



ALEX BERG, Director Ejecutivo
Unidad de Desarrollo Tecnológico,
Universidad de Concepción

En Chile, el 26 % de la energía primaria proviene de fuentes sustentables; un 6 % corresponde a hidroelectricidad y un 20 % a la combustión de biomasa forestal*. En la medida que el país siga creciendo económicamente, el consumo energético también aumentará. Por ello surge la inquietud: ¿de dónde provendrá esta energía? Si como sociedad no enfrentamos el problema, lo más probable es que el carbón sea la fuente principal, con consecuencias ambientales muy negativas.

Por otra parte, muchos tipos de energías renovables, como energía solar, eólica, geotérmica o de los mares, sin bien gozan de popularidad en la población, no son aplicables masivamente en una perspectiva de corto o mediano plazo, ya sea porque la tecnología comercial

no está disponible, su uso aún es muy caro o su contribución a la matriz no puede ser significativa. Sin desconocer la importancia de apostar a la investigación y al desarrollo de estas tecnologías, ni desconocer la trascendencia de una diversificación de fuentes, no caben dudas de que la fuente renovable individual de mayor importancia comercial en Chile es y será la biomasa forestal; principalmente para requerimientos térmicos residencial e industriales, pero también para la generación de electricidad.

Sin embargo, existen otros ámbitos productivos en que el petróleo se aplica masivamente. La fabricación de plástico es, sin dudas, fundamental, pero también un sinnúmero de otros materiales y productos químicos.

En los párrafos siguientes se sugiere un camino para enfrentar el desafío de

sustituir el carbón, el petróleo y el gas en Chile, tanto por razones estratégicas y ambientales como también económicas.

DISPONIBILIDAD DE BIOMASA FORESTAL

La industria forestal-industrial en Chile consume en forma casi exclusiva biomasa proveniente de bosques de las especies Pino radiata, Eucalipto globulus y Eucalipto nitens. El volumen total cosechado por año es de 35 - 40 millones de m³ssc. La madera de pino se destina a la producción de madera aserrada, tableros y pulpa celulósica; la madera de eucalipto sólo se usa para la producción de pulpa. Los residuos corresponden principalmente a lampazos, aserrín y corteza de pino, los que se consumen como combustibles

El desarrollo de tecnologías que optimicen el uso de los recursos forestales del país es vigorosamente apoyado por el Consejo de Química y Tecnología del Colegio de Ingenieros de Chile.

El tema será incluido en el XIX Congreso Chileno de Ingeniería Química que se realizará en conjunto con la Universidad de Concepción en octubre de 2014.

Planta piloto de "tostado" de madera, para aumentar su densidad energética (1 metro cúbico de pellets "tostados" contienen 9 veces más energía que 1 metro cúbico de aserrín).



en calderas industriales. Es decir, los rollizos provenientes de plantaciones forestales se usan integralmente, siendo los productos residuales mínimos.

No obstante, existen otros recursos forestales que puedan destinarse a sustituir productos fósiles, ya sea combustibles o materiales. Por una parte, cabe consignar la biomasa remanente en los bosques después de la cosecha. Se trata, en las ramas de menos de 7 cm de diámetro que no pueden ser usadas adecuadamente en las plantas de celulosa. Se estima que, en el caso del pino, esta biomasa corresponde a aproximadamente un 10% de la madera cosechada y, en el caso del eucalipto, a la mitad. Por tanto, se trata de un volumen muy significativo. En segundo lugar, existe la posibilidad de aumentar el patrimonio forestal a través de nuevas plantaciones; por ejemplo, cultivos dedicados únicamente a la generación de energía. El potencial de producción es muy amplio y pronto se iniciarán las primeras plantaciones comerciales de este tipo en el país. Una tercera alternativa es hacer uso de residuos biomásicos cuantiosos, pero dispersos, como podas de frutales y viñedos, y madera producto de la demolición de inmuebles o de muebles en desuso. Por último, se puede sustituir usos actuales, como la



Chile tiene una posibilidad única de ser un protagonista principal en el desarrollo de productos y procesos relacionados con las biorrefinerías del futuro.

alimentación de calderas industriales, por otras aplicaciones de mayor valor. Cabe recordar que el precio de mercado de aserrín y corteza de pino para fines energéticos es muy bajo, de aprox. 50 US\$/ton (en base seca).

En definitiva, existen suficientes recursos de biomasa forestal para sustentar procesos que diversifiquen sus usos actuales. Si surge una demanda estable, el mercado podrá responder suministrando el volumen de materia prima necesaria.

CONVERSIÓN QUÍMICA, TERMOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE BIOMASA

Las biorrefinerías forestales son procesos que, en forma similar a las refinerías del petróleo, buscan obtener distintos tipos de productos: materiales, productos químicos y energía. Por lo general, una primera etapa es la conversión de la biomasa en productos intermedios, susceptibles de servir de materia prima a los productos finales de interés. Estos procesos se catalogan de acuerdo a sus principios fundamentales en procesos químicos, termoquímicos y biológicos. Sin entrar en detalles técnicos, cabe consignar que los procesos químicos se abocan a separar los componentes principales de la madera; es decir, celulosa,

Planta piloto de pirólisis rápida para la producción de bio oil (madera líquida) con un rendimiento de hasta un 70%.

hemicelulosas y lignina. En algunos casos también tiene sentido recuperar familias de compuestos presentes en cantidades muy pequeñas, pero cuyos precios de mercado pueden ser altísimos. Como ejemplo se puede mencionar a los compuestos antiolesterolémicos, denominados "fitoesteroles", los que se venden, entre otros, como ingrediente en yoghurt en Chile; también, compuestos antioxidantes presentes en la corteza de pino pueden ser un compuesto activo de pinturas primer o incluso preservantes de alimentos.

Los procesos termoquímicos se basan en un calentamiento de la biomasa en ambientes que carecen o tienen un contenido mínimo de oxígeno. Si la temperatura es de 200-300°C, se obtendrá un sólido, parecido al carbón; si la temperatura es de 500°C y el tiempo de procesamiento es muy corto, el producto principal será un líquido; y si la temperatura es de 800°C o más, los productos del tratamiento serán compuestos gaseosos. Tanto sólidos, líquidos como gases pueden ser materia prima para producir combustibles, plásticos, adhesivos y muchos otros productos.

La conversión biológica, por último, se basa en descomponer los carbohidratos de la madera (celulosa y hemicelulosas), en azúcares simples. Éstos, a su vez, pueden ser el alimento de bacterias o levaduras, para obtener compuestos tales como etanol, butanol o ácido láctico. Nuevamente, estos productos pueden ser transformados en productos finales requeridos en el mercado.

Las biorrefinerías forestales son procesos que buscan obtener distintos tipos de productos: materiales, productos químicos y energía.

BIOMATERIALES

Un tipo de material que está presente en todos los ámbitos de la vida moderna es el plástico. Ya sea en envases, materiales de construcción o componentes de vehículos o aeronaves; en todos ellos se encuentran plásticos masivos (polietileno o polipropileno, por ejemplo) o de ingeniería. Desgraciadamente muchos productos fabricados con materiales plásticos se caracterizan por tener una vida útil muy corta. Casos típicos son las bolsas de compra de supermercado o los envases de bebidas. Su tiempo de uso es de pocos días, en tanto el material demora cientos de años en descomponerse. La consecuencia es que nuestros vertederos acopian crecientes cantidades de residuos y, en caso que la disposición no sea la adecuada, la "basura plástica" se esparce y contamina el ambiente.



Transformación de residuos de la industria forestal-industrial en productos con demanda comercial.

Este artículo sugiere un camino para enfrentar el desafío de sustituir el carbón, el petróleo y el gas en Chile, por razones estratégicas, ambientales y económicas.

Los biomateriales resuelven este problema ya que se les puede conferir una degradabilidad acorde a la vida útil del producto. Es decir, se puede producir bioplásticos con distintas formulaciones, para ajustar el tiempo que demoran en descomponerse (esto ocurre bajo condiciones húmedas, en ambientes propicios para un compostaje) con el tiempo de uso del material. Por ejemplo, un material de construcción para el revestimiento exterior de una casa, a la forma de teja, necesita un material que se degrade muy lentamente; en cambio una bolsa para contener frutas, debe fabricarse con un material que se descomponga con rapidez.

Las biorrefinerías forestales pueden producir las materias primas para estos requerimientos.

BIOENERGÍA

En Chile, la biomasa forestal se usa masivamente como fuente de energía. No se trata sólo de leña, usada en el ámbito residencial, sino también de lampazos, aserrín y corteza de aserraderos; residuos del manejo silvícola y la cosecha forestal y, recientemente también, rastrojos de paja de trigo. En estos casos se genera vapor, para los requerimientos de plantas industriales, y optativamente, electricidad.

La posibilidad de usar biomasa para producir combustibles líquidos

para vehículos se está estudiando profusamente en el país y el extranjero. Sin embargo, existen limitaciones técnicas y económicas que dificultan la tarea: se trata de procesos tecnológicamente complejos que aún necesitan maduración, el requerimiento de energía para transformar la biomasa consume frecuentemente más de la mitad de la energía contenida en las materias primas iniciales y el bajo valor de los combustibles líquidos obliga a concebir plantas productivas de capacidades extremadamente altas.

No obstante lo anterior, se vislumbran posibilidades de que biocombustibles vehiculares se produzcan comercialmente en Chile durante la próxima década, preferentemente si están en el contexto de una biorrefinería forestal que permita viabilizar el proyecto desde un punto de vista económico.

PERSPECTIVAS

Chile tiene una posibilidad única de ser un protagonista principal en el desarrollo de productos y procesos relacionados con las biorrefinerías del futuro. El país posee vastos recursos forestales, los que, si bien son usados en la actualidad, pueden aumentar su valor agregado; la posibilidad de extender el patrimonio forestal también es una alternativa cierta. Además, se cuenta con un sector empresarial pujante, con una buena gestión, modernos estándares tecnológicos y una muy alta rentabilidad. También existen centros de I&D&i que están trabajando a un alto nivel científico y tecnológico. Para que Chile enfrente con éxito el desafío mencionado, es imprescindible que las Empresas, el Estado y los Centros de I&D se unan y trabajen de manera conjunta, se reconozcan las oportunidades que el fin de la era del petróleo trae consigo y que el país defina una estrategia de desarrollo de mediano-largo plazo.

* Fuente: Balance Energética Nacional 2011.



Químicos finos de alto valor, extraídos de madera de pino.