

Una salida para el biocombustible

Científicos belgas descubren cómo aprovechar los residuos leñosos de cultivos alimentarios ● Las mutaciones de una enzima multiplican el rendimiento

JAVIER SAMPEDRO
Madrid

Los cultivos sembrados específicamente para hacer biocombustible son inconvenientes desde el punto de vista ecológico y alimentario, pero hay una posibilidad mucho más interesante: aprovechar los residuos de los cultivos alimentarios normales, que ahora no valen para nada; el problema es que son leñosos (tienen lignina) y por ello extremadamente difíciles de digerir para iniciar el proceso. Ruben Vanholme y sus colegas de Gante (Bélgica), Dundee (Reino Unido) y Madison (Wisconsin, EE UU) descubren ahora una enzima (CSE, o cafeoil shikimato esterasa) implicada en la síntesis de la lignina y cuyas mutaciones reducen mucho la cantidad de ese compuesto indigerible y así multiplican por cuatro la eficacia de su digestión para hacer biofuel.

La fiebre de los biocombustibles que caracterizó las postrimerias del siglo XX ha bajado muchos grados en los últimos años, principalmente porque los cultivos dedicados específicamente a su producción compiten por valiosos recursos de tierra y agua con la función primordial de la agricultura, que es alimentar a la población y al ganado.

Una alternativa aceptada generalmente, al menos sobre el papel, es la utilización de plantas no comestibles —árboles de crecimiento rápido como el chopo y el eucalipto, por ejemplo— o, mejor aún, los residuos que quedan de los cultivos convencionales tras la cosecha del grano, que en la actualidad son más un estorbo que otra cosa.

Ninguna de estas fuentes energéticas potenciales competiría con la producción de alimentos, lo que las convierte en una buena opción. El problema es que todas



Los residuos agrícolas son una fuente sostenible de biofuel. / GARCÍA CORDERO

ellas son leñosas, y la lignina —la molécula fundamental de los tejidos leñosos— es extremadamente difícil de digerir para generar los azúcares necesarios para la producción del biocombustible, sea etanol u otro. Este es el escollo que puede disipar el descubrimiento que los científicos presentaron ayer en *Science*.

Vanholme y sus colegas han identificado un nuevo gen fundamental en la ruta biosintética de la lignina, la serie de reacciones químicas encadenadas que fabrican ese producto en las células vegetales. Lo han hecho trabajan-

do en *Arabidopsis* —una mala hierba que los biólogos vegetales utilizan como sistema modelo por sus grandes ventajas para la investigación genética—, pero sus conclusiones pueden aplicarse a cualquier otra planta leñosa, o con residuos leñosos.

Sally Benson, directora del Proyecto Global del Clima y la Energía de la Universidad de Stanford, que ha financiado parte de la investigación, considera los resultados “un descubrimiento apasionante y fundamental que ofrece una estrategia alternativa para alterar la lignina en las plantas, y

que tiene el potencial de incrementar enormemente la eficacia de la conversión de los cultivos energéticos en biocombustible”. Curiosamente, el GCEP de Stanford recibe apoyo económico de industrias petroleras, energéticas y de automoción (ExxonMobil, GE, Schlumberger y Toyota), que han aportado 150 millones de dólares (113 millones de euros) al proyecto desde 2002.

Las células vegetales no solo poseen una membrana externa basada en compuestos grasos (lípidos), como sus homólogos del mundo animal, sino también una

pared celular resistente y rígida. Esa pared celular está hecha sobre todo de lignina y celulosa. Aunque la celulosa es fácilmente digerible por métodos convencionales para producir glucosa —que a su vez se puede fermentar para producir etanol u otros compuestos útiles como biocombustible—, la lignina forma una especie de cemento que rodea a la celulosa y la hace inaccesible a las estrategias de digestión, salvo que se utilicen métodos muy agresivos, energéticamente costosos y dañinos para el medio ambiente.

La utilización de plantas mu-

Un sector a la deriva

Las importaciones y los cambios regulatorios, tras las críticas por competir con cultivos alimentarios, ponen en jaque a más de 50 plantas en España

A. BOLAÑOS / E. DE BENITO
Madrid

Lo que hace unos años parecía un negocio seguro, subvencionado y con la valorada etiqueta de “bajo en emisiones contaminantes”, es ahora una industria polémica, en riesgo de extinción, que no sabe a qué norma atenerse. En poco más de diez años, el sector de los biocarburantes ha pasado de ser una apuesta inversora de grandes compañías (Cepsa, Abengoa, Acciona o Ebro Puleva) a un rosario de plantas cerradas o con una actividad bajo mínimos.

La patronal del sector asegura que se han invertido 1.800 millones de euros para erigir 48 fábricas de biodiésel (que se mezcla

con el gasóleo) y cinco de bioetanol (con la gasolina), aunque de la lista se han caído al menos diez factorías en los últimos meses. Las cifras de empleo (6.300 trabajadores) tienen también mucho de teórico porque cunden los ERE en una industria encogida: en 2012, la producción de biodiésel no llegó al 10% de lo que podían generar las plantas, mientras que la de bioetanol se quedó en el 65% de su capacidad teórica.

2008 marcó un punto de inflexión para la industria. Hasta entonces, los proyectos de construcción de plantas de biocarburantes se sucedían, alentados por las ayudas públicas, las exenciones fiscales y los objetivos medioambientales de la Unión Europea, que exi-

gían cubrir un 10% de la energía consumida por el transporte con fuentes renovables en 2020. Pero aquel año se registró un histórico repunte de los precios internacionales de los cereales, que pusie-

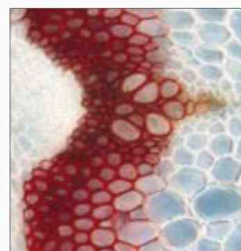
Las importaciones de Argentina e Indonesia cubren un 76% del consumo

ron a los países más pobres con las cuerdas. Y, aunque hay informes para todos los gustos, entre los factores que influyeron en la escalada se incluyó el desvío de

la oferta de algunos cereales, sobre todo el maíz en EE UU, de usos alimentarios (o para piensos) a la fabricación de bioetanol.

Desde entonces, la polémica sobre la competencia con cultivos alimentarios persigue al sector. Además, se formularon también críticas a la limitada reducción de emisiones que se consigue con el biodiésel. Pero el golpe más duro para las plantas españolas no viene de ahí, sino de las importaciones de Argentina e Indonesia, que llegan a cubrir un 76% del biodiésel que se consume en España.

Las empresas españolas acusan a Argentina e Indonesia de cargar con más impuestos la materia prima (aceites de soja y palma, respectivamente) que necesi-



Las células vegetales tienen una cubierta leñosa además de la membrana. / SCIENCE

tan las fábricas españolas, que el biodiésel ya elaborado que exportan. Un argumento que la Comisión Europea asumió en junio, al imponer un arancel, que el sector cree insuficiente. La alternativa que plantea el sector, que el Gobierno asigne cuotas de producción a las plantas españolas, no acaba de formalizarse. No solo eso, el Ejecutivo ha decidido no prorrogar las exenciones fiscales

Los objetivos

► Los biocombustibles son carburantes producidos a partir de cultivos. Emiten menos CO₂ que los fósiles. El transporte emplea un tercio de la energía de la Unión Europea y emite un 25% de las emisiones totales.

► La UE fijó primero como objetivo que el 10% de los combustibles del transporte fueran biocombustibles en 2020. La Comisión Europea aprobó en 2012 rebajarlo a un 5%. La Eurocámara votó por un 6,5% el pasado junio durante la tramitación parlamentaria.

► Los biocombustibles solo podrán ser subvencionados a partir de 2020 si reducen drásticamente las emisiones y no se producen a partir de cultivos para alimentos o piensos.

► La patronal del sector en España asegura que se han invertido 1.800 millones de euros para erigir 48 fábricas de biodiésel y cinco de bioetanol.

► La industria española está funcionando muy por debajo de su capacidad: en 2012, la producción de biodiésel no llegó al 10% de lo que podían generar la cuarentena de plantas existentes.

tantes para la enzima CSE reduciría —como ya se ha demostrado en el modelo *Arabidopsis*— los niveles de lignina en la pared celular, cuadruplicando la accesibilidad de la celulosa para los métodos de digestión suaves y sostenibles. La idea no solo serviría para la generación de biocombustible, sino también para la fabricación de papel. Las industrias papeleas se cuentan ahora entre las más contaminantes, debido entre otras cosas a la necesidad de degradar la lignina con medios agresivos.

La técnica que han usado Van-

de las que disfrutaron durante diez años y ha rebajado el objetivo de mezcla de biocombustibles para abaratar los combustibles.

Hay más cambios regulatorios en el horizonte. Y no pintan bien para la industria. Bruselas asumió a finales de 2012 parte de las críticas y propuso limitar el objetivo de biocombustibles al 5% cuando se produzcan a partir de cultivos plantados específicamente para ello. La idea de imponer esta restricción ha sido muy bien acogida por los grupos ecologistas, sobre todo por las implicaciones que tienen fuera de Europa. Estas organizaciones denunciaban que en países como Brasil —pionero en el uso de biocombustibles— hubiera población pasando hambre mientras las tierras agrícolas se dedican a producir gasolinas vegetales. Y habían advertido de que había grupos europeos comprando tierras en países africanos para extender el cultivo de arbustos con frutos ricos en aceites.

holme y sus colegas es el *knock-out* (KO), o inactivación en el laboratorio del gen que codifica (o *significa*) la CSE, que ha resultado una enzima clave en la síntesis de la lignina, un hecho que se desconocía hasta ahora y que, en sí mismo, supone un hallazgo notable.

Las plantas KO no solo tienen un 36% menos de lignina en sus paredes celulares, sino que la lignina remanente muestra una estructura alterada que la hace menos resistente. Las dos circunstancias combinadas elevan la tasa de conversión de la celulosa en glucosa del 18% típico de las plantas normales a un 78%, sin necesidad de tratamientos radicales.

La idea de los científicos es buscar entre las plantas energéticas leñosas —chopos, eucaliptos y cultivos alimentarios que dejen residuos aprovechables— formas mutantes naturales que tengan afectado el gen CSE. De no aparecer ninguna, el gen puede ser inactivado con técnicas de ingeniería genética en cualquiera de esas plantas. En el segundo caso,

Los biocombustibles no están bien vistos porque compiten por recursos naturales

El hallazgo serviría también para la fabricación más limpia de papel

las plantas alteradas deberían considerarse formalmente cultivos transgénicos, lo que podría plantear resistencias ecologistas y de opinión pública en Europa, aunque seguramente no en el resto del mundo.

En cualquier caso, una información pedagógica y transparente puede ayudar a disipar los temores sobre las plantas transgénicas, sobre todo si se tiene en cuenta que en este caso las plantas no estarían destinadas a la alimentación, sino a obtener un tipo de combustible alternativo a la gasolina.

La propuesta de la Comisión Europea, sobre la que el Parlamento Europeo debe adoptar una posición definitiva en septiembre, aboga porque el otro 5% se cubra con biocombustibles obtenidos directamente de desechos de plantas comerciales o de algas. Y que, a partir de 2020, solo se subvencione a estos.

Es aquí donde investigaciones como la publicada en *Science* pueden cobrar una importancia vital. El principal obstáculo para la industria es cómo lograr la transformación de la celulosa de los residuos de cultivos agrícolas (los restos de los cereales o el bagazo de la caña de azúcar) en alcohol. La eficacia en el uso de enzimas, como la descubierta por los científicos belgas es clave en este proceso. Abengoa, una de las compañías españolas que más invierte en biocombustibles, ha optado también por esta línea de investigación y confía en lograr un "biocombustible de segunda generación" competitivo en 2016.

Isinbayeva: "En Rusia, las chicas vivimos con chicos"

La atleta defiende la ley 'contra la propaganda gay' de Putin

AMAYA IRIBAR
Moscu

Elena Isinbayeva va por el mundo del atletismo como la diva que es. Rodeada por media docena de guardaespaldas con pinganillo, asistente personal y provocando una gran ola de expectación alrededor. Cuando se sentó ayer ante los periodistas vestía el chándal de Rusia, pero había pasado por maquillaje y peluquería y su aspecto era muy diferente del que ofrece en la pista, como un bello ángel de Charlie, pero más frágil. Hasta que abrió la boca. Porque la estrella rusa —y de estos Mundiales, con permiso de Usain Bolt— es de ideas contundentes y así las expresa, con soltura, en inglés. Lo mismo para condenar el dopaje —"Es un gran problema, no solo para el atletismo, sino para todo el deporte"—, que para apoyar al Gobierno de Vladimir Putin en la polémica ley que prohíbe las muestras públicas de afecto entre homosexuales.

"Si permitiéramos e hiciéramos todas estas cosas en las calles, tendríamos por nuestra nación", dijo la campeona del mundo de pértiga cuando le preguntaron sobre la polémica normativa probada en junio. "Los rusos nos consideramos gente normal, estándar; simplemente vivimos los chicos con chicas y las chicas con chicos. Viene de nuestra historia. Espero que este problema no arruine nuestros Juegos de Sochi".

Para Isinbayeva, la posibilidad de un boicot a los Juegos



Elena Isinbayeva.

de Invierno de Sochi en 2014 por razones políticas, algo que han promovido algunos colectivos gais porque consideran la ley una agresión, no sería justo para los atletas. "El movimiento olímpico y este tipo de relaciones no tradicionales son cosas diferentes y no deben mezclarse", aseguró la atleta rusa.

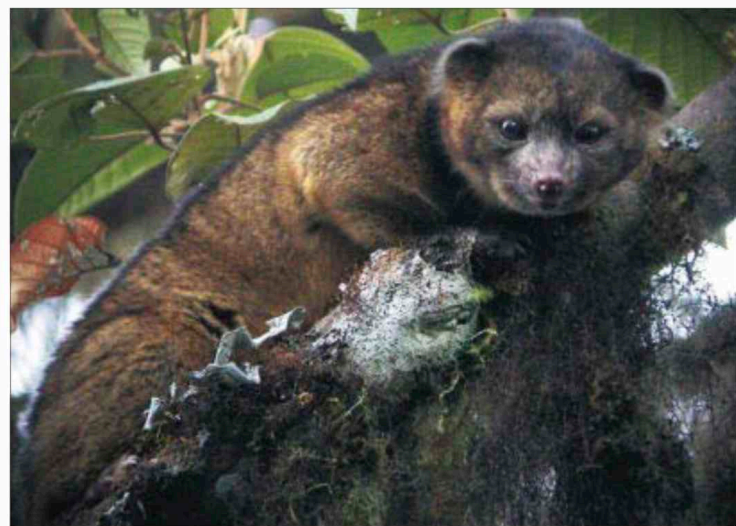
La diva del atletismo había querido precisar antes que no tiene nada en contra de los homosexuales: "Son sus vidas y sus decisiones. De lo que estamos en contra es del exhibicionismo en nuestro país y, en este caso, yo apoyo a nuestro Gobierno".

Su declaración contrasta

con las tímidas muestras de apoyo que algunos atletas han querido hacer en Moscú a la causa gay tras la decisión de Putin. Si el primero fue el estadounidense Nick Simmonds, plata en 800, el jueves la saltadora Emma Green luchó (y consiguió) un puesto en la final con las uñas pintadas de los colores del arcoíris que identifica la lucha de los homosexuales. "Me ha parecido que era lo que tenía que hacer", manifestó luego a la agencia Reuters. "Ha sido una declaración de principios".

A Isinbayeva, ese gesto le pareció otra cosa muy distinta: "Es irrespetuoso para con nuestro país e irrespetuoso para con nuestra gente, porque somos rusos. Quizás seamos distintos de los europeos y de la gente de otras tierras. Tenemos nuestra ley, y todos deben respetarla. Cuando vamos a otros países intentamos seguir sus reglas".

Solo la perspectiva de la maternidad mostró el lado menos polémico de Isinbayeva, que tiene 31 años y ha decidido dejar las pistas para tener un bebé. Cuando le preguntaron si estará en los Juegos de Río 2016 respondió: "Mi deseo ahora es ser madre". "Es más importante que cualquier medalla. Si me encuentro bien después, volveré".



SMITHSONIAN (EFE)

Primer nuevo carnívoro en 35 años

Parece una mezcla de oso y gato, y es el último carnívoro (en verdad, omnívoro) que se ha descubierto en el hemisferio occidental. Lo han bautizado olinguito (*Bassaricyon neblina*), porque hasta ahora se consideraba que era un ejemplar

pequeño del olingo. Pero ni su pelaje, ni su cráneo ni su mandíbula o hábitat coinciden. Original de los bosques altos de los Andes, entre Ecuador y Colombia, nada más descubierto ya se sabe que está muy amenazado.



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	Una salida para el biocombustible
Autor:	Javier Sampedro
Fuente:	<i>El País</i> (España)
Resumen:	Los cultivos para biocombustibles vienen siendo muy cuestionados. Dedicar tierras y agua a producciones agrícolas destinadas a satisfacer necesidades energéticas no parece lo más adecuado si ello pone en riesgo la atención a las necesidades alimentarias. Sin embargo, los residuos leñosos de los cultivos alimentarios podrían servir para la producción de biocombustibles. El problema está en la lignina, un componente que dificulta ese proceso. La investigación sobre las mutaciones de una enzima implicada en la síntesis de la lignina puede abrir las puertas a la solución de ese problema.
Fecha de publicación:	16/08/13
Formato	<input type="checkbox"/> Noticia
	<input checked="" type="checkbox"/> Reportaje
	<input type="checkbox"/> Entrevista
	<input type="checkbox"/> Artículo de opinión
Contenedor:	<input type="checkbox"/> 1. Los retos de la salud y la alimentación
	<input type="checkbox"/> 2. Los desafíos ambientales
	<input checked="" type="checkbox"/> 3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	<input type="checkbox"/> 4. La conquista del espacio
	<input type="checkbox"/> 5. El hábitat humano
	<input type="checkbox"/> 6. La sociedad digital
	<input type="checkbox"/> 7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	3ACH129



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre el uso de residuos de cultivos alimentarios para producir biocombustibles:

1. Los científicos que han descubierto una enzima implicada en la síntesis de la lignina son todos europeos.	V	F
2. Los cultivos para producir biocombustibles nunca han sido cuestionados.	V	F
3. La lignina es el elemento más apreciado para la producción de biocombustibles.	V	F
4. El descubrimiento del cafeoil shikimato esterasa, una enzima implicada en la síntesis de la lignina, se ha publicado en la revista <i>Science</i> .	V	F
5. Con el descubrimiento del que se habla en el reportaje podría encontrarse una estrategia para alterar la lignina en las plantas y favorecer la producción de biocombustibles.	V	F
6. La lignina y la celulosa están presentes tanto en las células vegetales como en las animales.	V	F
7. La digestión de la celulosa es más fácil que la de la lignina.	V	F
8. Las investigaciones de las que se habla en el reportaje podrían hacer también que la producción fuera menos contaminante.	V	F
9. La única aplicación posible de estas investigaciones pasa por el desarrollo de cultivos transgénicos para alterar el gen CSE.	V	F
10. Los biocombustibles emiten más CO ₂ a la atmósfera que los combustibles fósiles, pero si no tuvieran lignina no emitirían CO ₂ .	V	F

2. Busca información sobre los siguientes conceptos que aparecen en el reportaje: cultivos alimentarios, biocombustibles, lignina, celulosa, digestión y *knock-out*.

3. Busca información sobre la lignina y desarrolla los motivos por los que no resulta eficiente el uso de residuos de cultivos alimentarios para la producción de biocombustibles.

4. Repasa el reportaje y sintetiza el avance que supone el descubrimiento de la enzima de la que se habla en él, así como el desarrollo de las técnicas que podrían permitir una mejor digestión de la lignina para el desarrollo de biocarburantes.

5. ¿Qué ventajas tienen los biocarburantes sobre los combustibles fósiles? ¿Qué inconvenientes presentan en relación con los cultivos alimentarios? ¿Qué cambios ha habido en las políticas europeas en relación con ellos? ¿Cómo se justifican esos cambios?

6. Busca información sobre la cantidad de residuos leñosos de cultivos alimentarios que se generan en tu país. ¿Qué se está haciendo ahora con ellos? ¿Qué efectos tiene el tratamiento actual de esos residuos desde el punto de vista económico, energético y ambiental?

7. Repasa el contenido del apartado “Un sector a la deriva” y comenta los problemas de las empresas relacionadas con la producción de biocombustibles. ¿Qué efectos tendría sobre ellas el desarrollo de las tecnologías que se comentan en este reportaje?

8. Sobre cada frase de la siguiente quiniela señala tu postura de acuerdo, desacuerdo o duda. Selecciona dos o tres frases de la quiniela que te parezcan destacables (estés o no de acuerdo con lo que dicen) y redacta un comentario sobre ellas.

Quiniela sobre los biocombustibles			
1. Es obsceno utilizar cultivos alimentarios para la producción de biocombustibles.	1	X	2
2. Los biocombustibles son menos contaminantes que los combustibles fósiles.	1	X	2
3. Los biocombustibles serán la principal alternativa a los combustibles fósiles en el transporte.	1	X	2
4. Destinar cultivos a la producción de biocombustibles es beneficioso para los países que lo hacen.	1	X	2
5. Destinar cultivos a la producción de biocombustibles es beneficioso para los países que los importan.	1	X	2
6. Destinar cultivos a la producción de biocombustibles es beneficioso para el conjunto de los seres humanos.	1	X	2
7. Hablar de biocombustibles de segunda generación no tiene sentido, es mejor abandonar esas líneas de investigación.	1	X	2
8. Todos los problemas energéticos se resuelven con más apoyo a la investigación.	1	X	2
9. El debate sobre los biocombustibles es más político que científico.	1	X	2
10. Me gustaría ser uno de los investigadores de los que se habla en el reportaje.	1	X	2

1: De acuerdo; **X:** En duda; **2:** En desacuerdo



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.

- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. La actividad 2 sugiere aclarar el significado de algunos de los conceptos que aparecen en el reportaje. La actividad 3 propone aclarar los motivos por los que actualmente no es eficiente la producción de biocombustibles a partir de residuos. La actividad 4 propone centrar la atención y explicar las ventajas que se derivarían de los avances que centran el contenido del reportaje. La actividad 5 tiene un carácter más genérico y está relacionada con las políticas en este sector. La actividad 6 propone contextualizar el tratamiento de los residuos de los cultivos analizando su destino actual en el propio país. La actividad 7 se centra en los problemas de las empresas del sector y lo que supondría para ellas el desarrollo de técnicas como las recientemente descubiertas para el desarrollo de combustibles de segunda generación. La actividad 8 plantea cuestiones valorativas que pueden generar cierta controversia en relación con esos temas.

- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre la actividad 6.

- Podría ser oportuno registrar algunos de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 5 y 8. Tales apreciaciones pueden ser útiles para entender las percepciones que los jóvenes tienen sobre los combustibles fósiles como alternativa energética y los problemas actuales para buscar alternativas diferentes a las de los cultivos alimentarios.