



Residuos agropecuarios: energía alternativa para el desarrollo agroindustrial en Colombia

Fabio E. Sierra Vargas *
Carlos A Guerrero F**
Fabiola Mejía B***

Agricultural Waste: alternative energy for agribusiness development in Colombia

Resumen

El desarrollo sostenible y la industrialización del campo colombiano, deben basarse en la búsqueda de una mejor opción energética y de tecnologías al alcance de la población. Las perspectivas de uso energético indican que cada vez van a ser mayores los requerimientos energéticos y se va a contar con menor cantidad de combustibles fósiles, por lo que se debe tener en consideración la disponibilidad de otras fuentes, como son el uso de residuos agrícolas; éstos permiten reducir afectaciones ambientales actuales tales como la contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire por la generación de lixiviados y producción de gas metano. Actualmente se cuenta con políticas nacionales que favorecen el uso de las energías renovables, necesitando trabajar en el fortalecimiento de aquellas que sean técnica, social y financieramente viables de acuerdo al sitio en el país donde serán implementadas.

Palabras clave: : *Residuos agrícolas, agroindustria, energías renovables, sector rural.*

Abstract

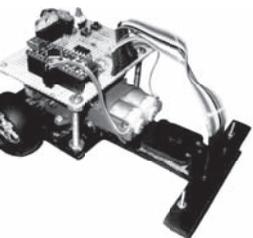
The sustainable development and industrialization of the Colombian country should be based on the search of a better energy option and technologies of population 's reach. The perspectives in the use of energy show that the energy requirements will be increasingly demanding and fossil fuels will be higher that 's why other sources must be kept in mind such as the use of agricultural waste; these can reduce environmental problems such as the contamination of subterranean water and air pollution because of the production of methane gas and leachate process. Nowadays, National Policies exist, and they are in favor in the use of renewable energy. To work on the strengthening of those that are technically, socially and financially viable according to the place of the country where they will be implemented.

Key words: *Agricultural waste, agro industry, renewable energy, rural area.*

* Ingeniero Mecánico. Doctor en Ingeniería- Energías Renovables. Magister en Ingeniería – Automatización Industrial. Profesor Asociado de dedicación Exclusiva Universidad Nacional de Colombia. Director grupo de Investigación “Mecanismos de Desarrollo Limpio y Gestión Energética”. MDLyGE.

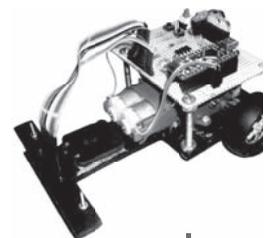
**Químico. Doctor en Ingeniería. Profesor Asociado de dedicación Exclusiva Universidad Nacional de Colombia. Director del grupo “Aprovechamiento de Recursos Naturales. APRENA

***Ingeniera Mecánica, Historiadora. Miembro del “Grupo Interdisciplinar de Estudios Ambientales” GEA de la ETITC.



1. Introducción

Las últimas décadas se han caracterizado por una grave problemática para la población que habita las zonas rurales en Colombia, y en general en todos los países en vías de desarrollo. Se nota claramente la ausencia del Estado para fomentar inversiones, que permitan generar procesos productivos que brinden bienestar a la población del sector rural, empresas agroindustriales que faciliten la estabilidad en los territorios que ocupan, generando empleos permanentes y evitar el desplazamiento a las grandes ciudades en búsqueda de oportunidades laborales para sí mismos y para sus familias. En Colombia la población dependiente del agro se estima entre el 25% y el 30% del total, es decir, cerca de 12 millones de colombianos, reconociendo que las urbes también dependen del campo. Sin embargo el peso del agro en el PIB colombiano fue de menos del 7% en 2010, con lo que se refuta la idea de que Colombia es un país agrario. Sencillamente su



agricultura es menos significativa que su industria y ambas incluso menos productivas que el sector minero que es el que más pesa en el PIB.

Adicional a la infraestructura requerida se necesita ofrecer fuentes energéticas, que permitan la transformación de los productos locales, y de esta forma lograr que los productos perecederos dejen de serlo al procesarlos, y permitir su transporte y almacenamiento por periodos suficientemente largos para comercializarlos de una mejor forma.

La energía final que requieren los pobladores rurales se puede considerar como mecánica, eléctrica y térmica. Tal es el caso del uso de motores eléctricos para la molienda, la refrigeración, el empaque de productos, bombeo de agua entre otras, o el calor requerido para la pasteurización y el secado. La energía mecánica en forma directa ya es poco utilizada, sin embargo se pueden emplear sistemas eólicos para el bombeo de agua o la misma molienda.

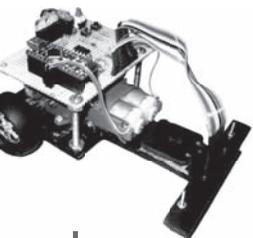
Colombia se caracteriza por tener dos zonas bien diferenciadas, desde el punto de vista eléctrico. Esta es el Sistema Interconectado Nacional SIN y la denominada Zona No Interconectada.

El sistema interconectado nacional está compuesto por una red, la cual se alimenta con grandes centrales hidroeléctricas y sistemas térmicos a base de gas natural y carbón; ésta es alimentada por sistemas generadores de gran capacidad, transmitida y distribuida a 500kV, 250kV, 115 kV. Cuando la energía se acerca al usuario final, se utilizan subestaciones que transforman la misma a bajos voltajes hasta que llega a los hogares a 110 o 220 V. Al transferir la energía hay una disipación de calor al ambiente relacionada con la

corriente que transmite; esta pérdida de calor es proporcional al cuadrado de la corriente de la línea. Teniendo en cuenta que la potencia transmitida es el voltaje por la corriente, entre más se baje el voltaje de transmisión más se incrementan las pérdidas por calor.

Esta es una de las grandes dificultades para llevar la energía eléctrica al sector rural y a las zonas no interconectadas, debido a que la población está muy dispersa y esto hace que la instalación de redes sea costosa, si se tiene en cuenta la población a atender. Sin embargo, es claro que se requiere brindar fuentes de energía si se pretende desarrollar el campo y enfrentar los nuevos tratados comerciales que viene firmando el gobierno con diferentes países. Una solución a este problema es el desarrollo e instalación de pequeñas plantas transformadoras y generadoras de energía térmica y eléctrica. Adicionalmente, teniendo en cuenta el problema actual medioambiental que generan las energías convencionales o fósiles, y de acuerdo a los lineamientos del desarrollo sostenible, se han venido promoviendo las energías renovables y/o no convencionales como son la solar térmica y fotovoltaica, el uso de la biomasa, la eólica, las pequeñas centrales hidroeléctricas, la de las olas, la de las mareas, la geotérmica, entre otras.

Uno de los mecanismos más sencillos y que tienen mayor proyección es el uso de la biomasa en sus diferentes formas. De ésta se pueden obtener combustibles sólidos, gaseosos y/o líquidos, y tomar como fuente de los mismos desde los desechos que se producen en los hogares hasta los denominados cultivos energéticos, pasando por el uso de residuos agroindustriales, material orgánico de efluentes, de industrias como la del papel, etc.



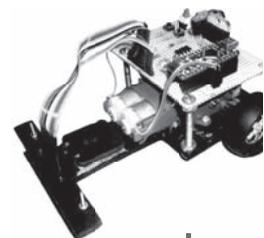
2. **Energía y desarrollo sostenible**

Por definición, el desarrollo sostenible busca la reducción del consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida de la población, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento racional en su uso. Para el caso del sector rural, se requiere adicionalmente generar mecanismos productivos en áreas donde no necesariamente se tienen fuentes de energía implementadas, es por ello que se busca poder estar en concordancia con mecanismos que minimicen los impactos que se puedan generar en la zona. Es por ello que el uso de residuos agrícolas, energía solar, del viento u otras que se puedan implementar a pequeña escala son las que menos efectos nocivos generan. Cuando se piensa en la tecnología a implementar desde el punto de vista del desarrollo tecnológico, lo primero a tener en cuenta es la población, cuáles son sus necesidades reales que permitan mejorar sus condiciones de vida sin que afecten sus tradiciones y cultura. En Colombia se tienen diferentes tipos de grupos sociales en las zonas rurales, como las comunidades indígenas, afro-descendientes y los campesinos; cada una tiene diferentes necesidades, por ello debe prevalecer el grupo social por encima del individuo como tal, al momento de definir las inversiones y desarrollo previsto para cada caso. De acuerdo a las metas planteadas, la tecnología seleccionada debe ser económicamente viable para que pueda considerarse, teniendo en cuenta los costos de oportunidad, subsidios, financiamiento. Actualmente se cuenta con una base tecnológica bastante grande para suministrar energía a diferentes escalas, sin embargo debe tenerse en cuenta el costo que representa cada una, esto a su vez depende de la ubicación geográfica. En zonas de alta radiación solar, se debe pensar en la instalación de

equipos térmicos solares o fotovoltaicos. Para el caso de lugares netamente agrícolas se puede pensar en el uso de residuos agrícolas o incluso cultivos energéticos. A su vez de acuerdo al tipo de siembra que se tengan en la zona se pueden utilizar diversos procesos como son la biodigestión, la gasificación la pirolisis o la combustión directa. En caso que se cuente con buena velocidad de viento se pueden colocar pequeños generadores o, bien instalar sistemas de bombeo directos. Hoy en día se evalúan métodos híbridos que permiten combinar diferentes fuentes de energía para incrementar la eficiencia del sistema.

Desde el punto de vista de la legislación aplicada, debe observarse la viabilidad que tiene un proyecto. Uno de los principales factores son los beneficios tributarios que se ofrecen en el país para la importación de equipos, subsidios para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, ayudas agrícolas y agroindustriales, entre otros.

Una vez se defina la incidencia de los parámetros mencionados, se evalúa la mejor tecnología a implementar para el área de estudio. Teniendo en cuenta que en el campo se requieren sistemas energéticos normalmente pequeños y aislados, debe pensarse que esa tecnología sea desarrollada en el país y que tenga respaldo permanente. En algunas ocasiones se incurre en serios problemas cuando se importa tecnología que requiere un manejo muy sofisticado y ante cualquier inconveniente, al no poderse solucionar el problema prontamente, esta queda abandonada, generando inconformismo y poca credibilidad de los beneficios entre los usuarios. Cabe anotar que las pequeñas poblaciones no tienen personal calificado para el manejo de los sistemas de transformación de energía, por lo que se debe pensar en instalar equipos que sean fáciles de comprender para poder cualificar a la misma población y que



ellos puedan hacer las reparaciones menores cuando sea necesario. Tecnologías que requieran bajo mantenimientos serían las adecuadas para

zonas de poca población, tal es el caso de los sistemas solares fotovoltaicos, biodigestores o sistemas eólicos. (Figura 1).



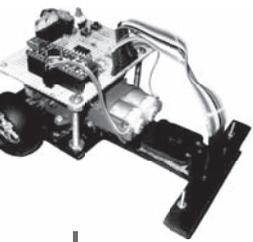
Figura 1: Factores de Uso de la Energía para el Desarrollo Sostenible.

Fuente: Adaptado por los autores de (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo, & Arango Gómez, 2007).

3. Fuentes de energía

Las formas finales de uso de la energía las podemos clasificar en tres: mecánica, térmica y eléctrica. En general cuando se habla de energización del campo, se está hablando de electrificación. Ha de tenerse en cuenta que la aplicación de la energía para aumentar el valor agregado a los productos agrícolas en general, recurren al uso de energía térmica o mecánica, tal es el caso de los procesos de secado, refrigeración, pasteurización, purificación de agua entre otros. Desde el punto de vista mecánico, los sistemas de bombeo de agua, extracción de zumos, molienda, son los más empleados. La energía eléctrica se utiliza para iluminación, sistemas de empaque y accionamiento de motores eléctricos.

Diversas formas de energía se encuentran en la naturaleza, desde la antigüedad fueron utilizadas la madera, la solar térmica para secar productos cárnicos y harinas, la eólica para mover embarcaciones y agua para hacer funcionar pequeñas turbinas en trabajo mecánico, como es la molienda y bombeo de agua. Con el pasar del tiempo se encontraron otros recursos y se aprovecharon a mayor escala, teniendo en cuenta su densidad energética y la posibilidad de obtener altas temperaturas en procesos de combustión. Estos materiales son los denominados combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo con sus derivados y el gas natural. En las últimas décadas se observó el problema ambiental que presentan los mismos, debido al efecto invernadero que generan y su disponibilidad limitada, ya que en poco



tiempo estos van a agotarse, por ello son denominados recursos energéticos No Renovables. Desde el punto de vista del sector rural, no se tiene fácil acceso a ellos o es costoso su transporte hasta el sitio de uso final. En muchos de los casos, no se cuenta con la infraestructura necesaria para llevar estos combustibles a las zonas donde se requiere.

Hoy en día se debe dar una mirada a las fuentes renovables de energía, las cuales por su disponibilidad pueden utilizarse en cualquier lugar, ya que no existe un lugar en el planeta que no cuente, en mayor o menor medida con alguna de estas fuentes energética. (Figura 2)

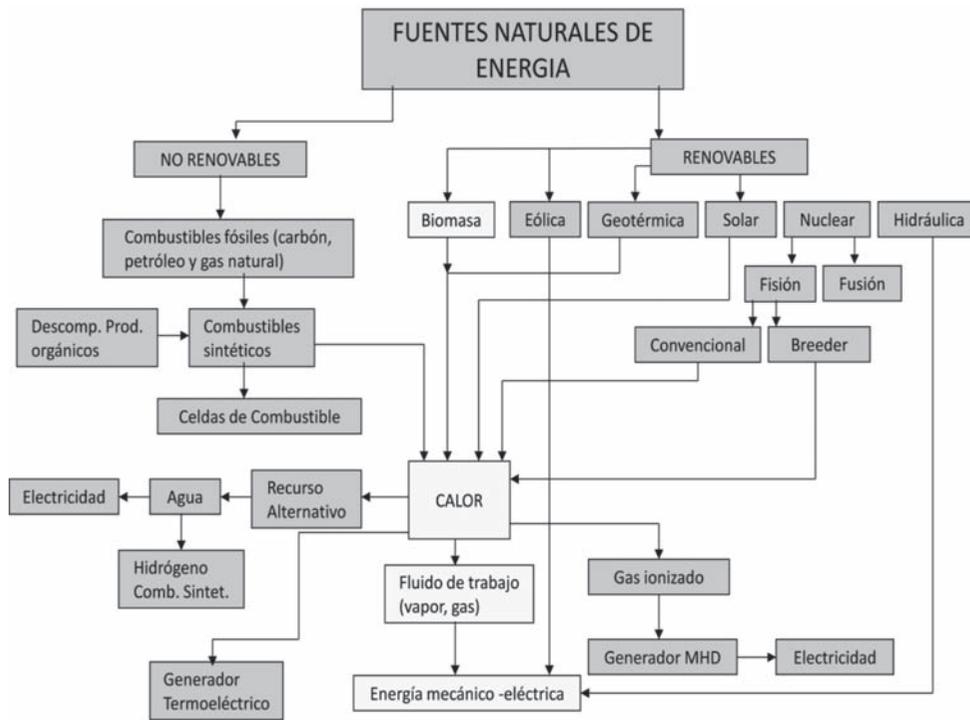
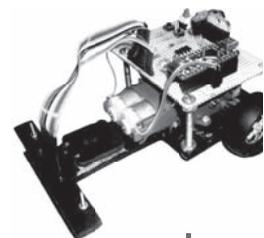


Figura 2: Factores de Uso de la Energía para el Desarrollo Sostenible.
Fuente: Adaptado por los autores de (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo, & Arango Gómez, 2007).

4. Disponibilidad de la energía

Las energías no renovables se impusieron desde su descubrimiento, debido a la alta densidad energética y capacidad de almacenamiento que poseen, si se compara con las fuentes renovables. Con el tiempo se ha diseñado y construido baterías de diferentes materiales, se ha investigado en el uso de fluidos para almacenar el calor proveniente de la energía solar, se han diseñado mecanismos para

acumular el agua y así poder combinar fuentes hidráulicas con energía del viento. Tal vez la biomasa es una de las mejores formas de almacenar energía, ya que cada vez que tenemos un cultivo, poseemos energía almacenada que luego se podrá convertir en un combustible líquido, sólido o gaseoso. Debe tenerse en cuenta que cuando no se usan los residuos agroindustriales en forma de energía, estos terminan descomponiéndose y generando contaminación a las aguas a través de la



formación de lixiviados, o al aire por la formación de gas metano. (Tabla 1).

Almacenamiento ideal	Carbón
	Petróleo y gas
	Atómica
Almacenable	Solartérmica
	Geotérmica
	Biomasa
	Hidráulica
Fluctuante	Eólica
	Fotovoltaica
	Olas / Mareas

Tabla 1. Clasificación de la energía de acuerdo a su almacenamiento.

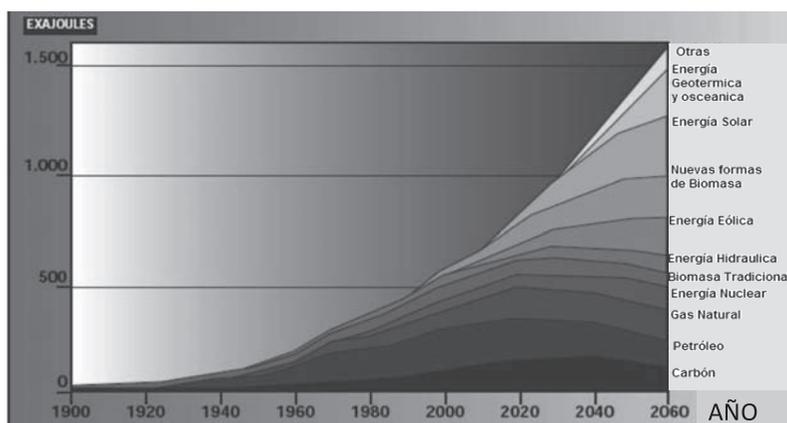
Fuente: adaptado por los autores de (Sierra Vargas, Guerrero Fajardo, & Arango Gómez, 2007).

5. *Prospectiva de los requerimientos energéticos a nivel mundial*

En estudio realizado por la organización Shell (Figura 3) el uso de energéticos a nivel mundial, va a ser mayor, debido a los requerimientos de energía para satisfacer a la población mundial. Es por ello que se debe aumentar la toma de conciencia en la implementación de tecnologías que sustituyan los combustibles fósiles. Para el año 2060 se estima que alrededor del 70% de la energía usada en el mundo provendrá de las energías renovables y de esta alrededor del 25% producida de fuentes de biomasa.

6. *Areas requeridas por fuentes de energía*

Si se observa el área requerida para producción de energía a partir de fuentes renovables, los cultivos energéticos están muy por encima de otras formas de energía, es por ello que se requiere aprovechar al máximo los residuos obtenidos de los diferentes cultivos, ya que se estaría pasando de un residuo a un subproducto. (Figura 4).



Fuente: Dr. Gerd Eisenbeiß, Perspektiven für die Welt von Morgen erneuerbaren Energien, Energie (2003)

Figura 3: Perspectivas de uso de energéticos a nivel mundial hasta el 2060.

Fuente (Eisenbeiss, 2006)

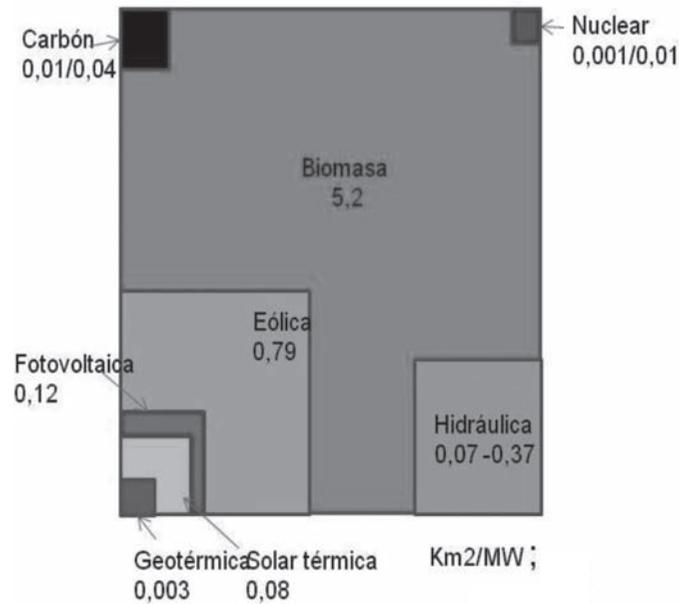
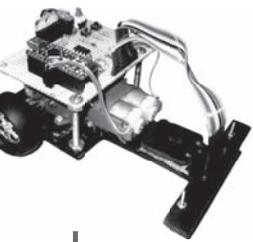


Figura 4: Diagrama de las 3reas en km²/Kw requeridas para la producci3n de energ3a el3ctrica a partir de diversas fuentes.

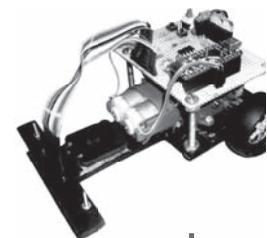
Fuente: UPME 2010

Teniendo en cuenta la biomasa residual, los residuos que se producen y que pueden ser utilizados como fuente de energ3a se listan en la siguiente tabla:

Fuente generadora de Biomasa	Tipo de residuo
Residuos forestales	Restos de aserr3n: corteza, astillas
	Restos de ebanister3a: aserr3n, trozos, astillas
	Restos de plantaciones: ramas, corteza, ra3ces
Residuos agropecuarios	C3scara , pulpa de frutas y vegetales
	C3scara y polvo de granos secos
	Esti3rcol
	Tallos, hojas, c3scaras, maleza, pastura
Residuos Agro - Industriales	Pulpa, c3scara de frutas y vegetales
	Residuos de procesamiento de carnes
	Aguas de lavado de carnes y vegetales
	Grasas y aceites vegetales
Residuos urbanos	Aguas negras
	Desechos dom3sticos org3nicos
	Basura org3nica

Tabla 2. Fuentes generadoras de Biomasa y Tipos de residuo.

Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hern3ndez, 2011).



7. **Situación actual del sector rural en Colombia**

En Colombia alrededor del 26% de la población vive en áreas rurales (11.838.032 personas). Esto ha cambiado notoriamente desde hace 30 años cuando el 46 % de los colombianos vivían en estas zonas. El desplazamiento se ha debido a diversas circunstancias dentro de las cuales caben destacar las difíciles condiciones de orden público y la falta de oportunidades de esta población causadas por el abandono permanente y la falta de políticas de desarrollo del gobierno central.

Actualmente de las 114 millones de hectáreas con que cuenta el país se considera que el 50,9% son de uso agropecuario. Diversos estudios elaborados tanto en Colombia como a nivel latinoamericano presentan información relacionada con la disponibilidad de tierras fértiles para el posible cultivo de energéticos o los cultivos de los cuales se puede disponer sus residuos como fuentes de energía. [(FAO, 2002), (CEPAL, 2004), (Restrepo Salazar, 2010). Tabla 3.

Uso actual	Hectáreas (millones)	Distribución (%)
AGROPECUARIA ESTIMADA	50,9	45%
Agrícola	3,4	3%
Pecuaria	39,1	34%
Bosques no colonizados	7,2	6%
Otros usos agrícolas ¹	1,02	1%
NO AGROPECUARIA	59,6	52%
Bosques no colonizados	45,04	39%
Otros usos ²	14,6	13%
MARGINALMENTE CULTIVABLE*	3,5	3%
TOTAL SUPERFICIE	114,1	100%

Tabla 3. Distribución territorial del Uso de la tierra en Colombia.
Fuente: Dirección de política sectorial MADR 2010

Colombia se caracteriza por tener diversos climas debido a su variada orografía y por estar en la zona tórrida tiene la posibilidad de poseer cultivos a lo lar-

go de todo el año. Los cultivos generan residuos que varían desde el 50 al 75% de su peso original según el producto y el proceso que se le dé. (Figura 5)

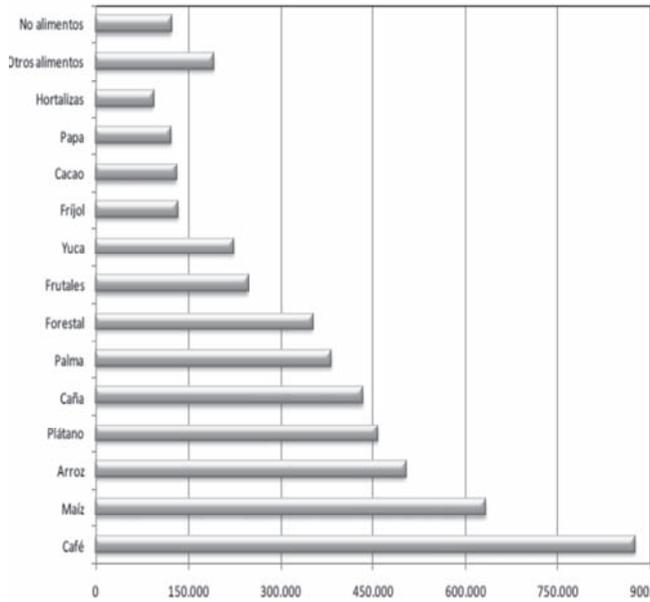
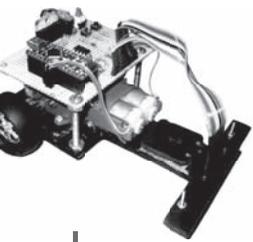


Figura 5: Principales productos de Colombia cultivados en hectáreas (Ha)

Fuente: Direcci3n de políti3ca sectorial MADR 2010

8. Biomasa residual en Colombia

En el a3o 2011 se public3 un estudio de La Unidad de Planeaci3n Minero Energ3tica, UPME, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovaci3n, Colciencias y la Universidad Industrial de Santander (UIS), donde se presenta en detalle el potencial de los recursos energ3ticos provenientes de los residuos agropecuarios que se tiene en Colombia. En las figuras 6 y 7 se presenta el recurso en Hectáreas (Ha) cosechadas y en Terajoules (Tj), observándose la amplia distribuci3n a lo largo del país. Es importante resaltar que en este momento muy pocos de estos recursos están siendo utilizados teniendo un amplio potencial para desarrollar tecnologías que favorezcan al sector rural, no solo para brindar energía a los hogares sino para fortalecer una políti3ca de desarrollo agroindustrial.

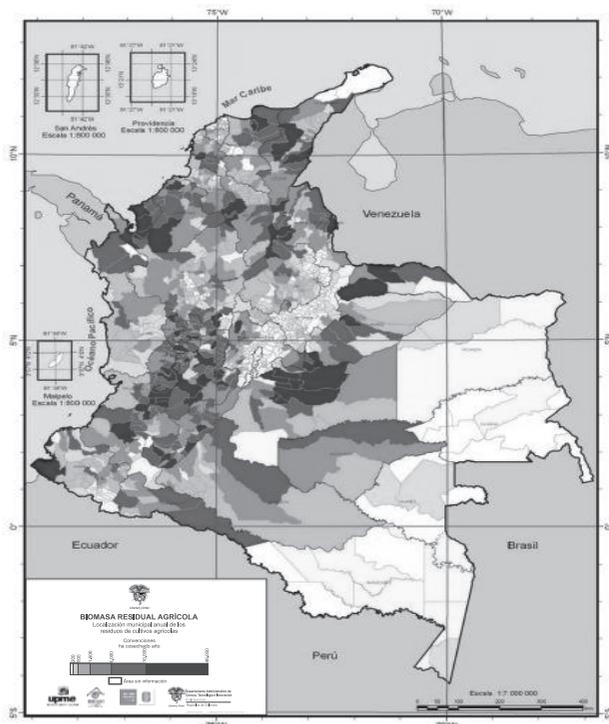


Figura 6: Mapa de la Biomasa Residual Agrícola en Colombia en Hectáreas (Ha).

Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hernández, 2011)

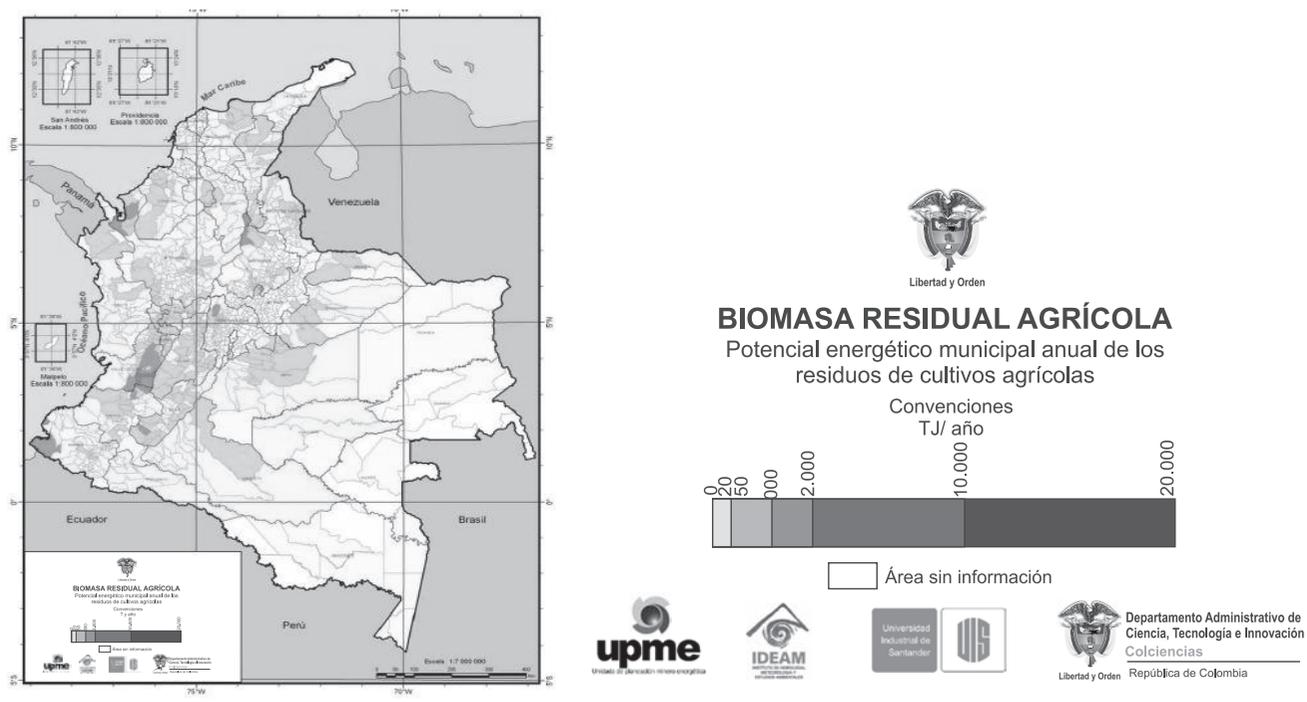
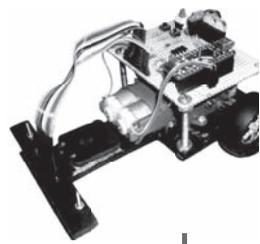


Figura 7: Mapa Mapa de la Biomasa Residual Agrícola en Colombia en Terajouls (Tj), Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hernández, 2011).

Colombia posee un alto grado de fertilidad en suelos y variados cultivos, que impulsan su potencial energético generado por los residuos agrícolas. En la Tabla 4 se observa los cultivos y su contribución energética.

9. Políticas relacionadas con el sector rural

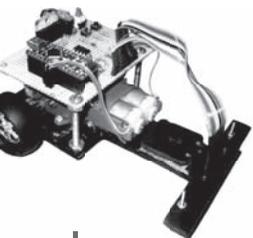
Adicional a las fuentes energéticas, se debe considerar las políticas que para fortalecer el campo tiene el gobierno. Desde el año 2001 con la promulgación de la ley 697 se tienen herramientas para implementar el uso de energía renovables.

La Ley 697/2001 en su artículo 1° establece “Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, para asegurar:

El abastecimiento energético pleno y oportuno, la **competitividad de la economía colombiana**, la protección al consumidor y la **promoción del uso de energías no convencionales** de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Crear **capacidades para el desarrollo tecnológico**, la innovación y la gestión del conocimiento en el sector productivo a fin de consolidar una cultura energética en el marco del desarrollo sostenible.

A su vez el Decreto 3683 de 2003 en su artículo 2 define “Se establece que las **Fuentes No Convencionales de Energía -FNCE** Son aquellas disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente.Se consideran fuentes no convencionales de energía, entre otras, la solar, eólica, geotérmica, **energía proveniente de fuentes de bio-**



Cultivo	Producción ¹ [t/año]	Tipo de residuo	Masa de residuo [t/año]	Potencial energético [TJ/año]
Palma de aceite	872.117	Cuesco	189.074	2.6237,44
		Fibra	546.381	6.778,89
		Raquis de palma	924.618	6.607,31
Caña de azúcar	2.615.251	Bagazo	7.008.873	76.871,65
		Hojas - Cogollo	8.525.718	41.707,22
Caña panelera	1.514.878	Bagazo	5.680.790	62.305,56
		Hojas - Cogollo	3.832.640	18.749,01
Café	942.327	Pulpa	2.008.192	7.206,79
		Cisco	193.460	3.338,57
		Tallos	2.849.596	38.561,52
Maíz	1.368.996	Rastrojo	1.278.642	12.573,18
		Tusa	369.629	3.845,88
		Capacho	288.858	4.383,73
Arroz	2.463.689	Tamo	5.789.669	20.699,41
		Cascarilla	492.738	7.136,53
Banano	1.878.194	Raquis de banano	1.878.194	806,31
		Vástago de banano	9.390.968	5.294,27
		Banano de rechazo	218.729	495,34
TOTAL	14.974.807		71.943.813	331.645,71

Tabla 4. Potencial energético por producto de residuos agrícolas en Colombia.

Fuente: (Zapata Lesmes & Escalante Hernández, 2011)

masa, pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, energía proveniente de los océanos”.

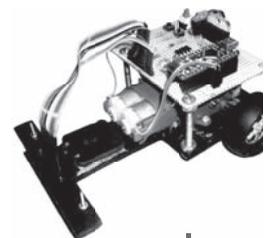
El actual gobierno en el **Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos”**, establece “...reducir las desigualdades y ofrecer oportuni-

dades a cada uno de los colombianos...”. Para el gobierno del Presidente Juan Manuel Santos, el sector agropecuario es considerado uno de los cinco sectores de importancia estratégica en el desarrollo económico y social de Colombia (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2011), (Restrepo Salazar, Informe de rendición de cuentas Gestión 2010-2011, 2011).

En este momento se encuentra en desarrollo el **“Programa Desarrollo de las Oportunidades de Inversión y Capitalización de los Activos de las Microempresas Rurales – Oportunidades Rurales”**, financiado con un crédito externo del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola – FIDA –, por USD 32 millones para ser ejecutado entre 2007 y 2013 cuyo objetivo primordial es la **“Formación de productores en capacidad de producir competitivamente y articularse a los mercados”**.

Con la **LEY DE FORMALIZACIÓN Y GENERACIÓN DE EMPLEO (1429 DE 2010)**, se promueven mecanismos para incentivar la constitución de **nuevas empresas y la generación de empleos formales** en el sector agropecuario y rural. Dentro de los lineamientos de la ley se tiene el diseño y promoción de programas de microcrédito y crédito para empresas creadas por jóvenes menores de 28 años. “Apoyo técnico, financiero y de capacitación”.

Lo anterior, muestra que se tienen herramientas para generar un desarrollo agroindustrial más sólido pero esto implica que la población rural tenga acceso a fuentes adecuadas y de bajo costo de energía. Diversas instituciones, como son el Instituto para la Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no interconectadas, el Ministerio de Agricultura, la Unidad de Planeación Minero Energética, Colciencias, las Universidades, entre otras están adelantando programas para llevar la energía al campo.



10. Conclusiones

El desarrollo agroindustrial en Colombia requiere que se implementen sistemas de energía (adicional a la infraestructura propia para llevar a los grandes centros de consumo los productos procesados) para poder consolidar condiciones de bienestar a la población rural, esto ligado a capacitación de los jóvenes y programas de financiamiento.

Colombia cuenta con un potencial amplio en energías renovables y en especial del uso de biomasa residual, la cual está distribuida a lo largo y ancho del país y que actualmente no está siendo aprovechada.

El uso de biomasa residual como fuente de energía disminuye la contaminación a las aguas subterráneas y al aire generando bienestar y desarrollo local.

Se cuenta con diversas tecnologías para aplicar la transformación de residuos agropecuarios y productos útiles energéticamente convirtiéndolos en subproductos.

11. Bibliografía

CEPAL. (2004). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe. Situaciones y propuestas políticas. CEPAL.

Eisenbeiss, G. (2006). Perspektiven fuer die Welt von Morgen erneuerbaren Energien. Energie .

FAO. (2002). Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe. México: FAO.

FAO. (2002). Estado de la información forestal en Colombia. Chile: FAO.

Mejía Barragán, F. (2011). Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Bogotá: Universidad Nacional- Tesis para optar al título de Magister en Medio Ambiente y Desarrollo.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). Perspectivas agropecuarias primer semestre 2011. Recuperado el 23 de 05 de 2012, de www.minagricultura.gov.co.

Perfetti, J. (2009). Crisis y pobreza rural en América Latina: el caso Colombia. Santiago de Chile: Documento de trabajo No. 43 Programa Dinámicas Territoriales Rurales.

PNUD. (2011). Colombia rural, razones para la esperanza. en Informe Nacional de Desarrollo Humano. PNUD.

Prías Caicedo, O. (2010). Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales. Informe final. Bogotá: UPME.

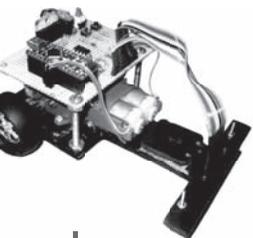
Restrepo Salazar, J. (2011). Informe de rendición de cuentas Gestión 2010-2011. Bogotá: Ministerio de Agricultura.

Restrepo Salazar, J. (2010). Una Política integral de tierras para Colombia. Bogotá.

Sánchez Steiner, L. (2008). Éxodos rurales y urbanización en Colombia. Bitácora No.13 , 13, 57-72.

Serrano Camacho, C. (2006). Alternativas de utilización de biogas de rellenos sanitarios en Colombia. Bogotá: Universidad de las Palmas, Trabajo de tesis para optar al título de Magister.

Sierra Vargas, F. E., Guerrero Fajardo, C., & Arango Gómez, J. (2007). Tecnologías para el aprovechamiento de biocombustibles. Bogotá: Unibiblos.



UPME. (2010). Eficiencia energética como medida de mitigación al cambio climático. Bogotá: UPME.

UPME. (2007). Las fuentes no convencionales de energía. Bogotá: UPME.

UPME. (2010). Proyección de la demanda de Energía en Colombia. Bogotá: UPME.

UPME, & Bariloche-BRP, C. (2007). Consultoría para la formulación estratégica del plan de uso racional de energía y de fuentes no convencionales de energía 2007-2025. Bogotá: UPME.

Zapata Lesmes, H., & Escalante Hernández, H. (2011). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Bogotá: UPME.