, PY). 2013. Boletín DGPF No 10, 9p.
- Irrazábal, C. 2011. Bosques y Bioenergía. San Lorenzo, PY, INFONA. 25p. Sin publicar.

- JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JP). 2004. Informe final: Diagnóstico de Clúster de Madera y Competitividad de la Industria Maderera. Asunción, PY. 93p.
- MAE (Ministerio de Ambiente, EC), GIZ (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional, DE). 2012. La preparación para REDD+ en Ecuador (en línea). Disponible en <http://www.gesoren.org.ec/index.php/publicaciones/114-preparacionreddenecuador>
- Maradei, D. 2012. Programa de apoyo a las exportaciones paraguayas. Mecanismos de implementación de la Ley 536. Asunción, PY, Maradei-Pike.
- Mesa Forestal 2003: Estudio para la identificación de áreas prioritarias para el manejo de bosques de producción y reforestación FAO/GTZ. No publicado.
- Neufeld, F. 2003. Determinación de la madera para carbón y leña y la evaluación de los troncos del estrato medio y del estrato superior de tres parcelas del Chaco Central. Informe de Pasantía. Ing. For. FCA/UNA. 25 p.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía, EC). 2011. Paraguay: Informe Final. Producto 1: Líneas Base de las Tecnologías Energéticas. Producto 2: Estado del Arte de las Tecnologías Energéticas (Casos de Estudio). OLADE, ONUDI. 118p. Disponible en: <http://www.renenergyobservatory.org/fileadmin/outputs/Paraguay%20Producto%201%20y%202%20%28Esp%29.pdf>
- PLANTEC S.R.L. 2011. Planilla de Plantaciones forestales. Caaguazú, PY. Sin publicar.
- REDIEX 2011. Exportaciones de las mesas sectoriales. Publicado en forma digital.
- REDIEX 2011b Compendio Estadístico de las importaciones de Paraguay 2005 a 2011.
- REDIEX 2013. Exportaciones de las mesas sectoriales. Publicado por internet [www.rediex.gov.py](http://www.rediex.gov.py)
- Ríos Otero, TM. 1985. Posibilidades de elaboración de carbón vegetal en el Chaco. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY. UNA. FCA. CIF. 44p.
- Salas Mayeregger, J. 2010. Commodity Chain Analysis of Fuelwood in Agroindustrial Cooperatives in the Department of Itapúa, Paraguay. Tesis de Maestría en Ciencias y Manejo de Bosques Tropicales. Dresden, DE, Technische Universität Dresden. Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciences 126p.
- Sartorio Aquino, D. 2007. Evaluación de un proyecto de explotación racional sustentable de madera, para una zona boscosa de 500 hectáreas. Tesis de Maestría en Ing. Industrial. San Lorenzo, PY. UNA. FIUNA. 126p.
- STP (Secretaría Técnica de Planificación, PY). 1986. Programa Nacional de Desarrollo Energético: La demanda de leña y carbón en el Paraguay. Asunción, PY.

- STP (Secretaría Técnica de Planificación, PY). 2012. Inscripciones abiertas para el curso “aplicaciones y planificación de uso de la dendroenergía”. Asunción, PY. Disponible en <http://www.stp.gov.py/noticia/19213>
- TABESA, PY. s.f. Producción de tabaco Virginia: El Proyecto Choré (en línea). Hernandarias, PY. Disponible en <http://www.tabesa.com.py/>
- UIP (Unión Industrial del Paraguay, PY). 2005. La demanda energética del sector industrial. Centro de Estudios Económicos. 10p. Disponible en [http://www.uip.org.py/c/document\\_library/get\\_file?uuid=25a7167d-6e6f-430d-af84-1afe0a86313c&groupId=10192](http://www.uip.org.py/c/document_library/get_file?uuid=25a7167d-6e6f-430d-af84-1afe0a86313c&groupId=10192)
- Villalba Giménez, C. 2008. Consumo de leña en industrias de cerámicas en el distrito de Tobatí, Departamento de Cordillera. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY. UNA. FCA. CIF. 51p.
- VMME, 2013. Balance Energético Nacional 2012/ Publicación Junio 2013
- Von Horoch, S. 1998. Country study: Paraguay. Informe país - evaluación “APPLIMAR”. Informe Final. European Commission - Directorate-General for Energy. Asunción, PY. Disponible en <http://www.ssme.gov.py/VMME/archivos%20varios/publicaciones/INFOAPL1.pdf>
- WWF (World Wide Fund for Nature, SZ). 2012a. 2.650 hectáreas deforestadas en la Región Oriental en 5 meses. Asunción, PY. Disponible en <http://www.wwf.org.py/?205798/2650-hectreas-deforestadas-en-la-Region-Oriental-en-5-meses>

## ESTADÍSTICAS:

- CODIPSA (Compañía de Desarrollo y de Industrialización de Productos Primarios S.A., PY). 2010. Producción de mandioca para uso industrial. Asunción, PY, CODIPSA, BID, USAID. 128p. Disponible en <http://www.codipsa.com.py/docs/PRODUCCION-MANDIOCA-FINAL.pdf>
- DGEEC (General de Estadística, Encuestas y Censos, PY). 2002. Resultados finales: Censo Nacional de Población y Viviendas. Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Web%20Paraguay%20Total%20Pais/V15%20total.pdf>
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, PY). 2011. Encuesta Permanente de Hogares 2011: total país (en línea). Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/TripticoEHP2011/2.Triptico%20EPH%202011%20total%20pais.pdf>
- DGEEC Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, PY). 2013. Encuesta Permanente de Hogares 2012: total país (en línea). <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/EPH/PDF/2.Triptico%20EPH%20total%20pais%202012.pdf>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2012. Anuario FAO de productos forestales 2006 - 2010 (en línea). Roma, IT. 243p. Series Forestales 45. Series estadísticas 201. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/015/i2715m/i2715m00.pdf>
- FEPAMA (Federación Paraguaya de Madereros, PY). 2010. Resumen de Importaciones correspondientes al período Enero - Noviembre del Año 2010 (en línea). Disponible en [http://fepama.org/RES\\_IMP\\_EXP2010.pdf](http://fepama.org/RES_IMP_EXP2010.pdf)
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano Cooperación para la Agricultura, CR). 2012b. Observatorio: Ingenios azucareros del Paraguay. San Lorenzo, PY. Disponible en <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-cana-industrial.htm>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2010. Producción agropecuaria. Síntesis estadística. Año agrícola 2009 - 2010. <http://www.mag.gov.py/Censo/Produccion%20Agropecuaria%202009-10.pdf>
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano Cooperación para la Agricultura, CR). 2012a. Producción de caña de azúcar. San Lorenzo, PY. Disponible en <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-cana-produccion.htm>
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2011b. Observatorio: Faena de Ganado Bovino. San Lorenzo, PY. Disponible en <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-bovino-faena.htm>
- IICA Paraguay (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2011c. Observatorio: Cobertura forestal de Paraguay. San Lorenzo, PY. Disponible en <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-forestal-cobertura.htm>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2011. Producción agropecuaria. Síntesis estadística. Zafra agrícola 2010 - 2011. <http://www.mag.gov.py/Censo/Estimacion%20Agropecuaria%202010-2011.pdf>
- REDIEX (Red de Inversiones y Exportaciones, PY). 2011a. Boletín de la Mesa Sectorial: Productos Forestales (en línea). Disponible en [http://www.rediex.gov.py/beta/userfiles/file/Boletin\\_Mesa\\_Productos\\_Forestales\\_1\\_2011.pdf](http://www.rediex.gov.py/beta/userfiles/file/Boletin_Mesa_Productos_Forestales_1_2011.pdf)
- REDIEX (Red de Inversiones y Exportaciones, PY). 2011b. Compendio estadístico de las importaciones de Paraguay. Asunción, PY, REDIEX. 5p
- VMME (Viceministerio de Minas y Energía, PY). 2012. Balance Energético Nacional 2011. Asunción, PY. 30p
- VMME, 2013. Balance Energético Nacional 2012, Publicación Junio 2013
- WWF (World Wide Fund for Nature, SZ). 2012b. Tasas y estadísticas. Asunción, PY. Disponible en [http://www.wwf.org.py/que\\_hacemos/sig/tasas\\_y\\_estadisticas/](http://www.wwf.org.py/que_hacemos/sig/tasas_y_estadisticas/)



## ANEXOS

### ANEXO 1: TABLA DE CONVERSIONES DE UNIDADES

Para las conversiones se usó valores promedios como sigue:

Tabla 23: CONVERSIONES DE UNIDADES DE MEDIDA DE MADERA

Descripción	Equivalencia
1 m <sup>3</sup> real de madera sólida	10 m <sup>3</sup> Alto Paraná (AP)*
1 m <sup>3</sup> real de madera sólida	2,5 m <sup>3</sup> chip
1 m <sup>3</sup> chip	0,400 m <sup>3</sup> real madera sólida
1 m <sup>3</sup> real de Eucalyptus spp.	0,700 t, 30% de humedad
1 m <sup>3</sup> real de especies nativas	0,850 t, 30% de humedad
1 m <sup>3</sup> real de especies nativas e introducidas	0,75032 t, 30% de humedad
1 m <sup>3</sup> chip	0,400 t, 30% de humedad

Fuente: Elaboración propia en base a literatura varia.

\*El valor oficial es de 15 m<sup>3</sup> AP por un m<sup>3</sup> R. Sin embargo, considerando los descuentos que se realizan en la realidad, resulta una relación efectiva más próxima a 1:10.

Las cifras son valores promedios. Cifras exactas dependen del tipo de madera (densidad), textura, humedad y trituración.

## ANEXO 2: TABLA DE SÍMBOLOS Y UNIDADES DE MEDIDA

Tabla 24: SÍMBOLOS Y UNIDADES DE MEDIDA

<b>cm</b>	<b>Centímetro</b>
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
Gs.	Guaraníes
ha	Hectárea
K	Kilo
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
Kw-h	Kilowatt-hora
l	Litro
m	Metro
mst	Metro estéreo
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m <sup>3</sup> R	Metro cúbico real
Nº	Número
t	Tonelada
w	Watt
\$	Dólares
USD	Dólares americanos
%	Porcentaje

### ANEXO 3: TABLA DE CARACTERÍSTICAS DENDROENERGÉTICOS

Tabla 25: CARACTERÍSTICAS DE DISTINTOS DENDROENERGÉTICOS

Tipo de madera	Humedad (%)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Valor calorífico (Kw-h/kg)
Chip fresco	55	310	2,00
Chip viejo	40	235	2,89
Aserrín fresco	40	240	2,92
Aserrín seco	20	175	4,22
Leña	45	650	2,61
Leña	20	400-500	4,08
Pellets	6	660	4,9
Petróleo liviano			9,5 Kw-h/lit

Fuente: adaptado en base a [www.heizung-direkt.de](http://www.heizung-direkt.de)

Los datos son todos estimativos. El valor exacto depende del tipo de madera (densidad) y humedad como se puede apreciar en esta tabla.

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



VICEMINISTERIO DE ENERGÍAS Y ENERGÍA

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Cooperación Alemana al Desarrollo

San Benigno 1313 c/Coel. Torres  
Asunción - Paraguay  
Casilla de correo 1855  
T +595-21- 808 184 / 811 949  
F +595-21- 814 948  
E [giz-paraguay@giz.de](mailto:giz-paraguay@giz.de)  
I [www.giz.de/Paraguay](http://www.giz.de/Paraguay)