

Artículo - Producción de biocombustibles por microorganismos

Cristina Maria Monteiro Machado*

Aún que actualmente los únicos biocombustibles producidos en grande escala sean el etanol y el biodiesel, diferentes clases de moléculas poseen propiedades deseables para este fin y algunas son pasibles de producción por vía microbiana. Otras, aunque no sean normalmente sintetizadas por microorganismos pueden venir a serlo con el uso de herramientas biotecnológicas. Este trabajo revisa el uso de las fermentaciones en la producción de biocombustibles y reúne informaciones al respecto de aquellos que están en fase de desarrollo y poseen perspectivas de aplicación. El objetivo aquí no es agotar el asunto, pero posibilitar el inicio de un estudio más profundizado en las líneas de investigación que se consideren más promisoras en el tema.

La producción de **etanol** es basada en una tecnología antigua, considerándose el consumo de bebidas alcohólicas en épocas anteriores al cristianismo. Increíblemente el proceso de producción de etanol, actualmente, usa el mismo microorganismo (la levadura *Saccharomyces cerevisiae*) y alcanza prácticamente la misma concentración que tienen sido obtenida hace siglos. Una vez que, actualmente el costo de la materia prima (90% de la producción de etanol hoy es hecha a partir de maíz y caña-de-azúcar) representa típicamente entre 60 al 70% del costo final del etanol, diversos estudios tienen sido ejecutados en todo el mundo para desarrollar una producción en larga escala de etanol a partir de materias primas lignocelulósicas. Todavía, debido a la gran complejidad de la composición de estos materiales, aún no existen procesos económicamente viables utilizando tales substratos. De esa forma, para reducir significativamente los costos de capital y de operación se tiene buscado la identificación y desarrollo de microorganismos adecuados a las características de la materia prima y con capacidad de fermentar diferentes azúcares con factores de conversión elevados.

El **butanol** es otro alcohol que puede ser producido por fermentación. En ese bioproceso, que fue, en la década de 1960, lo más importante del mundo, acetona es producida juntamente al butanol y etanol (ABE 3:6:1) por la fermentación con el microorganismo *Clostridium. acetobutylicum*. El *n*-butanol posee características deseables como combustibles sustituto de gasolina tales como: densidad energética 50% mayor del que el etanol y puede ser transportado por conductos, por cargar menor tenor de agua. Como su desempeño en motores aún no es bien estudiado, ello podría ser usado como combustible de mistura.

El **biodiesel** es actualmente obtenido por una reacción de transesterificación catalítica de diferentes oleaginosas, así como de aceite de fritura usado y de gordura animal en la presencia de metanol o etanol. A pesar de los aspectos ambientales ventajosos, el biodiesel producido químicamente posee algunas limitaciones que podrían ser evitadas con un proceso bioquímico.

Aunque los microorganismos no produzcan biodiesel por su metabolismo típico, algunos, como la bacteria *Acinetobacter baylyi*, producen cantidades significativas de lípidos de almacenamiento en la forma de triacilglicerideos y ésteres grasos. Así, fue posible producir una cepa de *E. coli* modificada conteniendo los genes involucrados en la síntesis de ésteres grasos y los genes productores de etanol de la bacteria *Zymomonas mobilis*. Esa cepa recombinante, cuando en medio conteniendo ácidos grasos, produjo biodiesel en 26% de peso seco de la biomasa, en las condiciones ideales. Todavía esa conversión está distante de la necesaria para el desarrollo de un proceso industrial, se consiguió probar la viabilidad de ese nuevo enfoque.

Hidrocarbonetos de cadena longa son combustibles muy comunes hoy en día, principalmente isooctano (principal detonante de la gasolina) y hexadecano (un de los hidrocarbonetos en la faja del diesel), ambos derivados case totalmente del petróleo. Aunque existan relatos demostrando a biosíntesis de alcanos por animales, plantas y microorganismos, esta ocurre en bajas concentraciones y su mecanismo de producción no es conocido. El desafío de la biotecnología es aumentar la tasa de conversión usando fuentes de carbono baratas, como materia prima del tamaño, apropiado son considerados óptimos combustibles.

El **hidrogeno** es promisor como biocombustible por su grande potencial energético y porque su producto de combustión, el agua, no crea problemas ambientales. Por otro lado, la alta volatilidad crea restricciones en el almacenamiento, lo que torna su transporte por longas distancia muy complicada. Su tecnología de producción actual por electrólisis es ineficiente energéticamente una vez que se gasta un insumo con alta conversión energética (la electricidad) para generar otro con baja (el hidrogeno, que posee apenas 50% de eficiencia de conversión). Alternativamente, sistemas biológicos pueden ser usados para generar hidrogeno, pero esos típicamente poseen baja tasa de conversión y diversos esfuerzos de investigación tienen sido hechos para aumentar la productividad usando técnicas de ingeniería metabólica.

Otra forma promisor de utilizar el hidrogeno producido bioquímicamente es el uso de células de combustibles microbianas, en las cuales un electrodo compatible (anodo) captura los electrones del hidrogeno producido por el metabolismo microbiano, liberando H^+ y entonces generando una corriente eléctrica. La suceso de eso proceso dependerá de la optimización de la producción microbiana de hidrogeno y del desarrollo de electrodos para captar eso hidrogeno.

Los biocombustibles producidos a partir de biomasa pueden ser producidos termoquímicamente por procesos como pirolisis y gasificación o bioquímicamente por fermentación microbiana y são fuentes sostenibles de energía con grande potencial para un balance de carbono favorable. En el caso de biocombustibles producidos por microorganismos, como se pretendió mostrar en eso artículo, aún existe bastante a avanzarse, y la biotecnología contribuirá decisivamente en eso esfuerzo, tanto en el desarrollo de plantas más adecuadas a los bioprocesos cuanto en el desarrollo de microorganismos. Eso se constituye un vasto campo de investigación y para la industria, que podrán crear una nueva generación de biocombustibles que poseen un mercado inmenso y consecuentemente con alto potencial de lucro. Es un gran desafío, pero ciertamente valdrá los esfuerzos.

* Investigadora de Embrapa Agroenergía - cristina.machado@embrapa.br