

Plantaciones dendroenergéticas y gasificación de biomasa: nuevos desarrollos con marca TEC

Dagoberto Arias Aguilar*
darias@itcr.ac.cr

En Costa Rica, el consumo eléctrico para uso residencial es equivalente al promedio mundial. Estimaciones recientes sobre su evolución muestran una tendencia al incremento, que pasará de 750 kWh/habitante por año a cerca de 900 kWh/habitante por año en el 2030. Esto implica preparar al país para la creciente necesidad de *energía*: por un lado incrementar los esfuerzos para educar a la población en una cultura de ahorro y eficiencia energética; y por otro, asegurar el suministro de energía en forma sostenible.

Una sociedad que le apuesta al desarrollo requiere energía en forma de electricidad y combustibles; por tanto es un reto inmediato lograr el suministro de electricidad y combustibles para uso doméstico e industrial que nos permita mayor competitividad con tarifas más favorables respecto a los países de la región.

La forma tradicional de lograr el *abastecimiento energético* en el país ha sido principalmente mediante la instalación de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos, lo cual nos ha beneficiado enormemente. Nuestra matriz energética es casi 100% renovable en la producción de electricidad y ha permitido una cobertura eléctrica de las más avanzadas en la región, con índices cercanos al 100%. Sin embargo, los próximos proyectos de mayor escala que procuran la seguridad energética implican la concentración de los impactos ambientales y sociales (caso del proyecto hidroeléctrico El Diquís) y la oposición de la sociedad a este tipo de desarrollos.

Una alternativa es la instalación de sistemas de generación eléctrica en los mismos lugares donde se consume la energía, que van desde lo doméstico hasta lo industrial y pueden aprovechar las diversas fuentes disponibles en esos sitios; tal es el caso de paneles fotovoltaicos en viviendas o edificios.

Pero también existen otras fuentes que pueden ser aprovechadas, como la biomasa o la energía eólica. Este concepto de nueva aplicación es conocido como *generación distribuida*, que en la actualidad enfrenta restricciones técnicas, entre ellas los límites para que los afiliados tomen para su consumo la energía que ellos mismos aportan a la red y el costo de los equipos. En el 2013 inició en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) el proyecto de investigación denominado “Impulso tecnológico para la producción, transformación y uso de la biomasa para energía y biomateriales a partir de los cultivos forestales lignocelulósicos”, financiado con fondos MICITT-CONICIT y por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del TEC. Se trabajó directamente con empresas y organizaciones para generar un nuevo concepto: las plantaciones dendroenergéticas y el uso de tecnologías de transformación de biomasa en energía mediante el uso de calderas y gasificadores.

¿Por qué escogimos trabajar también con la biomasa forestal?

Diversos estudios en el país han mostrado que la biomasa tiene un enorme potencial de generación de energía limpia. Para el período 2015-2016, la biomasa transformada en energía no representa ni el 1 % de la producción de energía nacional, pero representa el 6,5% de lo producido mediante el uso del viento. Desde el último censo nacional de la biomasa, llevado a cabo en el 2006, se evidenció el potencial que tiene para la generación de energía; desde entonces se destacan los avances en la implementación de biodigestores a mayor escala y el uso de astillas y *pellets* en calderas; pero son escasos los estudios sobre otras tecnologías para la transformación de la biomasa en energía.

El uso de *pellets*, aserrín que luego es comprimido, constituye una excelente opción para



Pellets

sustituir los derivados del petróleo. La realidad es que hay empresas que han demostrado la factibilidad de su uso: Del Oro, Pelón de la Bajura, Hotel Punta Leona, Compañía Nacional de Chocolates, Hotel Marriott, Abopac, Plantas y Flores Ornamentales, Florida Bebidas, Bridgestone y Hotel Real Intercontinental, entre otras, utilizan biomasa como fuente de energía renovable. Estas reportan un ahorro de hasta 30 % en su factura eléctrica o mayores beneficios al sustituir bunker por biomasa con un retorno de la inversión de alrededor de cinco años. Falta todavía adicionar el beneficio ambiental por concepto de reducción de emisiones y la generación de empleos indirectos.

Nueva modalidad de cultivo forestal

La biomasa forestal ha sido asociada al uso de residuos de cosechas y aserrín de los aserraderos. No obstante, hay modalidades para cultivar y producir exclusivamente biomasa leñosa. A simple vista, este tipo de cultivos es igual a plantaciones agrícolas tradicionales como son yuca, palmito y caña de azúcar, en cuanto a sembrar una mayor cantidad de plantas por unidad de área; pero las *plantaciones dendroenergéticas* poco se parecen a los cultivos agrícolas y tienen otro objetivo que los cultivos comerciales para madera.

Aunque las nuevas plantaciones con propósitos energéticos utilizan especies como la teca, la melina y los eucaliptos y otras especies autóctonas como el madero negro, el guácimo y el sotacaballo, su finalidad es suministrar materia prima para *bioenergía* orientada al consumo doméstico o industrial.

Este nuevo modelo que propone el TEC ofrece un abastecimiento más seguro de la biomasa porque es planificado, representa una biomasa más homogénea respecto a la que se comercializa en la actualidad (leña, astillas) y se trata de árboles plantados que disminuyen la presión por el uso de la leña en los bosques. La modalidad es una alternativa de negocio dentro del sector forestal, que daría uso a terrenos marginales que están sin utilización y así ofrece una opción para recuperar los suelos, no compete con cultivos ni superficies agrícolas ni pone en riesgo bosques naturales y zonas protegidas.

En general, se emplean especies con *capacidad de rebrote*. Se aconseja dejar dentro del sistema árboles que serán cuidados para producir madera a los cinco o seis años (en el caso de la melina o más tiempo en el caso de otras especies).

Para crecer mucho en poco tiempo, los árboles son exigentes. Se usan plantas genéticamente mejoradas y de alta calidad llamadas *clones* y mediante las investigaciones del Dr. Olman Murillo, el país reporta grandes avances en este campo. La silvicultura también es intensiva e incluye un adecuado control de malezas y fertilización en los primeros meses. El éxito está en saber cuáles sitios son apropiados, qué especie plantar y con cuánta densidad de siembra para obtener el máximo rendimiento sin incurrir en mayores gastos.

Cuando se habla de *alta densidad*, significa que las plantaciones mantienen entre 2 500 y 15 000 árboles o tallos por hectárea, con poco espaciamiento entre individuos y, dado que los árboles se plantan en superficies pequeñas y fácilmente accesibles, los costos de la cosecha dependen del uso de la mano de obra.

Hay empresas en el país que ofrecen el servicio de astillado en la plantación (máquinas que convierten las ramas en partículas más pequeñas). El tema del transporte es también importante ya que el negocio es el cultivo y para que sea rentable las plantaciones deben estar cerca de los lugares o industrias de procesamiento para no gastar más de la cuenta. El concepto que se busca desarrollar son los núcleos de producción forestal para bioenergía que incluye el aprovechamiento en el campo de los residuos forestales (podas y raleos) en combinación con las plantaciones para producción de biomasa.



<https://drive.google.com/open?id=0B2QI5V-aWALLdGRuTVhwYWNvbms>

¿Dónde ver plantaciones dendroenergéticas en el país?

El TEC ha sido pionero en el estudio y establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. En el campus de Cartago, un visitante puede conocer las plantaciones, ver su transformación en astillas y cerrar el ciclo con la operación de un gasificador que las convierte en electricidad. También se pueden ver en el siguiente link: <https://youtu.be/TudHhY-NoRc>.

El TEC ha sumado otras empresas y organizaciones a esta iniciativa y existen plantaciones en varios sitios del país: Ingenio Taboga en Guanacaste, Puro Verde en Upala, Maderas Cultivadas en San Carlos, el CATIE en Turrialba, Coopetarrazú, COOPEAGRI en Pérez Zeledón y la Universidad Nacional en sitios en la Zona Sur, entre otras.

El futuro de las plantaciones dendroenergéticas se presenta como una oportunidad en el país si se considera que la demanda por energía a un costo razonable y el potencial de desarrollo del sector forestal, generan un escenario favorable y aseguran una *rentabilidad* en proyectos de autoabastecimiento de energía y en la venta de excedentes; esto, siempre y cuando se mejoren las condiciones del esquema de tarifas para la venta de la energía a partir de biomasa forestal distinta del uso del bagazo. Recientemente se anunció que la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) debe invertir 3 mil millones de colones para reparar sus calderas, la mayoría de las cuales utilizan búnker; este es un ejemplo de la oportunidad para hacer un cambio y que las nuevas calderas sean de biomasa.

Gasificación de biomasa: tecnología bajo estudio

A partir del proyecto existente se generó uno nuevo en el que se integran los académicos Roger Moya y Carolina Tenorio, de la Escuela de Ingeniería Forestal, y Jaime Quesada, de la Escuela de Química; el estudio generará información validada sobre los procesos de gasificación de la biomasa.

La gasificación no es un proceso de incineración ni de combustión. Es un proceso de conversión termoquímica que genera varios productos de valor agregado provenientes de la materia prima gasificada. La gasificación puede usarse tanto para la calefacción como para la generación de energía. Es altamente escalable, lo que significa que pueden emplearse sistemas tan pequeños como los caseiros y tan grandes como los de plantas de alto rendimiento, con centenares de megavatios de potencia, como el caso de la planta Ironbridge en el Reino Unido, con 740 MW.

La técnica genera una degradación térmica en presencia de un agente oxidante externo, para convertir la biomasa en una mezcla de gases combustibles que contiene varios hidrocarburos. El gas inflamable se llama *gas de síntesis* y después de pasar por una serie de filtros pue-



Gasificador.

de utilizarse en motores para la generación de energía. En Costa Rica la utilización de esta tecnología es incipiente; no obstante, es necesario generar conocimientos locales sobre las oportunidades y posibilidades.

En el TEC hay una unidad de gasificación de 20 kW para el estudio completo de la gasificación de la madera; utiliza como combustible astillas de árboles de plantaciones dendroenergéticas y mediante un motor normal se produce electricidad que, a su vez, es utilizada para el funcionamiento de maquinaria de alto consumo eléctrico. En un modelo sencillo, el TEC puede utilizar el gasificador para autoabastecerse de electricidad y reducir una fracción de la factura eléctrica; a mayor escala se podría generar toda la electricidad que requiere la institución, con el beneficio adicional de que el cultivo forestal nos acerca a la meta de convertirnos en una universidad carbono neutro. ■

Agradecimientos

Se agradece a la VIE todo el apoyo brindado y al MICITT-CONICIT por el aporte financiero. A los investigadores del TEC por su participación en diferentes componentes del proyecto: Edwin Esquivel, Mario Guevara, Elemer Briceño, Diego Camacho, Marcela Arguedas, Roger Moya, Carolina Tenorio, Rodolfo Canessa, Adrián Chavarría, Juan Carlos Valverde, Olman Murillo, Ileana Moreira, Elizabeth Arnáez, Carlos Roldán, Jaime Quesada y Jesús Mora; y a todos los estudiantes que participaron como asistentes de investigación y como tesarios. También a las diferentes empresas e instituciones que nos facilitaron los ensayos de campo.

*El Dr. Dagoberto Arias es profesor catedrático e investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Es coordinador de varios grupos de investigación sobre uso de biocombustibles y energías renovables. También se desempeña como director de la Editorial Tecnológica de Costa Rica, en la difusión especializada de conocimientos en ciencia y tecnología.