



Capítulo 9

**Una visión de futuro del bioetanol
como combustible**

La sociedad moderna viene enfrentando el aumento de la degradación ambiental, al mismo tiempo que toma conciencia de la existencia de límites en sus reservas de recursos naturales, sean éstos energéticos, hídricos o minerales. Este escenario, en el cual la energía desempeña un papel central, ha venido exigiendo la urgente reconsideración de un modelo de suministro que presenta señales de agotamiento y que necesita incorporar nuevos recursos energéticos que permitan darle continuidad al proceso de desarrollo socioeconómico. Como alternativa, en un marco de escasez, el uso de la energía solar representa una fuente aún subutilizada por la humanidad. En efecto, sólo una fracción mínima de la radiación solar que incide en el planeta es aprovechada actualmente mediante procesos tecnológicos, a pesar del enorme potencial para su utilización que, sin embargo, presupone medios eficientes y competitivos para su viabilización. Es en ese contexto que se presenta la bioenergía, como una de las mejores alternativas para captar y almacenar la energía solar, siempre que se disponga de tierras libres, clima adecuado (luz, agua y temperatura) e, igualmente importante, conocimiento suficiente y disposición emprendedora para explotarlo. En este sentido, es oportuno recordar la reflexión visionaria de Henry Ford, publicada en 1934:

I foresee the time when industry shall no longer denude the forests which require generations to mature, nor use up the mines which were ages in the making, but shall draw its raw material largely from the annual products of the fields. I am convinced that we shall be able to get out of the yearly crops most of the basic materials which we now get from forest and mine [Modern Mechanix (1934)].¹

Especialmente apta para el suministro de combustibles vehiculares, la energía solar en la forma de bioetanol de caña de azúcar, producido con eficiencia y sostenibilidad, se destaca entre todas las energías renovables disponibles. Además, este *combustible solar* es capaz de atender las urgentes demandas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad del aire en las metrópolis y ser competitivo frente a energías convencionales. Por otra parte, la explotación del bioetanol de caña de azúcar puede proporcionar una nueva dinámica agroindustrial para los países tropicales que cuenten con suficiente disponibilidad de tierras y busquen superar esquemas energéticos concentrados y ambientalmente problemáticos, mejorando su seguridad energética y promoviendo su crecimiento económico.

En las páginas precedentes se destacó — con los detalles y fundamentos posibles dentro del alcance del presente trabajo — cómo la producción de bioetanol de caña de azúcar, asociada a la generación de energía eléctrica y a la producción de alimentos y biomateriales, presenta indicadores muy interesantes de productividad y es actualmente una buena alternativa para utilizar trabajo, tierra, agua y sol en la producción de biocombustibles. También se buscó mostrar cómo esta alternativa energética posee un buen potencial de perfeccionamiento, mediante la valorización de los subproductos y la racionalización de los procesos agroindus-

¹ “Preveo el momento en que la industria no talará más bosques que demoran generaciones para crecer, ni utilizará productos minerales formados durante eras, sino que buscará su materia prima principalmente a partir de lo que los campos producen cada año. . Estoy convencido de que seremos capaces de obtener de la agricultura la mayor parte de las materias básicas que hoy recibimos de los bosques y de las minas.”

triales, que permitirían a mediano plazo superar los diez mil litros de etanol por hectárea, con una reducida demanda energética exógena y con emisiones de gases de efecto invernadero del orden de un décimo del valor correspondiente a los derivados del petróleo, para el mismo efecto energético final.

La experiencia brasileña en este ámbito — después de muchas décadas de aciertos y errores, con centenas de unidades productoras y millones de vehículos funcionando normalmente, abastecidos con un combustible que pocos meses antes era sólo agua, gas carbónico en la atmósfera y la luz del sol en las hojas de la caña de azúcar — puede servir como una referencia para otros países con contextos semejantes. Son muchos los países en condiciones de adoptar programas bioenergéticos eficientes, adecuando la extensa experiencia de Brasil a sus características, potencialidades y mercados; sin embargo, muchas naciones todavía dudan de la eficiencia y eficacia de este tipo de alternativa energética.

Del mismo modo, muchos países vienen buscando reducir su dependencia energética, reducir sus emisiones de dióxido de carbono y mejorar la calidad del aire en sus ciudades. Sin embargo, en general no incluyen el uso de bioetanol de caña de azúcar como una alternativa, levantando barreras que protegen medios poco eficientes y sostenible. En ese sentido, es posible afirmar que hay cierta falta de información y un limitado conocimiento del potencial del bioetanol de caña de azúcar, incluso por parte de las autoridades en temas energéticos y ambientales. Uno de los principales objetivos del presente trabajo ha sido proporcionar información más consistente y objetiva sobre esta fuente energética.

A continuación se destacan las características más importantes del bioetanol de caña de azúcar, sobre la base de una experiencia de décadas en Brasil con este biocombustible, que lo configura como una opción energética estratégica y sostenible factible de ser replicada y adaptada en otros países con disponibilidad de tierras y condiciones edafoclimáticas adecuadas:

1

El bioetanol puede ser utilizado en motores vehiculares, puro o mezclado con gasolina, con buen desempeño y empleando esencialmente el mismo sistema de distribución y almacenamiento existente para la gasolina. En concentraciones de hasta el 10% los efectos del bioetanol son casi imperceptibles sobre el consumo de los vehículos, los cuales pueden, en esos niveles, emplear este biocombustible en sus motores sin ninguna modificación.

2

El bioetanol de caña de azúcar se produce con elevada eficiencia en la captación y en la conversión de energía solar (relación producción/consumo de energía superior a 8), con productividad agroindustrial bastante superior a los demás biocombustibles, alcanzando cerca de ocho mil litros por hectárea (tecnología actual) y significativa disponibilidad de excedentes energéticos, tales como biocombustibles sólidos (bagazo y paja) y, principalmente, bioelectricidad.

3

El bioetanol de caña de azúcar, producido en Brasil se muestra competitivo con el petróleo cuando el precio del barril es de alrededor de U\$S 45. El costo final de producción del bioetanol está determinado principalmente por el costo de su materia prima. La tecnología empleada para su producción está comercialmente disponible, y se puede introducir progresivamente en la agroindustria cañera productora de azúcar.

4

Los impactos ambientales de locales de la producción del bioetanol de caña de azúcar sobre los recursos hídricos, el suelo y la biodiversidad, y los derivados del uso de agroquímicos, entre otros, han sido atenuados a niveles tolerables e inferiores a los de la mayoría de otros cultivos agrícolas.

5

El uso del etanol de caña de azúcar permite reducir en casi un 90% las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo de modo efectivo a mitigar el cambio climático. En las condiciones actuales, por cada millón de metros cúbicos de bioetanol de caña de azúcar mezclado con gasolina, se dejan de liberar a la atmósfera cerca de 1,9 millones de toneladas de CO₂.

6

Las perspectivas de desarrollo tecnológico en la agroindustria del bioetanol de caña de azúcar son promisorias, con posibilidades importantes de aumento de su productividad y desempeño energético (inclusive en la fase agrícola) y de diversificación de sus productos derivados, especialmente a través de las vías de hidrólisis y gasificación, las cuales podrían emplearse para el incremento de la producción de bioetanol y de bioelectricidad. El desarrollo adecuado de programas bioenergéticos depende principalmente de su continua interacción con las fuentes de innovación.

7

La creciente mecanización de la cosecha de la caña de azúcar reduce el trabajo manual; pese a ello, la demanda de mano de obra por unidad de energía producida se ha mantenido constante en comparación con otras fuentes energéticas.

8

La producción del bioetanol de caña de azúcar, tal como se desarrolla en Brasil, afecta poco la producción de alimentos, con un área plantada muy reducida en relación al área cultivada para producir alimentos y a las áreas disponibles para la expansión de las actividades agrícolas.

9

La agroindustria del bioetanol de caña de azúcar se articula con muchos sectores de la economía y fomenta el desarrollo de diversas áreas, como la prestación de servicios, la industria de equipos agrícolas e industriales y la logística. El soporte al desarrollo científico y tecnológico es un elemento importante de esa cadena productiva y es fundamental para asegurar la utilización sostenible de la materia prima y permitir una elevada eficiencia.

10

Las posibilidades para expandir la producción de bioetanol de caña de azúcar son amplias, no sólo en Brasil, sino también en otros países tropicales húmedos, considerando su disponibilidad de tierras no utilizadas o utilizadas en actividades pecuarias de baja productividad.

En efecto, buena parte de las características del bioetanol de caña de azúcar no son suficientemente conocidas aún; por eso es deseable que los decisores públicos y privados, y los formadores de opinión reciban informaciones objetivas, que les permitan asumir posiciones mejor informadas con relación a esta cadena energética. El bioetanol de caña de azúcar puede cumplir un papel relevante en la matriz energética de muchos países, aunque por su poca comprensión hayan cuestionamientos, preconceptos y desinformaciones, que deberán ser superados.

Un aspecto esencial para profundizar la comprensión de las potencialidades y limitaciones de los biocombustibles, es reconocer su importancia en el contexto productivo. Muchos estudios sobre bioetanol han difundido información incorrecta, promoviendo una visión un tanto simple, en la que no se distingue adecuadamente entre las fuentes a partir de las cuales éste se puede producir. Sin embargo, como se trató en el Capítulo 3, la producción de bioetanol de caña es diferente a la producción de etanol a partir de otros cultivos, pues la caña presenta claramente mejores indicadores de sostenibilidad.

Otro ejemplo de la limitada comprensión es el uso del término “biocombustibles de segunda generación” para designar a los biocombustibles producidos por vías aún en desarrollo, especialmente a base de residuos lignocelulósicos, mediante procesos como la hidrólisis enzimática o la gasificación seguida de procesos Fischer-Tropsch, tal como se mostró en el Capítulo 5. En diversos estudios y documentos se sugiere que estos biocombustibles serán los redentores de la viabilidad de la bioenergía (que podrá entonces ser considerada una fuente energética moderna y sostenible). Ello por cuanto serán competitivos económicamente; presentarán una buena relación entre la energía producida y la demandada en su producción; causarán un reducido impacto ambiental, tendrán un buen potencial para mitigar el cambio climático; y no afectarán la producción de alimentos, al utilizar integralmente la materia prima. En rigor, dado que el etanol de caña cumple con la mayoría de esos requisitos, los países en capacidad de producirlo no deberían tener que esperar por esas tecnologías, la mayoría aún en

desarrollo, cuyos costos proyectados, para ser alcanzados dentro de 20 años, son del mismo orden de los costos actuales de la agroindustria cañera en los países tropicales [IEA (2005)]. Es necesario desarrollar nuevas tecnologías para el bioetanol; sin embargo es posible utilizar ya, de manera eficiente, las tecnologías actuales y comercialmente disponibles en el mercado, como la tecnología del bioetanol de caña de azúcar..

La comprensión de los atributos del bioetanol de caña de azúcar tiende a ampliarse y, en algunos foros importantes ya se ha buscado destacar a este biocombustible de los demás, indicando su viabilidad y racionalidad. En este sentido, investigaciones de agencias internacionales son cada vez más claras en reconocer que el fomento a la producción de bioetanol por vías ineficientes y la adopción de barreras a la importación del etanol de caña de azúcar por parte de los países desarrollados han aumentado, en verdad, las distorsiones en los mercados energéticos.

Entre otros, se puede citar un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), sobre el impacto de los biocombustibles en los mercados agrícolas, en el cual se afirma que *“Reducir tales barreras (incluyendo la creación de normas internacionales para los biocombustibles) no sólo le permitiría a los países en desarrollo vender mejor sus productos, sino también ayudaría a los países importadores a cumplir sus objetivos ambientales implícitos en las políticas nacionales de biocombustible, siempre que los biocombustibles se produzcan en los países exportadores de una forma ambientalmente racional”* [OCDE (2007a)].

También merecen mención el informe anual del Fondo Monetario Internacional, en el cual se busca mostrar cómo las barreras interpuestas a la importación de biocombustibles eficientes son nefastas para todos los países [IMF (2007)], y el informe del Programa ESMAP, del Banco Mundial, que recomienda la apertura del comercio internacional de biocombustibles como forma de ampliar su eficiencia energética y ambiental [ESMAP (2007)].

Del mismo modo, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en su Informe de Desarrollo Humano 2007/2008, manifiesta que *“El comercio internacional podría desempeñar un papel mucho mayor en la expansión de los mercados de combustibles alternativos. Brasil es más eficiente que la Unión Europea o los Estados Unidos en la producción de etanol. Además de ello, el etanol de caña de azúcar es más eficiente en la reducción de las emisiones de carbono. El problema es que las importaciones de etanol brasileño están restringidas por las elevadas tarifas de importación. Retirando esas tarifas, se generarían ganancias no sólo para Brasil, sino también para la mitigación de las alteraciones climáticas”* [UNDP (2007)].

El Banco Mundial, en un documento sobre salidas a la crisis en la oferta de alimentos, firmado por su presidente, emite una opinión similar: *“Precisamos que Europa y Estados Unidos reduzcan sus subvenciones y barreras aduaneras que favorecen a los biocombustibles derivados del maíz y semillas oleaginosas. En los Estados Unidos, el uso del maíz para producir bioetanol*

consumió más del 75% del aumento de la producción global de este cereal, en los últimos tres años. Los decisores políticos deben considerar 'válvulas de seguridad' que dificulten estas políticas, cuando los precios son elevados. La elección no tiene que ser comida o combustible. Cortes en las tarifas sobre etanol importado por los mercados norteamericano y europeo incentivarían la producción más eficiente de biocombustibles de caña, que no compiten directamente con la producción alimentaria, y aumentarían las oportunidades para los países más pobres, inclusive en África" [World Bank (2008)].

La formación de mercados globales para el bioetanol y la ampliación de sus beneficios dependen en gran medida de esta correcta comprensión de la realidad se transforme en medidas efectivas.

Directamente relacionados con la formación de los mercados e igualmente importante para el desarrollo de la producción sostenible de los biocombustibles, son los temas de la integración y coordinación de las políticas de fomento, así como la realización de estudios de evaluación de los potenciales productivos, que permitan una clara identificación de los problemas, impactos y ventajas en cada caso. Todo ello con la finalidad de reforzar la capacidad de los decisores y de fomentar la articulación de las políticas comerciales y las de combate al cambio climático. [Best et al. (2008)].

Es importante observar que la agroindustria moderna de la caña de azúcar presenta además grandes posibilidades de diversificación de sus productos y de aumento de las disponibilidades energéticas. Con el uso de las tecnologías en desarrollo o ya en fase piloto, se avanza cada vez más en dirección a las biorrefinerías, complejos productivos capaces de suministrar bioenergía y biomateriales diversos, incluyendo alimentos y plásticos biodegradables. Igualmente, los actuales estudios agronómicos buscan preservar y diversificar la base de germoplasma de la caña de azúcar, a partir de los estudios fundamentales sobre el proceso fotosintético, con interesantes perspectivas de incremento en el desempeño energético y productivo de este vegetal.

Ciertamente queda mucho por hacer y persisten desafíos por superar para expandir los sistemas bioenergéticos, pero los beneficios serán proporcionales, pues un desarrollo energético sostenible es fundamental para consolidar una nueva relación entre naturaleza y sociedad. Desde este punto de vista, la producción y el uso del bioetanol de caña de azúcar ofrece una alternativa concreta para empezar la construcción de una nueva realidad energética, más sostenible, que haga de esta agroindustria la fuerza motriz de deseables transformaciones sociales y económicas. El modelo brasileño, perfeccionado por décadas y con nuevas posibilidades de expansión con mayor productividad y eficiencia, está a la disposición de los países que, por su demanda de combustibles, deseen reducir competitivamente sus emisiones de gases de efecto invernadero y diversificar sus fuentes de suministro energético; o que, por su clima, su suelo y su gente, puedan repetir exitosamente la producción eficiente de biocombustibles, para uso y beneficio de todos.

