

LOS BIOCOMBUSTIBLES Y LA BIOTECNOLOGIA DE VANGUARDIA.

Gustavo Viniegra González

Por todas partes oímos, vemos y leemos que los bio-combustibles, como el bio-etanol y el bio-diesel, son una maravilla para hacer frente a la escasez del petróleo. Pero, poco se comentan sus limitaciones y sus riesgos. Conviene pues, reflexionar si son la maravilla que parece ser y si conviene dedicar tanto esfuerzo de investigación biotecnológica para este campo. O, incluso, si más convendría dedicar más esfuerzo a otros temas ligados con la sustitución del petróleo, que siendo menos riesgosos, tuviesen mayor utilidad.

Conviene recordar que cada vez hay más consenso en el país de que no debemos quemar los alimentos, como son los granos de cereal o el azúcar, mientras tengamos la necesidad de importarlos a precios cada vez más elevados. Precisamente porque en EUA el programa de bio-etanol los ha encarecido y ha reducido el volumen de las reservas de granos exportables o de sus derivados, desde ese país. Aunque, ahora ya existan seis grandes fábricas productoras de bio-etanol mexicanas para transformar el alimento en combustible y exportarlo a nuestro vecino del norte. Pero, no debemos dejarnos sorprender por unos cuantos aventureros que medran de los subsidios y apoyos de los gobiernos para contribuir a la escasez de alimentos en México.

Sin embargo, desde hace 20 años se ha planteado la posibilidad de producir etanol por la hidrólisis y fermentación de la celulosa y la hemicelulosa. Por ello, debemos preguntarnos si existe suficiente materia prima vegetal para sustituir por esa vía a los combustibles más comunes derivados del petróleo, que son principalmente: la gasolina, el diesel y el combustóleo. Si sumamos todas los residuos ligno celulósicos vegetales de la agricultura mexicana, difícilmente podremos reunir más de 30 Mton (millones de toneladas). Como el calor de combustión de esos residuos es aproximadamente de 15 GJ/ton ($GJ = 10^9 J$), tendremos aproximadamente una energía acumulada de 450 PJ/año ($PJ = 10^{15} J$). En principio esta energía, quemada en las calderas, bastaría para sustituir a los 120 PJ/año consumidos en México, de combustibles y lubricantes por año (correspondientes a 2.7 Mton de combustibles) por los diversos rubros de la industria manufacturera, pero quedaría muy por debajo de la producción nacional de hidrocarburos estimada por la Secretaría de Energía para el año 2006 que fue equivalente a 3,072 PJ, (correspondientes a 68.3 Mton). Por lo tanto, toda la biomasa residual, no utilizada directamente en el consumo alimentario humano, apenas alcanzaría para sustituir al 14% de los combustibles producidos ahora por PEMEX que no incluyen los importados. Lamentablemente ya hemos ocupado casi toda la tierra cultivable de buen rendimiento y eso explica que durante los últimos 20 años, la tierra cultivada por habitante ha disminuido lentamente por debajo de 0.4 ha por habitante. A comparación de la enorme disponibilidad de 2.5 ha por habitante de EUA, Canadá, Brasil, Argentina o Australia, que son los principales países exportadores de alimentos. De modo que no hay mucho futuro en la expansión de la agricultura para sustituir en México a los hidrocarburos.

Si las cifras anteriores de la disponibilidad energética de la biomasa, las corregimos por la conversión en etanol, sabiendo que el máximo nivel de conversión es del 51% (w/w) y que el valor efectivo industrial es usualmente del 85%. Tomando en consideración que el costo energético de la destilación puede ser cercano al 60% del rendimiento energético y que el valor energético de un kilogramo de etanol corresponde al 63% de un kilogramo de hidrocarburo, tendremos que en realidad, la conversión de toda la biomasa residual apenas alcanzaría para producir etanol con un valor energético neto de apenas 35 PJ/año que corresponden al 0.7% del valor

energético de los hidrocarburos producidos por PEMEX. Esto conduce a pensar que el bio-etanol definitivamente no es una alternativa importante para sustituir a los hidrocarburos como el combustible líquido del futuro en nuestro país.

Otro proyecto que no parece ser muy viable es el bio-diesel. Pues, debemos recordar que México es importador neto de oleaginosas como la soya para producir aceite comestible que se llega a vender por encima de \$ 20 el kilogramo y que se quieren producir plantas oleaginosas para sustituir a un producto (el diesel) que vale cerca de \$ 10 por kilogramo. ¿No sería más lucrativo y prudente producir más aceite para que los mexicanos pudiéramos comer bien sin depender de las importaciones? Lamentablemente algunos técnicos ya han convencido a diversas autoridades federales y estatales que este es un proyecto de alta prioridad. Pero si hacen las cuentas bien y si analizan la necesidad económica de los campesinos para tener un ingreso mínimo de \$ 60,000 anuales por familia para que no abandonen sus parcelas y se vayan de braceros, verán que no es un proyecto ni económica, ni socialmente sostenible.

Existe, sin embargo, a corto plazo, un recurso no explotado: los residuos fermentables de origen urbano. Se calcula que en nuestro país cada persona genera diariamente 0.5 kg de residuos alimenticios con 70% de humedad. Si sólo nos ocupamos de 70 millones de habitantes que viven en ciudades de más de 10,000 habitantes, tendremos cerca de 38 Mton de materia orgánica fermentable que todos los años entra en un proceso putrefactivo y da lugar, querámoslo o no, a la producción de aproximadamente 10.6 Mton de metano, los cuales, contribuyen al calentamiento global. Por lo tanto, la recuperación y utilización energética de ese metano no sólo es técnicamente factible sino que es ecológicamente necesaria. Aquí si estaríamos generando un beneficio social y ambiental, sin interferir con las cadenas alimenticias y aprovechando tecnología que es del dominio público. El volumen de combustible no es nada despreciable si nos restringimos a su impacto sobre sectores como el de manufacturas o el transporte municipal y es muy superior a la sustitución potencial de hidrocarburos por la vía de bio-etanol. En este campo, urge que las empresas e instituciones mexicanas se orienten a la adaptación, a bajo costo, de las patentes ya vencidas para transformar la basura orgánica municipal en metano, con el rendimiento técnico de 40 kg por tonelada que ya resultan en 5 Mton, tomando en cuenta las mermas e ineficiencias de un proceso industrial. La ventaja inmediata sería el aprovisionamiento parcial de energía para los municipios y la reducción drástica del volumen de los entierros sanitarios. Esto ya resulta urgente porque se ha anunciado en la prensa que empezaremos a importar hidrocarburos para el año 2,010 y por lo tanto no hay tiempo que perder para aprovechar esas 5 Mton de metano en el mercado de los combustibles. Por ejemplo: para sustituir al diesel en los transportes urbanos pesados. Conviene aquí recordar que anualmente en México se consumen cerca de 10 Mton de este combustible. En consecuencia, es un segmento específico del mercado de hidrocarburos en dónde el impacto económico sería inmediato y completamente beneficioso. Para los que duden de la alternativa les sugiero un portal sueco sobre este asunto: <http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels>.

Para el futuro mediato, podemos examinar un recurso energético mucho más abundante. Sería el caso del hidrógeno producido por la fotólisis del agua. Ya que, podemos estimar el máximo valor de rendimiento de hidrógeno por hectárea al año, si tomamos a la fotosíntesis como nuestra referencia técnica, porque es un proceso perfeccionado evolutivamente por eones (miles de millones de años) en el que forzosamente se rompe el agua para producir hidrógeno y oxígeno.

Tomando como modelo a las algas fotosintéticas o a la caña de azúcar, tendremos rendimientos superiores a 100 ton/(ha*año). Es decir que, usando la fórmula empírica de los carbohidratos ($C_6H_{12}O_6$) esto corresponde a 6.67 toneladas de hidrógeno, que a su vez, corresponden a 142 GJ/(ha*año). Ahora, si tomamos como referencia a los 3,000 PJ/año de la producción de hidrocarburos, correspondería a un área de aproximadamente 21 millones de hectáreas (211,000 Km²) que es una superficie considerablemente menor a las zonas desérticas del país, que son las zonas con mayor insolación. La combustión del hidrógeno no produciría liberación de gases de invernadero (dióxido de carbono o metano) porque solamente produciría agua como producto final. Y, si esta producción se realizara en tierras poco productivas para la agricultura, solamente para la catálisis de la fotólisis del agua, no tendría efectos negativos en la cadena alimenticia.

El problema principal del aprovechamiento de la energía solar para producir hidrógeno radica en que la tecnología actual de catálisis de la fotólisis del agua se encuentra en pañales, porque los rendimientos actuales con catalizadores como el platino, apenas llegan al 10% de los rendimientos obtenidos por las plantas. Pero afortunadamente, la estructura cristalográfica de la enzima que cataliza esta reacción en las plantas ya está publicada. Sin embargo, muy pocos investigadores se han atrevido a proponer un mecanismo molecular de la reacción. Esta si sería un área de vanguardia para la biotecnología contemporánea. Por ejemplo: encontrar un sistema mimético de la primera reacción de la fotosíntesis que se acercase a los rendimientos de las plantas y que llegase a utilizar a metales baratos y abundantes como el magnesio que se encuentran en los núcleos de reacción de las clorofilas.

Considero que los jóvenes deben aprender tres cosas, si usan su inteligencia y sus conocimientos: a) No deben dejarse embaucar por los aventureros que proponen proyectos fuera de la realidad nacional, como sería el caso del bio-etanol y del bio-diesel, b) Sí deben lograr identificar correctamente los proyectos de aplicación inmediata que si son útiles y factibles como el bio-metano y c) Sí deben aprender a soñar en grande para el futuro, en estudios fundamentales que pueden modificar al mundo, como la producción bio-mimética del hidrógeno.