

# El impacto socioambiental de la caña de azúcar y los biocombustibles

HIPÓLITO RODRÍGUEZ HERRERO\*

## INTRODUCCIÓN

**E**XAMINAR EL SISTEMA PRODUCTIVO de la caña de azúcar desde el punto de vista ecológico tiene el propósito de analizar sus costos ocultos, así como mostrar la responsabilidad ambiental y social de los empresarios y entidades estatales que lo gestionan e impulsan. En una etapa como la actual, en la que se busca procesar la caña de azúcar para extraer de ella no sólo energía en forma de alimentos para el consumo humano, sino también en forma de alcohol (etanol) para suministrarla a los sistemas de transporte, se hace necesario mostrar que, bajo la forma en que hoy opera, no es un sistema sustentable. La producción de la caña de azúcar vive de subsidios que la sociedad y el ambiente le entregan y que es preciso contabilizar, no solo monetariamente, sino también en términos cualitativos, como son la pérdida de biodiversidad, suelo, agua y el deterioro de la atmósfera y salud de los ecosistemas y poblaciones que le sostienen y rodean.

Como toda mercancía, el azúcar contiene un valor de uso y un valor de cambio monetario. Desde el punto de vista monetario, el azúcar es una mercancía cuyo precio oscila en función de los avatares del comercio mundial. Desde el punto de vista del valor de uso, el azúcar posee atributos que es necesario explorar, tanto desde el punto de vista del consumidor como del productor y el ambiente donde se cultiva. En ambos casos, el azúcar plantea problemas: para los que estudian al consumidor, el tema toca asuntos críticos en la perspectiva de los perjuicios que ocasiona en la nutrición y la salud; para los que estudian al productor y su entorno,

\* Dirigir correspondencia al Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Unidad Golfo (CIESAS-Golfo), Ave. Encanto s/n, esq. Antonio Nava, Col. El Mirador, C.P. 91170, Xalapa, Veracruz, México, tel. (01) (228) 842-39-40, ext. 5107, e-mail: hipolitorod@gmail.com.

el azúcar suscita una reflexión crítica sobre sus exigencias en relación con las variables básicas de todo proceso agrícola: suelo, agua, aire, energía y reparto de los beneficios. En este texto mi objetivo es examinar cómo el sistema productivo del azúcar genera problemas ambientales que cuestionan su viabilidad y plantean la necesidad de evaluar críticamente su futuro. Volver la vista a su historia puede ayudarnos a comprender que, desde su origen, ha requerido de apoyos extraeconómicos para funcionar.

## ANTECEDENTES

Papua Nueva Guinea es considerado el centro de origen de la caña de azúcar. Desde su implantación en el continente americano, los cultivos azucareros requirieron de un insumo externo: el trabajo esclavo. Promovidas desde Europa, para que las plantaciones funcionaran muchas cosas tuvieron que ser traídas desde el Viejo Mundo: para empezar, los amos, es decir, los colonos blancos; luego, la fuerza de trabajo, forzada a trasladarse desde el territorio africano (puesto que los indígenas de las regiones costeras americanas no lograron sobrevivir al *shock* de la conquista); después, las plantas mismas.<sup>1</sup> De hecho, junto con la caña de azúcar, las técnicas de producción azucarera tuvieron que ser importadas: se sabe que fueron introducidas por los portugueses a Madeira y las islas del Golfo de Guinea, Príncipe y Santo Tomé; poco después estas islas sirvieron de prototipos para el Caribe y Brasil. En las costas del noreste brasileño se instalaron las primeras plantaciones, hacia 1550, junto con las fábricas de azúcar o ingenios. Los primeros paisajes de cultivo de azúcar tuvieron, según Braudel, los mismos atributos: la eterna trinidad, todavía visible en los años cincuenta del siglo XX en Salvador (Bahía): la casa grande, las cabañas de esclavos y el ingenio.

El trabajo esclavo está íntimamente asociado a la producción de azúcar, al menos desde la fase de expansión en el Mediterráneo. Las plantaciones de azúcar basadas en el trabajo de esclavos africanos que se desarrollaron en Brasil en el siglo XVI y más tarde en Barbados en el siglo XVII tienen sus orígenes en la industria que los portugueses desarrollaron en las islas del Golfo de Guinea. En el nordeste brasileño, en Pernambuco y Bahía,

<sup>1</sup> BRAUDEL, 1982; MCNEILL, 2010; MILLER SHAWN, 2007.

prosperó el primer gran sistema azucarero basado en el trabajo esclavo de los indígenas, pero a causa de su muerte, fuga y resistencia, el uso del trabajo indígena devino inviable y se acudió a la experiencia de Santo Tomé. Azúcar y esclavitud estuvieron vinculados hasta fines del XIX, cuando Brasil abolió la esclavitud (1888).<sup>2</sup>

Desde el principio, apunta Braudel, las cuentas señalan que cultivar azúcar no era buen negocio. Una estimación realista calcula los beneficios en 4 o 5%. Y las cosas siempre salían mal. En esta arcaica institución, sólo el dueño del ingenio tenía algo que ver con la economía de mercado: para comprar esclavos, para contratar préstamos, para vender su cosecha y la de sus vecinos. Él era quien conectaba con los comerciantes del Viejo Mundo, que le adelantaban dinero y mercancías. Era el comercio europeo el que ordenaba la producción y sus productos...

Las primeras instalaciones muestran la importancia del ingenio y de la destilería. El plantador, recuerda Braudel, no era usualmente un hombre rico. El producto colonial se vendía a altos precios en Europa, pero había sólo una cosecha al año y tomaba tiempo venderla y recuperar el dinero, mientras que los costos había que pagarlos todos los días y podían ser muy altos. Todo lo que el plantador compraba venía del mar, y su precio aumentaba por el costo del transporte y por las ganancias de los mercaderes y detallistas. El control de la metrópoli sobre el comercio orillaba a los dueños de las plantaciones a acudir al contrabando, que ofrecía precios más bajos y un comercio más ventajoso. Los dueños de las embarcaciones sabían cuándo comprar y vender para ganar sobre los propietarios de las plantaciones. En América todo era extraordinariamente caro: desde los instrumentos para procesar el azúcar hasta los mismos esclavos, incluyendo los bienes de consumo diario. Como se ha observado para otros productos agrícolas, el que cultiva siempre pierde: cuando le va bien en la cosecha, el precio baja.<sup>3</sup> Además, dado que los comerciantes tardaban en enviar el dinero producto de las ventas en Europa, la especulación devoraba a los productores. En todo caso, las demoras en pagar orillaban al productor a endeudarse.

<sup>2</sup> KRECH *et al.*, 2004.

<sup>3</sup> NAREDO, 2006.

La economía de la caña perdía buena parte de los beneficios por los costos del transporte (donde se acumulaban las ganancias de los dueños de las embarcaciones) y de los financiamientos. De una manera o de otra, en el sistema de intercambio se quedaban las ganancias. No era como dueños de plantación sino como negociantes que sus promotores podían acceder a las ganancias.

A pesar de todo, con esta lógica, el azúcar ganó espacios y expandió su consumo y su área de distribución a una tasa relativamente rápida entre los siglos XV y XX. La expansión fue notable en tanto demandó lo que para el momento era una muy alta inversión, de modo que, poco a poco, comenzó a estar presente en las cocinas y mesas de todo el mundo. En los primeros años españoles y portugueses controlaban las áreas de producción, pero la geografía de las plantaciones en América cambió drásticamente a mediados del siglo XVII con la entrada de holandeses, ingleses y franceses en el negocio: las islas del Caribe y el nordeste brasileño cayeron en sus manos. El modelo esclavista se expandió a La Española (hoy República Dominicana y Haití) y Jamaica a lo largo del siglo XVII, y a Cuba en el XIX. Hacia 1791 las colonias inglesas y francesas producían aproximadamente 76% de la producción mundial.

En los siglos XV y XVI, el azúcar todavía era un lujo, pero a pesar de que no se había convertido en una comida cotidiana, empezó a ser crecientemente consumida. En el siglo XVI Brasil exportaba al año 1 600 toneladas. En 1676, 400 barcos, cada uno con un promedio de 180 toneladas (en total 72 mil toneladas) salieron de Jamaica. En el siglo XVIII, sólo La Española producía eso o quizá más. Las cifras de su producción a partir de entonces crecieron sin parar. En 1800 Inglaterra consumía 150 mil toneladas al año, quince veces más que en 1700. Sin embargo, su consumo todavía no se difundía por toda Europa: no obstante su éxito, aún seguía siendo un lujo para muchos.<sup>4</sup>

En el curso de tres centurias el sistema de producción del azúcar (compuesto por esclavos africanos, plantaciones, técnicas de producción y refinación, rutas de navegación, bodegas y sistemas de venta al menudeo) puso en marcha todo una red de intercambios que ya para fines del XVIII

<sup>4</sup> DUFTY, 1976.

cubría una buena parte de los mercados de Europa. Al empezar el siglo XIX, el azúcar empezaría a dejar de ser un bien raro y devendría parte del mercado de golosinas y de condimentos hasta convertirse en parte del patrón de consumo de muchas naciones de Occidente. En esos años Cuba avanza hasta volverse la mayor potencia exportadora. Para 1840 duplica la producción de Brasil y en las décadas que siguieron las innovaciones técnicas, asociadas al ferrocarril y la máquina de vapor, la convierten en la zona más productiva del mundo. El cambio técnico no impide que el trabajo forzado siga siendo clave para su desarrollo: la esclavitud sólo será abolida hasta 1886. La apertura de nuevos mercados, a mediados del XIX, hace que surjan y se expandan otras zonas de producción en el continente: Louisiana, Morelos, la costa peruana, pero hasta el fin del siglo Cuba dobla la producción de todos los demás países. Las necesidades del mercado estadounidense impulsan el desarrollo de plantaciones en Hawai, Filipinas y Puerto Rico, que se convierten, gracias a las inversiones norteamericanas, en grandes productores. Al empezar el siglo XX otras zonas del planeta se incorporan al circuito del dulce: Taiwán y Australia. El azúcar poco a poco se volvió irresistible.

Al contemplar el conjunto del proceso de expansión, es claro que en la secuencia de operaciones la producción en campo nunca fue el sector en el cual las fortunas se hicieron. La plantación no era un negocio particularmente rentable, o al menos no era ahí donde se concentraban los beneficios, por lo que cabe preguntar: ¿es por esta imperativa razón que la producción se tuvo que apoyar en el trabajo de menor estatus, esto es, en el trabajo esclavo? En el curso de los años, las evidencias indican que el negocio permitía acumular ganancias solamente a los comerciantes y a los dueños de los ingenios. Braudel registra, en el siglo XVIII, un intercambio desigual entre los bienes que Inglaterra vendía a sus colonias y los que éstas le entregaban en forma de azúcar y otras materias primas. A lo largo de los siglos XVII y XVIII proliferan en toda Europa refinerías, de Holanda a Alemania, y de Austria a Rusia, donde se convierten en monopolios de Estado. ¿Dónde está el negocio?, se pregunta Braudel, y examina toda la cadena, desde las áreas de producción hasta los puntos de venta al menudeo. En alguna etapa, las refinerías fueron incluso prohibidas en las áreas de producción, es decir, en las tierras donde estaban las plantaciones, pero

¿no es su instalación ahí una señal de las dificultades que enfrentaban en las islas los dueños de las plantaciones? La clave del negocio parece residir en la etapa posterior a la refinación.<sup>5</sup>

Al cabo de los años, se fue haciendo claro que el mercado del azúcar se sustentaba en un intercambio desigual: las economías de plantación exportaban sol, suelo y agua, bienes que se estimaban gratuitos, y trabajo forzado, una mano de obra que apenas recibía lo indispensable para su manutención, recibiendo a cambio sumas de dinero que apenas compensaban el esfuerzo realizado. Las economías consumidoras acaparaban el procesamiento industrial (la refinación) y el negocio de su distribución, concentrándose los beneficios en muy pocas manos.

## EL AZÚCAR MODIFICA EL PAISAJE

Por su propia naturaleza, el cultivo de la caña sólo pudo desplegarse en lugares de clima cálido. La caña destaca por su eficiencia en convertir energía solar en materia orgánica. Para cumplir su potencial de crecimiento, requiere una fuerte radiación solar y abundante agua. La caña madura en la época fría y seca del año, y el estrés hídrico aumenta la acumulación de sacarosa. El corte puede hacerse con trabajo manual o con máquinas. La primera opción genera mucho empleo, pero con un costo relativamente alto, mientras que el corte con máquinas puede ser costoso. Dado que desde sus orígenes demandó gran cantidad de mano de obra, la única manera de abatir costos era acudiendo al trabajo forzado y, durante años, miles de esclavos africanos fueron trasladados a América para cubrir las necesidades de las plantaciones. Además, desde el principio hubo necesidad de construir costosas instalaciones: los ingenios. Mientras no hubo forma de aprovechar los combustibles fósiles, la caña fue molida acudiendo a fuentes de energía renovable: animales, energía hidráulica o molinos de viento. El jugo de las plantas requiere tratamiento, preparación y largo calentamiento en recipientes de cobre (lo cual exige un extraordinario consumo de leña). Cuando cristaliza en moldes de arcilla se convierte en azúcar cruda (mascabado). A partir de ahí se pueden producir diez dife-

<sup>5</sup> BRAUDEL, 1982, vol. II, pp. 272-280.

rentes productos y alcohol. El mascabado era con frecuencia refinado en las principales ciudades de Europa. Esta operación era más rentable que la misma producción del material crudo. Esto dio origen a conflictos entre los cultivadores y los refinadores, ya que los primeros soñaban con manufacturar su materia prima. El cultivo y la producción requerían capital y cadenas de intermediarios; cuando éstas no estaban, las ventas rara vez iban más allá del mercado local. Éste era el caso en Perú, Nueva España y Cuba en el siglo XVIII. Si el azúcar prosperó en las costas de Brasil y en las islas del Caribe, es porque estaban situadas en un punto de fácil comunicación con Europa, dada la velocidad y capacidad de las embarcaciones de entonces. Pero había otro obstáculo: para alimentar las plantaciones en América se hizo necesario cultivar y producir alimentos en Europa. En los primeros años, las colonias que cultivaban azúcar no podían alimentarse a sí mismas, pues la caña dejaba poco espacio para cosechar alimentos. Ésta era una característica del azúcar como monocultivo en el nordeste brasileño, en las Indias occidentales y en Marruecos. Por todas estas razones, el sistema productivo del azúcar tardó en extenderse. Así, aunque el azúcar se instaló muy temprano, su avance fue lento: como hemos visto, no se expandió y dispersó sino hasta mediados del siglo XIX, y su crecimiento a nivel global sólo fue posible gracias a los combustibles fósiles, que facilitaron su transporte y procesamiento. De este modo, en el siglo XX está ya presente en todas las mesas del mundo. Su expansión en la última centuria resulta entonces espectacular.

En el curso de los años el sistema productivo de la caña de azúcar creó su propia ecología así como su propia demografía.<sup>6</sup> En las islas Caribe, bosques y sabanas, donde pastoreaba un ganado salvaje, gradualmente dieron paso a un paisaje más domesticado. Grandes áreas fueron despojadas de su vegetación original para abrir tierras al cultivo de la caña y para sembrar pastos para el ganado. Pero el procesamiento del azúcar consumió aún más bosques: en el siglo XVIII, en Cuba las calderas de un ingenio podían quemar el equivalente de un gran árbol por hora:<sup>7</sup> producir ocho kilogramos de azúcar podían requerir un metro cúbico de leña en promedio. Si bien

<sup>6</sup> MCNEILL, 2010.

<sup>7</sup> MORENO FRAGINALS, 1978.

el crecimiento de la ganadería y la introducción de nuevos cultivos ocasionaron una gran pérdida de la biodiversidad originaria, las plantaciones de azúcar tuvieron un papel determinante en la deforestación de vastas zonas del paisaje americano. Al cabo del tiempo, esto se tradujo en una notable erosión de los suelos: la pérdida de nutrientes ocasionó una caída en los rendimientos de las plantaciones. En algunas zonas, para recuperar suelos, llegó a importarse más esclavos africanos a fin de cargar el suelo erosionado y llevarlo hacia las áreas de cultivo.<sup>8</sup> La destrucción de la vegetación originaria en las islas Caribe, donde el azúcar se convirtió en el cultivo dominante, se consumó a lo largo de los siglos XVII y XVIII, generando impactos terribles: inundaciones y formación de barrancas que desfiguraron el paisaje original. La pérdida de suelos llegó a modificar los litorales e incluso afectar los sistemas arrecifales, suscitando la extinción de especies valiosas.

## LOS IMPACTOS

La industria del azúcar comprende una combinación de actividades: el cultivo y cosecha de la caña y el procesamiento primario de la materia prima, así como la utilización de los primeros resultados y de sus residuos. Cada actividad tiene impactos de diferente índole. Los impactos ambientales incluyen impactos en la salud humana de los trabajadores y de las poblaciones que residen cerca de las zonas de cultivo (sin incluir los que produce su consumo). Si bien contamos con estudios específicos sobre los impactos que genera cada fase del sistema (siembra, cultivo, cosecha, molienda, procesamiento), en este texto se ensaya ver la producción de azúcar como un todo y se propone una revisión, un balance de esos estudios, considerando la problemática que experimenta un país como México, y una región como Veracruz, donde se cuenta el mayor número de ingenios del país.

La perspectiva ambiental es próxima de la agronómica, en cuanto analiza la calidad de los suelos. Una perturbación del balance de nutrientes del suelo puede ser contemplada como una degradación, aunque para los agrónomos sólo es motivo de preocupación si reduce los rendimientos. Los estudios consultados abarcan diversos aspectos de la cadena produc-

<sup>8</sup> MCNEILL, 2010, p. 28.



tiva, aunque algunos de ellos están poco analizados, como es el caso de la contaminación del aire y su impacto en la salud humana; igual ocurre con la contaminación del agua, fruto de la aplicación de fertilizantes o herbicidas. Los textos que examinan esta problemática (impactos ambientales del sistema de producción caña de azúcar) se han desarrollado particularmente en Australia, Sudáfrica e India: el mundo anglosajón del sur, y Estados Unidos. No es que ahí se concentre el problema, pero sí donde se le ha prestado más atención. Esto mismo ya debe considerarse una señal: ¿por qué en los países de habla hispana no hay la misma producción de análisis y reflexiones? Cuba y Colombia destacan por sus contribuciones, pero no así nuestro país y el resto del Caribe.<sup>9</sup>

Aunque el azúcar está presente en nuestras mesas, pocos consumidores prestan atención a lo que hay detrás de ella: ¿dónde y cómo se produce? Como sistema productivo está presente en muchos países pobres. En ellos genera empleo e ingresos, por supuesto, pero también muchos problemas. Estos incluyen condiciones de trabajo inaceptables, trabajo infantil, migraciones estacionales que reciben pésimas remuneraciones salariales y trastornos ambientales de gran envergadura. Las grandes empresas que venden bebidas embotelladas o alimentos procesados, suelen consumir grandes cantidades de azúcar y son ellas las que adquieren una parte notable de las aproximadamente 145 millones de toneladas que se producen anualmente en el mundo.<sup>10</sup> Estas empresas han sido acusadas de promover el consumo de grandes cantidades de azúcar y de configurar un patrón alimenticio que contribuye a la obesidad y la diabetes, enfermedades que en países como México se han convertido ya en una epidemia. A pesar de sus inconvenientes, desde 1980, el consumo de azúcar se ha incrementado en 70%.

En este escenario de problemas, al tema ambiental no se le ha prestado la atención que merece: las plantaciones de caña de azúcar en muchos países tropicales han conducido a una de las más grandes pérdidas de biodiversidad ocasionadas por la agricultura. Esta pérdida es ya una situación histórica. Pero en la actualidad su impacto en suelo, agua y aire, en buena

<sup>9</sup> Como excepción que confirma la regla, conviene citar el trabajo de tesis de Javier Morales Trujillo, "Impacto ambiental de la actividad azucarera y estrategias de mitigación", presentado en 2011 en la Universidad Veracruzana. MORALES TRUJILLO, 2011.

<sup>10</sup> WWF, 2012, p. 4.

parte del mundo, es algo que ha adquirido notoriedad, y el daño a la biodiversidad no puede decirse que haya concluido (pues la expansión de los cultivos sigue en curso). La gran barrera de arrecifes en Australia, por ejemplo, que actualmente sufre pérdidas a causa de los efluentes y sedimentos de las unidades productoras de azúcar, es uno de esos fenómenos que ha alcanzado visibilidad global. De ahí que organizaciones como la World Wildlife Fund (WWF) hayan puesto atención en este cultivo. Esa cucharadita que endulza nuestra bebida preferida cada mañana, oculta muchas más cosas de lo que suele pensarse.

El azúcar es un producto de la fotosíntesis, la cual combina dióxido de carbono y agua para generar oxígeno y glucosa. La reacción es generada por la energía solar, energía que puede ser recuperada de la glucosa, en el proceso de respiración. Dada la importancia de la energía solar y del agua en el proceso de producción, esto establece los límites de este cultivo: sólo puede crecer de modo apropiado en áreas donde el sol y el agua son disponibles de modo gratuito, y donde los suelos son suficientemente fértiles para proporcionar nutrientes. Mientras que el sol no puede suministrarse por medios artificiales, la disponibilidad de agua puede mejorarse de forma artificial a través de la irrigación, y la fertilidad del suelo puede manipularse por medio de agroquímicos fertilizantes. Estas operaciones suscitan algunos de los más importantes impactos ambientales, al lado de los efectos de destruir hábitats naturales para abrir tierras al cultivo de la caña (proceso histórico que, como apuntamos, aún no concluye), y prácticas como el control de plagas, enfermedades y malas hierbas (que también suscitan el empleo de grandes cantidades de agroquímicos). Además, durante el periodo de cosecha (zafra), suelen emplearse métodos sumamente agresivos para preparar el corte de la caña, como es la quema de las hojas, operación que genera impactos tanto en el suelo como en la atmósfera, dañando la fertilidad del suelo y la salud de las poblaciones que habitan cerca de los cañaverales. Para poner un límite a los daños ambientales generados por las prácticas asociadas a este monocultivo, se han diseñado una serie de dispositivos institucionales. El costo de atender las regulaciones ambientales que emanan de esos dispositivos, son parte de los factores que en la actualidad afectan la economía del sistema de producción de azúcar. Desafortunadamente, muchas de estas regulaciones

no han conseguido frenar los impactos más severos: con frecuencia, los empresarios apelan a su precaria situación económica para eludir la aplicación de la normatividad.

El estado de Veracruz es el más importante productor nacional de azúcar, aportando cerca de 40% del total nacional. En la zafra 2010-2011 generó 1 892 mil toneladas de las 5 048 mil producidas en el país. En el año 2010 en México había 54 ingenios y Veracruz contaba con 22 de ellos.<sup>11</sup> Estos ingenios representan 36% de la planta azucarera nacional, y se abastecen de una superficie agrícola equivalente a 233 mil hectáreas. Se estima que en Veracruz la industria azucarera utiliza 1 336 millones de metros cúbicos de agua, y las descargas equivalen a 434 millones de metros cúbicos.<sup>12</sup> Una parte significativa del azúcar se procesa para destilar alcohol. Las destilerías producen un residuo líquido altamente contaminante denominado vinaza. La vinaza es el subproducto obtenido después de separar el alcohol (por destilación) del mosto, el cual, a su vez, se prepara a partir de agua, melaza, levadura y sales minerales nutritivas, expuestos a una fermentación alcohólica. Por cada litro de alcohol producido, se generan 12 litros de vinaza. En los años noventa, se estimaba que Veracruz generaba cerca de 38% de la vinaza producida en el país. La vinaza requiere para degradarse de una gran cantidad de oxígeno. El destino final de la vinaza es, con alta frecuencia, el agua de los arroyos próximos a las destilerías.<sup>13</sup> Las cuencas donde se sitúan los ingenios y destilerías reciben cada año más de 300 millones de litros de vinaza, cantidad que equivaldría a los desechos humanos de aproximadamente 200 millones de personas. Los ríos más afectados son aquellos donde se han instalado la mayor parte de los ingenios. Entre ellos, figuran los ríos Actopan (ingenios La Gloria y Modelo), Río Blanco (ingenio El Potrero) y Papaloapan (ingenios San Gabriel, Constanza y San Cristóbal).<sup>14</sup>

Como mencionamos, una de las prácticas asociadas al sistema productivo de la caña de azúcar consiste en la quema. Esta genera impactos ambientales en suelo y aire. Los humos generados en la quema de caña

<sup>11</sup> SAGARPA, 2013.

<sup>12</sup> LOERA GALLARDO, 1992.

<sup>13</sup> YOUNG MEDINA, 1992.

<sup>14</sup> RODRÍGUEZ, 1991.

provocan contaminación, ya que emiten al aire monóxido de carbono, hidrocarburos y óxido de azufre, gases que inciden directamente en el aumento de enfermedades como bronquitis crónica, enfisema pulmonar y asma bronquial, que afectan a la población colindante y, en especial, a los menores. La adopción de la quema antes de la cosecha para facilitar este trabajo y de la requema de los residuos para facilitar las labores poscosecha, generan un impacto ambiental negativo sobre todo en las poblaciones asentadas alrededor de las áreas de cultivo de la caña de azúcar.<sup>15</sup>

La quema afecta severamente el soporte de la actividad agrícola pues destruye insectos, lombrices y microorganismos que hacen posible la vida del suelo. Sin ellos, se produce una pérdida de nutrientes y una suerte de esterilización del suelo. La ceniza y humos producidos por la quema pueden dispersarse por toda la región, ocasionando daños a las poblaciones (afectaciones pulmonares) y a sus bienes (el tizne ensucia casas, jardines, ropa, etc.), y afectando también a los cuerpos de agua. Asimismo, la quema afecta, ahuyentando, a las aves que desempeñan un papel importante en la regulación de plagas, y, sobra decirlo, aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero.

## EL DEBATE DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

El sistema productivo del azúcar ha experimentado un cambio importante a partir de los años ochenta. Los cambios en las normas que organizan el mercado mundial de materias primas, y en particular el mercado de energía, han suscitado un nuevo entorno para los productos derivados de la caña de azúcar. Además, asistimos a una modificación radical del mercado azucarero: por el avance tecnológico y por el agotamiento de recursos no renovables; específicamente, la creciente presencia del jarabe de fructuosa producida con base en el maíz, que ha sustituido con ventaja de costo a la sacarosa, y el nuevo destino de los productos de la caña —y otros vegetales— para producir etanol como combustible o ETBE como aditivo, básicamente para motores de combustión interna. Con la emergencia del neoliberalismo, los acuerdos internacionales que regulaban el comercio y fijaban cuotas de exportación, fueron desmoronándose. Como

<sup>15</sup> MORALES TRUJILLO, 2011.

consecuencia de la filosofía neoliberal que alienta la desregulación y la privatización, la mayor parte de los gobiernos se han ido retirando gradual o súbitamente del control de sus industrias azucareras, haciendo que los acuerdos o convenios intergubernamentales dejen de ser una opción que efectivamente funcione.<sup>16</sup>

El desarrollo tecnológico en la industria de los alimentos, que ha hecho posible la obtención de la fructuosa a partir de granos, y especialmente del maíz, ha tenido efectos significativos en la evolución del mercado azucarero. La fructuosa ya substituyó al azúcar en usos muy importantes como las bebidas gaseosas, la repostería y en general la industria de la alimentación, debido a que su costo de producción es menor. La muy alta disponibilidad de zonas propicias para la siembra del maíz en Estados Unidos de América, como lo es el *Corn Belt*, ha originado un sustancial abasto de la fructuosa para el consumo interno y para la exportación, actividad acaparada por empresas como ADM (Archer Daniels Midland), Cargill, Staley y Continental, las cuales ya dominan el mercado de bebidas y la industria repostería y panificadora, y han sido factor decisivo en la presión política para interpretar el Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos de América y México, en cuanto a la distinción entre lo que se debe entender como azúcar y lo que es fructuosa, pues México, país tradicionalmente exportador, ahora recibe importantes cantidades de fructuosa en tanto que le es negado el acceso a Estados Unidos de América de cantidades cuando menos equivalentes de azúcar.

En la actualidad son producidas 145 millones de toneladas de azúcar (sacarosa) al año en 120 países (y la producción artesanal en algunos países de Asia probablemente añadiría más de diez millones a ese total).<sup>17</sup> Se estima

<sup>16</sup> En 1976 la conferencia UNCTAD IV se reunió en Nairobi, Kenia y originó el Programa Integrado de Mercaderías (IPC por sus siglas en inglés), el que en poco tiempo quedó atrás, pues las 18 mercancías consideradas en el esquema (plátanos, bauxita, cacao, café, cobre, algodón, hilaza, fibras duras, mineral de hierro, yute, manganeso, carne, fosfatos, hule, azúcar, té, madera tropical, estaño y aceites vegetales), sufrieron grandes cambios en la dirección, cuantía y orientación de su comercio; asimismo cambió la voluntad política y económica de las Naciones Estado signatarias para respaldar este esquema. Tanto, que ahora, en ninguno de los casos de las seis mercaderías, sujetas todavía a convenios internacionales activos, contienen cláusulas económicas, sistema de cuota, existencias estabilizadoras ni ninguna otra provisión de esa índole, anteriormente básica en el desarrollo de los convenios. Es el caso de la cacao, el café, los granos, el azúcar, la madera tropical y el aceite de olivo. RODRÍGUEZ DUHALT, 2006.

<sup>17</sup> WWF, 2012.

que el consumo mundial crece dos millones de toneladas al año. Casi 70% de ese volumen proviene de la caña de azúcar, el resto del betabel o remolacha. Al empezar el siglo XXI los principales países productores de azúcar a nivel mundial son Brasil, la Unión Europea, India, China, Estados Unidos, Tailandia, Australia y México. Entre los ocho, generan más de 64.8% de la producción mundial, es decir, 85 millones de toneladas. Por lo que se refiere a los principales países consumidores, la India encabeza el grupo, seguida de la Unión Europea, Brasil, Estados Unidos, China, Rusia, México y Pakistán. En total, 70.3 millones de toneladas de azúcar bruto consumido al año.<sup>18</sup> Buena parte de la producción de azúcar suele consumirse en el país de origen, y sólo 25% de la producción ingresa al mercado mundial. India y China prácticamente consumen todo lo que producen.

Se anticipa que una parte creciente de la producción de caña servirá en los próximos años para generar alcohol destinado a atender las necesidades de los sistemas de transporte. Ante el creciente precio del petróleo, se observa una búsqueda de otras opciones para colmar las necesidades de energía en las economías más industrializadas. Consecuentemente, con el cambio en el precio de energéticos, la industria de la caña de azúcar ya ha comenzado a realizar inversiones para la instalación de destilerías que le permitan participar en ese nuevo uso para sus productos. No obstante, en varios países azucareros la limitada disponibilidad de nuevas tierras para ampliar su cultivo es el factor limitante, pero el incentivo que representa el crecimiento a futuro de los precios, estimulará nuevas inversiones en campo y en fábricas para atender la demanda esperada.<sup>19</sup>

Sin embargo, la discusión en torno a la conveniencia de utilizar etanol y otros biocombustibles como principal sustituto de derivados del petróleo para vehículos a motor también ha ido creciendo, lo que plantea dudas sobre la estrategia de los fabricantes de automóviles y los responsables de las políticas energéticas de los principales países consumidores. La producción de los biocombustibles puede demandar gran cantidad de recursos de tierra y agua, afectando ecosistemas amenazados por el calentamiento global.

<sup>18</sup> BOU I TORT, 2013.

<sup>19</sup> RODRÍGUEZ DUHALT, 2006.

El debate gira en torno a los potenciales impactos negativos del uso de cultivos para producir alcoholes que, a su vez, se utilizarían como combustibles para los automóviles. Si bien los biocombustibles representan una oportunidad para reducir las emisiones de gases que producen el efecto invernadero (GEI), el crecimiento de las áreas dedicadas a su producción supone una gran presión para los recursos terrestres y acuíferos del planeta en un momento en el que la demanda por alimentos y productos forestales también está aumentando de forma rápida. Como hemos apuntado, el azúcar, como otros monocultivos a gran escala, puede conducir a un significativo sacrificio de biodiversidad, erosión del suelo y pérdida de nutrientes. Además, la utilización de cultivos como el maíz o el azúcar para producir combustibles puede incrementar los precios de los alimentos, lo que podría afectar a las poblaciones más pobres y vulnerables. Llenar el tanque de una camioneta SUV (casi 94 litros) en Estados Unidos requiere 204 kilos de maíz, cantidad que contiene suficientes calorías para alimentar a una persona durante un año. De ahí que en una revista como *Foreign Affairs*, dos expertos en economía y alimentación, Ford Runge y Benjamin Senauer,<sup>20</sup> destaquen la preocupación de que en el intento por saciar la sed de los conductores y el sector automotriz, los biocombustibles puedan agravar la hambruna en el mundo. Greenpeace cuestionó las supuestas virtudes ambientales de los biocombustibles y vaticinó que la expansión del área sembrada con soja y maíz para producir los carburantes alternativos provocará la “masiva destrucción” de los bosques amazónicos.

Ante la perspectiva de un incremento sostenido de la demanda de biocombustibles elaborados con base en la caña de azúcar y maíz, diversas organizaciones ecologistas han enunciado los problemas que pueden originarse tanto en el terreno ambiental como en el social. En lo que sigue, revisamos sus principales argumentos.

## LOS BIOCOMBUSTIBLES Y LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

En 2005, Brasil produjo 16.5 billones de litros de etanol (45.2% del total mundial) y Estados Unidos 16.2 billones (44.5% del total). La caña de

<sup>20</sup> FORD RUNGE y SENAUER, 2007.

azúcar es el más importante cultivo para producir biocombustibles en la actualidad y constituye la materia prima de más de 40% del etanol producido. El maíz figura en segundo término: es la principal materia prima de los biocombustibles elaborados en Estados Unidos y suministra casi el mismo monto del etanol generado a nivel mundial por la caña de azúcar.<sup>21</sup> Entre el año 2000 y el 2005, la producción global de etanol se duplicó, mientras que la producción de petróleo se incrementó sólo 7% en el mismo periodo.

En 2005, el etanol cubría 1.2% de las necesidades de gasolina a nivel global (por volumen) y abastecía 0.8% de las distancias recorridas (debido a su bajo contenido energético). De 2002 a 2004, la demanda de petróleo creció en 5.3%. El consumo de China se incrementó en 26.4%, mientras que el de Estados Unidos lo hizo 4.9%. El de Canadá avanzó 10.2% y el del Reino Unido 6.3%. La demanda en Alemania y Japón cayó en 1% y 2.6%, respectivamente. El Banco Mundial estima que las industrias que producen biocombustibles requieren cerca de 100 veces más trabajadores por unidad de energía elaborada que las industrias que producen combustibles fósiles. La industria del etanol provee más de 200 mil empleos en Estados Unidos y medio millón de empleos directos en Brasil. El sector transportes, incluyendo las emisiones que provienen de la producción de combustibles para el mismo, es responsable de cerca de un cuarto de las emisiones globales de GEI, y esta proporción está creciendo. El balance de GEI de los biocombustibles varía significativamente dependiendo de factores como el tipo de materia prima empleada, cambios en el uso del suelo asociados, el sistema de producción de la materia prima y la modalidad empleada para procesar la energía. En general, la mayor parte de los biocombustibles actualmente producidos tiene un balance positivo de GEI. Los mayores beneficios de GEI podrán ser obtenidos con insumos de celulosa, derivados de residuos y de cosechas especialmente dedicadas a ello. Los cultivos energéticos tienen el potencial de reducir las emisiones GEI en más de 100% (en comparación con los combustibles fósiles) porque estos cultivos pueden también secuestrar carbón en el suelo mientras crecen.

A pesar de la controversia acerca del balance energético de los biocombustibles, hay consenso en que todos los biocombustibles contienen más

<sup>21</sup> WORLDWATCH INSTITUTE, 2006.



energía útil de la que es requerida para producirlos. En el futuro, el tipo de procesamiento empleado para obtener energía será más relevante: una planta de biocombustibles que use energía de biomasa contribuirá mucho más a reducir los gases de efecto invernadero que una que emplea energía de combustibles fósiles.

Sin embargo, el rápido crecimiento de los biocombustibles ha tenido impactos inesperados. Su producción a gran escala amenaza la biodiversidad. En Brasil, el Cerrado, un paisaje de gran biodiversidad situado al sur del Amazonas, se encuentra bajo presión a medida que el cultivo de la caña de azúcar se expande. “Es fundamental para la estabilidad del clima que impidamos que los biocombustibles se expandan a expensas de las selvas y otros valiosos ecosistemas que almacenan carbón y suministran otros servicios ambientales, dijo Suzanne Hunt, quien dirigió un equipo de 15 investigadores que estudió el problema en cuatro países. Las cosechas de energía deben establecerse por el contrario en los millones de hectáreas de tierra degradada que pueden hallarse en todo el mundo”.<sup>22</sup>

Los métodos actuales de producción de biocombustibles ejercen una presión muy fuerte en los recursos de tierra y agua, debido en parte al sistema de producción del maíz, basado en combustibles fósiles y químicos, y que explica más de la mitad de la producción mundial de etanol. Las prácticas agrícolas necesitan ser reexaminadas si la agricultura va a servir para suministrar energía, así como alimentos para una población global que crece rápidamente y que está requiriendo de ambos. De ahí que sea necesario evaluar críticamente la competencia que los biocombustibles entablan con los alimentos. El potencial de los biocombustibles se encuentra en el uso de materias primas que no son alimentos, las cuales incluyen residuos de la agricultura y la silvicultura, así como cosechas de energía ricas en celulosa, como los pastos perennes y los árboles. Siguiendo el modelo brasileño de los biocombustibles basados en la caña de azúcar, el etanol celulósico podría reducir de manera importante el dióxido de carbono y la contaminación de nitrógeno que resulta de las cosechas de biocombustibles actuales.

Ésta es la conclusión: las prácticas agrícolas necesitan ser reexaminadas si la agricultura va a proveer de energía. La prioridad es asegurar que los

<sup>22</sup> WORLDWATCH INSTITUTE, 2006.

biocombustibles sean en verdad sustentables: el problema es no sustituir la economía de los combustibles fósiles por otra industrial, social y ecológicamente insostenible. Se requiere entonces realizar mejoras significativas en las tecnologías que generan biocombustibles. Y para ello será preciso establecer una certificación ambiental y un sistema confiable que verifique el cumplimiento de las normas ambientales. Si los pobres del campo han de resultar beneficiados de una transición hacia una economía apoyada en biocombustibles, entonces también será necesario replantear los modos bajo los cuales se integran a la producción. Los modelos bajo los cuales los trabajadores participan en el sistema de la caña de azúcar, no garantizan de ninguna manera un reparto equitativo de los beneficios. Para que el incremento de los precios agrícolas que el actual auge de los biocombustibles está ocasionando llegue al bolsillo de los trabajadores del campo, hoy empobrecidos, es necesario que cambien los esquemas de remuneración actualmente imperantes.

Por lo demás, los biocombustibles por sí solos no pueden resolver los problemas energéticos asociados a la industria del transporte. El desarrollo de estos combustibles debe ocurrir en el contexto de una transición a un más eficiente, menos contaminante y más diversificado sistema de transportes. Ellos forman parte de un conjunto de opciones que incluyen mejoras en la economía energética de los vehículos, inversiones en transporte público y una mejor planeación urbana.

## CRITERIOS AMBIENTALES PARA REGULAR LOS BIOCOMBUSTIBLES

En un reporte elaborado por OXFAM,<sup>23</sup> se concluye que la demanda de biocombustibles ha empujado a millones de personas a la pobreza a través del incremento de los precios de los alimentos. En 2008, cuando los biocombustibles aportaban 3.5% del combustible requerido por el transporte en la Unión Europea, un estudio estimó que 70 000 kilómetros cuadrados de tierra eran necesarios para el cultivo de biocombustibles y cerca de la mitad de esa área se localizaba fuera de Europa. Si esta cantidad de tie-

<sup>23</sup> OXFAM, 2007.

rra fuera empleada para producir trigo y maíz, alimentaría a 127 millones de personas por todo un año.

Incrementar el precio de la comida, así como reducir su disponibilidad debería ser una razón suficiente para suspender los biocombustibles. Además, su expansión tiene impactos negativos sobre el clima ya que con frecuencia desplaza las áreas de cultivo hacia bosques amenazados, tierras de turbas, sabanas o incrementa el uso de fertilizantes y herbicidas basados en combustibles fósiles. La destrucción de ecosistemas para abrir campos al cultivo de biocombustibles conduce a emisiones de GEI en la medida en que los ecosistemas naturales son sumideros naturales de carbón. Los combustibles fósiles están dañando nuestro clima y es preciso encontrar alternativas. Éste es un mensaje que todos hemos escuchado, pero ¿qué pasa cuando una de las supuestas alternativas se convierte no sólo en un daño para el clima, sino también en una causa de hambrunas? ¿No es ello un mensaje para detenerse a pensar?

Ante este panorama, Greenpeace auspició una investigación dedicada a esclarecer las dimensiones que el desarrollo de los biocombustibles debería tener en cuenta a fin de evitar daños al ambiente y a la sociedad. El resultado<sup>24</sup> señala los criterios para considerar un biocombustible sustentable. El texto no sólo considera los estándares que la Unión Europea define en relación con una agricultura sustentable, sino que también toma en cuenta los efectos indirectos de los biocombustibles en la emisión de GEI y en la biodiversidad, así como los posibles impactos sociales negativos. De alguna manera, recoge las preocupaciones que embargan a OXFAM, cuya crítica a la política energética de la Unión Europea apunta en particular a cuestionar las posibles consecuencias en el terreno de la seguridad alimentaria y los cambios en el uso del suelo. Los criterios son los siguientes.

1. Cualquier proyecto de bioenergía que busque reemplazar la energía producida por combustibles fósiles debe, considerando el ciclo entero de producción y cualquier cambio indirecto en el uso del suelo, reducir las emisiones de GEI y dejar de agregar dióxido de carbono a la atmósfera. La producción de bioenergía no es neutral en

<sup>24</sup> GREENPEACE, 2012.

- relación con el carbono, y siempre crea una deuda de carbón, puesto que éste es liberado a la atmósfera cuando se quema la biomasa.
2. Las cosechas y plantaciones destinadas a producir bioenergía no deben ser causa directa o indirecta de destrucción o conversión de bosques y ecosistemas valiosos, ni tener efectos negativos en la biodiversidad (selvas, turberas, praderas, que son importantes sumideros de carbón y poseen alta biodiversidad).
  3. La biomasa proveniente de ecosistemas naturales debe emplearse con estándares de responsabilidad ambiental y justicia social. Otros criterios para el uso de residuos de madera y madera provenientes de bosques y pastos provenientes de pastizales aún no existen y deben formularse.
  4. Los conflictos sociales deben evitarse y la seguridad alimentaria, la sobrevivencia y los derechos de tierra no deben socavarse. El uso y producción de la bioenergía no debe ahondar la desigualdad social, especialmente entre países desarrollados y no desarrollados. Las necesidades locales deben tener prioridad sobre el comercio global. El comercio con bioenergía no debe resultar en impactos sociales negativos, en particular no debe quebrantar la seguridad alimentaria. Los conflictos de tierra deben evitarse y las poblaciones indígenas y las comunidades locales tienen el derecho a un consentimiento libre e informado sobre el uso de su tierra.
  5. No debe permitirse la liberación de organismos genéticamente modificados (OGM) en el ambiente. Ningún cultivo de bioenergía debe ser OGM.
  6. Los cultivos y plantaciones de bioenergéticos deben promover la biodiversidad, lo cual implica que no deben concentrarse en monocultivos.
  7. Las prácticas de la agricultura sustentable deben aplicarse: no contaminar la biósfera con la acumulación de agroquímicos (como fertilizantes sintéticos, plaguicidas y herbicidas) en el suelo, el agua y el aire. El uso de estos agroquímicos debe minimizarse, lo que implica que deben emplearse cuando no hay una alternativa biológica u orgánica, y sólo en una modalidad no contaminante.

8. La producción de bioenergía ha de mantener la fertilidad del suelo. Y ha de evitar la erosión del suelo, promover la conservación de los recursos hídricos y tener un impacto mínimo en la disponibilidad de agua y en el balance de nutrientes y minerales.
9. La expansión y desarrollo de las cosechas de bioenergía (plantaciones y árboles), no debe introducir especies invasivas. Cuando haya duda, el principio de precaución debe aplicarse.

## BIOCOMBUSTIBLES: IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el estudio “Sugar and the Environment, Encouraging Better Management Practices in Sugar Production”, la WWF formula una interesante revisión de los impactos asociados al cultivo de la caña. Como sabemos, el cultivo y el procesamiento de la caña de azúcar producen diversos tipos de impactos: desde la erosión del hábitat natural, el uso intensivo del agua y de agroquímicos, hasta la descarga de residuos y la contaminación de agua y aire. Una abundante bibliografía documenta este tipo de impactos en países como Sudáfrica, Pakistán, Bolivia, España y, por supuesto, México. Veamos cada uno de ellos.

*Erosión del suelo.* Esta se presenta en particular en zonas tropicales, donde se registra la mayor parte de los cultivos. Las tasas de erosión suelen ser más altas que las de formación de suelo. La erosión depende de diversos factores, entre los que figuran la lluvia, la irrigación, el viento, la temperatura, el tipo de suelo, el impacto de los cultivos y la topografía. La erosión puede convertirse en un serio problema, ya que con ella se pierde suelo orgánico y valiosos nutrientes. Además de que se generan sedimentos que contaminan ríos, estuarios y ecosistemas marinos. La presencia de sistemas de irrigación ineficientes también genera pérdidas de suelo. Cuando hay una topografía irregular, no se recomienda cultivar caña con pendiente superior a 8%.

Un suelo saludable contiene muchas formas de vida (lombrices, bacterias, hongos, artrópodos) y una multiplicidad de animales pequeños, lo que podríamos llamar una biodiversidad invisible. Sin embargo, los vertebrados presentes en los cañaverales suelen verse como plagas y son

atacados con procedimientos que impiden que cumplan un papel positivo en el control orgánico de otras especies dañinas.

Los monocultivos suelen reducir la fertilidad de los suelos. Uno de los impactos que genera tiene que ver con la compactación del suelo, que afecta la vida de los invertebrados. El uso de maquinaria pesada agrava esa compactación. Se pierde porosidad y con ello la tasa de infiltración del agua. Al reducirse la infiltración, se suscitan procesos de escorrentía que devienen en inundaciones. Con todo ello se pierde lo orgánico del suelo, se lo hace impermeable, y como consecuencia se reduce la disponibilidad de agua para la cosecha. Uno de los efectos indeseables que suscita una mala práctica agrícola es la salinización del suelo, producto de una sobreirrigación y un inadecuado drenaje. También se ha observado una sobreacidificación por el uso inapropiado de fertilizantes nitrogenados, como urea y sulfato amonio.

Las áreas donde se han instalado las plantaciones pueden tener impacto en cuencas, humedales y estuarios, sistemas a los que contaminan con fertilizantes químicos, lo cual daña las pesquerías. Cada año, con la limpieza de los ingenios, se registra una gran mortandad de peces. Arrojar grandes cantidades de vinaza a los cuerpos de agua equivale a sofocar la biodiversidad que vive en ellos, sobre todo en los ríos tropicales donde es escasa la presencia de oxígeno. Por otro lado, el cultivo de la caña de azúcar consume grandes cantidades de agua por unidad de superficie.

La caña de azúcar es probablemente la responsable de la mayor pérdida de biodiversidad en el planeta. Más que cualquier otro cultivo. Quince países del mundo le dedican entre 10 y 15% de sus tierras, y en siete cubren más de 50% de su superficie cultivable. Esta pérdida de biodiversidad suele verse acompañada de impactos en la hidrología y la erosión del suelo. Aunque el mayor impacto ocurrió hace ya tres siglos (como hemos visto, a lo largo de los siglos XVI y XVII), éste no ha cesado de ocurrir. La caña se ubica preferentemente en suelos ricos en nutrientes y con abundante suministro de agua. En los últimos años, para producir alcohol, los cañaverales se han expandido a costa de selvas en importantes regiones de Sudamérica, notablemente en la región del Amazonas, y también hay planes de incrementar la superficie dedicada a ellos en el Punjab (India).

*Sobreuso del agua.* Sabemos que la agricultura es el mayor usuario de agua en el mundo y que 70% se emplea para irrigación. La caña de azú-

car figura entre los cultivos que más agua emplean, al lado del arroz y el algodón. De 1 300 a 2 000 milímetros por hectárea al año. Desafortunadamente, la caña destaca por el uso ineficiente del agua. Sólo 30-35% del agua empleada llega a los cultivos y el resto se pierde en evaporación y pérdidas por filtración. Buena parte de esas pérdidas dispersan contaminantes, sedimentos y nutrientes, como fertilizantes (abonos).

*Uso intensivo de agroquímicos.* Las plantaciones de caña suelen emplear gran cantidad de agroquímicos (plaguicidas, herbicidas, insecticidas, rodenticidas, fungicidas, nematocidas, defoliantes y reguladores de crecimiento). Cabe destacar que en muchos países el azúcar es el principal responsable del uso de herbicidas. El uso del glifosato puede ocasionar una reducción de los rendimientos por su uso inapropiado. El sobreuso de fertilizantes contribuye a la acidificación y contribuye a la formación de GEI. Múltiples estudios indican que sólo una parte del fertilizante es absorbido por las plantas, 20% queda en el suelo y 30% se pierde.

*Descargas de ingenios en cuerpos de agua.* En los países donde la legislación ambiental tiene escaso cumplimiento (*enforcement*), los ingenios suelen arrojar una enorme cantidad de materia orgánica directamente a los cuerpos de agua. La descomposición de esa materia reduce los niveles de oxígeno en el agua, afecta los procesos bioquímicos naturales y daña a las especies que ahí habitan. Entre las descargas arrojadas por los ingenios se encuentran metales pesados, aceites y agentes químicos empleados en la limpieza. La producción de alcohol también genera gran cantidad de contaminantes. Como ya hemos apuntado, cada litro de alcohol puede producir 13 litros de vinaza. Los cuerpos de agua impactados tardan algún tiempo en digerir esa materia orgánica y mientras tanto el agua no es apta para beberla, bañarse o irrigar. Las pesquerías no pueden convivir durante ese tiempo con los ingenios.

*Quemas precosecha.* Esta práctica se haya muy generalizada ya que facilita el corte, la siembra y el control de plagas. Pero ¿cuáles son sus consecuencias? Contaminación del aire (altos niveles de monóxido de carbón y ozono en la atmósfera); degradación de suelos (contribuye al deterioro de la calidad del suelo, afecta la actividad microbial en el mismo y daña su calidad física y química; la quema es responsable de 30% de la remoción anual de nitrógeno); pérdida de productividad (reduce la calidad de azúcar recuperada y la cantidad obtenida).

Todos estos elementos indican la necesidad de avanzar hacia un manejo sustentable del sistema agrícola cañero. Esto no implica reducir productividad y beneficios. Al contrario, considerar la dimensión ambiental debe contribuir a un uso eficiente de los recursos, abatiendo costos, que hasta ahora no han sido considerados y que disminuyen la viabilidad a largo plazo de este sistema. Visibilizar los costos implica atender preocupaciones ambientales: pérdida de biodiversidad, agua, suelos, contaminación. Además permitiría atender un problema crucial: la disminución de la disponibilidad de agua para la población y para el saneamiento. Y sobre todo, sostener la productividad de los suelos a largo plazo. De acuerdo con este estudio, ¿cuáles son las dimensiones que es preciso atender? Para que el sistema productivo de la caña de azúcar resulte sustentable, será necesario corregir los siguientes puntos.

*Sistemas de irrigación no eficientes.* El uso racional del agua libera disponibilidad para otros fines. El reciclaje puede reducir hasta 90% el consumo de agua. Asimismo, reduce la pérdida de fertilizantes y plaguicidas.

*Uso racional de químicos.* El uso excesivo de los agroquímicos contribuye a la acidificación de los suelos. Manejar de forma razonable los químicos reduce los costos del agricultor y las pérdidas de rendimiento. Se ha probado que es más conveniente emplear biofertilizantes (abonos verdes). Reducir o restringir el uso de químicos contribuye a resolver otros problemas, como el desarrollo de resistencias en las plagas, la proliferación de otras plagas secundarias, la acumulación de contaminantes que son peligrosos para la salud (de la población humana y de la biodiversidad), además de abatir los costos que paga el agricultor por ellos. El control biológico de plagas también suscita otros beneficios, como el mantenimiento de la salud de los suelos y la prevención de la erosión, lo cual a la larga asegura el futuro del sistema.

*Abandonar la práctica de la quema* también genera beneficios, como es la reducción de la contaminación del aire y el daño al suelo, mejora la conservación del mismo suelo y el agua, mejora el suelo orgánico e incrementa los rendimientos. Si no se queman los cañaverales, se dejan los residuos de hoja en el campo y ello permite incrementar la fertilidad del suelo, además de reducir la erosión por agua.

Reducir la erosión por agua puede ocurrir con el manejo de terrazas, para evitar las pendientes. Reducir la contaminación generada por los



ingenios implica introducir prácticas de tratamiento con microorganismos que permiten aprovechar los residuos para otros usos. Si se desea aminorar el daño que produce la expansión de los cultivos de caña sobre la biodiversidad, es importante tomar en cuenta las lecciones de ordenamiento territorial. Se puede ordenar los usos del suelo, generando corredores de vida silvestre en torno a las zonas de cultivo de caña y propiciando la protección de los hábitats naturales. El ordenamiento ecológico y el aprovechamiento de todos los subproductos de la caña permitirían transitar hacia un sistema más eficiente. Ya en la actualidad se ha impulsado el aprovechamiento de los subproductos de la caña, como es el bagazo para producir papel, el procesamiento de la materia orgánica (vinaza) para producir fertilizantes y cultivar hongos. Pero quizá lo más importante es el bioetanol, que permitiría reducir la dependencia del petróleo y abriría nuevas oportunidades de empleo, siempre y cuando se tomen en cuenta todas las dimensiones ya mencionadas.

En la actualidad buena parte del mercado de la caña está protegido o subsidiado. La reorientación de las políticas públicas hacia su manejo sustentable es ya impostergable. Puede articularse a objetivos para generar empleo y reducir la pobreza, además de ordenar el territorio. Fernando Tudela menciona que la producción de biocombustibles a partir de caña de azúcar es mucho más eficiente que hacerlo con base en el maíz, pero tampoco es totalmente renovable, porque hacen falta fertilizantes, transporte y energía para transformar la caña en etanol. En todos estos procesos se requiere de energía no renovable, por lo que se tiene que hacer un análisis de ciclo completo y no sólo en términos de emisiones, sino también de sustentabilidad.<sup>25</sup>

## BIOCOMBUSTIBLES: LOS RETOS QUE ENFRENTA VERACRUZ

Al empezar el siglo XXI, México producía en promedio 4.5 millones de toneladas de azúcar al año. Una parte de su producción (800 mil toneladas) se exportaba al mercado norteamericano. Sin embargo, la entrada a este mercado se vio afectada por el desarrollo de nuevos productos endulzantes, como

<sup>25</sup> TUDELA, 2007.

son los edulcorantes naturales calóricos (jarabes de maíz de alta fructuosa) y los sintéticos no calóricos (como el aspartame y la sucralosa). Estos productos provocaron una contracción de los espacios de venta del azúcar de caña, particularmente en las industrias que más la utilizaban, como la refresquera, la galletera y la chocolatera. De hecho, la economía de Estados Unidos figura desde hace tres décadas como una de las principales productoras de edulcorantes a partir del almidón de maíz, ya que cuenta con importantes ventajas en costos de producción, abundancia de materia prima y apoyos estatales. Paulatinamente, el jarabe de alta fructuosa ha ido desplazando al azúcar de caña debido a que sus costos de producción son notablemente más bajos: su precio en el mercado equivale a menos de 50% del precio de esta última. A partir de 1994, con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), los impactos de los bajos precios de estas nuevas opciones de endulzantes en la economía azucarera de México se han hecho presentes de diversas maneras. Una de ellas ha sido la dificultad que enfrentan los ingenios para competir, sostener su planta laboral y cumplir con sus acreedores.<sup>26</sup> En el curso de poco más de dos décadas —ciclo de vigencia de las políticas neoliberales— los ingenios han sido estatizados y nuevamente cedidos a los agentes privados en dos ocasiones: 1988-1994 y 2012-2014.<sup>27</sup> Otra de las manifestaciones de estos impactos ha sido la disputa que ha entablado la industria azucarera con los organismos que regulan el mercado internacional a causa de las barreras (cuotas de exportación) que oponen las empresas norteamericanas para ingresar a su mercado.

En la actualidad (2014) la agroindustria azucarera mexicana se desarrolla en quince estados, donde se ubican los 57 ingenios azucareros que la conforman. De acuerdo al Censo Económico levantado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en el año 2008, estos ingenios

<sup>26</sup> Consúltense “Fructosa: un trago amargo para la agroindustria azucarera Mexicana”. HERNÁNDEZ y BARAJAS, 2000.

<sup>27</sup> Al empezar el año 2014 están por privatizarse cinco ingenios en Veracruz: el Modelo, en Cardel; el Potrero, en Atoyac; el Providencia, en Cuichapa; el San Cristóbal, en Carlos A. Carrillo, y el San Miguelito, en Atoyac. Según funcionarios de Sagarpa, no hay recursos extraordinarios para rescatar los ingenios La Concha, Independencia y San Gabriel, “toda vez que la industria azucarera está bien apalancada, y si esos ingenios no son redituables se debe a una mala administración”. Con la venta de estos ingenios, el Estado mexicano completaría el proceso de reprivatización, iniciado tiempo después de haber tomado control de 27 de los más de 50 ingenios del país para salvarlos de la quiebra en el 2001. *Diario de Xalapa*, 10 de marzo de 2014.

emplean en forma directa a 32 mil trabajadores, aunque es preciso considerar el empleo indirecto que se genera a lo largo de toda la cadena productiva.<sup>28</sup>

En México, Veracruz figura como la entidad con el mayor número de ingenios del país (22 establecimientos) pero en los últimos años dos de ellos han dejado de operar —La Concepción e Independencia—, pues su producción dejó de ser rentable.<sup>29</sup> La superficie dedicada al cultivo de la caña de azúcar en Veracruz es la más importante a nivel nacional. En el año 2013, según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), de la superficie industrializada en el país (780 254 hectáreas), Veracruz aportaba 39.7% (310 000 hectáreas). Como puede apreciarse en la Gráfica 1, se registra una gran heterogeneidad en la situación productiva de cada ingenio: de los veinte que aún operan, sólo seis logran producir más de 80 toneladas por hectárea y en los demás se observa un deterioro de su capacidad productiva. Algunos ingenios poseen maquinarias obsoletas, equipos con más de 50 años de operación, con calderas que utilizan de modo poco eficiente combustibles que ocasionan una pesada contaminación del aire.<sup>30</sup>

En un estudio auspiciado por la Secretaría de Energía,<sup>31</sup> se muestran los desafíos que enfrentan las empresas mexicanas, y en particular las veracruzanas, cuando se las compara con sus competidoras de otros países. Según este estudio, el precio más competitivo lo establecen países como Brasil, Tailandia o Australia, donde cuesta 15 dólares la tonelada puesta en el ingenio, contra un precio de 19 a casi 22 dólares en México, tal como se aprecia en la Tabla 1.

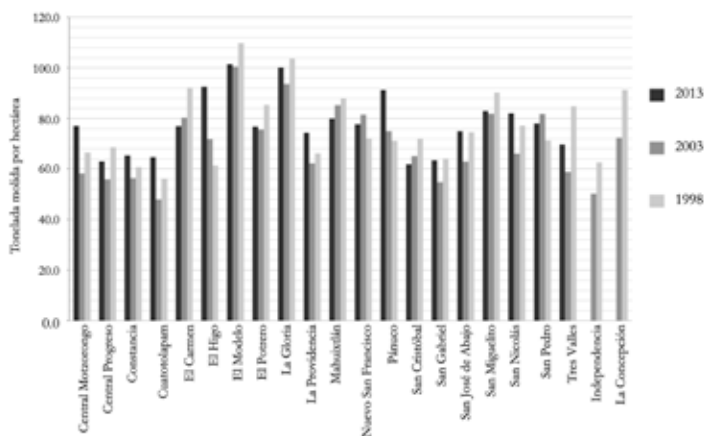
<sup>28</sup> Al empezar el siglo XXI, según datos de la Cámara Nacional de la Industria Azucarera y Alcohólica, la producción de azúcar generaba empleos para 133 mil productores, 80 mil cortadores, 20 mil jornaleros, 20 mil transportistas, 45 mil obreros y 8 mil empleados administrativos. HERNÁNDEZ y BARAJAS, 2000.

<sup>29</sup> El ingenio La Concepción dejó de operar el 30 de abril de 2010 y el Independencia entró en crisis el mismo año. En el año 2011 ambos se hallaban paralizados. Según nota publicada en el diario *La Jornada* (18 de enero de 2011), el complejo Independencia, propiedad del Grupo Seoane, adeudaba 17 millones de pesos a mil 300 productores cañeros por las zafras 2006-2007, 2007-2008 y 2008-2009, y debía 15 millones de pesos a 400 obreros. El complejo, que llegó a tener una producción récord de 25 mil toneladas de azúcar en la molienda 1999-2000, en la zafra 2009-2010 sólo produjo dos mil toneladas. Si bien el ingenio La Concepción no opera desde su cierre, en cambio el Independencia anunció el 17 de mayo de 2014 su rescate; la reestructuración, según el periódico *La Opinión*, estaría en manos de la empresa Cedar Barista Farm, la cual realizaría inversiones para renovar sus instalaciones a lo largo de los próximos dos años.

<sup>30</sup> MORALES TRUJILLO, 2011.

<sup>31</sup> SENER/BID/GTZ, 2006.

GRÁFICA 1  
TONELADA DE CAÑA MOLIDA POR HECTÁREA EN INGENIOS  
VERACRUZANOS



FUENTE: <http://www.campomexicano.gob.mx/azcf/reportes/reportes.php?tipo=CIERRE>, consultada el 10 de marzo de 2014.

TABLA 1  
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN DOS REGIONES DE  
MÉXICO

<i>Componente del costo</i>	<i>Caña de temporal en Huastecas y Veracruz Centro (pesos/t)</i>	<i>Caña de riego en Huastecas y Balsas (pesos/t)</i>
Costo agrícola (cultivo)	103.47	92.39
Cosecha y transporte	133.00	118.35
Costo total	236.47	210.74
	(21.71 dólares)	(19.35 dólares)

Esta tabla deja ver las dimensiones en las que es preciso hacer cambios: el costo de la cosecha y el transporte es más alto que el costo agrícola del cultivo. De ahí que los autores del estudio recomienden buscar economías

en el transporte de la caña, ubicando los cultivos cerca del ingenio o mejorando las vías de tránsito hacia y dentro de la plantación. Es frecuente observar, en las periferias de las principales zonas urbanas de Veracruz, que los vehículos que trasladan la caña de las áreas de corte a los ingenios de procesamiento, son víctimas del escaso ordenamiento territorial y su movilidad se haya afectada por el congestionamiento vial.

Ante una recurrente crisis financiera de los principales emporios, la oportunidad de colocar su producción en el mercado de los biocombustibles puede resultar atractiva. De ello da cuenta la opinión que presentan Roberto Bravo Garzón y Raúl Cortés,<sup>32</sup> quienes sostienen que es posible impulsar la producción y uso del etanol en México. No es necesario convertir en azúcar toda la producción cañera, afirman, y por ello recomiendan transitar hacia un nuevo patrón de usos de la producción cañera. En México, apuntan, el etanol se obtiene de la melaza (residuo del proceso de la producción de azúcar) y no del jugo de la caña, como en Brasil, mediante un simple proceso de fermentación que abarata drásticamente el costo de su producción. “Cierto es que para cambiar nuestra tecnología —añaden— es necesario reconvertir los ingenios azucareros en factorías de triple propósito: producción de azúcar y de etanol y generación de electricidad”. En Brasil, señalan, un porcentaje creciente del consumo nacional de electricidad es ya producido por los ingenios. Para llegar a ello se requiere, a su juicio, que Petróleos Mexicanos (Pemex) incorpore —en su programa de almacenamiento, distribución y venta— al etanol como un combustible que, junto con la gasolina en las proporciones que se consideren adecuadas, pueda ser utilizado por los vehículos de motores de combustión interna. En segundo lugar, que los industriales propietarios de los actuales ingenios azucareros estén dispuestos a incorporarse a un programa de reconversión industrial que los transforme en biorrefinerías que puedan producir azúcar y etanol y energía eléctrica al mismo tiempo, para lo que será necesario un convenio con la Comisión Federal de Electricidad (CFE). “Esto —apuntan— traería como consecuencia una mayor rentabilidad de esta agroindustria, que actualmente está en crisis, y un mejor precio para los productores agrícolas”. Todo ello, dicen, inde-

<sup>32</sup> BRAVO GARZÓN y CORTÉS, 2009.

pendientemente de la necesidad de abrir una mayor extensión de áreas de cultivo de la caña de azúcar y de agregar a los ingenios reconvertidos nuevas factorías que utilicen desde su origen la nueva tecnología, dando lugar a una mayor cantidad de fuentes de trabajo, tanto en fábrica como en campo; un mayor ahorro de divisas, y, sobre todo, un apoyo al programa para disminuir la contaminación ambiental en México y en el mundo, con lo que se podría participar en los bonos de carbono (GEI) que se otorgan por contaminantes no emitidos, lo que agregaría valor a la agroindustria azucarera.

Como hemos visto, estas propuestas son plausibles sólo si se acompañan de las medidas que mitiguen y reviertan el impacto ambiental que ya en la actualidad genera el sistema productivo del azúcar. De otra manera, el etanol como opción energética devendría rápidamente en una alternativa no sólo no sustentable, sino dañina incluso para la seguridad alimentaria y para los sistemas de salud del país.<sup>33</sup>

Las recomendaciones que a nivel global circulan para evitar que la expansión de los cultivos bioenergéticos impacte de manera negativa en el entorno han de tomarse en cuenta. Los monocultivos son enemigos de la biodiversidad y suelen venir acompañados de todo un paquete de agroquímicos que dañan severamente los ecosistemas y otras actividades productivas (agricultura y pesca, principalmente). Los impactos que las destilerías de alcohol generan en los cuerpos de agua no pueden ser subestimados. Su expansión en un escenario como el mexicano, donde la normatividad ambiental carece de instrumentos para verificar su cumplimiento, suscita una gran preocupación. Sería preciso, si ha de prosperar una iniciativa como la enunciada, fortalecer las políticas ambientales que pongan límites a sus posibles impactos y construir un sistema de indicadores que permita detener su expansión si ésta tiene consecuencias en los usos del suelo, sea porque afecta la producción de alimentos, sea porque ocasiona una nueva ola destructiva de la biodiversidad. Es engañoso suponer que un sistema productivo y agroindustrial que no ha conseguido reducir sus emisiones de GEI, pueda contribuir a su reducción en el futuro.

<sup>33</sup> *Cf.* OLGUÍN, MERCADO y HERNÁNDEZ, 2011.

## REFERENCIAS

- BOU I TORT, Agustí  
2013 forum del café.com.
- BRAVO GARZÓN, Roberto y Raúl CORTÉS  
2009 “Producción de biocombustibles en México: la caña de azúcar”, *La ciencia y el hombre*, Universidad Veracruzana, vol. XXII, núm. 1.
- BRAUDEL, Fernand  
1982 *Civilization and Capitalism, 15th-18th Century*, Harper & Row, New York, 3 vols.
- CHEESMAN, Oliver  
2004 *The environmental impacts of sugar production*, CABI Publishing, Oxfordshire, UK.
- DUFTY, William  
1976 *Sugar blues*, Warner Books, Estados Unidos.
- FORD RUNGE, C. y Benjamin SENAUER  
2007 “How Biofuels Could Starve the Poor”, *Foreign Affair*, May-June.
- GREENPEACE  
2012 *Sustainable alternatives for land-based biofuels in the European Union*, Report Delft.
- HERNÁNDEZ, Elvia y Rosa BARAJAS  
2000 “Fructosa: Un trago amargo para la agroindustria azucarera mexicana”, Ponencia presentada en el XXII Congreso Internacional de Latin American Studies Association LASA 2000.
- INEGI  
2008 *Censo Económico*, Aguascalientes, México.
- KRECH, Shepard, John Robert MCNEILL y Carolyn MERCHANT  
2004 *Encyclopedia of World Environmental History*, Routledge, Great Britain.
- LOERA GALLARDO, Rogelio  
1992 “La contaminación química de los recursos hídricos en Veracruz”, en E. Boege e H. Rodríguez (coords.), *Desarrollo y medio ambiente en Veracruz*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Instituto de Ecología, A. C./F. Ebert, México, pp. 241-252.
- MCNEILL, J. R.  
2010 *Mosquito empires. Ecology and war in the Caribbean 1620-1914*, Cambridge University Press, Estados Unidos.
- MILLER SHAWN, William  
2007 *An environmental history of Latin America*, Cambridge University Press, Estados Unidos.

- MORALES TRUJILLO, Javier  
 2011 “Impacto ambiental de la actividad azucarera y estrategias de mitigación”, tesis presentada en la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba.
- MORENO FRAGINALS, Manuel  
 1978 *El ingenio: complejo económico social cubano del azúcar*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 3 vols.
- NAREDO, Juan Manuel  
 2006 *Raíces económicas del deterioro ecológico y social*, Siglo XXI editores, España.
- OLGUÍN, Eugenia, Gabriel, MERCADO y María Elizabeth HERNÁNDEZ  
 2011 “Amenazas a la biodiversidad asociadas a la producción de azúcar y etanol”, en *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de caso*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno de Veracruz/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología, A. C., México.
- ORTIZ, Fernando  
 2002 *Contrapunto cubano del tabaco y el azúcar*, Catedra, España.
- OXFAM  
 2007 “Amenaza biocombustible. Por qué el objetivo de consumo de biocombustibles de la UE puede ser negativo para las personas pobres”, en: <http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/Amenaza%20biocombustible.pdf>.
- RODRÍGUEZ DUHALT, Luis  
 2006 “El comercio internacional azucarero. Presente y futuro de la caña. El caso de América”, XIV International Economic History Congress, Helsinki, Session 109.
- RODRÍGUEZ, Hipólito  
 1991 “Medio ambiente y pesca en Veracruz”, *Jarocho Verde*, Xalapa, Ver., núm. 2/3.
- SAGARPA  
 2013 “Importancia de la agroindustria de la caña de azúcar”, en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Ca%C3%B1a.pdf> (consultado 5 de noviembre de 2013).
- SENER/BID/GTZ  
 2006 *Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México*, México, D.F.
- SINI, Harkki  
 2012 “Food, Fuel, Forests and Climate —the Biofuels Conundrum”, October 18, blogspot.



TUDELA, Fernando

- 2007 “Aberrantes los biocombustible a partir de maíz: Fernando Tudela”, en <http://www.biodisol.com/biocombustibles/aberrantes-los-biocombustibles-a-partir-de-maíz-fernando-tudela/> (consultado el 11 de marzo de 2014).

WORLDWATCH INSTITUTE

- 2006 “Biofuels for transportation. Global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st Century”, Washington, D. C., Estados Unidos, en: [http://www.europabio.org/sites/default/files/report/biofuels\\_for\\_transportation.\\_global\\_potential\\_and\\_implications\\_for\\_sustainable\\_agriculture\\_and\\_energy\\_in\\_the\\_21st\\_century.pdf](http://www.europabio.org/sites/default/files/report/biofuels_for_transportation._global_potential_and_implications_for_sustainable_agriculture_and_energy_in_the_21st_century.pdf) (consultado el 5 de noviembre de 2013).

WWF

- 2012 “Sugar and the Environment, Encouraging Better Management Practices in Sugar Production”.

YOUNG MEDINA, Marco

- 1992 “Diagnóstico y manejo de residuos agropecuarios contaminantes”, en E. Boege e H. Rodríguez (coords.), *Desarrollo y medio ambiente en Veracruz*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Instituto de Ecología, A. C./F. Ebert, México, pp. 253-262.