

POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL EN EL PERÚ

Estela de la Gracia Assureira Espinoza
Pontificia Universidad Católica del Perú

Marco Antonio Assureira Espinoza
Pontificia Universidad Católica del Perú

INTRODUCCIÓN

El incremento del consumo energético mundial en los últimos años, la necesidad de reducir la dependencia del petróleo y la toma de conciencia por reducir los problemas ambientales asociados con el uso de los combustibles fósiles hace necesario la focalización de esfuerzos hacia el estudio y desarrollo de las energías alternativas y renovables como la biomasa.

En el Perú, los residuos agrícolas y forestales son recursos que actualmente no son explotados comercialmente y pese a que presentan un gran potencial no se contabilizan como fuente de energía primaria comercial en el Balance Nacional de Energía.

Las acciones a nivel público y privado orientados a promover el desarrollo de la bioenergía requieren mejorar la capacidad del país en el conocimiento de aspectos relacionados con la oferta, composición y las tecnologías de aprovechamiento que actualmente existe sobre la biomasa con fines energéticos.

Se ha elaborado el BIOMAP PERU o Atlas de la Biomasa Energética del Perú que muestra la oferta energética de la biomasa a nivel departamental y provincial de las especies más representativas del sector agrícola y de la industria de la madera.

El BIOMAP PERÚ o Atlas de la Biomasa Energética del Perú es una herramienta que servirá para:

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

Su ejecución comprendió la selección de los residuos con mayor potencial energético para lo que se realizó el análisis de las estadísticas de la producción agrícola y forestal nacional correspondientes al periodo 2003 al 2011, la aplicación de la Metodología CAFRE- PUCP para la selección de los residuos agrícolas como mayor potencial energético y del Método Mura-PUCP para la extracción de la muestras. Se ha realizado el muestreo de campo a nivel nacional de residuos biomásicos seleccionados a los cuales se les aplicó los análisis correspondientes para su caracterización.

A partir de un modelo matemático se realizó la determinación del potencial energético. La información fue procesada por tipo de residuos y por localización geográfica a nivel departamental y provincial. El resultado es presentado a modo de mapas.

Numerosas fuentes de información fueron consultadas como las estadísticas de producción agraria y del sector forestal del Ministerio de Agricultura, investigaciones realizadas sobre la generación de residuos y su aprovechamiento energético y normas técnicas ASTM para los análisis inmediato, elemental, de cenizas y de poder calorífico que se aplicó a los residuos.

También se realizaron entrevistas a gremios y asociaciones de productoras e intercambio de información con universidades extranjeras, como la Universidad de Granada y Universidad de Zaragoza.

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de esta investigación es determinar el potencial de la biomasa para usos energéticos a nivel departamental y provincial correspondiente a residuos provenientes de la agricultura, agroindustria y de la industria de la madera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las principales fuentes generadoras de biomasa residual (cultivos agrícolas, cultivos energéticos y la industria de la madera)
2. Identificar los residuos de importancia energética
3. Caracterización físico química de los residuos
4. Evaluar el potencial energético correspondiente a los residuos seleccionados y su localización geográfica

METODOLOGÍA

El proceso de elaboración de BIOMAP PERÚ comprendió de 6 etapas:

- Selección de las fuentes generadoras de biomasa
- Recopilación de la información de la oferta de biomasa residual
- Selección de los residuos con mayor potencial energético
- Muestreo y caracterización de la biomasa
- Determinación del potencial energético de la biomasa
- Procesamiento de la información y elaboración de mapas.

a) La selección de las fuentes generadoras de biomasa residual

El sector agrícola es una importante fuente de residuos algunos de los cuales son subproductos de los procesos de recolección o RESIDUOS DE COSECHA (hojas, cogollos, ramas) y otros son resultado de las transformaciones que sobre el producto se aplican en las plantas de procesamiento o molinos a los que se denominan RESIDUOS AGROINDUSTRIALES (pepas, cáscaras, etc.).

Con relación al sector forestal, los residuos generados en el proceso de extracción, que se da en el bosque y consiste básicamente en la tala de los árboles se consideran en general de valor económico nulo y los que se generan en el proceso de transformación en el aserradero conformados por corteza, aserrín, recortes, madera partida, virutas, lijaduras fueron los considerados para el trabajo.

b) Recopilación de información

Para recolectar información sobre la oferta y localización de la biomasa residual se realizó un acercamiento a las entidades y empresas relacionadas con el objeto de estudio. El Ministerio de Agricultura proporcionó información sobre la ubicación de los cultivos, el volumen de los cultivos y la superficie sembrada. También se realizaron entrevistas a empresas productoras y gremios.

Con la información recolectada se procedió a elaborar la base de datos.

c) Selección de los residuos biomásicos con mayor potencial energético

La selección de los residuos con mayor potencial energético se realizó mediante la Metodología CAFRE- PUCP, que evalúa cada residuo mediante un conjunto de criterios, otorgando una puntuación en cada uno de ellos en función a su compatibilidad para uso energético. Las tabla 1 y 2 muestran los criterios aplicados.

Tabla 1 Criterios de calificación para residuos agrícolas y agroindustriales

CÓDIGO	CRITERIO	CALIFICACIÓN
C-01	Producción del cultivo origen (ton)	Asignar el valor correspondiente de acuerdo a la escala propuesta
C-02	Rendimiento promedio de los cultivos (kg/ha)	
C-03	Fracción de residuos generados a partir del cultivo origen (ton residuo / ton cultivo)	
C-04	Número de cultivos por año del producto	
C-05	Poder calorífico del residuo (kJ/kg)	
C-06	Usos alternos de los residuos	
C-07	Facilidad de recolección de los residuos	
C-08	Facilidad de transporte de los residuos	
C-09	Facilidad de almacenamiento	
C-10	Mejora del Impacto ambiental que plantea la recolección del residuo	

C-11	Impacto ambiental que implica su eliminación	
C-12	Facilidad para definir la propiedad de los residuos	
C-13	Distancia existente entre la zona de disponibilidad del residuo y la probable zona de empleo (zona de demanda energética)	
C-14	Experiencia mundial	

Tabla 2 Criterios de valoración para residuos de la industria de la madera

CÓDIGO	CRITERIO	CALIFICACIÓN
F-01	Producción anual de madera aserrada (m3)	Asignar el valor correspondiente de acuerdo a la escala propuesta
F-02	Fracción de residuos generados en las actividades forestales y la industria de transformación de la madera.	
F-03	Poder calorífico del residuo (kJ/kg)	
F-04	Procesos de adecuación de los residuos para su empleo como combustible en equipos domésticos e industriales	
F-05	Usos alternos de los residuos	
F-06	Facilidad de recolección de los residuos	
F-07	Facilidad de transporte de los residuos	
F-08	Facilidad de almacenamiento	
F-09	Mejora del Impacto ambiental que plantea la recolección del residuo	
F-10	Impacto ambiental que implica su eliminación	
F-11	Facilidad para definir la propiedad de los residuos	
F-12	Distancia existente entre la zona de disponibilidad del residuo y la probable zona de empleo (zona de demanda energética)	
F-13	Experiencia mundial	

A cada criterio se considera la asignación de una puntuación de cero a cuatro, en función al nivel de compatibilidad del criterio con la probable aplicación energética del residuo generado a partir del producto; la valoración nula corresponde a los casos en los que no se dispone de información.

Tabla 3 Puntajes de los criterios de calificación

Valor	Descripción
0	No se dispone de información
1	No es compatible con la aplicación energética del residuo
2	Poco compatible con la aplicación energética del residuo
3	Compatible con la aplicación energética del residuo
4	Muy compatible con la aplicación energética del residuo

Seguidamente, se procedió a determinar la puntuación total para cada residuo según ecuación 1.1

$$\text{PUNTUACIÓN} = \sum_{i=1}^n \text{Hi} * \text{Ci}$$

Donde:

Hi peso o valor ponderado del criterio

Ci valor asignado al criterio de acuerdo a su importancia energética.

Los residuos que obtuvieron la mayor puntuación son presentados en BIOMAP-PERÚ

Los residuos seleccionados son caracterizados en el Centro de Investigación y Desarrollo de Biomasa a través ensayos físicos y químicos siguiendo las normas ASTM.

Como resultado de esto se seleccionó residuos la cascarilla de arroz, la pajilla de arroz, la broza de espárragos, la broza de algodón, los residuos de cosecha de la caña de azúcar (hojas y cogollos), el bagazo y las hojas de maíz.

En el caso de los residuos de la industria de la madera, en las visitas a los aserraderos ubicados en Pucallpa se observó que los residuos de importancia eran el aserrín y la viruta y que el cachimbo, la caoba, la capirona, la catahua, el cedro, la copaiba, la cumala, el eucalipto, la higuera, el ishpingo, la lupuna, la moena, el roble corriente, el shihuahuaco y el tornillo son las especies más importantes.

d) Muestreo y caracterización de la biomasa residual

Se procedió a recolectar muestras de las biomásas seleccionadas a nivel nacional. Las muestras fueron sometidas a los análisis inmediato, elemental y de poder calorífico.

e) Determinación del potencial energético

Se desarrolló un modelo matemático para los residuos seleccionados. Básicamente el resultado es función a la cantidad de residuo disponible para fines energéticos y a su contenido energético o poder calorífico.

f) Procesamiento de la información y elaboración de BIOMAP

Los mapas se elaboraron tomando como referencia la cartografía oficial del Perú. La oferta de biomasa en términos de volumen y energéticos fue vertida en los mapas.

ANÁLISIS

Como resultado de la investigación se pudo elaborar la oferta de biomasa residual a nivel nacional por departamentos y provincias. La figura 1 muestra los resultados a nivel nacional y la figura 2 y la tabla 4, a modo de ejemplo los resultados para el departamento de Ica.

La figura 3 presenta el potencial energético por residuo y departamento.

La tabla 5 muestra los volúmenes de residuos susceptibles de ser aprovechados y el potencial energético por producto.

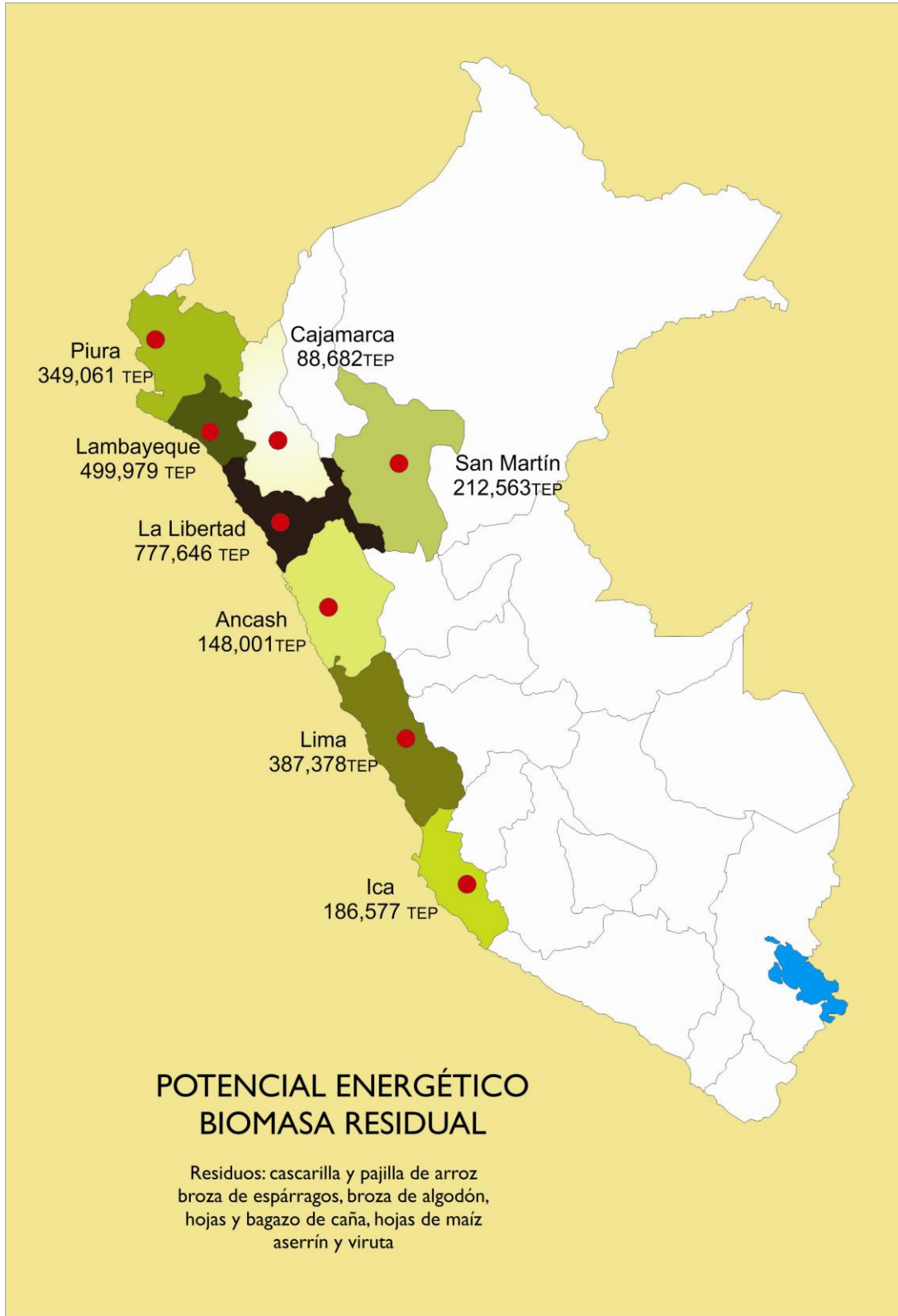


Fig. 1 Potencial energético disponible correspondiente a residuos biomásicos

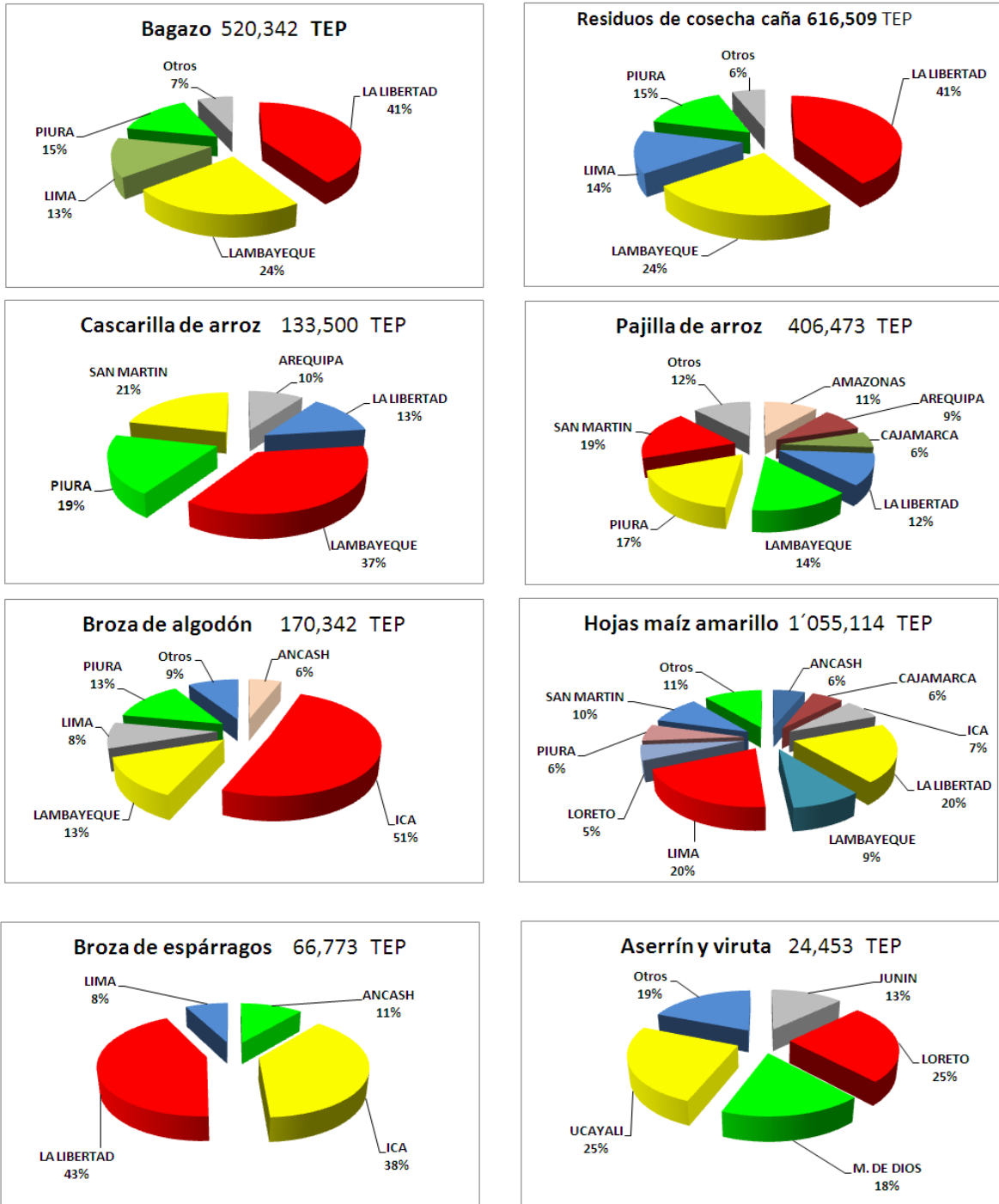


Fig. 3 Potencial energético de la biomasa por residuo

Tabla 5 Potencial energético por residuo

PRODUCTO	RESIDUO EN TM	% VOLUMEN	ENERGÍA TEP	%ENERGÍA
MAIZ AMARILLO	2,779,277	27.12%	1,055,114	35.25%
CAÑA DE AZUCAR(RAC)	1,884,271	18.39%	616,509	20.59%
BROZA DE ALGODÓN	446,698	4.36%	170,342	5.69%
BROZA DE ESPÁRRAGOS	242,638	2.37%	66,773	2.23%
ARROZ (PAJILLA)	1,335,289	13.03%	406,473	13.58%
ARROZ(CASCARILLA)	395,323	3.86%	133,500	4.46%
VIRUTA	60,242	0.59%	24,453	0.82%
BAGAZO	3,103,932	30.29%	520,342	17.38%
TOTAL	10,247,670	100.00%	2,993,506	100.00%

CONCLUSIONES

1. Los residuos agrícolas y forestales del Perú son recursos que actualmente no son explotados comercialmente y que presentan un gran potencial como fuente de energía primaria por lo que se requiere mejorar la capacidad del país en el conocimiento del uso que actualmente existe sobre la biomasa con fines energéticos.

2. En el Perú la agricultura, agroindustria y la industria de la madera generan anualmente más de 10 247,00 TM de residuos susceptibles de ser aprovechados energéticamente.
3. La valoración energética indica un potencial de 2'993,506 TEP constituido principalmente por residuos de la cosecha de la caña de azúcar (20.6 %) , tallos, hojas y coronta del maíz (35.25%), bagazo y (17.4%), cascarilla de arroz (4.46%) y pajilla de arroz (13.6%, broza de espárrago (2.23%), broza de algodón (5.7%) y viruta y aserrín (0.8%).
4. Los departamentos con mayor potencial son: La Libertad (26%), Lambayeque (16.7%), Lima (13%), San Martín (7.1%) , Piura (11.7%) e Ica (6.23%).

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Assureira, E. y Assureira M.A. (2013) Bioplat Peru Plataforma tecnológica para el crecimiento continuo competitivo y sostenible de la biomasa energética en el Perú. Informe Final Proyecto Vicerrectorado Investigación. Manuscrito no publicado.
- 2 Bhattachara S.C., Abdul Salam P. (2005) An assessment of the potencial for non-plantations biomass resources in selected Asian Countries for 2010. Biomass and Bionergy 29, 153-163
- 3 Castelles X. E., Cadavic C., Campos P.E. Tratamiento y valoración energética de residuos. Ediciones Diaz Santos, España 64
- 4 Comisión Multisectorial de Bioenergía, Grupo Técnico de Investigación y Transferencia Tecnológica, (2010). Primer informe técnico sobre investigación y transferencia tecnológica en bioenergía. Documento interno de trabajo.
- 5 Demirbas, A. (2005). Fuel and combustion properties of bio-wastes. Energy Sources, 27 (5), 451-462.
- 6 Hassuani, S.J, y Leal M.R. y Macedo, I. (2005). Biomass power generation: sugarcane bagasse and trash (1era ed.). Brazil: Série Caminhos para Sustentabilidade Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Centro de Tecnología Cañera.
- 7 International Energy Agency. (2012). World Energy Outlook 2012, Renewable Energy Outlook. Disponible en <http://www.worldenergyoutlook.org/>

- 8 Obernberger y T. Brunner, Chemical properties of solid biofuels significance and impact, London, Biomass and Bionenergy Vol. 30, Issue 11, 2006.
- 9 Patel, B. y Gami, B. (2012). Biomass Characterization and its use as solid fuel for combustión. Irania Journal of Energy and Environment, 3, (2), 123-128.
- 10 Vamvuka, D. y Zografos, D. (2004). Predicting the behaviour of ash from agricultural wastes during combustion. Fuel, 83 (14), 2051-2057.
- 11 Vamvuka, D. y Kakaras, E. (2011). Ash properties and environmental impact of various biomass and coal fuels and their blends. Fuel Processing Technology, 92 (3), 570-581.
- 12 Vassiler, S. y Baxter, D. (2010) An overview of chemical composition of biomass. Fuel, 89, 913-933