



“La Edad de Piedra no finalizó porque se agotaran las piedras. De la misma manera, la edad del petróleo llegará a su fin mucho antes de que se agoten las reservas de petróleo.” Esta frase, acuñada por el antiguo ministro de Arabia Saudita para el Petróleo y los Recursos Minerales, Ahmad Zaki Yamani, describe un escenario que se hace cada día más inminente, debido al progresivo e inexorable agotamiento del crudo, al aumento de su precio en los mercados internacionales y al cuestionamiento que suscita su uso indiscriminado, porque es el principal culpable del efecto invernadero en el planeta.

Debido a esta realidad, países como Estados Unidos, Suecia, Finlandia y Alemania fueron



Nuevas oportunidades y desafíos

# Biorrefinerías: un salto hacia



pioneros en emplear la biomasa forestal y agrícola en reemplazo de los combustibles fósiles. El uso de esta materia orgánica renovable ha dado origen al concepto de biorrefinerías; es decir, complejos industriales donde se integran procesos de conversión de biomasa para producir combustibles, energía, productos químicos y materiales.

Existen cuatro sistemas complejos de biorrefinerías clasificados de acuerdo con la biomasa utilizada: de "naturaleza seca" o lignocelulósica, en las que se utiliza biomasa y desechos que contienen gran cantidad de celulosa; de "granos", que aplica como materia prima los cereales o el maíz; de naturaleza húmeda, en las que se usa alfalfa y cereales no maduros; y "de azúcares", basadas en la conversión química y bioquímica de los azúcares extraídos de la biomasa.

Según los expertos, en América Latina el uso de la biomasa representa una gran oportunidad de innovación, particularmente para el sector forestal, cuyo potencial hoy no es aprovechado totalmente. Esto permitiría la utilización integral de los recursos del bosque, ya que además de la obtención de productos tradicionales como madera aserrada, celulosa y tableros, existen las tecnologías y oportunidades de negocio para producir combustibles y nuevos materiales.

En este contexto, la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción y la Asociación Técnica de la Celulosa y el Papel (ATCP), con el auspicio de

Estos complejos industriales, que ya han sido implementados en diversos países europeos, permiten un aprovechamiento integral de la biomasa forestal para la obtención de combustibles, nuevos materiales y productos químicos, además de la diversificación del actual modelo de negocio del sector.

---

Por Pacían Martínez M.

# el futuro



*“Actualmente, en el mundo no existen modelos fijos de biorrefinerías, pues se están evaluando diferentes alternativas”, dice Alex Berg, director de la UDT de la Universidad de Concepción.*



*Nora Szarka, de la UDT, señala que uno de los problemas es que los bosques nativos son muy dispersos y que existen áreas con pendientes o de muy difícil acceso.*



*Según el Dr. Claudio Zaror, los usos potenciales de la biomasa van más allá de la generación de energía.*



*El científico sueco Peter Axegard dice que en su país esperan producir diversos materiales y productos químicos mediante la separación de la lignina, la celulosa y la hemicelulosa.*

## Hoy funcionan en Europa 34 plantas biorrefinadoras y ya se encuentran en fase de pruebas piloto otros 45 proyectos en todo el continente.

recurso, la cual es corta. “Si tomamos en cuenta las reservas mundiales actuales, que son de 144.000 millones de toneladas, y consideramos que el consumo es de 4.000 millones de toneladas al año, podemos observar que el petróleo llegará a su término, como un insumo económicamente atractivo, en un plazo de 36 años”.

Agrega que a esto se tiene que añadir la compleja estructura del mercado del petróleo, que está concentrado fuertemente en Estados Unidos y que ha visto el ingreso de países de muy rápido desarrollo, como China e India. “En este escenario, cualquier proceso de crecimiento sobre el 6 ó 7 por ciento global va a significar una gran disparidad entre la oferta y la demanda, con fuertes presiones sobre el precio de la energía. Éste es un factor adicional que se suma a la desesperación de los países en vías de desarrollo por lograr tasas de crecimiento sustentable”, afirma el científico.

Chile ya supo de esta realidad hace un par de años, cuando el precio del barril de petróleo se empujó por sobre los US\$ 140 en los mercados internacionales. Esto evidenció una vulnerabilidad energética que ha obligado a buscar soluciones alternativas en los recursos renovables, como la biomasa forestal, sobre todo si se considera que la matriz energética nacional se sustenta en un gran porcentaje en el petróleo, gas natural y carbón.

“Sin embargo, también se debe considerar que un porcentaje bastante alto de esta matriz energética primaria, un 19%, está constituido por biomasa, por leña, que es un biocombustible que se utiliza de manera extremadamente ineficiente, con enormes impactos ambientales, debido a la carencia de capacidad técnica y a la forma indiscriminada en que se explota el bosque nativo”, sostiene Zaror.

El investigador dice que en la actualidad, los recursos lignocelulósicos que posee el país alimentan a la industria forestal en todos sus niveles, desde el aserrío hasta la producción

## Según los expertos, en América Latina el uso de la biomasa representa una gran oportunidad de innovación, particularmente para el sector forestal, cuyo potencial hoy no es aprovechado totalmente.

revista LIGNUM, organizaron el “II Congreso Latinoamericano sobre Biorrefinerías: Materiales y Energía”, que se realizó entre el 4 y 6 de mayo en el recinto ferial de Expocorma, en Concepción.

El evento convocó a investigadores de Alemania, Suecia, Finlandia, Reino Unido, Austria, España, Estados Unidos, Brasil, Colombia, Venezuela, Argentina, Uruguay y Chile, para debatir sobre los avances científicos y tecnológicos en la utilización de biomasa

forestal como fuente de combustibles, nuevos materiales y productos químicos, y cómo estos descubrimientos presentan nuevos retos y oportunidades de negocio a nivel internacional, latinoamericano y nacional.

### Energías alternativas

El Dr. Claudio Zaror, investigador de la UDT de la Universidad de Concepción, explica que ellos, al ver que la base de desarrollo de la sociedad moderna es el petróleo, están obligados a pensar en la longevidad de ese

de celulosa y, por lo tanto, si uno piensa en el uso de esa biomasa para otros fines, debe enfocarse en lo que va quedando: el aserrín, la viruta, el licor negro y los residuos sólidos, que hoy encuentran aplicación al ser usados como combustibles.

“Pero además, como sabemos, los usos potenciales de la biomasa van más allá de la generación de energía. Es decir, uno no sólo puede pensar en leña, en carbón vegetal y en compuestos de la pirólisis que generan una masa orgánica de alto valor energético, parecida al petróleo, sino que también existe la posibilidad de producir otros materiales y compuestos químicos que son de interés”, afirma el investigador.

Zaror agrega que esto implica desarrollar una actividad que no genere problemas mayores que aquellos que pretende solucionar. “Nosotros necesitamos producir alimentos para una población que crece cada día más. Eso significa que tenemos que cuidar que los sustratos que se utilizan no provengan de la línea de alimentos. Por otro lado, debe

hacerse sin que esto destruya la biodiversidad y perjudique la calidad ambiental de nuestro planeta. Si se explotan indiscriminadamente los bosques tropicales o los bosques nativos, que tienen una serie de ventajas para mantener la estabilidad ecológica del planeta, para transformarlos en meros cultivos de especies de crecimiento rápido, va a generarse un impacto ambiental que es inaceptable”, explica el científico.

### Nuevos desafíos

El Dr. Alex Berg, director de la UDT de la Universidad de Concepción, indica que las nuevas posibilidades de productos a partir de la madera deben ser aprovechadas por grandes, medianas y pequeñas empresas. Sin embargo, aclara que son las grandes compañías las que están destinadas a jugar un papel fundamental en el desarrollo de nuevos negocios, sobre todo en Chile, donde existe tecnología muy avanzada y empresas con excelente gestión.

“Hoy, las compañías forestales de Estados Unidos y Europa están obligadas a diversificar



su modelo de negocio, pues los costos de producción son muy elevados. Por lo tanto, o rompen con la tradición o no pueden sobrevivir. No es el caso de nuestras empresas, que tienen una excelente base económica y una buena situación competitiva a nivel mundial. Entonces, para ellas es más fácil tomar la decisión de asumir nuevos desafíos y cambiar su paradigma, para transformarse en ‘empresas verdes’, que generen, a partir de una materia prima sustentable, una serie de

## TWIN BAND SAW - Diferentes Modelos



### OTROS EQUIPOS:

- SIERRAS CINTAS 1100, 1275, 1400, 1600.
- TWIN SAW PARA TRONCOS DE 100 - 180 MM.
- TRAZADORAS NEUMATICAS.
- SIERRAS CINTAS HORIZONTALES 1275 Y 1400.
- LINEAS DE CLASIFICADO COMPLETAS.
- TWIN BAND SAW PARA TRONCOS.
- CARROS CINTAS ESTANDAR E INCLINADOS.
- ALIMENTADORES DE TROZOS.
- ALIMENTADORES AUTOMATICOS PARA MOLDURERAS.
- BAÑO ANTIMANCHAS.
- MECANIZACION DE PLANTAS Y ASERRADEROS.
- EQUIPOS ESPECIALES A PEDIDO.
- STACKER, APILADOR DE MADERA.

### BANCO CINTA MODELO TR-800



**MIT** S.A.  
**CHILE**

[www.mit.cl](http://www.mit.cl)

LOS HERREROS 8582 • TELEFONO: (56-2) 2731933 • FAX (56-2) 2734889 • E-mail: mit@mit.cl • CASILLA 73 CORREO 12 • PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA • SANTIAGO • CHILE

## El uso de la materia orgánica renovable ha dado origen al concepto de biorrefinerías; es decir, complejos industriales donde se integran procesos de conversión de biomasa para producir combustibles, energía, productos químicos y materiales.

productos que la sociedad requiere y que ésta acepta de buena manera”, dice Berg.

Esta oportunidad de cambio, según el científico, es única e insoslayable, pues es precisamente en momentos en que las cosas marchan bien cuando las empresas deben reorientarse totalmente. “En la actualidad todo cambia drásticamente y en muy corto tiempo, y no nos estamos dando cuenta de que vivimos en una época de transformaciones profundas, en la que los viejos paradigmas están perdiendo su validez. Las empresas forestales deben ver estos cambios

de manera visionaria en nuestro país, desde el punto de vista económico y estratégico. La tarea es modificar una percepción negativa por parte de la población y transformarse en ‘empresas verdes’ en todo el sentido de la palabra, que no sólo utilicen una materia prima vegetal, sino que además reporten beneficios económicos, ambientales y laborales a la sociedad”, enfatiza Berg.

Para la prosecución de estos fines es indispensable que el Estado, las empresas y los investigadores actúen mancomunadamente, uniendo esfuerzos y tendiendo los puentes

necesarios para trabajar en completa sinergia. Es lo que ha hecho la UDT de la Universidad de Concepción, que está desarrollando proyectos para producir combustibles, materiales avanzados y productos químicos, mediante la utilización de biomasa forestal.

### El caso europeo

En Estados Unidos, Brasil y particularmente en Europa, el concepto de biorrefinerías ha experimentado un desarrollo progresivo en los últimos 15 años, lo que ha implicado la aplicación industrial de los conocimientos adquiridos durante muchos años de investigación. Hoy funcionan en el Viejo Continente 34 plantas biorrefinadoras: seis lignocelulósicas, siete que se dedican a tratar las cosechas agrícolas, cuatro que utilizan semillas aceitosas, nueve “verdes” —aquellas que usan como materia prima los cultivos de hojas verdes, como la hierba, la alfalfa, el trébol y los cereales sin madurar—, siete biorrefinerías combinadas, y otra que transforma glicerina proveniente de una planta de biodiésel en propilenglicol. Por otra parte,



**Cada vez son más los que comprueban la verdadera calidad.**

STIHL, por más de 36 años, ha desarrollado en Chile toda su calidad y eficiencia en el mercado forestal, durante todo este tiempo, han sido cientos de miles los que han comprobado la satisfacción de tener en sus manos la comodidad y rendimiento que solo STIHL ha podido lograr.



Fono: (56-2) 460 2010 [www.emaresa.cl](http://www.emaresa.cl)

Palabra de Liderazgo **STIHL**

ya se encuentran en fase de pruebas piloto otros 45 proyectos en toda Europa.

El científico sueco Peter Axegard fue uno de los pioneros en el mundo en desarrollar el concepto de biorrefinerías. Axegard dice que éstas representan un futuro lleno de retos y posibilidades, en especial para el sector forestal. El experto explica que los procesos que se llevan a cabo en su país están destinados a obtener energía (específicamente dimetiléter, etanol, FT-diésel, bio-oil, calor, electricidad y combustible mineral) a partir de la lignina, la celulosa, la corteza y los residuos forestales; y a producir diversos materiales y productos químicos, mediante la separación de la lignina, la celulosa y la hemicelulosa.

Además, dice que en este mismo país se está desarrollando un proyecto destinado a producir dimetiléter, mediante la gasificación de licor negro, proceso que también puede permitir la obtención de materias primas como el metanol, combustible diésel (por medio de la síntesis Fischer-Tropsch), hidrógeno y metano.

Por su parte, el experto alemán Dietrich Meier, del Instituto Johann Heinrich von Thünen, afirma que en su país “las biorrefinerías lignocelulósicas emplean dos tipos de procesos de pretratamiento de la biomasa forestal para separar los componentes de la madera: una primera línea de trabajo está vinculada a la solvólisis, mientras que otra utiliza procedimientos térmicos, como la pirólisis y la gasificación. Esta fase de pretratamiento es fundamental, pues la biomasa no puede ser usada directamente”, sostiene Meier.

El científico agrega que mediante la pirólisis de biomasa han podido producir bio-oil y carbón vegetal para la obtención de diversos productos líquidos y sólidos.

En Alemania los proyectos de biorrefinerías a gran escala también han dejado un espacio para los medianos empresarios, que han visto una oportunidad de negocio en la utilización de biomasa. Como comenta Eckhard Weiner, investigador alemán del Instituto Fraunhofer Umsicht, es paradigmático el caso de una familia de granjeros que reorientó su actividad, a través de la transformación del estiércol de los cerdos, los residuos orgánicos y las



cosechas agrícolas, en energía y materiales biodegradables para su comercialización.

porcentaje en investigación y desarrollo, se producirían cambios fantásticos”.

### La realidad nacional

En Chile, como indica Alex Berg, “los cambios están ocurriendo, sin que nos demos cuenta, y los primeros pasos que nos conducirán a implementar biorrefinerías ya se están dando”. Explica que hoy somos capaces de producir plásticos biodegradables a partir de la madera y que se están haciendo esfuerzos importantes en pirólisis. “Por otra parte, ya existe un consorcio sobre biocombustibles, pero desde mi punto de vista no es suficiente. La diversidad de posibilidades es tan grande, que no podemos concentrarnos en un solo aspecto específico. Si el sector forestal, que es el que debe aprovechar esta oportunidad de negocio, invirtiera sólo un pequeño

“Nosotros no tenemos ventajas competitivas respecto de nuestros vecinos argentinos o brasileños en cuanto a la producción masiva de materias primas agrícolas, especialmente almidón y aceites, pero sí tenemos un potencial inmejorable en la biomasa forestal. A futuro, en diez o 20 años más podrían aprovecharse las algas, pero por el momento, a mi juicio, debemos concentrarnos en nuestras fortalezas, que están focalizadas en el sector forestal”, enfatiza Berg.

El director ejecutivo de la UDT añade que si bien los países nórdicos están abocados de lleno a explotar la biomasa forestal, no poseen costos de producción tan bajos como

## Mediante la pirólisis de biomasa se ha podido producir bio-oil y carbón vegetal para la obtención de diversos productos líquidos y sólidos.



*El congreso de biorrefinería hizo un llamado para que los grandes productores de celulosa inviertan más en esta área.*

los que hay en nuestro país. “Actualmente, en el mundo no existen modelos fijos de biorrefinerías, pues se están evaluando diferentes alternativas. Además, el tema es tremendamente complejo, porque hay que considerar diferentes aspectos, como la evaluación ambiental de los respectivos países y los problemas logísticos que involucra el traslado de la biomasa a los centros industriales. Por lo tanto, no es cosa de calcar modelos foráneos, sino que se deben buscar opciones propias”, opina el investigador.

Respecto de las barreras logísticas que existen en nuestro país para el traslado de la biomasa forestal hacia los centros industriales y de consumo, la investigadora húngara Nora Szarka, de la UDT de la Universidad de Concepción, señala que los problemas radican, aparte del costo del transporte, en que los bosques nativos son muy dispersos y que existen áreas con pendientes o de muy difícil acceso: “hay muchas superficies sin caminos y los que existen no son de buena calidad. Entonces, por una parte, se deberían implementar y mejorar las vías de acceso a los bosques y, por otra, también se tendrían que incorporar los vehículos adecuados, pues hoy se trabaja con camiones y camionetas que experimentan dificultades para transitar por terrenos irregulares”.

La experta, quien forma parte de un equipo de investigadores de la UDT y del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia, CIEP, que están llevando a cabo un proyecto de evaluación económica, ambiental y social del uso racional y sustentable de la biomasa forestal de la Región de Aysén, agrega que “otra alternativa es crear soluciones locales, como plantas de pequeño tamaño, o producir chips, astillas o pellets, que son productos más fácilmente transportables”, comenta Szarka,

“Actualmente estamos abocados a averiguar la cantidad, los tipos y la localización de la biomasa en esta región, pero la misma metodología se podrá aplicar en el futuro a otras regiones. Hoy, la demanda de biomasa para generar electricidad y calor aumenta progresivamente y en la Región de Aysén hay un gran problema con el consumo de leña húmeda, lo que genera emisiones. Nosotros pensamos que una primera solución está en el uso de leña seca, para lo cual se necesitan buenos secados, pero también se puede ir un poco más allá, por ejemplo, usando leña certificada o densificada. Y si consideramos el concepto más integrado y complicado respecto del uso de la biomasa, ya estaríamos pensando en la obtención

de materiales y productos químicos”, manifiesta Szarka.

En cuanto a la producción de estos últimos, la investigadora de la UDT de la Universidad de Concepción, Saddy Rodríguez, comenta que en Chile hay un largo camino por delante. “En el mercado mundial de la pulpa ocupamos el cuarto lugar durante 2008, sólo por debajo de Canadá, Estados Unidos y Brasil, pero nuestra capacidad para producir otros materiales que no sean papel o cartulina es bastante limitada. La gama de productos posibles de fabricar es infinita y a medida que se vayan desarrollando nuevas tecnologías, se puede seguir ampliando el espectro”.

Rodríguez enfatiza que dentro de lo que quieren hacer en el futuro, mediante conversión química, termoquímica y biológica de la biomasa forestal, están los acetatos de celulosa, los complementos para alimentos de animales, los bioplásticos biodegradables, los fertilizantes, los adhesivos naturales y los antioxidantes naturales, entre otros productos.

Sin embargo, y pese a las grandes oportunidades y desafíos que representa la generación de nuevos productos a partir del enorme potencial forestal del país, el investigador Alex Berg indica que la industria chilena, en términos generales, se ha mostrado conservadora. “Las empresas nacionales hoy están invirtiendo muy poco en este tema y la carga sin duda la lleva el Estado, pero falta coordinación y tener prioridades claras”, recalca.

Aun así —explica— existen voces dentro del sector que claramente están reconociendo que hoy hay nuevas áreas de desarrollo: “yo no tengo dudas de que esto se va a imponer, pero lo que me preocupa es que se imponga a tiempo, para que no estemos a la zaga y en diez años más tengamos que importar tecnología que otros implementaron en el año 2009. Nosotros poseemos la materia prima, empresas muy rentables, investigación de buen nivel y contactos internacionales sólidos con científicos de países que van a la vanguardia en esta área. Entonces, debemos comprender que tenemos la posibilidad de tomar la delantera y dar un salto significativo hacia el mañana”. ■■■