

ENERLAC

REVISTA DE ENERGÍA -
AMÉRICA LATINA Y CARIBE

REVISTA ENERLAC - Año 1 - N° 1 - Octubre 2009

Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization
Organizaçao Latino-Americana de Energia
Organisation Latino-Americaine D'Energie

olade

enerlac

Revista de Energía - América Latina y Caribe

Índice

- 3 Presentación
- 4 La Agenda Energética de OLADE, 2023
Carlos A. Flórez P.
- 7 La Política Energética en América del Sur y el retorno del papel del Estado: Precio del Petróleo, Cambio Climático y Crisis Económica
Luiz Pinguello Rosa
- 16 Energía Renovable en América Latina
José Goldemberg
- 19 La biomasa, fuente de energía subvalorada en América Latina y el Caribe
Alfredo Curbelo
- 29 Aspectos de la sostenibilidad ambiental de la producción de etanol en Brasil: Tecnologías y Prácticas
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
- 40 Uso de energía en los sectores residencial y comercial de América Latina: Factores y perspectivas del uso en inmuebles con México de referente
Odón de Buen Rodríguez

Créditos:

Consejo Editorial OLADE

Carlos A. Flórez P.
Secretario Ejecutivo

Néstor D. Luna G.
Director de Planificación y Proyectos

Erick F. Cabrera C.
Director de Integración

Victorio E. Oxilia D.
Coordinador de Capacitación

Patricia Solano
Asistente de Comunicación y Prensa

REVISTA ENERLAC

Los criterios expresados en los artículos son de responsabilidad de los autores y no comprometen a La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); sin embargo son de su exclusiva propiedad. OLADE se responsabiliza únicamente por el contenido de los artículos publicados como organización y es el titular exclusivo de derechos, títulos e intereses (incluidos derechos de autor, marcas registradas, patentes y cualquier otro tipo de propiedad intelectual y de derecho) sobre el total de la información y del contenido, el cual está protegido por convenios internacionales y por legislaciones domésticas en materia de propiedad intelectual. Estas informaciones pueden utilizarse y reproducirse sin autorización y de forma gratuita exclusivamente para todo uso didáctico o de otro tipo no comercial, siempre que se señale en toda reproducción, como fuente de información (© OLADE).

Copyright © Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) 2009. Todos los derechos reservados.

**Autores de los artículos
en esta publicación:**

Carlos A. Flórez P.
Luiz Pinguello Rosa
José Goldemberg
Alfredo Curbelo
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
Odón de Buen Rodríguez

"Esta publicación es traducción de la la revista en inglés: ENERLAC Magazine, Year 1, Nº 1, October 2009, ISSN: 1390-5171
Colaboración de la traductora: Gabriela Martínez Cabezas".

enerlac



La biomasa, fuente de energía subvalorada en America Latina y el Caribe



I - Introducción

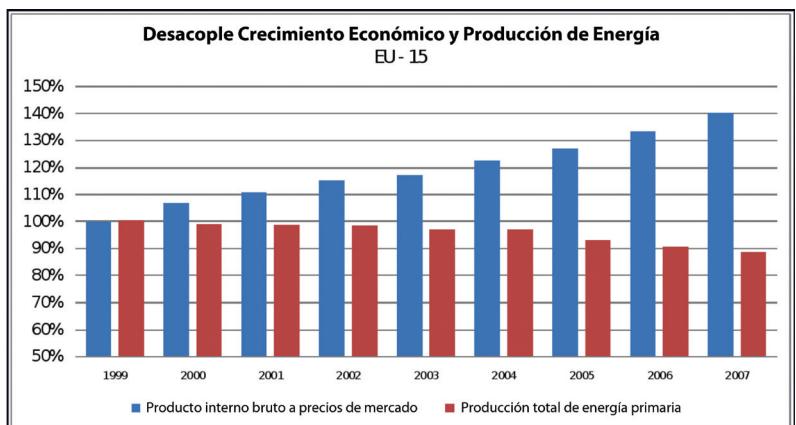
Los análisis sobre la situación energética actual son guiados por la problemática de los impactos sobre el clima global por el incremento del efecto invernadero, las predicciones del llamado pico del petróleo y la geopolítica energética unida a la volatilidad de los precios de los combustibles convencionales.

Este contexto ha contribuido a la maduración y transformación del concepto de desarrollo sostenible y seguridad energética de un ejercicio académico a un instrumento de análisis para las proyecciones en el campo de la energía.

Se pueden identificar dos componentes básicos e interrelacionados para lograr las metas de sostenibilidad: la eficiencia energética y las fuentes renovables de energía. El avance tecnológico alcanzado en estos campos, ha colocado como principales barreras a su plena implementación las culturales, políticas y económicas.

Los países europeos han sido líderes tanto en el incremento de la eficiencia energética (gráfico 1) como en el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento energético de las fuentes renovables de energía y su introducción comercial.

Gráfico 1



El dominio tecnológico europeo en el campo de las energías renovables ha llevado a de las 10 empresas que realizaron el 85 % de la producción mundial de turbinas eólicas en el 2008, 6 fueron europeas, mientras que Alemania realizó ese año el 23 % de la producción mundial de celdas fotovoltaicas (REN 21, 2009).

El uso de la biomasa como combustible no escapa a estas tendencias y hoy ocupa un papel importante como fuente de energía en varios países de la Unión Europea (fig. 2) (EUROSTAT, 2007).

El Parlamento Europeo fundamenta esta importancia en que “la utilización de la biomasa ofrece múltiples ventajas con respecto a las fuentes de energía convencionales, así como en relación con otras fuentes de energía renovables, en particular unos costes relativamente bajos, una menor dependencia de las alteraciones climáticas a corto plazo, el fomento de las estructuras económicas regionales y la creación de

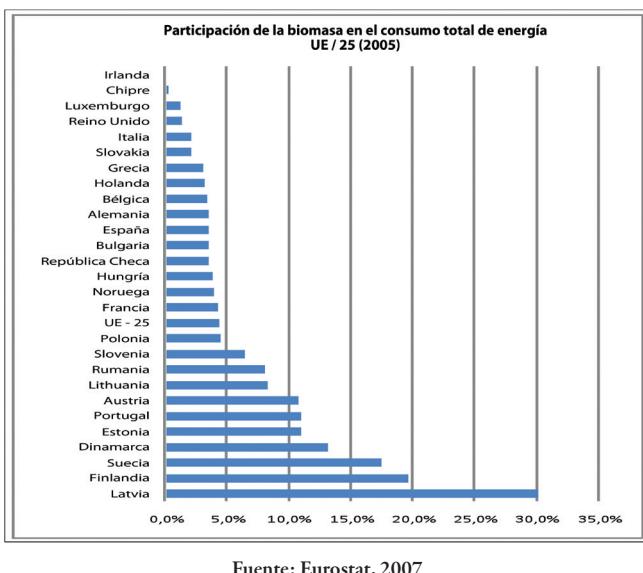
Dr. Alfredo Curbelo Alonso

Nacido en Cienfuegos, Cuba. Se gradúa de Física en Moscú, en 1979 y adquiere el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en 1994. Inicia su carrera profesional como profesor universitario en la Universidad de Camagüey, siendo Jefe del Dpto. de Física desde 1980 hasta 1992. Desde 1993 se vincula a la actividad de la gerencia de la ciencia en Cuba en el campo de la energía, ocupando diferentes responsabilidades en la Academia de Ciencias de Cuba, la Agencia de Ciencia y Tecnología y el Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados. Actualmente es investigador principal en el Centro de Gestión de la Información y el Desarrollo de la Energía (Cubaenergía) y jefe del programa de I+D “Desarrollo Energético Sostenible”.

Como investigador se desarrolla en la temática del aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y en particular de la biomasa. Se ha especializado en las tecnologías de gasificación de biomasa y en el diseño de soluciones tecnológicas para la producción de calor y electricidad a partir de materiales ligno celulósicos. Ha estado involucrado en varios proyectos internacionales, fue el responsable del sub proyecto Cuba del Proyecto GEF/PNUMA SWERA (Evaluación Energética del Recurso Solar y Eólico) y director del proyecto GEF/PNUMA/ONUDI “Producción y comercialización de servicios energéticos modernos en Cuba basados en las energías renovables. Caso Isla de la Juventud “entre el 2002 y el 2007”. Es el punto focal en Cuba del proyecto GEF/ PNUD/CARICOM “Programa para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en el Caribe”.

fuentes de ingresos alternativas para los agricultores” (Resolución sobre las «Fuentes de energía renovables en la Unión», sesión plenaria de 28 de septiembre 2005, 2005).

Gráfico 2



Fuente: Eurostat, 2007

En este sentido la Comisión de la Unión Europea aprobó un Plan de Acción sobre la Biomasa (Comision de las Comunidades Europeas, 2005), en el cual se identifican como principales destinos del uso de la biomasa como fuente de energía renovable la producción de calor, electricidad y combustible para el transporte. Se plantea como meta para el 2010 alcanzar una contribución de la biomasa equivalente a 75, 55 y 19 Millones de toe, respectivamente.

América Latina posee condiciones geográficas y económicas para alcanzar una mayor penetración de la biomasa como fuente de energía renovable que Europa. Utilizando como Indicadores el área de tierra de la región geográfica, de bosque y de tierra arable por unidad de energía de consumo primario y por habitantes calculados a partir de datos de la base de datos de la FAO TERRASTAT (FAO/AGL, 2003) y del International Energy Outlook 2009 (IEA - International Energy Agency, 2009), se puede concluir que el potencial de producción de biomasa para energía asociado al recurso tierra es como mínimo dos veces superior en América Latina que en los países de Europa pertenecientes a la OECD, como se muestra en el gráfico 3.

Sin embargo a diferencia del reconocimiento del papel de la biomasa en el futuro energético de Europa, los principales organismos regionales que abordan la temática energética, le continúan asignando un papel limitado. La CEPAL en un estudio realizado (CEPAL, 2004), reconoce que en la región se renueva el interés por la generación de electricidad a partir del bagazo y otros residuos agroindustriales, discute las condiciones en que la leña se puede considerar una fuente renovable de energía, limitando su uso a la esfera doméstica y la pequeña industria local y apoya la producción de biocombustibles estimulando su desarrollo.

Por su parte la OLADE (Luna, 2008) pronostica una disminución del papel de la biomasa como fuente de energía en la región al pasar de satisfacer el 14% de la demanda de energía en el 2007 al 11%, a pesar de un incremento de los biocombustibles líquidos del 1% al 3% en iguales plazos temporales.

Nos hemos propuesto mostrar que en la región existe un significativo potencial para incrementar la participación de la biomasa en la matriz energética de América Latina y el Caribe sin competencia con la producción de alimentos ni impactos ambientales negativos.

Consideraremos en el análisis solo la producción de biocombustibles líquidos para el transporte y biocombustibles sólidos para la producción de electricidad y calor a partir de materiales lignocelulosicos. Se parte de que existen tecnologías modernas para estos fines que ya han sido demostradas en condiciones comerciales en determinados países y regiones del mundo.

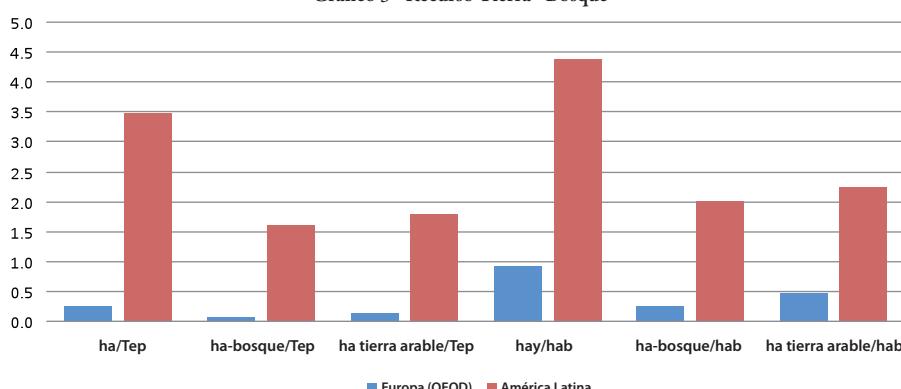
Al utilizar como principal fuente de datos el Sistema de Información de Energía y Economía de la OLADE, los datos de América Latina y el Caribe se corresponden con los de los países incluidos en este sistema.

Desarrollo

En la actualidad la contribución de las fuentes renovables de energía a satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad es relativamente insuficiente.

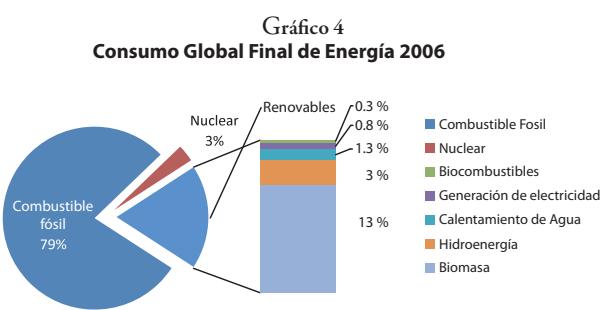
La Evaluación del 2007 sobre la Situación Global de las Energías Renovables (REN21, 2007), muestra que la participación de las fuentes renovables en el consumo total de energía a nivel global, se concentra en la biomasa tradicional

Gráfico 3 - Recurso Tierra - Bosque



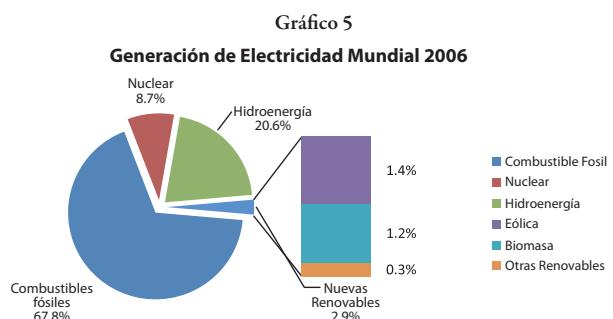
Fuentes: FAO/AGL, 2003; IEA, 2009

(13%) Gráfico 4. Así se le llama a la biomasa, fundamentalmente leña, que se estima usan como única fuente de energía a los aproximadamente 2 billones de persona que no tienen acceso a ningún servicio energético moderno. Le sigue en participación la energía generada por las grandes hidroeléctricas y luego las llamadas nuevas energías renovables.



Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

La participación de las nuevas tecnologías de energía renovable en la generación de electricidad a nivel global (REN21, 2007), es solo un muy modesto 3% (gráfico 5), dominado por la energía eólica y la biomasa. En las nuevas tecnologías renovables para la generación de electricidad se consideran la generación eólica, la solar fotovoltaica y la biomasa además de otras tecnologías aun en desarrollo tecnológico - comercial.



Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

Proyecciones sobre la participación de la biomasa y otras fuentes de energía renovable en la matriz energética

La proyección de la evolución de la oferta demanda de energía y la participación de las fuentes renovables de energía ha sido evaluada por diferentes organismos e instituciones especializadas sobre la base de tendencias que reflejan la visión de cada uno de autores.

Un ejemplo de las diferencias de los resultados que se pueden obtener en la modelación de escenarios energéticos futuros a partir de las mismas condiciones iniciales son el World Energy Outlook 2007 (WEO 2007) (International Energy Agency, 2008) y el Energy [R]evolution Escenario. Mientras que el WEO 2007 se elabora sobre la base de las tendencias actuales, el segundo de estos escenarios prevé un cambio radical en la política de desarrollo energético que se expresa en la im-

plementación exitosa de cinco principios básicos:

- Implementar soluciones de energía renovable, especialmente por medio de sistemas energéticos descentralizados.
- Respetar los límites naturales del medio ambiente.
- Desplazar las fuentes de energía contaminantes e insostenibles.
- Crear una mayor equidad en el uso de los recursos.
- Desacoplar el crecimiento energético del consumo de los combustibles fósiles.

En America Latina la participación de las fuentes de energía renovable en la demanda de energía primaria es de un 27% y superior a la media global que alcanza un 13%. Al realizar la proyección de este indicador al 2030 el WEO 2007 lo mantiene al mismo nivel mientras que el E[R] lo duplica prácticamente hasta llegar a un 53% (fig. 6 y 7).

Gráfico 6

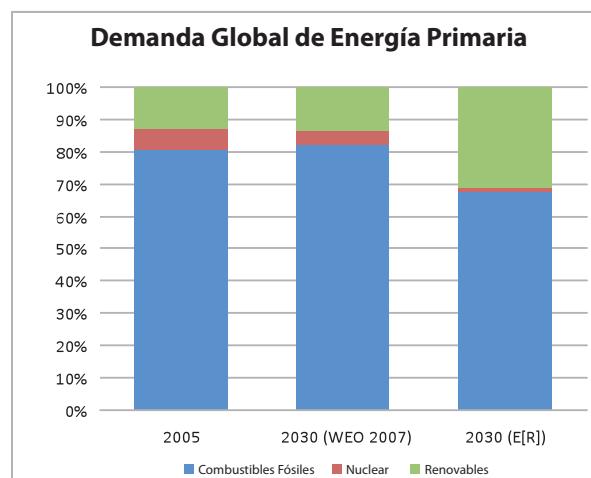
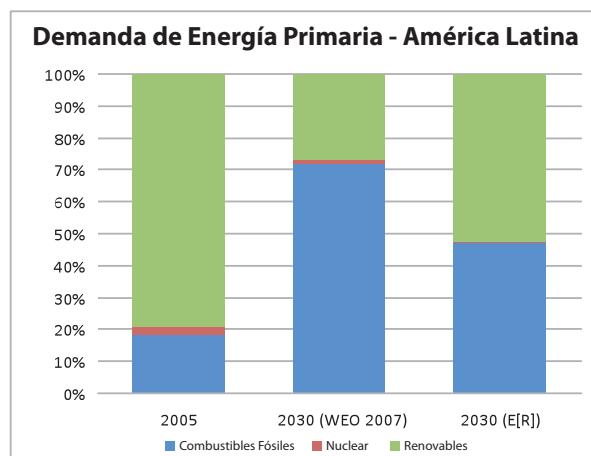


Gráfico 7



Source: WEO, 2007

En la región la estructura de la participación de las fuentes renovables de energía en la satisfacción de la energía primaria se caracteriza por un aporte de la hidroenergía y la biomasa en proporciones superiores al nivel global. La evolución de esta estructura prevista por el E[R] es que mientras se mantiene la misma participación de la hidroenergía, se incrementa

la participación de las fuentes renovables hasta un 50% y de la biomasa el 30%, a diferencia del WEO 2007, que prevé una ligera disminución de este aporte (fig. 8 y 9).

Gráfico 8

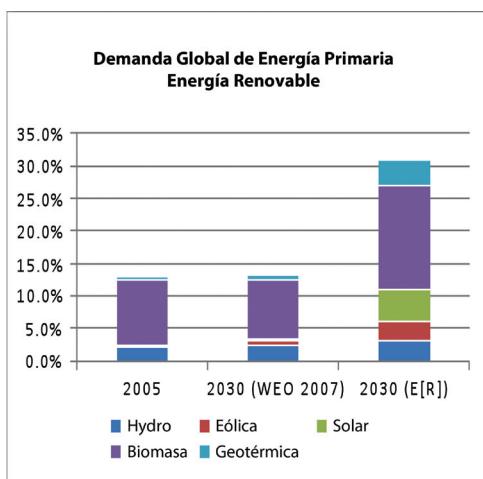
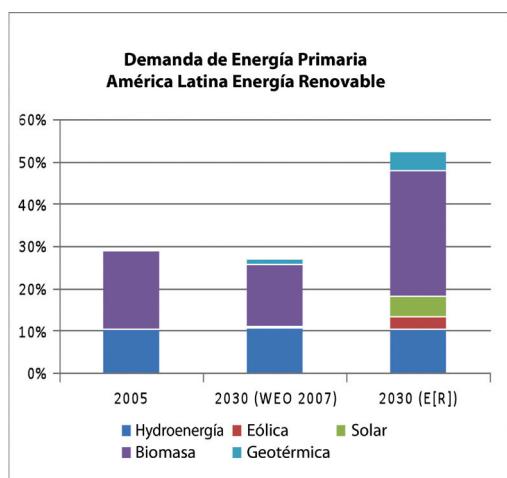


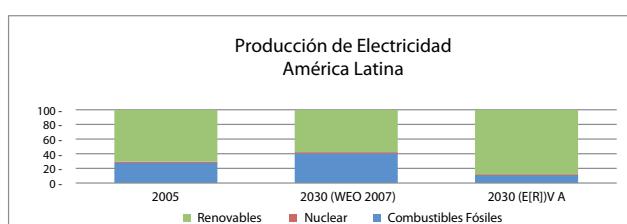
Gráfico 9



Obsérvese que la biomasa en ambos escenarios y esca-
las geográficas es la principal fuente de energía renovable para
satisfacer la demanda de energía primaria.

La producción de electricidad en América Latina por
medio de fuentes renovables de energía es muy significativa
(gráfico 10) ya que cubre el 71% del total, cifra que prácti-
camente es cuatro veces mayor que a nivel global (18%). Mien-
tras que la proyección de WEO 2007 reduce esta participación,
el E[R], lo continua incrementando hasta alcanzar un 88% en
el 2030 en América Latina (gráfico 10).

Gráfico 10



Al proyectar la evolución de la generación de elec-
tricidad con fuentes renovables, el estudio WEO 2007, mantiene

ne a el papel predominante de la hidroenergía, mientras que el E[R], introduce un incremento significativo del resto de las fuentes. Para América Latina proyectan el incremento sobre la base de la biomasa (16%) y de la energía eólica (14%) y a nivel global de la electricidad producida por el viento (15%). (Ver gráfico 11 y 12).

Gráfico 11

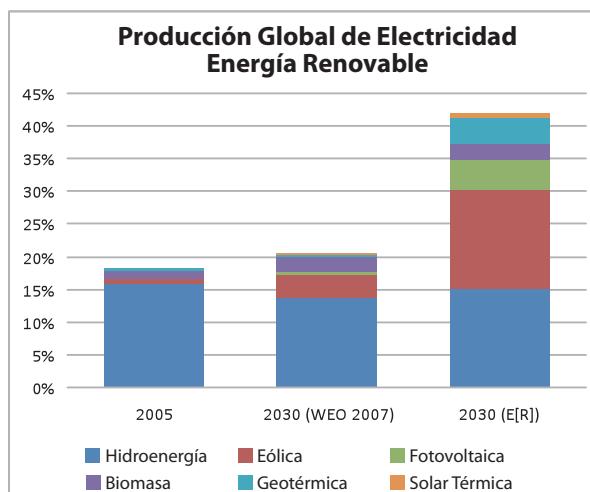
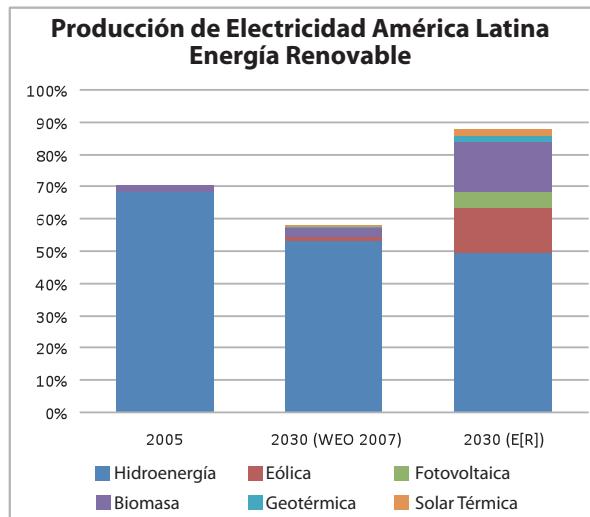


Gráfico 12



Estos dos escenarios nos muestran un reconocimiento
del potencial de la biomasa como fuente de energía renova-
ble en América Latina. La participación de la biomasa en la
demanda primaria de energía se incrementa en valores absolu-
tos respecto al 2005 entre 1,4 y 2,1 veces, según el WEO 2007 y
el E[R] respectivamente. La participación en la generación de
electricidad estaría enmarcada entre 2,8 y 12,9 veces respecto al
2005 según los modelos mencionados.

Oportunidades de la biomasa como fuente de energía renovable en América Latina y el Caribe

Las oportunidades de penetración de la biomasa como portador energético en los mercados de energía de la región son diferentes en el caso de la electricidad y del uso directo de los combustibles.

En América Latina (2007) se utilizó de manera directa el 84,5% del combustibles, que incluye un 12,7% de biocombustible, mientras que solo el 12,7% se dedica a la generación de electricidad (SIEE/OLADE).

Un primer paso para identificar las posibilidades de incremento de la participación de los combustibles de biomasa en el consumo final de energía, es el análisis de cómo es el uso directo de los combustibles convencionales y que oportunidades tecnológicas de sustitución existen.

Los combustibles que cubren el 85% del total que se utiliza de manera directa son cinco. (Tabla 1).

Tabla 1

Principales combustibles de uso directo	
Combustible	Participación en el total de consumo directo (%)
Diesel Oil	27%
Gasolinás/Alcohol	25%
Gas Natural	20%
Gas Licuado	8%
Fuel Oil	5%
Total	85%

Las posibilidades tecnológicas de su sustitución ante todo están dadas por su uso final, lo cual está estrechamente relacionado con los sectores de consumo final en los que predominantemente se usan. Este análisis muestra que más del 80% del uso de esos combustibles seleccionados de realiza como máximo en dos sectores de consumo final como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Distribución de consumo de los principales combustibles de uso directo por sector (por ciento del uso del combustible por sector)

Combustible	TRANSPORTE	INDUSTRIA	RESIDENCIAL	AGRO, PESCA, MINERÍA	Acumulado
Diesel Oil	76%			13%	89%
Gasolinás/Alcohol	99%				99%
Gas Natural		72%	16%		88%
Gas Licuado		16%	67%		83%
Fuel Oil	18%	63%			81%

Analicemos las opciones sustitución de estos combustibles convencionales por biocombustibles, considerando las tecnologías que ya han demostrado su viabilidad tecnológica y comercial al menos en alguna región del mundo.

Diesel oil: su consumo se concentra en los sectores transporte y en el de agro, pesca y minería.

La opción tecnológica para la sustitución del diesel en el sector transporte es por medio del biodiesel. La sustitución del 20% del diesel consumido en el 2007 en este sector requiere de una producción anual en el orden de las 15 millones de Tep en biodiesel.

En el sector de agro, pesca y minería, el uso del diesel como combustible se centra en las calderas de vapor de pequeña y mediana capacidad y en motores de combustión interna. En este análisis nos enfocaremos en la sustitución del mismo por biomasa en calderas de vapor y hornos utilizando tecnolo-

gías de gasificación de biomasa y quemadores de biocombustible sólido. Ante la falta de estadísticas más detalladas sobre el uso final de este combustible, se estimara que el 70 % del diesel es usado en este caso en hornos y calderas y que se sustituirá el 50% de esta cantidad. Bajo estas condiciones sería necesario comercializar biocombustible sólido equivalente a 7,5 millones kTep anualmente y crear las condiciones para su uso.

El análisis de la gasolina es más simple pues su uso es como combustible en motores de combustión interna en medios de transporte automotriz. En este caso la opción sustitutiva son las mezclas alcohol/gasolina. Asumiremos una mezcla con un 10% de etanol y la sustitución del 100% de la gasolina de la región con la misma. La producción anual de etanol requerida con este fin es equivalente a 17 millones de Tep.

El gas natural, por su precio y características como combustible, no lo analizaremos como candidato a ser sustituido por biomasa.

El uso del gas licuado se concentra en el sector residencial e industrial. En el caso del sector residencial su uso fundamental es como combustible en la cocción de alimentos y hoy no es viable la sustitución de este gas por tecnologías vinculadas a la biomasa. Su uso en el sector industrial se concentra en hornos y calderas. Estimaremos que el 90% del mismo se usa con estos fines y se aspira a sustituir el 20% por gas de madera producido por medio de tecnologías de gasificación de biomasa. Las cantidades anuales de biocombustible sólido que se requiere comercializar anualmente son de 0,26 millones de Tep.

Finalmente el Fuel Oil es utilizado predominantemente en el sector industrial como combustible en los hornos y grandes calderas del sector. Para estimar el potencial de sustitución de mismo en este sector asumiremos que el 90% del fuel oil se utiliza en hornos y calderas y que se evalúa la sustitución del 50% del mismo. Bajo estas condiciones se requiere la producción y comercialización de 5,2 millones de Tep de biocombustible sólido.

La sustitución de los combustibles convencionales requiere de dos grupos de combustibles de combustibles de biomasa: los combustibles líquidos para el transporte y los combustibles sólidos lignocelulósicos para su uso en hornos y calderas. Estos últimos se comercializan en forma de astillas de madera, pellets y briquetas fundamentalmente.

En el caso de la sustitución de diesel por biodiesel, se asume la sustitución de todo el diesel consumido en la región por una mezcla B - 20 (80% diesel, 20% biodiesel) y en el caso de la gasolina se asume igualmente la sustitución de toda la gasolina consumida por una mezcla con el 10% de etanol. Los requerimientos de biocombustibles líquidos bajo estas condiciones se resumen en la tabla 3.

Tabla 3

Sustitución de combustible convencional de uso directo en el transporte				
Combustible	Substitución	Mezcla	Demanda de biocombustible ton	ktep
Diesel Oil	100%	20%	19,620,311	18,835 biodiesel
Gasolinás	100%	10%	24,476,417	17,327 ethanol

La estimación de la demanda de combustible sólido lignocelulósico para sustituir el uso directo de combustible es más compleja por la falta de información sobre su uso final en hornos y calderas. En la tabla 4 se reflejan los criterios utilizados y la demanda resultante para alcanzar los índices de sustitución planteados.

Tabla 4

Sustitución de combustible convencional de uso directo en hornos y caldera						
	INDUSTRIA		AGRO, PESCA, MINERÍA		DEMANDA DE BIOCOMBUSTIBLE	
Combustible	Uso en horno caldera	Sustitución	Uso en horno caldera	Sustitución	ktep	miles ton
Diesel Oil	70%	50%	70%	50%	7,503	24,758
Gas Licuado	90%	20%			266	877
Fuel Oil	90%	50%			5,279	17,419
Total					13,047	43,054

Para evaluar la contribución de los biocombustibles a la generación de electricidad se considera generar anualmente 122 mil GWh, que es equivalente al 10% del consumo de electricidad del 2007.

Los parámetros tecnológicos para la generación de electricidad que se utilizan para calcular la demanda de biocombustible sólido son:

- Eficiencia energética de la generación: 25%.
- Índice de consumo de biocombustible: 1 ton/MWh.
- Disponibilidad técnica: 90%.
- Tecnologías disponibles: Centrales Termoeléctricas (Potencia unitaria preferiblemente mayor de 20 MW) y Plantas por gasificación de biomasa (Potencia unitaria menor de 1,5 MW).

La demanda de biocombustible para alcanzar los niveles de sustitución planteados se reflejan en la tabla 5.

Tabla 5

Demanda de biocombustible		
Biocombustibles		Cantidad anual (miles ton)
Biocombustible sólido	Para calor Para Electricidad Total	43.054 178.578 221.623
Eanol		24.476
Biodiesel		19.620

Producción de biocombustible líquido

Producción de biodiesel

La existencia de una potencial competencia por el uso de la tierra agrícola para la producción de aceite vegetal destinado a biodiesel, obliga a considerar en el análisis soluciones que permitan evitar este conflicto. Una opción atractiva es considerar la utilización de la Jatropha curcas L, especie oleaginosa originaria de Centro América y el Caribe, que ha motivado un incipiente interés para su uso para la producción de biodiesel en Centroamérica, pero que ha alcanzado la mayor difusión con este fin en países asiáticos (Siang, 2009).

En la India, se desarrolla la Misión Nacional para el Biodiesel (Paul, 2008), con un presupuesto del gobierno de cerca de 376 US\$ para el desarrollo de 400 000 ha de Jatropha curcas L en una primera etapa con el propósito de alcanzar la sustitución del 20% del consumo de diesel para el 2012, sobre la base de 43 millones de ha de tierra no utilizada.

En Indonesia el gobierno promueve un programa para alcanzar en el año 2015 la producción de 15 millones de biodiesel a partir de Jatropha curcas L utilizando 3 millones de ha de tierra (Soni Solistia Wirawan, 2006).

Se reporta que esta especie alcanza rendimientos en el orden de 1,3 ton de aceite por ha cultivada que es inferior al valor de 1,5 ton/ha indicado para tierras marginales (M.C., 2006) utilizando tierras con productividad agrícola y regímenes de lluvia que no permiten la producción de alimentos en los mismos (Silvia Liliana Falasca, Julio 2008), (R.E.E. Jongschap, 2007). Bajo estos supuestos se requieren tener en producción cerca de 15 millones de ha de tierra con las características antes mencionadas para alcanzar los volúmenes de producción indicados en la tabla 5.

La valoración de la disponibilidad de estas cantidades de tierra se realiza utilizando los datos de la FAO (FAO/AGL, 2003). De acuerdo a esta fuente de información, el área para plantaciones requerida podría seleccionarse de entre varias categorías de tierra que se describen en la Tabla 6.

Tabla 6: Tierras elegibles para el cultivo de Jatropha curcas

Categoría	Total	Área (millones de ha)	Área para biodiesel (%)
Degradación muy severa	Total	96	16%
	Debido a actividades agrícolas	31	48%
Degradación severa	Total	416	4%
	Debido a actividades agrícolas	149	10%
Tierras secas	Secas sub-húmedas	182	8%
	Semi áridas	105	14%

Si bien es cierto que además de las condiciones de suelo deben cumplirse otras condiciones edafoclimáticas para la selección de los suelos, los datos de la tabla 6, indican que no es la disponibilidad de suelo una limitante para establecer los 15 millones de ha de plantaciones de Jatropha curcas L en la región.

Producción de Eanol

El uso de la mezcla etanol-gasolina como combustible en motores de combustión interna es una solución tecnológica probada masivamente durante muchos años en Brasil.

En la producción de etanol hay dos etapas bien definidas con indicadores precisos de productividad: la fase agrícola que se caracteriza por el rendimiento de toneladas de caña de azúcar por hectárea y la fase industrial que tienen como indicador de rendimiento los litros de alcohol por tonelada de caña procesada. La combinación de ambos indicadores produce el indicador que caracteriza la eficiencia de todo el ciclo productivo: producción de alcohol por ha.

El rendimiento industrial depende de los esquemas tecnológicos que se utilicen para la producción de alcohol. O

se produce a partir del agotamiento de las mieles en el proceso de producción de azúcar, afectando o no la producción de azúcar, directamente del jugo de la caña y sin producción de azúcar. Se recomiendan como cifras de referencia rendimientos de 8,6 l/ton caña en el caso de agotamiento de mieles C, proceso tecnológico que se implementa en destilerías de alcohol anexas a los centrales azucareros y de 80 l/ton caña cuando se produce directamente a partir de los jugos de la caña de azúcar en destilerías autónomas (Nogueira, 2007).

La composición de las unidades dedicadas a la producción de alcohol en Brasil es que la mayoría de las instalaciones son fábricas de azúcar con destilerías anexas (cerca del 60% del total), seguida por un gran número de destilerías autónomas (cerca del 35%) y algunas pocas fábricas dedicadas exclusivamente a la producción de azúcar.

Un indicador de utilidad para calcular el potencial de producción de alcohol en la región es la media de producción de alcohol por área sembrada de caña. El área plantada de caña en Brasil en el 2006 fue de 7,08 millones ha (FAOSTAT), se cosecharon 5,4 millones ha y se dedicó a la producción de alcohol el 55% de la caña cosechada (BNDES - CGEE, 2008). Esa zafra la producción de alcohol fue de 17,7 billones de litros de alcohol (UNICA/MAPA, 2008). A partir de estos datos se obtiene que como país se produce como media 3,5 ton de alcohol/ha total plantada.

En la región el área total plantada de caña, una vez que se excluye a Brasil es de 3 millones de ha (FAOSTAT). Si se utiliza esta área con la misma productividad que lo hizo Brasil en el 2007 la capacidad de producción del resto de la región sería de 10,5 millones de ton de alcohol.

Para producir los 12,2 millones de toneladas de alcohol anuales requeridas para comercializar toda la gasolina de la región con un 10% de alcohol es necesario una producción adicional de alcohol de 1,7 millones de ton. La vía más racional para éste incremento es el esquema de las destilerías autónomas de alcohol con las que se logaría un rendimiento de 4,1 t/ha, considerando un rendimiento de 75 ton de caña/ha.

En estas condiciones se requiere plantar una área adicional de 410,000 ha de caña de azúcar, lo que significa un incremento del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en la región, sin incluir a Brasil, de un 14%. El área potencial para este cultivo se calcula en 75,8 millones de ha, que se reduce a 46,0 millones una vez que se excluye a Brasil (Carlos Razo, 2007). De esta forma el área dedicada a caña de azúcar en la región, excluyendo a Brasil, para garantizar la producción de etanol estaría en el orden de los 3,5 millones de ha, cifra que es muy inferior al potencial antes mencionado.

Cogeneración de electricidad en la industria azucarera

La introducción generalizada de la cogeneración en la industria azucarera tiene un potencial significativo en la región. La cantidad de electricidad que se puede entregar a la red eléctrica depende de varios factores principales: los parámetros de generación de vapor, el índice de consumo de vapor en la industria, el uso de un segundo combustible además del bagazo.

Un estudio de la potencialidad de la cogeneración utilizando tecnologías convencionales en las condiciones de la industria de la caña de azúcar de Brasil (BNDES - CGEE, 2008), muestra que la entrega de electricidad a la red puede oscilar entre 10,4 y 153 kWh/ton de caña molida, en dependencia de los parámetros tecnológicos.

Para realizar la evaluación de la capacidad de cogeneración de la industria azucarera, consideraremos que junto con la producción de alcohol a partir de las áreas plantadas de caña azúcar se introduce la cogeneración eléctrica con una combinación de dos esquemas tecnológicos en igual proporción. Un esquema de menor costo de inversión y eficiencia con parámetros (Presión y temperatura de vapor 42 bar, 450°C; consumo de vapor en la industria de 500 kg de vapor/ton de caña molida) que permite una entrega a la red eléctrica de 25,4 kWh/tc. El otro esquema es de mayor presión en la caldera (Presión y temperatura de vapor 65 bar, 480°C; consumo de vapor en la industria de 500 kg de vapor/ton de caña molida) que permite una entrega a la red eléctrica de 57,6 kWh/ton de caña molida. La producción de caña de azúcar fue de 707 millones ton (FAOSTAT), lo que permitiría en las condiciones descritas generar 30,3 mil GWh anuales.

En las áreas adicionales de caña de azúcar para la producción de alcohol (410,000 ha) se asocian a destilerías de alcohol autónomas de alta eficiencia a las que se le asociarían plantas eléctricas con parámetros (65 bar, 480 oC, 350 kg/tc) y una entrega a la red de 71,6 kWh/ton de caña molida. En estas condiciones se lograría una entrega a la red por cogeneración 1,6 mil GWh. De esta manera la industria azucarera estaría en condiciones de entregar al sistema eléctrico 32 mil GWh.

Producción de biocombustible sólido

La capacidad de producción de biocombustible sólido la evaluaremos a partir de la actividad forestal y la industria de la madera que está difundiéndose en toda América Latina. La industria de la caña de azúcar como fuente de biocombustible sólido ya se consideró en el epígrafe anterior al evaluar su potencial para la generación de electricidad.

La contribución de América Latina y el Caribe a los bosques a nivel mundial es significativa, aportando el 22% del área de bosques en el planeta, solo después de Europa que aporta el 25%, ya que incluye a la Federación Rusa que por sí sola aporta el 20% (FAO, 2005).

En América Latina, Brasil es el país más relevante al poseer el 56% de los bosques de la región. Sin embargo el resto de la región al tener el 38% de su superficie cubierta de bosque ocupa también un lugar relevante en este indicador solo después de Brasil y Rusia (47%) (Ver gráfico 13).

La distribución de la cubierta de bosque por zonas en América Latina es relativamente uniforme como se aprecia en el gráfico 14. Sólo la cifra obtenida para el Caribe puede parecer distorsionada al incorporarse a esta región Surinam y Guyana, países con una cubierta de bosque superior al 70% y un área territorial más extensa que la mayoría de los países insulares.

Gráfico 13

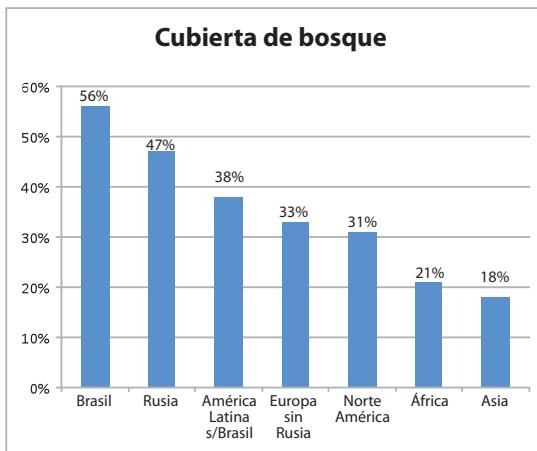
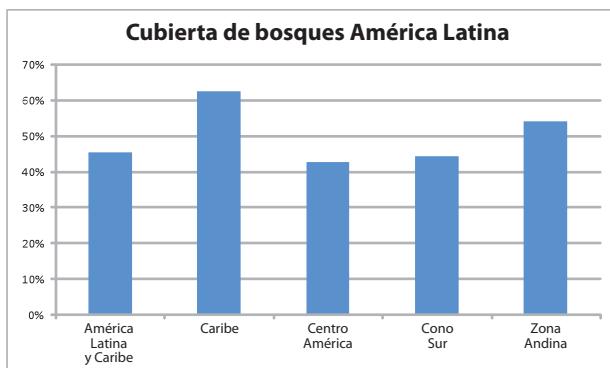


Gráfico 14



Las principales fuentes de biocombustible sólido en la actividad forestal son: la madera de valor no comercial que se obtiene en el manejo forestal de bosques y plantaciones, los residuos del procesamiento industrial de la madera y las plantaciones establecidas con fines energéticos.

El área de bosques de los países incluidos en la estadística del SIEE, es de 860,3 millones de ha. Si se estima un incremento anual promedio de biomasa de 5 ton/ha.año (D.O. Hall) en los bosques de la región, se producirían anualmente 4,3 millones de ton de biomasa.

La extracción anual de madera en rollo para la industria y de leña en la región se pueden estimar en 285 mil toneladas (FAO, 2005), cifra que representa solo el 6,6 % del incremento anual de biomasa en los bosques. El aporte que pueden hacer a la producción de biocombustible sólido estos dos productos sería resultado del uso de los residuos del procesamiento industrial de los rollos de madera y la leña que se liberaría por un incremento de la eficiencia energética de su uso actual.

En la industria de procesamiento de la madera en la región se estima como promedio el 50% de la madera aserrada se convierte en residuo y asumiremos que de esta cifra se transforma en biocombustible el 40%, lo cual significa un aporte de 23,8 millones de ton de biocombustible anual.

En el caso de la leña, existen experiencias de incremento de la eficiencia energética en los dispositivos de uso final de este combustible de hasta un 70%. Estimaremos que por la implementación de este tipo de medida se libera un 30% de la leña que actualmente se consume y que de esta cifra se incorpora a un esquema comercial de biocombustible sólido el 50%, lo que significa un aporte de 20,5 millones de toneladas.

Para el cálculo de los residuos del aprovechamiento forestal, que son aquellos que quedan en el campo al realizarse la extracción de la madera con fines comerciales, se utilizan los criterios descritos en (Perttu Anttila, 2009). Estos autores consideran que estos residuos son entre un 5% y un 15% del volumen de rollos industriales que se extraen del área forestal. Si se utiliza un coeficiente del 10% y se convierte en biocombustible sólido el 60% de esta cantidad, el aporte de biocombustible por este concepto alcanzaría la cifra de 17,1 millones de ton.

La producción de 61,4 millones de ton de biocombustible sólido a partir de las fuentes consideradas, permitirían satisfacer la demanda de las 43 mil ton para sustituir combustibles convencionales en la producción de calor (Tabla 5) y generar en Plantas Eléctricas 18,8 mil GWh.

Para producir con biomasa el 10% de la electricidad generada en el 2007, se requieren generar 71,3 mil GWh en adición a los generados en la industria azucarera y con los residuos forestales. Con este fin es necesario adicionalmente producir anualmente 69,5 millones de ton de biocombustible sólido. La fuente para este biocombustible son las plantaciones forestales destinadas especialmente a este fin. La evaluación de estas plantaciones para la producción de combustible se realiza sobre la base de una tasa de incremento anual de 20 ton/ha.año, un turno de rotación de 7 años (FAO, 2001) y una conversión del 75% a biocombustible. Bajo estas condiciones el área de plantaciones energéticas que se requiere establecer para generar anualmente los 71,3 mil GWh es de 32,4 millones de ha de plantaciones de rápido crecimiento. Esta cifra está en el orden de la disminución del área de bosques primarios en los últimos 10 años, que se puede estimar en 31,3 millones de ha (FAO, 2005).

Resumen de la oferta demanda de biocombustibles

Alcanzar la producción de biocombustibles acorde a las metas consideradas de sustitución de combustibles convencionales y de generación de electricidad incrementaría la participación de las energías renovables en la demanda de energía primaria (fig 15 y 16) de un 29% a un 49% y en la generación de electricidad de un 71% a un 84% según datos del 2005 (Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC), 2008).

Debido al carácter general de este estudio y las dificultades de un análisis detallado, no se han incluido como potenciales fuentes de biocombustibles recursos como: residuos sólidos urbanos, materia orgánicos para la producción de biogás, residuos agroindustriales y de cosecha, etc. Estas fuentes de biomasa no consideradas constituyen una reserva para alcanzar las metas descritas.

Gráfico 15

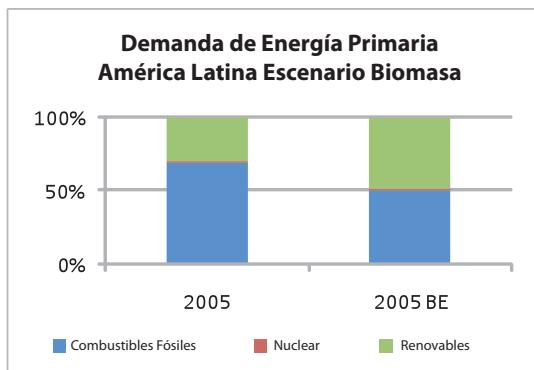
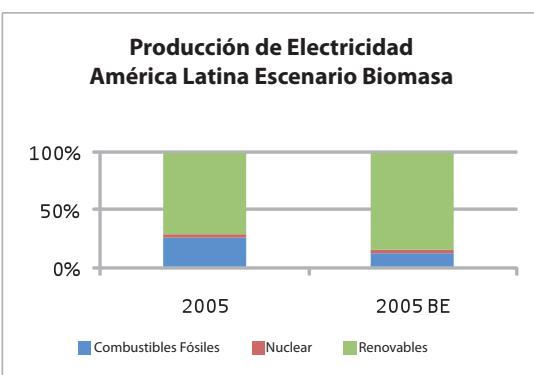


Gráfico 16



Un resumen de las fuentes del biocombustible evaluadas se muestra en la tabla 7.

El avance en el aprovechamiento de las oportunidades que brinda el desarrollo alcanzado por las tecnologías energéticas y el potencial de producción de biocombustibles en la región es un proceso condicionado por factores como:

- La comprensión, por los principales actores del proceso, de las ventajas económicas, sociales y ambientales que representa el incremento de la participación de las fuentes renovables de energía y en particular de la biomasa.
- La voluntad política de crear un marco legal y regulatorio apropiado.
- La consolidación de nuevos paradigmas energéticos: la generación distribuida de electricidad, la descentralización energética, el incremento de la participación local en la satisfacción de la demanda energética, la creación de mercados eficientes de biocombustibles, entre otros.

El análisis realizado muestra que la experiencia acumulada por los países más avanzados en el uso de las energías renovables y en particular de la biomasa se basa en una revalorización de la misma como fuente de energía y de desarrollo sostenible.

Sólo será posible aprovechar de manera racional el potencial energético de la biomasa de la región si se abandona la visión de que este es un combustible de segunda clase y se adopta un enfoque moderno y contemporáneo hacia su desarrollo como uno de los sostenes del desarrollo energético, social y económico de los países de América Latina y el Caribe.

Tabla 7

Demanda y oferta de biocombustible

Bio Combustibles	Demandan anual (miles ton)	Oferta
Biocom- bustible sólido	Para calor	43.054 Transformación en biocombustibles del: • 40% de los residuos de la industria forestal • 15 % de la leña que se usa de forma tradicional • 60% de los residuos del aprovechamiento forestal
	Para electricidad	178.578 Ampliación de la cogeneración en la industria azucarera, generando el 25% de la electricidad. Establecimiento de 32,4 millones de ha de plantaciones energéticas, equivalente a la disminución de bosques primarios en los últimos 10 años.
	Total	221.623
Etanol	24.476	Actualización de la industria azucarera de la región a los sindicadores productivos medios de Brasil. Ampliación de las plantaciones de caña de azúcar en un 14% (0,4 millones de ha).
Biodiesel	19.620	Plantación de 15 millones de ha de Jatropha curcas en tierras no aptas para la producción de alimentos.

Bibliografía

- BNDES - CGEE. (2008). Bioetanol de Caña de Azúcar. Energía para el Desarrollo Sustentable. Rio de Janeiro.
- Carlos Razo, e. a. (2007). Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPA.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Situación y Propuestas de Políticas. CEPAL.
- CEPAL. (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Situación y propuestas de políticas. Santiago de Chile.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2005). Plan de Acción sobre la Biomasa COM (2005) 628. Bruselas: Comunicación de la Comisión.
- D.O. Hall, J. H. Biomass energy development and carbon dioxide mitigation options . London.
- EUROSTAT. (2007). Energy, transport and environment indicators.
- FAO. (2001). Evaluación del Recurso Forestal Global 2000. Informe principal. Roma.
- FAO. (2005). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Roma.
- FAO/AGL. (2003). TERRASTAT.
- FAOSTAT.
- Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC). (2008). Energy [R]evolution. A sustainable global energy outlook.
- IEA - International Energy Agency. (2009). International Energy Outlook 2009.
- International Energy Agency. (2008). World Energy Outlook 2007.
- Luna, N. D. (2008). Perspectivas Energéticas de América Latina y el Caribe. Buenos Aires: III Foro de Integración Energética Regional.
- M.C., S. (2006). Jatropha curcas, an excellent source of renewable energy in the dry areas. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA).
- Nogueira, L. H. (2007). Panorama de los Biocombustibles en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Paul, V. (2008). India's Biodiesel Programme: promises and challenges. Bankog.
- Perttu Anttila, T. K. (2009). Global Potential of Modern Fuelwood. In internet by Finnish Forest Research Institute.
- R.E.E. Jongschaap, W. C. (2007). Claims and Facts on Jatropha curcas L. Plant Research International B.V.
- REN 21. (2009). Renewables Global Status Report. Update 2009.
- REN21. (2007). Renewable 2007. Global Status Report. (2005). Resolución sobre las «Fuentes de energía renovables en la Unión», sesión plenaria de 28 de septiembre 2005.
- Siang, C. C. (2009). Jatropha curcas L. Ñ development of a new oil crop for biofuel. The Institute of Energy Economy, Japan (IEEJ).
- SIEE/OLADE. Sistema de Información Económico Energética.
- Silvia Liliana Falasca, A. U. (Julio 2008). Potencialidad bioenergética sudamericana a partir de forestaciones con Jatropha curcas sp. (J. curcas, hieronymi y macrocarpa). Revista Virtual REDESMA.
- Soni Solistia Wirawan, A. H. (2006). The current status and prospect of Biodiesel Development in Indonesia: a review.
- UNICA/MAPA. (2008).

Biomass, an underestimated energy resource in Latin America and the Caribbean



I - Introduction

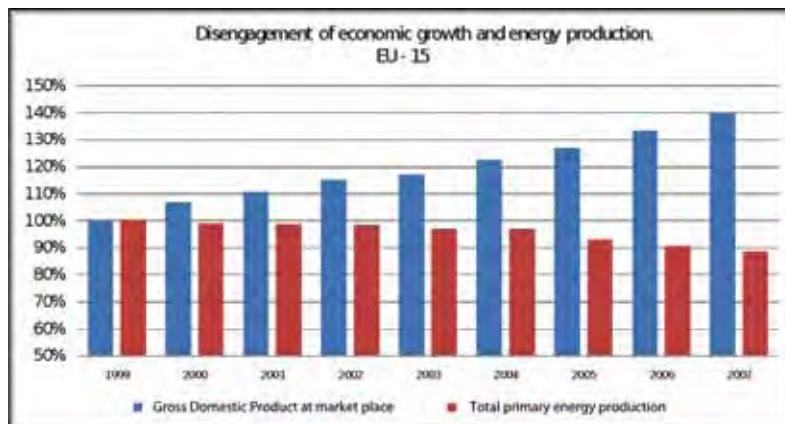
The analysis of the current energy situation is guided by the problem of global climate impacts due to the increasing greenhouse effect, the predictions of so-called peak oil and the energy geopolitics linked to the price volatility in conventional fuels.

This background has contributed to the maturation and transformation of the concept of sustainable development and energy security of an academic exercise to an analysis tool for projections in the energy field.

We can identify two basic and interrelated components to achieve the goals of sustainability: energy efficiency and renewable energy sources. Technological progress achieved in these fields has positioned cultural, political and economic subjects as major obstacles to full implementation.

European countries have been leaders both in increasing energy efficiency, (Graph. 1) as in the development of technologies for energy exploitation of renewable energy sources and its commercial introduction.

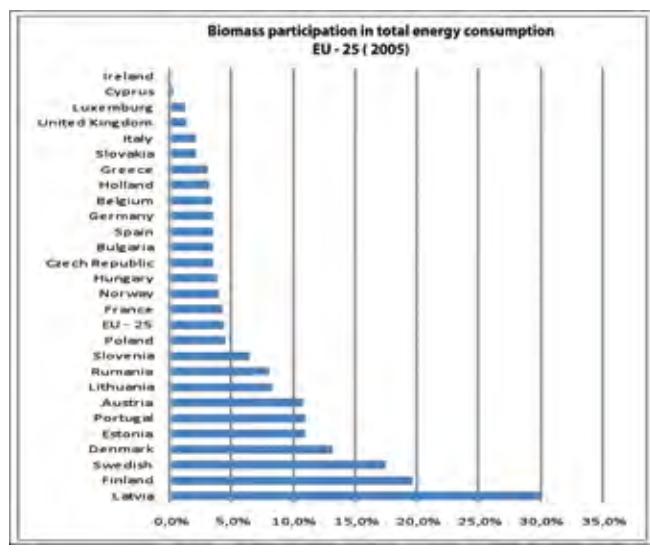
Graph 1



The European technological dominance in the field of renewable energy has led that 6 out of 10 companies that had 85% of world wind turbines' production in 2008, were European. In turn, Germany in that year carried out 23% of photovoltaic cells' world production (REN 21, 2009).

The use of biomass as fuel is no exception to these trends, and now it occupies an important role as an energy source in several EU countries (Graph. 2) (EUROSTAT, 2007).

Graph 2



Source: eurostat, 2007

The European Union established this importance declaring that “the use of biomass has many advantages over conventional energy sources and in relation to other renewable energy sources, in particular, particularly in lower costs, less dependence of the short-term weather changes, promotion of regional economic structures and the creation of alternative income sources for farmers” (CCE, Sept, 2005)

In this regard the Commission of the European Union adopted an Action Plan on Biomass (CCE, 2005), that identifies as major destinations using biomass as a renewable source: heat production, electricity and transport fuel. It is expected in 2010 to reach a biomass contribution equivalent to 75,55 and 19 million toe, respectively.

Latin America has more suitable natural and economic conditions to achieve higher penetration of biomass as a renewable energy source than Europe. This assertion could be proven using indicators like forest area and arable land per capita and per unit of primary energy consumption, based on database TERRASTAT FAO (FAO/AGL, 2003) and data of the International Energy Agency (IEA, 2009). It shows that the biomass production potential for energy related to land is at least two times higher in Latin America than in European OECD countries, as shown in Graph3.

However, in contrast with recognition of the role of biomass in the energy future of Europe, major regional agencies that deal with energy issues, are still allocating it a limited role. ECLAC in one of its researches (CEPAL, 2004) recognizes a renewed interest within the region to power generation using bagasse and other agro-industrial wastes. It discusses the conditions for using wood as a renewable source of energy, but restricting this use to household and local small industry sectors, and supports the production of biofuels for transport , promoting its development.

Meanwhile, OLADE, in “Energy perspective in Latin America and the Caribbean” (Luna, 2008) predicts a reduction in the role of biomass as energy source in the region. While, it recovered 14% of the energy demand in 2007, it would cover an 11% in 2018, despite a raise in liquid biofuels use from 1% to 3% in the same period.

Our intention is to show that within the region there is a significant potential to increase the participation of biomass in the energy matrix of Latin America and the Caribbean without competing with food production or provoking negative environmental impacts.

We are going to consider as biofuels to any fuel produced from biomass and not only liquid biofuels for transportation, as it has become a practice during the last time. In the analysis, we are going to assess only liquid biofuels production for transportation and solid biofuels from lignocellulosic materials for electricity and heat production.

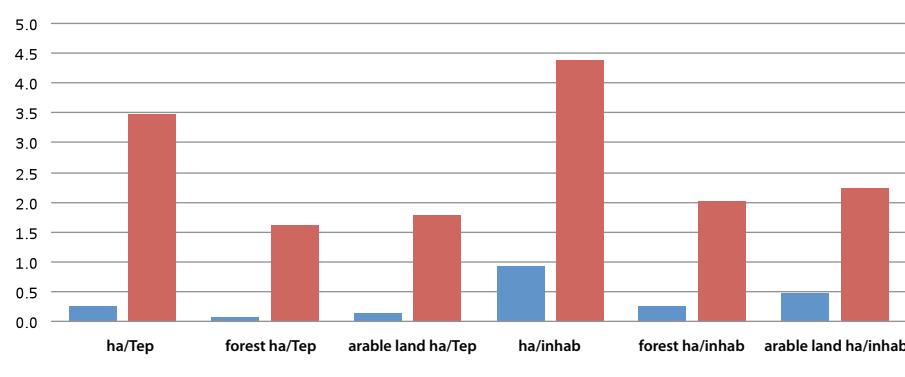
A basic assumption is that it is possible to utilize modern biomass energy technologies, already proven on a commercial basis in some regions or countries around the world.

By using the Energy-Economic Information System of OLADE, as a primary source of data, the Latin America and the Caribbean information is consistent with that of the countries included in SIEE.

Development

Nowadays the contribution of renewable energy sources that meets humankind energy needs, is relatively insufficient.

Graph 3: Land Forest Resource

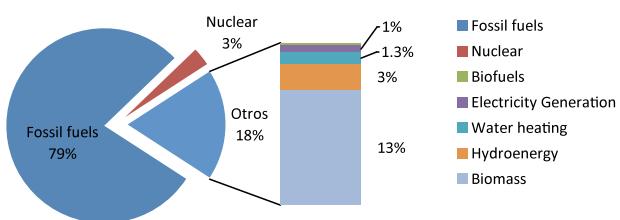


Sources: FAO/AGL, 2003; IEA, 2009

Assessment on the Global Status of Renewable Energies in 2007 (REN21, 2007), shows that the contribution of renewables to worldwide total energy consumption is focused on traditional biomass (13%) Graph 4. Biomass is called traditional biomass, mainly fuelwood, which its main use is estimated to be as the sole source of energy to approximately 2 billion people without any access to modern energy services. Next renewable energy sources contribution are by large hydroelectric plants and finally what is called new renewable energy technologies.

Graph 4

Global Final Energy Consumption 2006

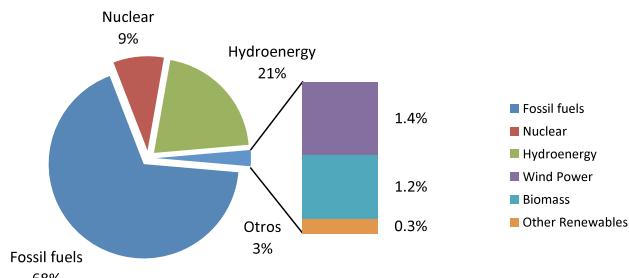


Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

The participation of renewable energy technologies in globally electricity generation (REN21, 2007), is only a very modest 3% (Graph 5), with the predominance of wind power and biomass. Within the new renewable technologies for electricity generation are wind generation, solar photovoltaic and biomass as well as other technologies still in technology - commercial development.

Graph 5

Global Electricity Generation 2006



Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

Projections on the participation of biomass and other renewable energy sources in the energy matrix

The projection of energy demand-supply and the participation of renewable energy sources has been evaluated by various bodies and specialized agencies about the basis of trends that reflect the overview of the authors.

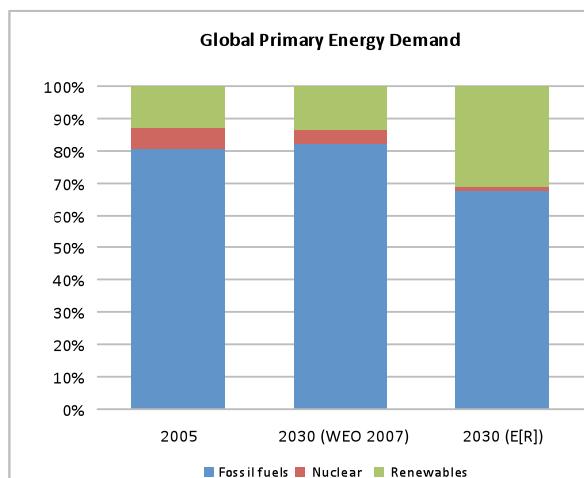
An example of the differences in results to be obtained by modeling future energy scenarios from the same initial conditions are the World Energy Outlook 2007 (WEO 2007) (International Energy Agency, 2008) and the Energy [R] evolution scenario. While WEO 2007 is prepared on the

basis of current trends, the second of these scenarios provides a radical change in energy development policy that is expressed in the successful implementation of five basic principles:

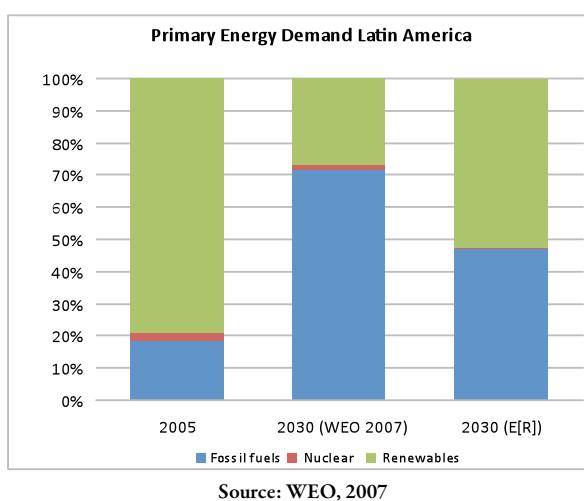
- To implement renewable energy solutions, especially through decentralized energy systems.
- To respect the natural limits of the environment.
- To replace polluting and unsustainable energy sources.
- To create greater equity in resource use.
- Decouple energy growth in consumption of fossil fuels.

In Latin America the share of renewable energy sources in primary energy demand is about 27% and it is higher than the global average that reaches 13%. When making the projection of this indicator to 2030, WEO 2007 keeps it at the same level, while the E [R] doubles it up to 53% (Graph 6 and 7).

Graph 6



Graph 7

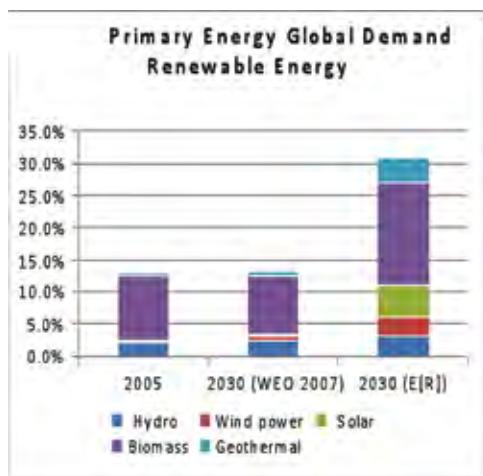


Source: WEO, 2007

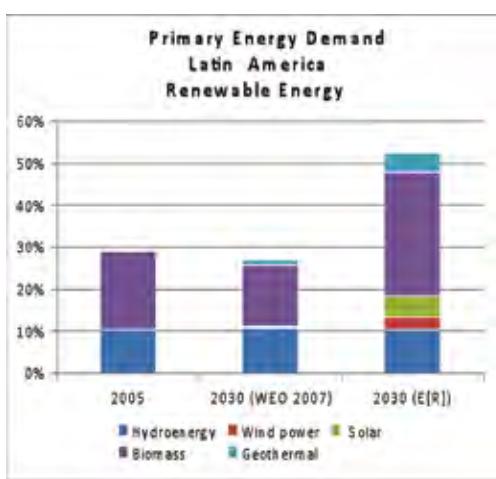
Within the region, the share of renewable energy sources in primary energy demand is characterized by a contribution of hydropower and biomass higher to global average. The evolution of this structure provided by the E[R] is that the share of renewable energy sources is increased to 50% while maintaining the same share of hydropower, biomass

contribution reach to 30% of the total primary energy supply, while WEO 2007 projects present a slight decrease of these contributions (Graph 8 and 9).

Graph 8



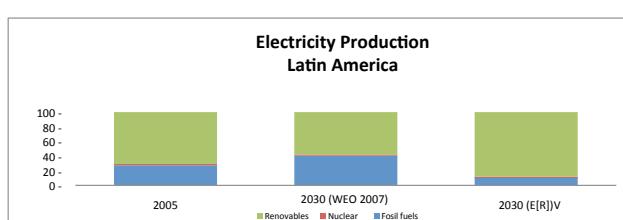
Graph 9



Note that the biomass in both scenarios and geographical scales is the main source of renewable energy to meet the demand for primary energy.

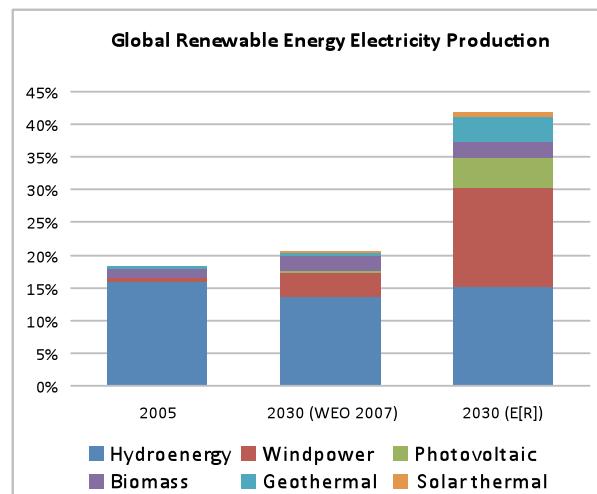
Electricity production in Latin America by renewable energy sources is currently very significant (Graph 10) since it meets 71% of the total. This Graph is almost four times higher than the global one (18%). While WEO 2007 projection reduces this share, E [R] continues to increase it up to 88% in 2030 in Latin America (Graph 10).

Graph 10

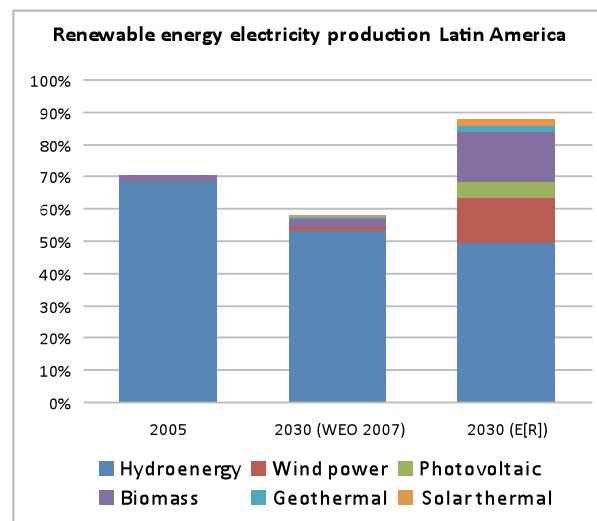


By projecting evolution of electricity generation using renewable energy sources, WEO 2007 research keeps the dominant role of hydropower, while E [R] introduces a significant increase in other sources. For Latin America projected growth is based on biomass (16%) and wind power (14%). (See Graph 11, 12).

Graph 11



Graph 12



Both scenarios show recognition of the potential of biomass as a renewable energy source in Latin America. The participation of biomass in primary energy demand increases in absolute figures respect to 2005 between 1.4 and 2.1 times, according to WEO 2007 and to E [R] respectively. The participation in power generation would be between 2.8 and 12.9 times higher compared to 2005 according to these models.

Opportunities for biomass as a renewable energy source in Latin America and the Caribbean

The opportunities of biomass penetration as an energy carrier in the energy markets in the region are different for electricity and direct use of fuels.

In Latin America (2007) 84.5% of fuels was directly used, which included 12.7% of biofuels, while only 12.7% is aimed to electricity generation (SIEE/OLADE).

A first step to identify opportunities for increased participation of biomass fuels in final energy consumption is the analysis of how the direct use of conventional fuels and alternative technological opportunities exist.

Five are the fuels that cover 85% of the total direct use. (Table 1).

Table 1

Major direct use fuels	
Fuel	Participation of the total direct consumption (%)
Diesel Oil	27%
Gasoline/ethanol	25%
Natural Gas	20%
Liquefied Gas	8%
Fuel Oil	5%
Total	85%

Options for substitution of those fuels by biomass are primarily given by its final use. It is close related to final use sectors in which they are predominantly used. This analysis shows that over 80% of the use of these selected fuels is at most in two final use sectors as shown in Table 2.

Table 2: Distribution of consumption of major direct fuels by industry (percentage of fuel used by sector)

Fuel	TRANSPORT	INDUSTRY	RESIDENTIAL	AGRO,FISHING,	Accumulated MINING
Diesel Oil	76%			13%	89%
Gasoline/ethanol	99%				99%
Natural Gas		72%	16%		88%
Liquefied Gas		16%	67%		83%
Fuel Oil	18%	63%			81%

Let's analyze the replacing options from this conventional fuels to biofuels, considering the technologies that have already proven its technological and commercial feasibility at least in some regions of the world.

Diesel oil is mainly used in transport, agriculture, fishing and mining sectors.

The most attractive technological option for the replacement of diesel oil in the transportation sector is by using biodiesel. The replacement of the 20% of diesel consumed in 2007 in this sector requires an annual production of 15 million toe of biodiesel.

In the agriculture, fishing and mining sectors, the diesel oil is mainly used in furnaces, in small and medium capacity steam boilers and in internal combustion engines. We

are going to focus on diesel oil replacement by biomass in steam boilers and furnaces using biomass gasification technologies (Berkes) and solid biofuel burners. In the absence of more detailed statistics on the final use of this fuel, it is estimated that 70% of diesel oil is used in furnaces and boilers and 50% of this amount could be replaced. Under these conditions, it would be necessary to produce and commercialize solid biofuel equivalent to 7.5 million ktoe annually.

The analysis of gasoline substitution is simpler. It's because, it is used as fuel only in internal combustion engines used for automotive transportation. In this case, the replacement options are ethanol gasoline mixtures. We will assume a 100% gasoline substitution in the region by a mixture containing 10% ethanol. Annual production of ethanol required for this purpose is equivalent to 17 million toe.

Natural gas, due to its price and features as fuel, will not be considered as a candidate to be replaced by biomass.

The main use of liquefied gas is at the residential and industrial sector. In the residential sector it is primarily used as fuel for cooking and today, the replacement of this gas by biomass-related technologies is not possible. Its use in the industrial sector is focused on furnaces and boilers. We are going to estimate that 90% of liquefied gas is used in those equipments, and the goal is to replace 20% of it by wood gas produced through biomass gasification technologies. The annual amount of solid biofuel required to introduce it in the market is 0.26 million toe.

Finally, fuel oil is predominantly used in industry as fuel in large boilers and furnaces industry sector. To estimate the replacement potential in this area, we will assume that 90% of fuel oil is used in furnaces and boilers and its 50% replacement it's been considered. Under these conditions, the production and marketing of 5.2 million toe of solid biofuel it's required.

Summarizing, substitution of conventional fuels requires two groups of biofuels: liquid fuels for transportation and lignocellulosic solid fuels for use in furnaces and boilers. Solid biofuels would be mainly trades as wood logs, pellets and briquettes.

In the case of replacing diesel oil by biodiesel, it is assumed the replacement of all diesel consumed in the region by a B - 20 mixture (80% diesel oil, 20% biodiesel). As for gasoline it is also assumed the replacement of all consumed gasoline by a 10% ethanol mixture. Liquid biofuel requirements under these conditions are summarized in Table 3.

Table 3

Replacement of direct use fuel in transportation

Fuel	Replacement at Blend	t	ktoe	
Diesel Oil	100%	20%	19,620,311	18,835 biodiesel
Gasoline	100%	10%	24,476,417	17,327 ethanol

The estimated fuel solid lignocellulosic demand for replacing direct fuel use is very complex due to the lack of information on its final use in furnaces and boilers. Table 4 reflects the criteria used and the resulting demand for achieving the replacement rate raised.

Table 4

Direct use conventional fuel substitution in steam boilers and furnaces by sector.					
	INDUSTRY		AGRO, FISHING, MINING		DEMAND OF SOLID BIOFUEL
Fuel	Used in furnaces and steam boilers	Rate of substitution	Used in furnaces and steam boilers	Rate of substitution	ktoe Thousand of t
Diesel Oil	70%	50%	70%	50%	7,503
Liquefied Gas	90%	20%			266
Fuel Oil	90%	50%			5,279
Total					13,047
					43,054

As for electricity generation, the hypothesis is to annually produce 10% of 2007 electricity consumption based on biofuels, which is 122,000 Gwh.

The technological parameters used to calculate the solid biofuels demands are:

- Power generation energy efficiency: 25%
- Biofuel consumption rate: 1 tonn/MWh
- Technical availability: 90%
- Technologies: Thermo Power Plants (Power unit capacity higher than 20 MW) and biomass gasification plants (Power unit capacity no higher than 1.5 MW)

(Dassapa, Paul, Mukunda, Rajan, Sridar, & Shridar 2004). The biofuels demand to reach replacement levels raised are reflected in Table 5.

Table 5

Demand of biofuels		
Biofuels		Amount (thousand t / year)
Solid biofuel	For heat For power Total	43,054 178,578 221,623
Ethanol		24,476
Biodiesel		19,620

Liquid biofuels production:

Biodiesel production:

Potential competition for agricultural land use due to vegetable oil production vegetable oil for biodiesel, forces us to consider solutions to avoid this conflict. An attractive option is Jatropha curcas L, oilseed native species from Central America and the Caribbean. There is a growing interest in Central America on Jatropha curcas L to produce biodiesel, but the wider experience is in Asian countries (Siang, 2009).

National Biodiesel Mission is a national program in India (Varghese, 2008), with a government budget of about \$ 376 million to develop 400,000 ha of Jatropha curcas L, to achieve 20% replacement of diesel consumption by 2012, based on 43 million hectares of unused land.

The government of Indonesia has promoted a program to achieve by 2015 the production of 15 million tonnes of biodiesel from Jatropha curcas L using 3 million ha of land (Wirawan & Tambunan, 2006).

It is reported that this species reaches average yields of 1.3 oil tonnes per ha which is below 1.5 tonnes/ha suitable for marginal lands (Saxena,2006) by using land that does not allow food production in it due to its low productivity and lack of rain. (Falasca & Ulberich, 2008), (Jongschaap,Corre, Bindraban,& Brandenbuerg, 2007). Under these assumptions it is necessary to have in production about 15 million ha of land with the above mentioned characteristics to achieve the production volumes listed in Table 5.

The assessment of the availability of such quantities of soil is performed using the FAO data (FAO/AGL, 2003). According to this source, the required planting area could be selected out of several land categories described in Table 6.

Table 6: Eligible land for Jatropha curcas plantations

Category	Total	Área (millions ha)	Share that represent 15 million ha for biodiesel (%)
Very severe degradation	Total	96	16%
	Due to agricultural activities	31	48%
Severe degradation	Total	416	4%
	Due to agricultural activities	149	10%
Dry lands	Dry subhumid	182	8%
	Semi arid	105	14%

While it is true that besides those general soil conditions, other more specific soil and climate conditions must be met for the selection of lands for plantation. Data in Table 6, indicates that the availability of land is not a constraint to establish 15 million ha of Jatropha curcas L plantations in the region.

Ethanol Production

The use of the blend of ethanol and gasoline as fuel in internal combustion engines has been a proven technological solution for many years in Brazil.

In ethanol production, there are two different well-defined stages with specific indicators of productivity: the agricultural phase characterized by the yield of tonnes of sugarcane per hectare and the industrial phase whose performance indicator are the liters of ethanol per tonnes of processed cane. The combination of both indicators produces the index that shows the efficiency of the entire production cycle: production of ethanol per ha.

The industrial performance depends on technological schemes used for the production of ethanol. It could be produced by depletion of molasses in the process of sugar production, affecting or not the production of sugar, or directly from cane juice without sugar production. It is recommended as benchmark performance a production rate of 8.61 / tonnes sugarcane in the case of molasses depletion C, technological process that is implemented in distilleries annexed to sugar mills and 80 l / tonnes cane when it occurs directly from sugarcane juices in autonomous distilleries (Nogueira, 2007).

Most of the manufacturing facilities engaged in ethanol production in Brazil include distilleries annexed to sugar factories (about 60% of total), followed by a large number of autonomous distilleries (about 35%) and a few factories exclusively for sugar production.

A useful indicator to estimate the potential of ethanol production in the region is the average ethanol production per area planted with sugarcane. The area planted with sugarcane in Brazil in 2006 was 7.08 million ha (FAO/AGL, 2003). There were harvested 5.4 million ha and 55% of harvested sugarcane was for ethanol production (BNDES - CGEE, 2008), producing 17.7 billion liters (UNICA / MAPA, 2008). With that information we find that country average rate of ethanol production is 3.5 tonnes / ha.

The total sugarcane planted area in the region after excluding Brazil is 3 million ha (FAOSTAT). Using this area with the same productivity as Brazil did in 2007 the production capacity of the rest of the region would be 10.5 million tonnes of ethanol.

To produce 12.2 million tonnes of ethanol annually required for all gasoline market in the region with a composition of 10% ethanol, it would require an additional production of 1.7 million tonnes of ethanol. The most rational way for this increase is the scheme of autonomous ethanol distilleries with a rate of 4.1 tonne/ha, considering a yield of 75 tonnes of sugarcane per hectare.

Under such conditions it is required to plant an additional area of 410, 000 ha of sugarcane. It means 14% increment of sugarcane planted area in the region, excluding Brazil. The potential land area in the region for this crop cultivation is estimated at 75.8 million ha, which is reduced to 46.0 million after excluding Brazil (Carlos Razo, 2007). Thus, the area dedicated to sugarcane in the region, excluding Brazil, to ensure the production of ethanol would be of 3.5 million ha. A Graph below shows the above mentioned potential.

Electricity cogeneration in the sugar industry

Widespread introduction of cogeneration in the sugar industry has significant potential in the region. The amount of electricity that can be delivered to the grid depends on several key factors: parameters for generating steam, steam consumption rate for sugar production and a possible use of a second fuel in addition to bagasse for power generation in the after harvest period.

A study about the potential for cogeneration using

conventional technologies in sugarcane industry conditions of Brazil (BNDES - CGEE, 2008) shows that the supply of electricity to the grid can vary between 10.4 and 153 kWh / tonnes of sugarcane, depending on technological parameters.

Assessment of the potential capacity of cogeneration in the sugar industry of the region is based on next criteria:

- Along with the development of ethanol production is introduced power cogeneration in the sugar industry.
- Two technological schemes are considered for power generation:
 - A medium efficiency scheme that allows delivering to the grid of 25.4kWh/tonne of sugarcane with parameters: temperature and steam pressure 42 bar, 450°C and steam consumption in the industry of 500 kg steam/tonne of sugarcane.
 - A high efficiency scheme that allows delivering to the grid 57.6 kWh/tonne sugarcane (Dasappa). Paul Makunda, Rajan, Shridar,& Shridar, 2004) with parameters of steam pressure and temperature of 65 bar, 480°C and steam consumption in the industry of 500 kg steam/tonne of sugarcane.
- Development of power cogeneration capacity is based on equal share of both technological schemes.

The solid biofuel production in LA&C was 707 million tonnes (FAO/AGL,2003) in 2007 that would allow a power generation of 30,300 Gwh per year under described conditions.

In the case of additional areas of sugarcane for ethanol production (410,000 ha) mentioned before, new autonomous alcohol distilleries would be integrated with high efficiency power plants. It would allow delivering to the grid 71.6 kWh / tonnes of sugarcane with parameters: steam pressure and temperatures of 65 bar and 480°C and a steam consumption in the industry of 350 kg/tonnes of sugarcane. This power cogeneraration capacity would produce 1,600 Gwh per year.

In conclusion, the sugar industry in the region would be able to deliver 32,000 GWh.

Solid biofuel production:

Forestry and wood industry is a source of biomass for energy that is extended across Latin America. The industry of sugarcane, that is also a significant source of solid biofuel, is already evaluated in the previous section for power generation.

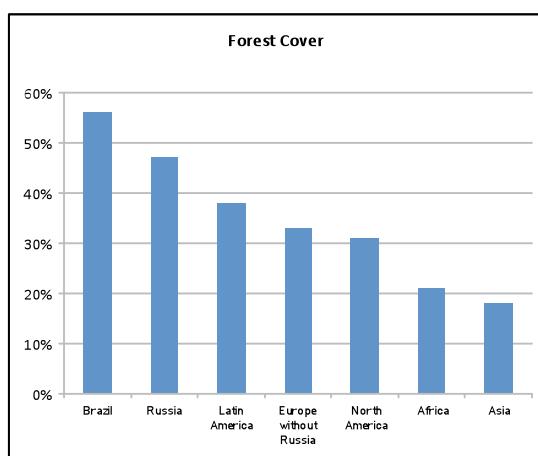
The contribution of Latin America and the Caribbean to the world's forests is significant. Its forestry area represents 22% of the forests on the planet, only after Europe that represents 25%, as it includes the Russian Federation which alone accounts for 20% of forestry area. (FAO, 2005).

In Latin America, Brazil is the most relevant country in relation to forest areas. It has 56% of the forest area in the region. However, the rest of the region also occupies an important place in this indicator with 38% of its forested area,

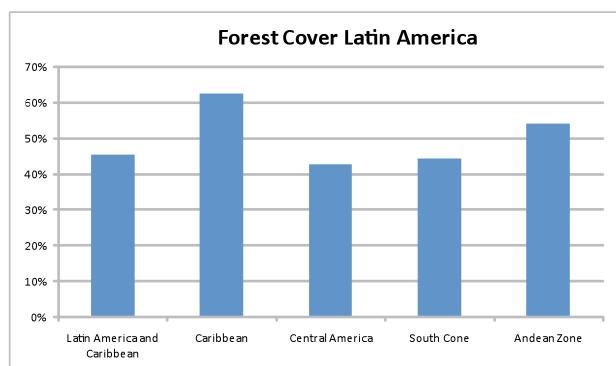
behind of Brazil and Russia (47%) (See Graph 13).

The distribution of forest areas in Latin America is relatively uniform as shown in Graph 14. Only the Graph obtained for the Caribbean may seem distorted, but it is because Surinam and Guyana joined to this sub region. These countries have a forest area over 70% and a land area larger than most Caribbean countries.

Graph 13



Graph 14



The main sources of forest biomass to produce solid biofuels in forestry are: wood of no commercial value obtained by forest thinning, residues from timber production processes and industrial forest plantations, established for energy purposes (energy plantations).

Average biomass annual increment in the forest of the region can be estimated in the order of 5 tonnes of biomass / ha.year (D.O. Hall). The forest area of the countries included in the SIEE statistics, is 860.3 million ha that would annually produce 4.3 million tonnes of biomass.

The annual removal of roundwood in the region is estimated 283 million cubic meters and fuelwood 286 million cubic meters (FAO, 2005), representing only 6.6% of the annual increase in forest biomass.

The potential contribution of these forest products are the residues from industrial processing of roundwood and the surplus of fuelwood that could be obtained if energy efficiency appliances that use this fuel would be increased.

It is estimated that 50% of industrial processed roundwood in the region becomes residues. In this study is assumed that 40% of these residues would be transformed in solid biofuel, which means a contribution of 23.8 million of tonnes of biofuel annually.

In the case of fuelwood, there are experiences that show the possibility to increase energy efficiency up to 70% in final use devices of this fuel. In this study, we have considered that by implementing this type of measure it could release 30% of fuelwood consumed currently and that 50% of this amount is traded as solid biofuel, which means a contribution of 20.5 million tonnes.

For the calculation of forest logging residues, which are those that remain in the field while performing the extraction of wood for commercial purposes, it is used the criteria described in (Anttila, Karjalainen, & Asikainen, 2009). These authors believe that these residues are between 5% and 15% of the volume of roundwood that is removed from the forest area. We have used in this study a rate of production residues of 10% and consider that 60% of residues are transformed into solid biofuel. In these conditions, the production of solid biofuels reaches 17.1 million tonnes per year.

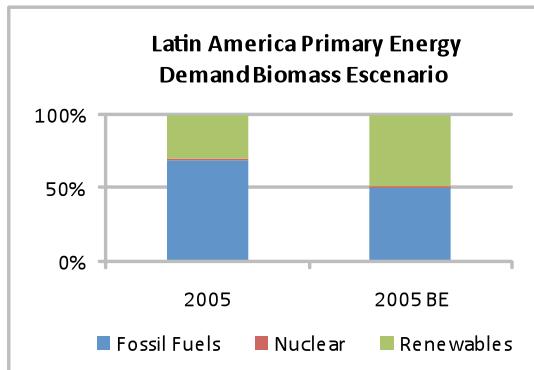
The production of 61.4 million tonnes of solid biofuel from considered sources, would meet the demand of 43 million tonnes to replace conventional fuels in heat production (Table 5) and to generate 18,800 Gwh at biomass power plants.

To produce with biomass the 10% of electricity generated in 2007, it is necessary to generate 71,300 GWh in addition to those generated in the sugar industry and forestry residues. To this end, it would be necessary to produce additionally each year 69.5 million tonnes of solid biofuel. The sources of biomass to cover this demand would be new forest plantations designed especially for this purpose. The assessment of these plantations is based on: an annual growth rate of 20 tonnes/ ha.year, a rotating period of 7 years (FAO, 2001) and that it is transformed to solid biofuel 75% of produced forest biomass. Under these conditions the area of energy plantation required to generate 71,300 GWh annually is 32.4 million ha. The area of primary forest in the region is estimated to decrease by 31.3 million ha (FAO, 2005) during the last 10 years.

Summary of biofuels' supply - demand

Participation of renewables in primary energy demand (Graph 15 and 16) would be increased from 29% to 49% and in electricity generation from 71% to 84% according to 2005 data. (GPI/EREC, 2008) if the above mentioned goals were achieved.

Graph 15



Due to the nature of this study and the difficulties of a detailed analysis, there were not included as potential sources of biofuel resources as: municipal solid waste, organic material for biogas production, agro-industrial and harvesting waste, etc. These sources of biomass are not considered a reserve to meet the goals described.

A summary of evaluated sources of biofuel is shown in Table 7.

Regardless of this figures, biomass could play a much more significant role in the energy balance of the region. It could be reduced if some other type of biomass would be included in the analysis.

The progress in harnessing the opportunities of the development attained by the energy technologies and the potential for biofuel production in the region is a process influenced by factors such as:

- The stakeholders' understanding of the economic, social and environmental advantages when increasing participation of renewable energy, and particularly biomass
- The political will to create an appropriate legal and regulatory framework
- The consolidation of new energy paradigms:
 - distributed generation of electricity
 - energy decentralization
 - increased local participation in

Table 7

Biofuels' Supply and Demand

Biofuels		Annual Demand (thousand tonnes)	Source of supply
Solid Biofuels	For heat	43,054	Source of biofuels: • 40% of waste from the forestry industry • 15 % of current production of fuelwood • 60% of logging residues
	For Electricity	178,578	Production of solid biofuel from logging residues to produce 15% of biomass power. Expansion of cogeneration in the sugar industry, achieving to produce 25 % of biomass power. Establishment of 32.4 million hectares of energy plantation to produce 60% of biomass power. It is similar to recover lost area of primary forest during last 10 years.
	Total	221,623	
Ethanol		24,476	Updating of the region's sugar industry to the average performance of Brazilian industry. Expansion of sugarcane plantations by 14% (0.4 million of ha).
Biodiesel		19,620	Plantation of 15 million hectares of Jatropha curcas on lands unsuitable for food production

meeting energy demand
- implementation of efficient markets
for solid biofuels, among others.

Analysis of the international experience shows that achievements of most developed countries in the use biomass as renewable energy source are based on its revalorization as a modern energy carrier.

Rational development of the biomass energy potential in the region will be possible only if it is abandoned the view that biomass is a second-class fuel, and instead we adopt a modern and contemporary approach to its development as one of the mainstays of energy, social and economic development of Latin America and the Caribbean countries.

Bibliography

- BNDES - CGEE. (2008). Bioethanol from sugarcane. Energy for Sustainable Development. Rio de Janeiro.
- Carlos Razo, e. a. (2007). Production of biomass for liquid biofuels: the potential of Latin America and the Caribbean. Santiago de Chile: CEPA.
- ECLAC (Economic Commission for Latin America). (2004). Renewable Energy in Latin America and the Caribbean. Situation and policy proposals. ECLAC
- ECLAC. (2004). Renewable Energy in Latin America and the Caribbean. Situation and policy proposals. Santiago de Chile.
- Commission of the European Communities. (2005). Action Plan on Biomass COM (2005) 628. Brussels: Communication from the Commission.
- D.O. Hall, J. H. Biomass energy development and carbon dioxide mitigation options . London.
- EUROSTAT. (2007). Energy, transport and environment indicators.
- FAO. (2001). Evaluation of Global Forest Resources 2000. Main report. Rome.
- FAO. (2005). Evaluation of Global Forest Resources 2000.
- Main report. Rome.
- FAO/AGL. (2003). TERRASTAT.
- FAOSTAT.
- Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC). (2008). Energy [R]evolution. A sustainable global energy outlook.
- IEA - International Energy Agency. (2009). International Energy Outlook 2009.
- International Energy Agency. (2008). World Energy Outlook 2007.
- Luna, N. D. (2008). Energy Outlook for Latin America and the Caribbean. Buenos Aires: III Regional Energy Integration Forum.
- M.C., S. (2006). Jatropha curcas, an excellent sources of renewable energy in the dry areas.. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA).
- Nogueira, L. H. (2007). Overview of Biofuels in Latin America and the Caribbean. Santiago de Chile.
- Paul, V. (2008). India's Biodiesel Program: promises and challenges. Bankog.
- Perttu Anttila, T. K. (2009). Global Potential of Modern Fuel wood. In internet by Finnish Forest Research Institute.
- R.E.E.Jongschaap, W. C. (2007). Claims and Facts on Jatropha curcas L. Plant Research International B.V.
- REN 21. (2009). Renewables Global Status Report. Update 2009.
- REN21. (2007). Renewable 2007. Global Status Report.
- (2005). Resolution on "Renewables in the EU", plenary session of 28 September 2005.
- Siang, C. C. (2009). Jatropha curcas L.Ñ development of a new oil crop for biofuel. The Institute of Energy Economy, Japan (IEEJ).
- SIEE/OLADE. Energy Economic Information System.
- Silvia Liliana Falasca, A. U. (Julio 2008). Bioenergetic Potentially from forested areas of Jatropha curcas sp. (J. curcas, hieronymi y macrocarpa). Virtual Magazine REDESMA.
- Soni Solistia Wirawan, A. H. (2006). The current status and prospect of Biodisel Development in Indonesia: a review.
- UNICA/MAPA. (2008).