

USO DE BIOMASA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN.

Flores Marco, Noelia¹, Anschau Alicia², Carballo, Stella²

¹Instituto de Ingeniería Rural. CIA. INTA

CC 25 1712 Castelar, Prov. de Buenos Aires. Argentina.

Tel. 011 4665 0495 / 0450 / 2115 e-mail: nflores@cnia.inta.gov.ar

² Instituto de Clima y Agua – CIRN. INTA – Castelar –Buenos Aires. aanschau@cnia.inta.gov.ar
scarballo@cnia.inta.gov.ar

RESUMEN: En Argentina existe un gran potencial biomásico derivado de las actividades agrícolas y agroindustriales, para la generación de energía eléctrica; este potencial no está siendo aprovechado adecuadamente, de tal manera, que la mayor parte de la generación de electricidad proviene de las centrales termoeléctricas, siendo Argentina altamente dependiente, desde el punto de vista energético, de los combustibles fósiles.

El aprovechamiento de estos recursos, para la generación de energía, se muestra como una alternativa económica y medioambientalmente viable para contribuir a la generación de electricidad.

En el presente trabajo se aborda el estudio de caso de la Provincia de Tucumán, la cual cuenta con abundantes recursos biomásicos derivados de la agroindustria azucarera y los derivados de la poda de frutales.

Para abordar el estudio se ha generado un sistema de información geográfica, herramienta esencial para evaluar espacialmente el potencial del recurso. La información generada permite proyectar las dimensiones de las plantas de producción de energía eléctrica y su localización estratégica y definir políticas públicas que movilicen inversiones del sector privado, atraigan financiamiento internacional o permitan implementar programas de formación e inclusión de las comunidades locales.

Palabras clave: Bioenergía, Cadena productiva de la caña de azúcar, Economía regional, Sistemas de Información Geográfica.

INTRODUCCION

Actualmente, la Provincia de Tucumán, está sujeta a restricciones de suministro de energía eléctrica. El sistema de transporte sobre el que se asienta el abastecimiento de la provincia es 132 KV, el cual se muestra insuficiente, debido al fuerte crecimiento registrado en la demanda de energía y a la falta de inversiones encaminadas al aumento de generación eléctrica y su distribución, de tal modo que en los últimos años se observa un agotamiento de la capacidad instalada.

El aprovechamiento de los recursos biomásicos procedentes de la economía regional, como los derivados de la industria azucarera y del manejo de las plantaciones de cítricos (poda), se muestran como una oportunidad para la cogeneración de energía eléctrica.

La biomasa aprovechable desde el punto de vista energético de la caña de azúcar es el bagazo y los residuos agrícolas cañeros (RAC). El bagazo representa el 30% de los tallos verdes molidos y es el residuo fibroso de este proceso y se obtiene con un 50% de humedad, lo que equivale a 12 tn de bagazo anual por hectárea cosechada equivalentes a 2,4 tn de combustible equivalente (tce = 37,5 MJ/kg). Respecto al uso de RAC como combustible, depende sobre todo de la posibilidad de su recolección. De este modo, el RAC recolectable, considerando necesidades agronómicas del suelo (de acuerdo a recomendación técnica) y eficiencia de maquinaria recolectora/densificadora utilizada en Argentina, se ha establecido en 3,9 tn de RAC por hectárea de caña cosechada, equivalentes a 0,62 tce.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para abordar el estudio se utilizó la metodología WISDOM, desarrollada por FAO. Esta metodología aborda el estudio de la biomasa para energía, desde el punto de vista de la oferta y la demanda de biomasa como combustible, obteniendo un balance, lo cual permite la planificación estratégica para la intervención en áreas prioritarias de actuación e implementación de estrategias de desarrollo de la bioenergía.

Para contabilización de Biomasa disponible para generar energía se realizó un relevamiento de los cultivos leñosos preponderantes, que en Tucumán (cítricos) y del cultivo de caña, a partir de una clasificación supervisada de imágenes Landsat para el 2007.

Para determinar la biomasa potencial generada a partir la poda de los frutales, se consultó bibliografía internacional. Para cítricos, la única referencia encontrada se refiere a las condiciones existentes en Italia (APAT, 2003), los valores aplicados fueron de 3 tn de biomasa seca/hectárea/año. Este valor ha sido aplicado hasta que existan referencias específicas para Argentina. Para determinar la cantidad de Bagazo generado por la industria azucarera en el 2007 y el RAC recolectable para usos energéticos se consultó al Ing. Agr. Alejandro Valéiro de Famaillá (Tucumán) quien elaboró el flujograma del la caña de azúcar a nivel nacional para el 2007 (ver Figura1).

Una vez contabilizada y espacializada la biomasa potencial disponible a partir de los mencionados residuos, se calculó la oferta disponible accesible, teniendo en cuenta la accesibilidad física y legal al recurso. La accesibilidad fue calculada con la herramienta de ArcGis CostDist. Para este cálculo se generó un mapa de pendientes a partir del Modelo Digital de Terreno a 90 m de imágenes Radar (SRTM), a 250 m/píxel, un mapa en el que se encuentran fusionadas las vías de comunicación, ferrocarril en servicio, localidades y parajes, obteniendo como resultado un mapa en el cual se encuentra contabilizado el costo acumulado mínimo para cada píxel. Toda esta información ha sido geoespacializada para su posterior mapeo y análisis espacial.

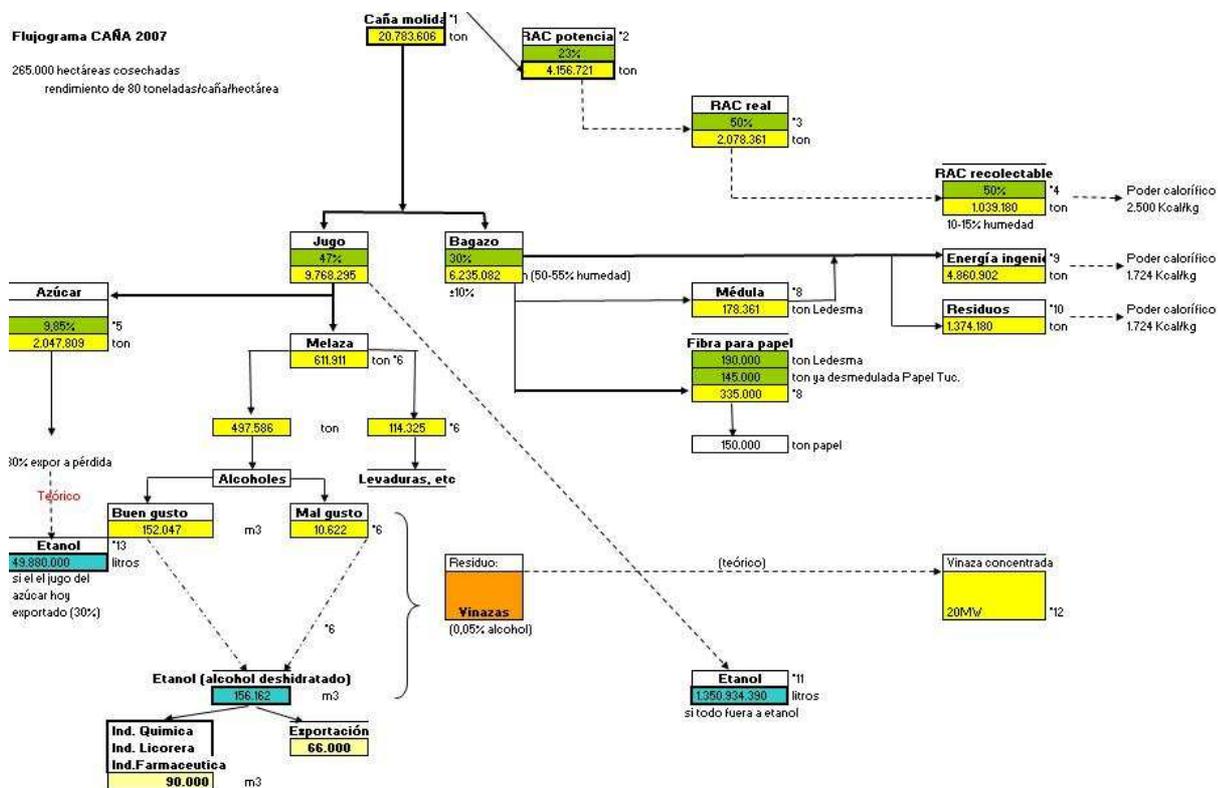


Figura 1: Ciclo del cultivo de la Caña de Azúcar en Argentina. Fuente: Ing. Agr. Alejandro Valeiro. EEA Famaillá. 2008.

1. Se usaron los datos de caña molida del Centro Azucarero Argentino para 2007. Se consideran los más ajustados a la realidad. Puede haber caña no cosechada, pero tampoco se utilizaría para energía
2. EEAOC, 2007. Mediciones sobre las variedades más difundidas en Tucumán.
3. RAC real, considerando pérdida de humedad (de 40-50% a 10% aprox.). Se deja secar a campo.
4. RAC recolectable: considerando necesidades agronómicas del suelo (de acuerdo a recomendación técnica) y eficiencia de maquinaria recolectora/densificadora.
5. Centro Azucarero Argentino, rendimiento fabril promedio Argentina, 2007
6. Cámara de Alcoholes, Producción acumulada Jun-Dic 2007, para alcoholes y otros usos (levaduras, etc.)
- 7 1 kg RAC= 1,35 kg bagazo = 0,208 Nm3 gas natural; Feijoo et al., Jornadas SATCA 2008.
- 8 Empresa Ledesma S.A, en 2007, comunicación personal
- 9 Ledesma desmedula el bagazo y la médula se quema en las calderas. Papel del Tucumán compra el bagazo desmedulado.
10. Ledesma usa 100% de su bagazo para energía propia (comunicación personal). Para el resto de los ingenios se calculó a razón de 250Kg quemados/ton de caña molida (Perera, 2008 y Ledesma SA com.pers.). Estas cifras deberían especificarse en cada ingenio en el futuro. Depende del valor anterior. Ledesma no tiene residuos, es posible que otros ingenios tampoco.
- 11 A razón de 65l. Internacionalmente puede llegar a 90l.
- 12 Perera, 2008.
- 13 A razón de 8l tn/caña molida. Internacionalmente la tasa es de 10l.

POTENCIAL BIOMÁSICO

Los departamentos con potencial biomásico para la generación de bioenergía a partir de la poda de frutales cítricos, bagazo y RAC en la provincia de Tucumán son: Tafi del Valle, Yerba Buena, La Cocha, Capital, Graneros, Tafi Viejo, Lules, Juan B Alberdi, Famaillá Burreyacu, Río Chico, Simoca, Chichigasta, Leales, Monteros y Cruz Alta. La Biomasa total accesible asciende a 1.626.868 de Tn. El 93% del potencial biomásico deriva de la caña de azúcar.

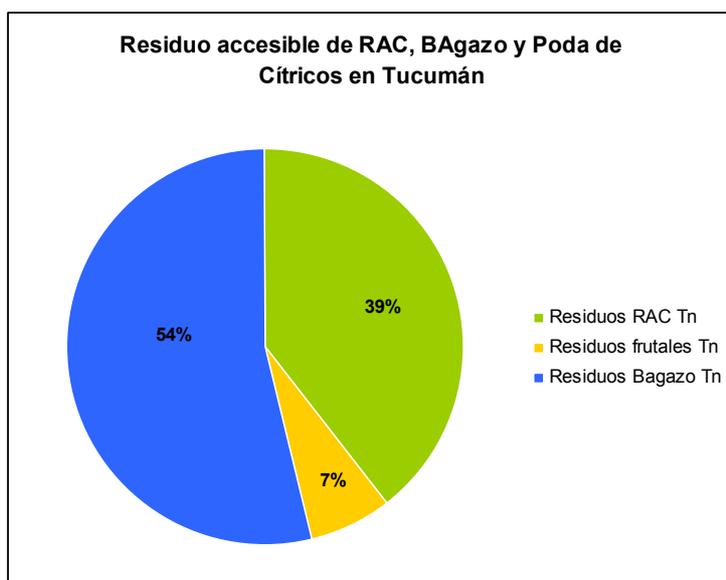


Figura 2. Residuos accesibles de RAC, Bagazo y Poda de Cítricos en Tucumán. Fuente: Elaboración propia a partir de los cultivos cartografiados y localización de ingenios.

| Departamentos | Residuos RAC Tn | Residuos frutales Tn | Residuos Bagazo Tn | Residuos totales por departamento |
|----------------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| BURRUYACU | 46.164,20 | 42.089 | 0 | 88.253 |
| CAPITAL | 3.066,61 | 411 | 0 | 3.477 |
| CHICLIGASTA | 53.310,10 | 8.059 | 112.325 | 173.694 |
| CRUZ ALTA | 138.038,00 | 3.495 | 328.567 | 470.100 |
| FAMAILLA | 27.443,50 | 10.991 | 64.480 | 102.914 |
| GRANEROS | 3.671,16 | 0 | 0 | 3.671 |
| JUAN B ALBERDI | 16.751,30 | 2.292 | 40.355 | 59.399 |
| LA COCHA | 2.202,41 | 1.467 | 0 | 3.670 |
| LEALES | 118.033,00 | 193 | 81.757 | 199.983 |
| LULES | 30.882,40 | 8.117 | 0 | 38.999 |
| MONTEROS | 72.028,50 | 8.780 | 185.600 | 266.408 |
| RIO CHICO | 47.497,40 | 2.249 | 63.722 | 113.469 |
| SIMOCA | 79.754,90 | 0 | 0 | 79.755 |
| TAFI DEL VALLE | 0 | 228 | 0 | 228 |
| TAFI VIEJO | 509,28 | 18.800 | 0 | 19.310 |
| YERBA BUENA | 476,59 | 3.063 | 0 | 3.539 |
| Total | 639.829 | 110.233 | 876.807 | 1.626.868 |

Tabla 1. Tn de Biomasa accesible en la provincia de Tucumán 2007. Fuente: Elaboración propia a partir de los cultivos cartografiados y localización de ingenios.

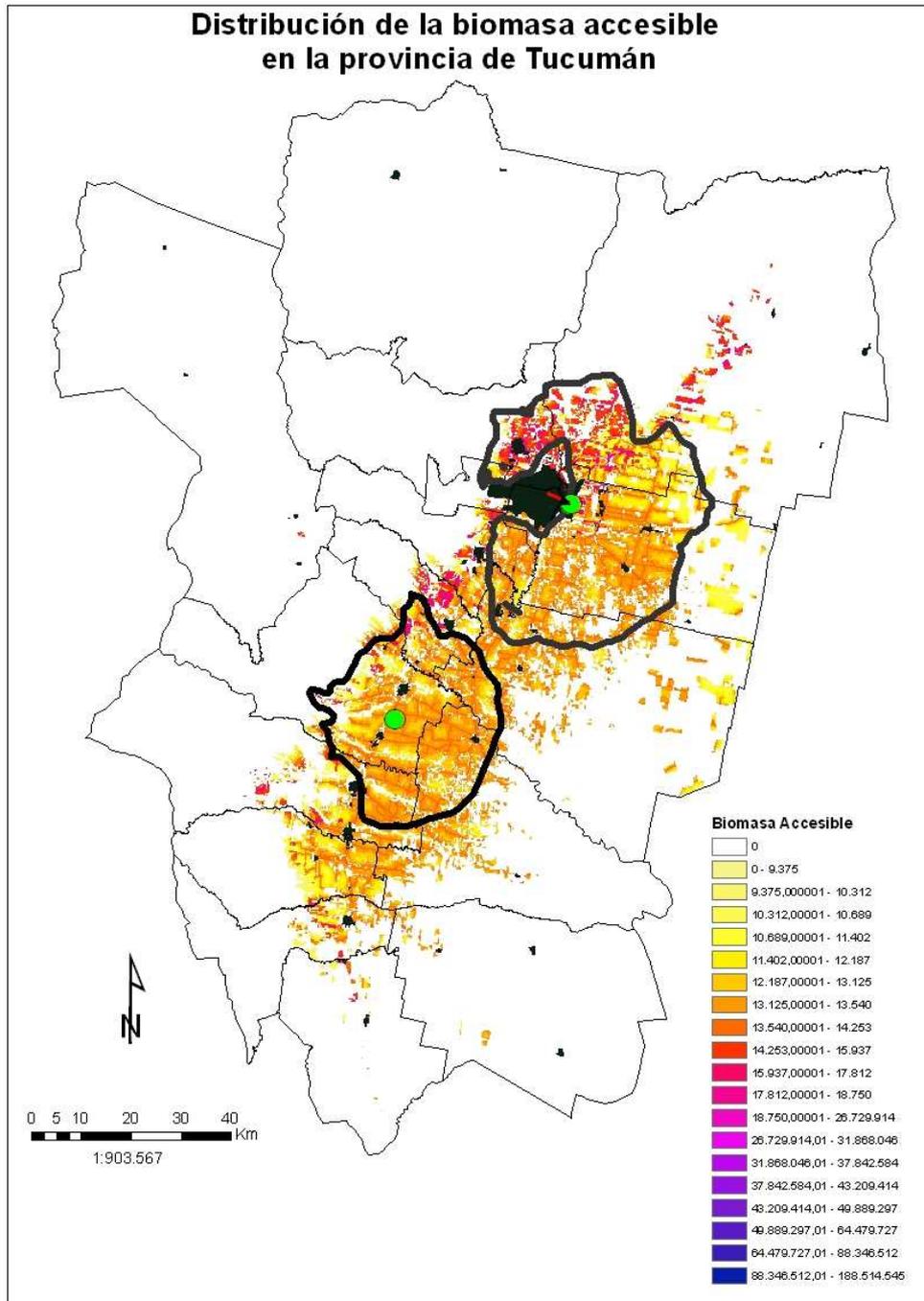
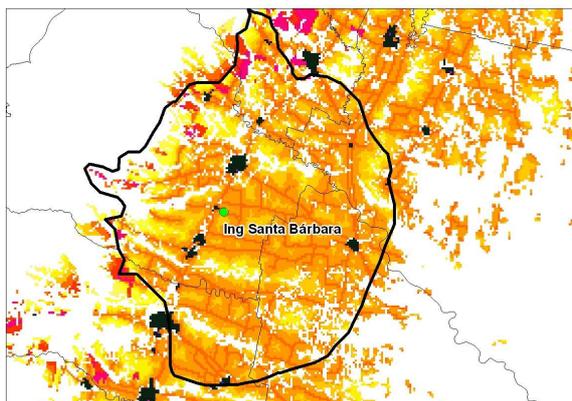


Figura 3: Distribución de Biomasa accesible en la provincia de Tucumán. Fuente: Elaboración propia a partir de los cultivos cartografiados y localización de ingenios.

POSIBLE LOCALIZACIÓN DE PLANTAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BIOMASA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN.

Una vez contabilizada la biomasa disponible se procedió a la ubicación de la planta por cercanía al ingenio y se definió la cuenca de aprovisionamiento con el menor costo posible. A modo de ejemplo en la figura 4 se muestra la cuenca de aprovisionamiento si se decidiera instalar una central de cogeneración de energía eléctrica de potencia de 30 MW, a partir de biomasa en el ingenio Santa Bárbara (A), y en el ingenio Concepción (B), para lo cual es necesario el aprovisionamiento de 443.000 tn de biomasa.. En el caso de la cuenca A, con una distancia al recurso máxima de 20 km, se contaría con 499.000 tn de biomasa y en la cuenca B, con una distancia al recurso máxima de 30 km 456.400 tn.

Cuenca A



Cuenca B

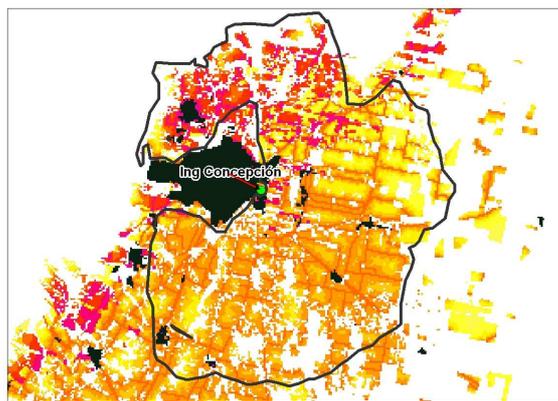


Figura 4: Cuencas de aprovisionamiento de biomasa de residuos cañeros y frutales para la localización de una planta de generación de energía eléctrica a partir de esta materia prima. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES.

La biomasa derivada del cultivo e industrialización de la caña de azúcar, constituye el mayor potencial biomásico para la generación de energía eléctrica en la provincia de Tucumán. Su aprovechamiento, con fines energéticos puede contribuir al crecimiento de la economía regional, además de producir un impacto positivo sobre el medio ambiente, al prescindir de energía fósil.

Para poder implementar la generación de energía eléctrica a partir de estos residuos deberán acometerse cambios tecnológicos en los ingenios y de infraestructura para el almacenamiento de RAC y el funcionamiento de la central en períodos de no zafra. Esta metodología permite la contabilización de biomasa para la generación de energía eléctrica, dimensionar las centrales, ubicar la cuenca de aprovisionamiento de la misma sin que exista competencia por el recurso.

REFERENCIAS

- APAT(2003). Le biomassa legnose. Un'indagine delle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia. Rapporti APAT 30/2003. pp 99.
- Drigo R et al. (2002). WISDOM: una representación cartográfica. Unasyuva 211, 53, de la oferta y la demanda de combustibles leñosos.
- EEAOC, 2007; Estudio de la Utilización del RAC en verde de la caña de azúcar; presentación en las Jornadas Iberoamericanas para el Uso de Combustibles y Energías a partir de la Biomasa Azucarera; CYTED.
- Equivalencias energéticas.<http://www.barcelonaenergia.com/cas/utilidades/equivalenc/equivalente.htm>
- Estadísticas de la Cámara de Alcoholes de la Argentina <http://www.camaradealcoholes.org.ar/sito.html>
- Estadísticas del Centro Azucarero Argentino www.centroazucarero.com.ar
- Feijoo et al. (2008) Aprovechamiento del RAC de la caña de azúcar como combustible en calderas; Jornadas SATCA, Tucumán, <http://www.fao.org/docrep/009/j8027e/j8027e11.htm>
- Perera J. (2008). Producción de Vinaza en Polvo: análisis preliminar con enfoque energético económico; Ministerio de Gobierno de Tucumán.
- Perera J. (2008). Relevamiento de centrales térmicas del NOA para diseñar nuevas configuraciones con propósito de cogeneración eléctrica; Ministerio de Gobierno de Tucumán.
- Reyes Montiel et al Uso de la biomasa cañera como alternativa para el incremento de la eficiencia energética y la reducción de la contaminación ambiental.
- Universidad Tecnológica Nacional (2007) .Plan de transporte de Energía eléctrica de Alta Tensión. Provincia de Tucumán. 37pp , Tucuman.
- Verdecia Fonseca, Abel (2005).Uso de los residuos agrícolas cañeros, RAC, como combustible en Cuba pp 42. La Habana. Cuba..

ABSTRACT

Argentina has great biomass potential for electric energy generation derived from agriculture and agro-industry. This potential is not being appropriately explored, so the main part of the electric energy comes from thermoelectric power stations, being Argentina highly dependent of fossil fuels.

Taking advantage of these biomass resources for energy generation shows an economic and environmental suitable alternative in order to contribute to the electrical generation.

In this study we analyze the case of Tucumán province, which has abundant biomass resources derived from pruning of fruit trees and sugar cane.

We generate a GIS (geographic information system) as essential tool to evaluate spatially the potential of the resource. The information generated allows to project the dimension of electric energy generation plants and its strategy location and to define public policies that mobilize investments of the private sector, attract international financing or allow implementing programs of education and inclusion of the local communities.

Keywords: Bioenergy, Chain production of sugarcane, regional economies, geographic information systems.