

# Investigadores aprovecharon el “valioso” residuo de la forestación y lograron mejor rendimiento en la producción de biocombustible

escribe **María Paz Sartori**  
Ramas, pequeños troncos, hojarasca, hay partes del árbol que en la forestación no se aprovechan. Esos residuos sirven para producir etanol y hacerlo de manera eficiente es lo que motiva a varios grupos de investigación en Uruguay. La confirmación de la instalación de una segunda planta de UPM en el país y la perspectiva de una industria forestal que continuará creciendo animan a unos cuantos.

“Estamos buscando producir biocombustibles de segunda generación (que no compiten con la producción de alimentos) a partir de materiales lignocelulósicos, por ejemplo, a partir de residuos de aserradero. Alur produce biocombustibles de primera generación (que vienen de la biomasa de cultivos muchas veces asociados a la alimentación humana) a partir de caña de azúcar y cultivos de almidón. Estas tecnologías ya están implementadas y perfectamente andando. Ahora estamos buscando producir etanol a partir de otros materiales”, explicó a **Búsqueda** la ingeniera química **Silvia Böthig**, investigadora de Latitud (fundación del Latu).

La propuesta es lograr que los residuos cobren valor. No solo los de la forestación; con los de la caña de azúcar también se pueden producir biocombustibles. “En los de primera generación estamos saliendo del punto más caro, estamos en la etapa de hacerlo más eficiente. En segunda generación estamos en el peor momento en ese sentido, en la curva que todavía va a ascender más. Vamos a tener problemas, va a demorar, va a ser caro; falta”, dijo a **Búsqueda** **Nikolai Guchin**, jefe de Desarrollo de Energías Renovables de ANCAP. En este camino se enmarca un trabajo de investigación que finalizó hace menos de un mes.

Hay materiales como los rastrojos de forestación (lo que no es aprovechado durante la cosecha), el bagazo de caña de azúcar, el sorgo azucarero y el *switch grass*, que pueden ser fermentables y con ellos ha-

cer etanol. Para lograr alcohol a partir de esta materia prima se necesita del uso de tecnologías que permitan lograr esta transformación. Parte de este procedimiento es la fermentación, una etapa que permite aprovechar los azúcares de la materia seca vegetal que se conoce como lignocelulosa. Si bien esto parece bastante claro, técnicamente tiene muchísimos desafíos que en Uruguay investigan para resolver.

Más alcohol. Aumentar la eficiencia en la producción de alcoholes que se generan a partir de los desechos de la forestación es el objetivo de un grupo de trabajo conformado por ANCAP, el Latu y la Facultad de Química de la Universidad de la República, liderado por **Francisco Carrau**. Financiado por el Fondo Sectorial de Energía de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), el proyecto comenzó en 2017 y cerró el 31 de agosto de 2019.

Uno de los desafíos para aumentar la eficiencia en la producción de alcoholes está en lograr encontrar microbios (principalmente levaduras) que transformen los residuos de la forestación en alcoholes y lo hagan de manera eficiente y aprovechando lo más posible el material. Las ramas o pequeños troncos de eucaliptos que sobran son trozados y convertidos en chips, pequeños pedacitos de unos tres centímetros de ancho. Luego siguen una serie de pasos.

“La dificultad es romper la estructura”, dijo Böthig. Las fibras de celulosa le dan la resistencia a la estructura vegetal, la lignina es el adhesivo y hay hemicelulosas (azúcares) que hacen de unión entre la celulosa y la lignina. “La naturaleza sabiamente organizó estas estructuras de forma que resistan el tiempo. Nosotros queremos deconstruir algo que la naturaleza logró”, explicó. Para eso es necesario que los residuos de forestación pasen por varios procesos.

Una vez que los chips llegan al Latu estos se colocan en un

equipo de pretratamiento. El equipo es la primera planta piloto de tratamientos fisicoquímicos para residuos de forestación. La máquina rompe las moléculas y obtiene lignina, la celulosa y la hemicelulosa. La lignina es la que protege la rama vegetal, por eso es necesario romperla para acceder dentro. Las que se aprovechan son la celulosa y la hemicelulosa. A estas dos se les realiza un tratamiento con enzimas y se obtiene glucosa, celobiosa y pentosas (azúcares). Luego viene la etapa que desafía a los investigadores uruguayos: la fermentación.

Para poder aprovechar la glucosa, la celobiosa y las pentosas y obtener etanol y otros alcoholes, es necesario fermentar. **Búsqueda** Carrau, doctor en Química y profesor agregado de la Sección Enología de la Facultad de Química de la Universidad de la República.

Para que la fermentación ocurra se usan levaduras. Una comúnmente utilizada en la industria es *Saccharomyces*, que tiene la capacidad de transformar la glucosa en etanol. Pero, ¿qué ocurre con la celobiosa y las pentosas? Ellas también pueden producir etanol pero hoy no son aprovechadas. La celobiosa y las pentosas representan aproximadamente el 30% de los azúcares que se obtienen, por eso poder aprovecharlos significa conseguir producir más etanol en vez de simplemente generar desperdicio. Al lavar los restos se produce un líquido. “Los azúcares que no van al etanol no se aprovechan, aumentan la contaminación porque incrementan el DBO (demanda biológica de oxígeno), es un desperdicio”, planteó Carrau. Lo “importante” es que el residuo “es valioso”, comentó Carrau.

El trío. En Uruguay se había investigado para encontrar levaduras que permitieran fermentar la celobiosa y las pentosas para que produzcan etanol. En los últimos dos años se logró aislar y caracterizar levaduras nativas capaces de fermentar

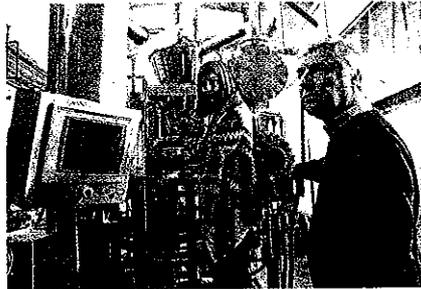


Foto: Nicolás Der Aguiar

En el grupo de trabajo participaron la Facultad de Química, ANCAP y el Latu

pentosas y celobiosa a partir de sustratos proporcionados por ANCAP y Alur para la producción de alcohol. Pero ¿cuáles conviene usar?

Este proyecto de investigación se propuso recorrer este camino, encontrar un grupo de levaduras que puedan cumplir la misión. Desde el comienzo estuvo claro que iba a ser difícil encontrar una que haga todo. Por eso apuntaron a estudiar grupos, diferentes combinaciones de estas levaduras para analizar cuál hacía mejor equipo; a estas se les llama “consorcios microbianos”.

“El aprovechamiento de los azúcares de estos residuos podría aumentar hasta un 30%. Gran parte del éxito de esta propuesta se basa en el desarrollo de medios diferenciales simples que nos permitan monitorear las diferentes especies que participan en cada consorcio”, planteó Carrau al comienzo del proyecto. La propuesta es sustituir tratamientos que hoy se hacen con enzimas o químicos —que encarecen el proceso y no son específicos— por tecnologías microbianas que logren completar la fermentación. Para eso necesitaban definir cuáles usar.

El resultado es “un trío”, comentó Carrau. Tras dos años de trabajo, el químico y su equipo llegaron a la conclusión de que son tres las levaduras candidatas a participar en el consorcio para mejorar la eficiencia en la producción de etanol. A la ya conocida *Saccharomyces* (que se ocupa de fermentar la glucosa y producir etanol) se suman *Scheffersomyces* y *Spalthosphora* para ocuparse de la celobiosa y las pentosas.

Más eficiente. “Si vemos el resultado final, no pudimos usar todo el líquido” que hoy se desperdicia —que contiene las pentosas y celobiosa—, informó Carrau. Es que el líquido es resultado de un proceso que llegó hasta casi los 200 °C y en el medio se producen toxinas debido a la alta temperatura. Si los investigadores usan todo el líquido entonces inhiben la acción de *Saccharomyces*, que es la que actúa sobre la glucosa y produce el etanol. Lograron aprovechar una parte del líqui-

do. “Este es el resultado final de nuestro proyecto, obtuvimos un 15% más de rendimiento” usando el consorcio de las tres levaduras, indicó.

El desafío ahora es llegar al 30% de rendimiento. Se podría lograr si no hubiera toxinas. El grupo tiene como tutor de proyecto al estadounidense **Thomas Jeffries**, referente en levaduras y fermentación de pentosas. Jeffries ya sugirió intentar hacer la primera etapa de pretratamiento con una tecnología diferente.

La tecnología propuesta por Jeffries también está en el Latu pero para recorrer ese otro camino haría falta un nuevo proyecto de investigación. Es un tratamiento alcalino a baja temperatura que no produce toxinas; esa es la tendencia ahora.

Es un sistema que “se usó, dejó de usarse y ahora vuelve”, contó Carrau. Además, el grupo planifica usar ingeniería genética en una próxima etapa; generar una sola levadura transgénica que contenga todas las cualidades necesarias. El grupo aplicará para nuevos fondos con el objetivo de poder continuar el trabajo. Desde el gobierno están dadas las señales de que las biorrefinerías son un tema de interés.

El equipo que funciona con alta temperatura para este fin está “pasando de moda”, comentó Carrau. Hace dos años, cuando Jeffries visitó Uruguay lo vio con muy buenos ojos y comentó que era esta la tecnología que estaba de punta en el mundo. Es que todo cambia y avanza muy rápido.

Guchin contó que varias plantas que usan esta tecnología en el mundo han cerrado en los últimos años pero que esto se debe principalmente a un tema de números. Con precios bajos de petróleo la investigación y el desarrollo de los biocombustibles y en particular del bioetanol no son prioridad y a veces los números no cierran. De todos modos, es válido investigar en el tema mientras tanto para estar listos para el mañana, consideró.

“El petróleo es finito, se puede terminar; en cambio, de estos residuos en Uruguay siempre va a tener. El problema es circunstancial”, planteó Carrau.

**Auditorio**  
NUEVA FUNCIÓN 17 DE OCTUBRE  
**BAJOFONDO**  
TEATRO DE CÁMARA  
AUDITORIO NACIONAL SODRE  
VISA #5874001690 EL PAIS tickettel mararreta SODRE  
TV @BAJOFONDO / FB @AUDITORIO / IG @AUDITORIO\_CENTRAL