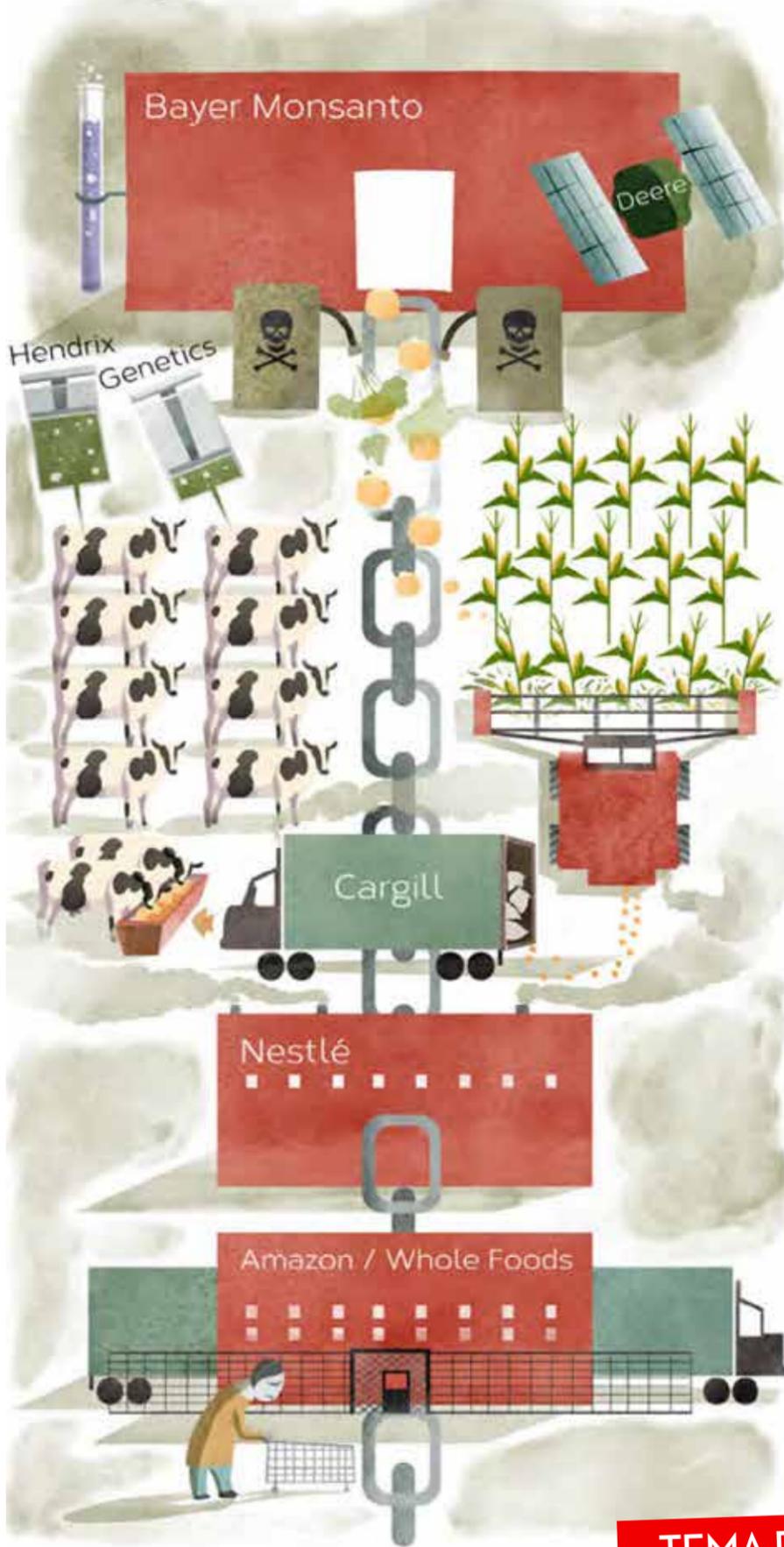


La cadena agroindustrial



La red campesina alimentaria



Tomado de ¿Quién nos alimentará? por Grupo ETC, http://www.etcgroup.org/es/quien_alimentara

TEMA DEL MES

BIOLOGÍA SINTÉTICA vs. AGROECOLOGÍA

COMITÉ EDITORIAL

 Armando Bartra
Coordinador

 Cecilia Navarro
lajornadadelcampo.edicion@gmail.com
Subcoordinadora

 Enrique Pérez S.
 Hernán García Crespo

CONSEJO EDITORIAL

Elena Álvarez-Buylla, Gustavo Ampugnani, Cristina Barros, Armando Bartra, Eckart Boege, Marco Buenrostro, Alejandro Calvillo, Beatriz Cavallotti, Fernando Celis, Luciano Concheiro Bórquez, Susana Cruickshank, Gisela Espinosa Damián, Plutarco Emilio García, Francisco López Bárcenas, Cati Marielle, Yolanda Massieu Trigo, Brisa Maya, Julio Moguel, Luisa Paré, Enrique Pérez S., Víctor Quintana S., Alfonso Ramírez Cuellar, Jesús Ramírez Cuevas, Héctor Robles, Eduardo Rojo, Lourdes E. Rudiño, Adelita San Vicente Tello, Víctor Suárez, Carlos Toledo, Víctor Manuel Toledo, Antonio Turrent y Jorge Villarreal.

Publicidad

jornadadelcampo@gmail.com

Diseño Hernán García Crespo



La Jornada del Campo, suplemento mensual de *La Jornada*, editado por Demos, Desarrollo de Medios, SA de CV; avenida Cuauhtémoc 1236, colonia Santa Cruz Atoyac, CP 03310, delegación Benito Juárez, Ciudad de México. Tel: 9183-0300. Impreso en Imprenta de Medios, SA de CV; avenida Cuitláhuac 3353, colonia Ampliación Cosmopolita, delegación Azcapotzalco, Ciudad de México. Tel: 5355-6702. Prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación, por cualquier medio, sin la autorización expresa de los editores. Reserva de derechos al uso exclusivo del título *La Jornada del Campo* número 04-2008-121817381700-107.



PORTADA: Diseño de ilustraciones por Garth Laidlaw y Jenna Kessler, para Grupo ETC.

COEDITORAS DE ESTE NÚMERO:

Verónica Villa, de Grupo ETC

Dolores Rojas, de Fundación Heinrich Böll

Ingeniería genética:

¿SANTO GRIAL O CAJA DE PANDORA?



La ingeniería genética aplicada a la agricultura lleva al límite la uniformidad productiva a la que antes dio gran impulso la llamada “revolución verde”.

Con los vegetales de diseño la ingeniería genética aplicada a la agricultura lleva al límite la uniformidad productiva a la que antes dio gran impulso la llamada “revolución verde”. Y es que la nueva biotecnología diluye las fronteras entre especies, razas y hasta reinos permitiendo programar formas de vida con el fin de hacerlas lucrativas. Plantas frankenstein que, al extenderse, conducen a un peligroso emparejamiento de lo antes variado. Tenaz arrasamiento que se impone con tal de maximizar la ganancia.

Liberar semillas genéticamente transformadas no enriquece la diversidad de la vida, al contrario, es potencial causa de pérdida de germoplasma, pues de haber selección positiva a favor de la transgénica en competencia con una nativa, irán desapareciendo razas, cada una adaptada a condiciones específicas, y con ello se erosionarán de modo irreversible los recursos genéticos de que disponemos para enfrentar sustentablemente retos tecnológicos como el cambio climático en curso.

El capitalismo es fabril pues la usina es propicia a la homogeneidad tecnológica que ese sistema económico necesita para intercambiar y reproducirse con base en los precios. En cambio, la agricultura es diversidad: pluralidad de climas, altitudes, relieves, hidrografías, suelos, especies biológicas, ecosistemas, paisajes... sustento de diferentes aprovechamientos productivos que a su vez han dado lugar a múltiples culturas. Y desde hace tres siglos el gran dinero está empeñado en emparejarla sustituyéndola por la monotonía de la llamada “agricultura industrial”.

El descubrimiento del ADN (ácido desoxirribonucleico), a mediados de la pasada centuria, conduce al desarrollo de tecnologías biológicas que al fin del período expansivo de la economía mundial que inicia con la posguerra (contracción que en la agricultura se manifiesta en el estancamiento de la producción y alza de precios de los años setentas), se traducen en nuevos procedimientos de manipulación genética que por segunda vez en el siglo revolucionarán la producción agropecuaria.

Hace menos de cuarenta años, por vez primera se altera un vegetal por manipulación *in vitro* del genoma. En 1983 se solicita la primera patente de una planta transgénica, que se concede en 1985. En 1987 Monsanto cultiva los primeros tomates genéticamente modificados. En lo que resta del siglo el empleo de semillas alteradas se generaliza, pasando de dos hectáreas en 1996 a casi 50 millones en 2000. Y la expansión sigue.

Parecía cumplirse así la profecía decimonónica sobre el fin de la milenaria agricultura. El gran dinero estaba de plácemes pues con la biotecnología creía haberse apropiado de la clave, del secreto de las fuerzas productivas de la naturaleza que ahora podían ser aisladas, reproducidas y transformadas *in vitro*. Ya no hibridando especies o razas emparentadas, como hacían ancestralmente los campesinos, sino empalmando en el laboratorio cromosomas de seres de razas y aun reinos distintos. Creando así seres vivos inéditos y de fábrica que, como otros inventos, podían privatizarse.

Patentar vivientes prometía ser el negocio del nuevo milenio y en torno a él surgieron

nuevas corporaciones transnacionales, las llamadas “industrias de la vida”.

Pero el Santo Grial resultó Caja de Pandora. Y es que a los bioingenieros y sus patrocinadores se les traspapelaron los ecosistemas. Se les olvidó que la vida no son los animales y las plantas sueltas, sino su infinito entrevero. Prodigioso entramado que puede ser intervenido intencionalmente y con provecho, pero cuyas partes entristecen y mueren si se las separa y aísla.

Como los carniceros y los médicos forenses, los tecnólogos rutinarios solo saben desmembrar lo que encuentran unido. Son las suyas prácticas obscuras semejantes a las del pornógrafo que se clava en las partes “interesantes” del cuerpo y olvida el resto. Tiene razón el novelista J. G. Ballard cuando dice que “la ciencia es la pornografía última, una actividad cuyo principal cometido es aislar objetos y hechos de sus contextos”. Y lo ratifica Ilya Prigogine, premio Nobel de química, quien sostiene que la física clásica “conceptuaba que las unidades tenían prioridad con respecto a las interacciones. Cada unidad evolucionaba por separado como si estuviera sola en el mundo”. Pero en realidad los individuos “no pueden separarse de la totalidad de sus interacciones”.

“Los proponentes de la ingeniería genética tienden a defender una visión reduccionista de la ciencia, es decir, piensan que la mejor forma de explicar las cosas es reduciéndolas a unidades constituyentes más pequeñas”, sostiene Martha Herbert. Enfoque que transformado en tecnología es extremadamente peligroso. →

BUZÓN DEL CAMPO

Te invitamos a que nos envíes tus opiniones, comentarios y dudas a
jornadadelcampo@gmail.com

 twitter.com/jornadadelcampo
 [facebook.com/La Jornada del Campo](https://facebook.com/LaJornadaDelCampo)
 issuu.com/la_jornada_del_campo

→ En esta perspectiva todo se reduce a información; si la vida son códigos genéticos, la vida es reductible a bytes. El sustento de la revolución biotecnológica es la revolución informática, pues la privatización del germoplasma cobra la forma de vertiginosas bases de datos. Las ingentes cantidades de bits que permiten manejar las tecnologías de la información pueden referirse a movimientos financieros globales, gustos de los clientes potenciales, inclinaciones de los votantes o códigos genéticos descifrados... pero en cualquier caso su manejo reservado y excluyente es fuente de ganancias.

Antes se decía que tiempo es dinero, pero en el mundo instantáneo de la simultaneidad en red, información es dinero, información es poder. Y el viejo atesoramiento deviene secrecía; ocultamiento de datos privilegiados que anticipan tendencias, o manipulación de la información, que las crea.

La globalización del dinero virtual y el secuestro y manipulación de la información financiera son hoy las mayores fuentes de utilidades especulativas. Y de la misma manera la vertiginosa información sobre los códigos genéticos, pero también sobre suelos, lluvias y temperaturas, además de precios y mercados, es el soporte de las nuevas "industrias de la vida". Todo es información; los datos computables son el común denominador de los procesos productivos más sofisticados y en ellos, más que en el dinero, reside el poder económico. Los bytes son el valor de cambio del milenio de la informática. Y la vida traducida a códigos genéticos que marchan sobre bytes se ha vuelto dinero.

Más "desiertos verdes" y menos campesinos. Con la tercera revolución tecnológica, la industria va pasando de la producción homogénea y en masa del fordismo y el ta-

ylorismo, a formas más flexibles y diferenciadas. En cambio, en la agricultura los nuevos recursos y procedimientos profundizan el monocultivo que ya había impulsado la "revolución verde", al tiempo que concentran la producción en las grandes explotaciones y barren con los pequeños y medianos campesinos.

Al homogeneizarse y generalizarse tecnologías que reducen la influencia sobre los rendimientos de las diferentes calidades de los recursos naturales, disminuyen también las rentas diferenciales asociadas con los distintos costos de un mismo producto y pierden importancia económica las ventajas comparativas de ciertas regiones y países. El resultado es mayor concentración de la producción sobre todo de cereales y oleaginosas en las economías centrales, creciente dependencia alimentaria de las periféricas y, en unas y otras, erosión de la agricultura diversificada de pequeña escala.

Desgaste del mundo campesino que en realidad lo es de la agricultura en cuanto tal, que según esto se habría transformado en una suerte de bioindustria de materias primas integrada y subordinada a las plantas generadoras de insumos y a las procesadoras de las cosechas. Porque si de verdad la producción agropecuaria pudiera soslayar los ciclos, la diversidad, la variabilidad y los entresijos que definen a la naturaleza, la agricultura, que tiene en ellos sus señas de identidad, habría desaparecido.

Sostenida principalmente por la producción y productividad de los países centrales, a fines del siglo XX la oferta agropecuaria mundial rebasa con mucho a la demanda. Sobreproducción que algunos ven como el fin del constreñimiento productivo agrícola a los factores naturales; como el fin de las rentas, pues las diferencias de rendimientos

se minimizan; y como el fin de los pequeños agricultores que perduraron por su capacidad de enfrentar restricciones agroecológicas y fueron consentidos y aun fomentados por su disposición a apretarse el cinturón y seguir produciendo sin ganancias y hasta con pérdidas, pero que el auge de la gran producción intensiva volvió inútiles.

Y en eso estábamos cuando se vino la crisis alimentaria de 2007. Muchos factores confluyen en ella. Por el lado de la oferta tenemos estancamiento de los efectos productivos de las nuevas tecnologías, pérdida de fertilidad por prácticas insostenibles, cosechas erráticas debido al cambio climático. Por el lado de la demanda influyen el crecimiento de la población mundial y el cambio de hábitos de consumo, el creciente empleo de las cosechas como forrajes, insumos para biocombustibles y otros usos industriales... El resultado es una desmesurada alza de los precios de los granos que se extiende al resto de los productos agropecuarios y que si bien remite, no ha dejado de amenazarnos. En su informe de julio de 2009 la FAO afirma que

"por primera vez en la historia de la humanidad mil doscientos millones de personas, una sexta parte de la población mundial, padece hambre".

Prestas y oportunas las transnacionales agro tecnológicas ofrecen sus servicios. Pero a estas alturas ya sabemos que las "industrias de la vida" son en verdad industrias de muerte. Hoy es claro que los transgénicos y su paquete tecnológico son parte del problema y no de la solución. Así, al peligroso y reduccionista espejismo de la manipulación genómica sigue la recuperación del valor de los ecosistemas y de los agro ecosistemas. Y con ellos del inevitable regreso de los campesinos que son los que saben manejarlos. Bienvenidos. 🍌

A. Martha

Sobre el aeropuerto



#YO
PREFIERO
EL LAGO

QUIENES HACEMOS ESTE SUPLEMENTO

pensamos que las dos opciones para resolver el problema de la saturación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México que plantea la encuesta del gobierno electo tienen inconvenientes, pero la menos mala es la que combina el actual puerto aéreo con Santa Lucía y Toluca.

Estamos de acuerdo, sin embargo, con la realización de una consulta informada, de modo que aceptaremos su resultado cualquiera que éste sea.

Lo que de ninguna manera aceptamos, ni puede ponerse votación, es la urbanización salvaje del entorno del aeropuerto que hoy se construye en Texcoco. El proceso de especulación inmobiliaria ya empezó y, si no lo detenemos, seguirá, se haga o no se haga ahí el aeropuerto, pues ya están las carreteras y los empresarios ya compraron las tierras.

Con aeropuerto sería Aerotrópolis y sin aeropuerto una nueva Santa Fe, pero en cualquier caso el impacto de las oficinas corporativas, grandes hoteles, centros comerciales y viviendas de lujo que planean Slim, Hank Rhon, los del Mazo y los Peralta darían un golpe de muerte a la ya muy deteriorada sustentabilidad de la metrópoli. Sobre todo porque luego seguiría el Santa Fe de Cuajimalpa, el Santa Fe de Tláhuac, el de Milpa Alta, el de Xochimilco...

Hay que evitar que el aeropuerto sea en Texcoco, sí, pero sobre todo hay que impedir la metástasis lacustre de Santa Fe; hay detener, cuando aún estamos a tiempo, la expansión de una nueva megalópolis dorada en la dolorida cuenca. Y esto lo puede hacer el nuevo gobierno sin consulta, la sobrevivencia de nuestra ciudad no puede estar a votación.

El deterioro de la cuenca Texcoco-Atenco no empezó con el aeropuerto, pero sí la agudizó su construcción, de modo que no basta detener la degradación, hay que revertirla. En vez del ominoso boom inmobiliario, necesitamos un virtuoso boom socioambiental.

Y para esto hay que decretar una moratoria a los permisos para nuevas construcciones, mientras se realiza un estudio de ordenamiento territorial que determine qué se puede hacer y qué no se puede hacer. Para sobre esa base diseñar, con las comunidades, los municipios, los gobiernos estatales y el gobierno federal, un ambicioso programa de recuperación social, ambiental y productiva que le devuelva a la región su vocación agrícola y campesina.

"Yo prefiero el lago" significa que vuelvan los patos, las garzas, los chichicuilotes... pero, sobre todo, que vuelvan los jóvenes. Que regresen a lo que nos queda vivo de la cuenca, las milpas y el amor por la agricultura. •



FOTO: Bosque de Niebla

Agroecología y cultivo biointensivo.

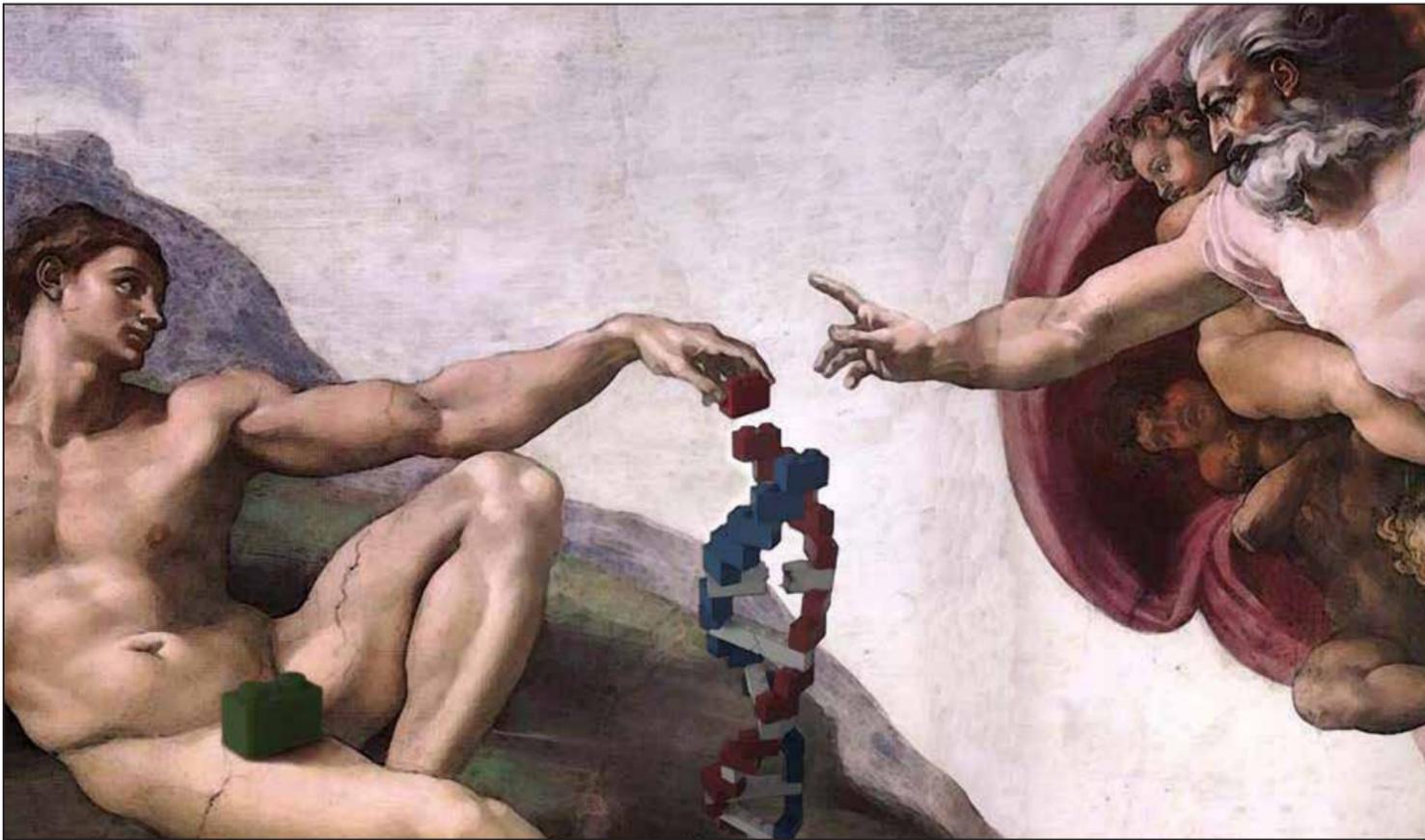


ILUSTRACIÓN: Reymond Pagé

¿Qué es la biología sintética?

Jim Thomas, Traducción: Verónica Villa Grupo ETC

¿Qué les parecería que los seres vivos fueran máquinas? Que se pueden desarmar, reprogramar y volver a ensamblar para que hagan cualquier cosa: reprogramar las plantas para convertir las en lámparas, o manipular la levadura para producir vainilla.

De hecho, la industria de la biotecnología lleva años pensando la vida de esta manera y, con esta idea, ha ido desarrollando técnicas para volverla realidad. Hay un furor total por la llamada biología sintética. Pero no nos confundamos, los seres vivos no son máquinas. Una bacteria o una levadura son mecanismos complejos en continua evolución; tan diferentes de una máquina como es un rascacielos de una nube. La biología sintética busca organizar la vida como si ésta fuera una industria y redefinir a los seres vivos llamándoles organismos reprogramables.

¿Cómo lo quieren hacer?

Todos los seres vivos tenemos un cuerpo que los ingenieros de la

biología sintética imaginan como una mera estructura. También tenemos algo así como las instrucciones para vivir y reproducirnos, que llamamos código genético. Este código se compone de cuatro letras químicas: G T C y A, que se combinan de formas específicas en cada uno de los seres vivos, para desarrollarse y hacer cosas determinadas, ya sea producir tinta —como pulpos y calamares— o vainilla o una proteína fosforescente —como las luciérnagas.

Imaginemos que el código genético puede alterarse de modo que sobre la “estructura” pueda fabricarse algo con valor comercial, es decir, convertirla en una máquina biológica. Cada célula podría ser reprogramada para funcionar como una fábrica microscópica, productora de compuestos químicos muy valiosos en el mercado que, como se autorreproducen, pronto habría millones de esas fábricas celulares trabajando en tanques industriales. Esa sería una forma de producir plásticos, fragancias, aditivos para alimentos y combustibles. Y ese es el sueño

detrás de la biología sintética: aplicar la ingeniería para reprogramar seres vivos y que produzcan materias primas.

La biología sintética ya es una industria de miles de millones de dólares. Existen unas 100 compañías de biología sintética asociadas con las más grandes empresas de química, alimentación, energía y cosméticos del planeta. Según explican las propias compañías, sus productos ya están en bebidas, jabones, cremas para la cara y detergentes; no están regulados ni etiquetados ni pasan por el radar de la opinión pública. Técnicamente, la biología sintética es un avance de la genética, algunos le llaman ingeniería genética extrema.

La manipulación de la vida ha cambiado mucho desde que comenzaron a empalmarse y fragmentarse genes en los años 70. Antes, los ingenieros genéticos buscaban partes de ADN en la naturaleza, las cortaban de organismos reales y las insertaban en un nuevo huésped. Hoy, los biólogos sintéticos usan una impresora de ADN que construye ADN artificial desde cero, combinando los códigos genéticos de cualquier forma; así que ya no es necesario el ADN natural, simplemente puede comprarse por internet. Se dice que es posible imprimir en laboratorio todo el ADN de un ser vivo.

El científico Craig Venter creó, en 2011, un microbio al que se apodó Cintia. Todo su ADN fue producido por una máquina: se trataba de la primera especie cuya madre era una computadora. Las compañías de biología sintética ya crean ADN artificial que programa a los microbios para producir sustancias para usos industriales. La empresa *Evolva Biotech* reprogramó una le-

vadura para producir el ingrediente activo del azafrán, que proviene de las flores de *Crocus* que crecen en Irán. *Evolva* quiere sintetizarlo en enormes tanques, como se fermenta la cerveza; otra levadura rediseñada genéticamente produce el sabor vainilla. Como las levaduras se fermentan con agua y azúcar, las compañías quieren vender sus imitaciones como “naturales”, lo que pone a competir a los agricultores directamente con las invenciones de la biología sintética.

La perspectiva de crear alimentos y productos de consumo en el laboratorio entusiasma a la industria de saborizantes y fragancias, pero para las mujeres y hombres que se dedican a la agricultura es fatal que los derivados de la biología sintética se presenten como natu-

rales, es una competencia absolutamente injusta y desleal. En cada hectárea de azafrán trabajan casi 300 personas; el intento de reemplazar las especias con sustitutos hechos en el laboratorio es una amenaza para el empleo y los modos de vida de millones de campesinos en todo el mundo.

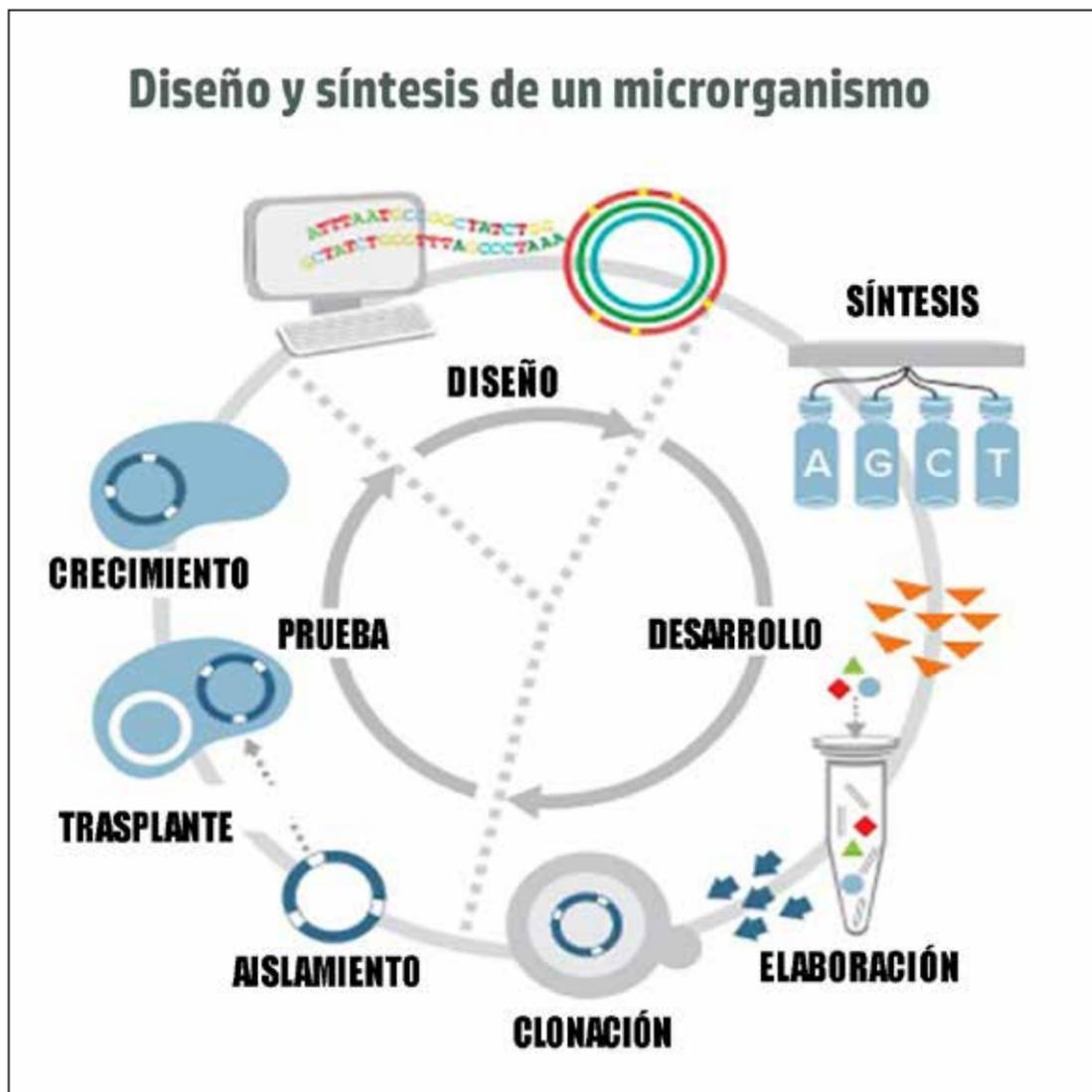
Aproximadamente 200 mil personas que cultivan la vainilla en Madagascar, Uganda, México y otros países ya han sufrido pérdidas por la venta de vainilla química que ocurre desde hace 40 años, y, sin embargo, resisten y la siguen cultivando. La vainilla de levaduras modificadas genéticamente destruiría para siempre sus fuentes de ingresos.

La biología sintética amenaza a los ecosistemas. Al cultivar la vainilla, los campesinos protegen el equilibrio total de la selva; pero si el precio de la vainilla natural se desploma, tendrán que abandonar sus bosques, dedicarse a cultivos industriales o trabajar en las ciudades para obtener algún ingreso. Sin embargo, la industria de la biología sintética no puede deshacerse totalmente de los agricultores, las levaduras y algas que producen los compuestos requieren inmensas cantidades de azúcares; por eso, las fábricas más importantes de productos de biología sintética están en Brasil, país que cultiva caña en enormes plantaciones.

El azúcar, no obstante, tiene un lado sumamente amargo. Las plantaciones de caña devoran toneladas de insumos químicos y chupan toda el agua que se pueda; además, por las condiciones de trabajo, los jornaleros son prácticamente esclavos. La expansión de la caña de azúcar está destruyendo la región de El Cerrado y está desplazando otros sistemas agrícolas en lo →



Imagen de un cromosoma.



→ profundo de la Amazonía. Las empresas de biología sintética especulan si sus microbios podrán alimentarse de virutas de madera o gas natural, y se están asociando con la industria del *fracking* para producir energía a cualquier costo.

El aspecto de la seguridad es muy delicado. La ingeniería genética ya enfrentó 40 años de controversia global debido a los efectos impredecibles que puede acarrear la manipulación del ADN. La biología sintética aumentará las incertidumbres. ¿Cómo se comportará y reproducirá un organismo creado en laboratorio? Hasta el día de hoy esto es especulación. ¿Qué ocurriría si un alga genéticamente transformada para producir gasolina se escapa y empieza a reproducirse en manantiales, ríos y océanos? Ya se han modificado algas mediante

biología sintética que podrían convertirse en una mancha de petróleo que crece sin control.

Los gobiernos no saben cómo evaluar la seguridad de la biología sintética. Suponemos que sus productos deberían estar confinados, pero hay noticias de una nueva ola de organismos modificados genéticamente que se planea liberar en el ambiente. En 2013, un grupo de *biohackers* de California reunió medio millón de dólares, mediante el sitio *Kickstarter*, para desarrollar y vender una planta fosforescente. Por contribuciones de 40 dólares, el *Glowing Plant Project* prometió enviar miles de semillas manipuladas a más de 6 mil personas en los Estados Unidos; una liberación al ambiente sin vigilancia y en gran escala. Ese país dijo no contar con los medios

para regular este tipo de organismos, por más difícil que resulte de creer, así que la oposición radical que el proyecto levantó evitó el envío de semillas de plantas modificadas con biología sintética sin ninguna precaución.

Mientras la industria de la biología sintética sigue su carrera, los reguladores se quedan atrás. Delegados de 193 países al Convenio sobre Diversidad Biológica empiezan lentamente a considerar la importancia de vigilar la biología sintética. Hay una disputa internacional en curso entre los países que respaldan la industria de la biología sintética y los países cercanos a los trópicos, cuyos agricultores, selvas y bosques pueden perder todo con los reacomodos del mercado que la biología sintética promueve. 🦋

La perspectiva de crear alimentos y productos de consumo en el laboratorio entusiasma a la industria de saborizantes y fragancias, pero para las mujeres y hombres que se dedican a la agricultura es fatal que los derivados de la biología sintética se presenten como naturales, es una competencia absolutamente injusta y desleal. En cada hectárea de azafrán trabajan casi 300 personas; el intento de reemplazar las especias con sustitutos hechos en el laboratorio es una amenaza para el empleo y los modos de vida de millones de campesinos en todo el mundo.

7 alertas rojas

Silvia Ribeiro Grupo ETC

- 1) **Nuevas amenazas para la bioseguridad:** la biología sintética crea organismos vivos —en laboratorio— que nunca han existido en la naturaleza y que podrían persistir y reproducirse. No hay ninguna directriz para evaluar y manejar los riesgos de bioseguridad de los organismos modificados sintéticamente. Las compañías de biología sintética producen ahora cientos de miles de cepas nuevas diferentes de estos organismos cada día, lo que plantea serias consideraciones acerca de cómo serán supervisados, cómo serán retirados y quiénes son los responsables de lo que ocurra.
- 2) **Amenaza para las formas de sustento y el uso sostenible de la biodiversidad:** las compañías de biología sintética están colocando en el mercado versiones artificiales de productos y compuestos de origen botánico —vainilla, stevia, aceite de coco, manteca de cacao, pachuli, caucho, vetiver y azafrán, entre otros. Si esas sustancias compiten con los productos botánicos cultivados por los agricultores, principalmente en los trópicos, podrían desestabilizar los mercados, destruir las formas de sustento rurales y afectar el uso sostenible de la biodiversidad.
- 3) **Cambios agronómicos:** la industria de la biología sintética espera destilar cantidades masivas de combustibles industriales, compuestos químicos y otros compuestos de alto valor en contenedores gigantes de organismos modificados sintéticamente que requerirían, como insumo principal, azúcar. Producir suficiente azúcar para esos procesos detonaría cambios extensivos en el uso del suelo y un aumento en el uso de agua, agroquímicos y fertilizantes.
- 4) **Biopiratería digital:** la biología sintética hace posible mover recursos genéticos a través de las fronteras como información digital. Acuerdos como el Protocolo de Nagoya que gobiernan la “transferencia de material” de recursos genéticos serían ineficaces ante esto.
- 5) **Armas biológicas y cuestiones de salud:** la biología sintética permite la construcción de virus y bacterias que podrían ser infecciosos o dañinos en otras formas para los humanos o los animales —a propósito, o por error.
- 6) **Falta de supervisión y gobernanza:** las regulaciones existentes para gobernar la ingeniería genética se elaboraron antes de su emergencia y son inadecuadas para garantizar una supervisión segura y justa.
- 7) **Falsas soluciones:** las propuestas especulativas de usar las técnicas de biología sintética para cumplir objetivos supuestamente benéficos ambiental y socialmente (como revivir animales extintos) deben considerarse críticamente. 🦋

Agricultura y nuevas tecnologías

Grupo ETC

La historia muestra que la introducción de nuevas tecnologías puede tener impactos profundos y devastadores sobre las formas de vida de los campesinos, los trabajadores agrícolas y las economías nacionales. Por ejemplo, durante la Colonia, la expansión de Europa aceleró el flujo de plantas comestibles y ganado desde sus colonias controlando el flujo de cultivos y monopolizando la producción y las tecnologías de procesamiento cruciales para comercializar los productos (como el algodón, el caucho, el café, el té y las especias). Como resultado, las transferencias de tecnología crearon patrones de dependencia económica de larga duración y pobreza en los países colonizados.

Asimismo, el desarrollo de la química hacia el fin del siglo XIX impulsó una nueva ola tecnológica en los países del Norte, que redujo o eliminó la demanda de un enorme conjunto de materias primas que se obtenían del Sur global. Los tintes sintetizados químicamente en Alemania, por ejemplo, reemplazaron rápidamente las pinturas naturales como las obtenidas de la raíz de rubia roja (*Rubia tinctorum*). En ese sentido, para 1900 el mercado de tintes naturales de Turquía ya había desaparecido debido al sustituto químico alizarina, y lo mismo pasó con la tinta carmín proveniente de México que se obtenía del parásito del nopal conocido como cochinilla.

Cuando el azul sintético comenzó a producirse en gran escala en Alemania en 1897, los agricultores de India cultivaban 574 mil hectáreas de índigo (*Indigofera tinctoria*), lo cual cambió drásticamente: para 1920, el cultivo prácticamente había desaparecido. Después de la Segunda Guerra Mundial, similares trastornos afectaron los mercados tras la introducción de las

fibras derivadas de petróleo en la década de 1930, lo que favoreció la “revolución de los plásticos”, que destruyó muchas otras industrias naturales y que también creó una contaminación de dimensiones sin precedentes, a la que la humanidad no encuentra cómo hacerle frente.

Esos ejemplos reflejan que los primeros se benefician de los cambios tecnológicos abruptos, pues son históricamente quienes desarrollan y controlan las nuevas tecnologías. Los “perdedores” resultan ser los productores de materias primas, que no están al tanto de los cambios inminentes o que no pudieron hacer ajustes veloces ante demandas nuevas.

Para minimizar las críticas en el sentido de que la biología sintética podría resultar en esos escenarios históricos de ganadores y perdedores, algunos de sus promotores argumentan que transferir la producción de materias primas del campo a los tanques industriales de fermentación podría beneficiar los ecosistemas y la seguridad alimentaria locales. Amyris Inc., en Berkeley, California, ha sugerido incluso que eliminar la producción agrícola del arbusto chino del que se deriva la artemisina (compuesto farmacéutico muy efectivo contra la malaria) podría permitir que los agricultores cultivaran más papas; lo que no es económicamente o ecológicamente posible, pues muchos de esos arbustos (variedades del ajeno) crecen en ambientes difíciles en los que otros cultivos no prosperarían. Los agricultores no solo se benefician sustancialmente del cuidado de esos arbustos, sino que las infusiones contra la malaria que elaboran en casa son buenas para sus familias y comunidades. Las papas, por otro lado, destruyen notablemente los suelos, y los agricultores frecuentemente se ven obligados a usar químicos de manera extensiva con todos los

daños económicos, de salud y ambientales que ello implica.

Los consumidores, los campesinos y la naturaleza ya tienen demasiada carga con los impactos negativos de la química sintética, creadora de los tóxicos saborizantes artificiales, que dañan a los ecosistemas y a quienes los consumen. Esta nueva revolución sintética, nombrada como “biología sintética” tiene efectos igualmente perturbadores, que van desde impactos ambientales a profundas afectaciones sociales y económicas respecto del sustento de las comunidades, las industrias y los paisajes.

Campesinos y agricultores, cultivadores, recolectores y cosechadores —que suministran los productos naturales de los que se hace nuestra comida, cosméticos, jabones, textiles y más—, particularmente en los trópicos, serán quienes asuman los riesgos y trastornos ocasionados por la biología sintética, aunque también los consumidores y los trabajadores serán afectados.

En el caso de la vainilla, sustituir la producción natural de vainilla en Madagascar por la producción en tanques industriales dañaría de inmediato el medio de sustento de las familias de productores y los obligaría a mutilar o clarear bosques sumamente conservados, que las propias comunidades mantienen así, para que haya condiciones para el crecimiento de las orquídeas de vainilla.

Teóricamente, la biología sintética podría estimular la demanda de más de un producto natural, pues los productos biosintéticos manufacturados mediante fermentación microbiana se considerarán “naturales” o “sustancialmente equivalentes” a los productos de derivados botánicos.

El desarrollo del caucho sintético en Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial ocasionó que en dos décadas la industria de este producto se apoderara del 60% del mercado global. Al mismo tiempo, la reactivación económica y la demanda de neumáticos también aumentó la demanda de caucho natural y los países productores en el sureste de Asia se beneficiaron de ello.

Igualmente, el descubrimiento en 1950 de una bacteria en Tailandia, que condujo a la introducción de la alta fructosa de maíz en 1960, podría haber eliminado la demanda de caña

de azúcar y de azúcar de remolacha. Pero la explosión en la demanda de endulzantes y de etanol para su uso como combustible para automóviles, significó que la demanda de ambos, se disparara; por lo que muchos escenarios como los antes enunciados deben considerarse en cada caso.

La pregunta sería ¿puede pasar esto a los sabores y fragancias naturales? Actualmente, el 95% del mercado de fragancias y sabores corresponde a los productos químicamente sintetizados. El restante 5% del mercado aún es fuente de ingresos para decenas de millones de familias campesinas en todo el mundo. Esos sabores son generalmente más ricos y complejos que sus versiones industriales y hace muy pocos años que los más grandes procesadores de alimentos e incluso empresas de comida rápida (incluyendo Pizza Hut y Taco Bell) están regresando a los sabores “naturales” ante el descontento creciente de sus consumidores.

La plataforma de biología sintética podría ofrecer dos ventajas importantes a la industria de saborizantes y fragancias: 1) la posibilidad de asegurar provisiones más uniformes y estables de materias primas de alto valor al producirlas tanques

de fermentación, y 2) que las compañías no tendrían que preocuparse por el clima, la temperatura, la falla en los cultivos, los precios y la volatilidad política o la complejidad logística de obtener materias primas de campesinos y otros proveedores.

No solamente el cambio, sino la amenaza del cambio puede ser sumamente destructiva incluso si resulta que a largo plazo pueda ser benéfico. La posibilidad de producir un cultivo en un tanque podría trastornar las cadenas de suministro y dañar los precios de producción, ocasionando que los agricultores abandonen sus modos de vida ante el temor de que no tendrán a quién vender la cosecha, algo que ya ha impactado en el caso de la artemisina.

Si la competencia desaparece por miedo, la biología sintética no tendrá porque ser eficaz en el sentido técnico para tener éxito comercial. La cuestión de fondo es la “destrucción creativa” industrial, que siempre es devastadora para los pueblos y comunidades marginadas. Cambios así no deberían darse sin que los posibles afectados participen directamente en las negociaciones políticas y económicas relacionadas con ellos. Esta es una batalla que debemos dar y ganar. 🍌

La introducción de nuevas tecnologías puede tener impactos profundos y devastadores sobre las formas de vida de los campesinos, los trabajadores agrícolas y las economías nacionales.



Los tintes sintetizados químicamente en Alemania sustituyeron las pinturas naturales como las obtenidas de la *Rubia tinctorum*.

Los primeros se benefician de los cambios tecnológicos abruptos, pues son históricamente quienes desarrollan y controlan las nuevas tecnologías. Los “perdedores” resultan ser los productores de materias primas, que no están al tanto de los cambios inminentes o que no pudieron hacer ajustes veloces ante demandas nuevas.

El amaranto, maleza en EU y alimento esencial en México

Jim Thomas Grupo ETC

En lugar de seleccionar cultivos que resistan plagas, enfermedades y condiciones climáticas, la primera generación de transgénicos se diseñó con el objetivo de incrementar las ventas de agroquímicos. Con la introducción muy expandida de cultivos tolerantes a herbicidas, los defoliadores químicos como Roundup (glifosato) se convirtieron en el producto de mayores ventas de la agroindustria.

Sin embargo, después de dos décadas, el uso de químicos continúa, debido a que más y más hierbas están desarrollando resistencia a esos herbicidas. Hoy en día, esas

“supermalezas” proliferan de tal forma que los cultivos resistentes a herbicidas están dejando de ser viables. Tan solo en Estados Unidos, los agricultores se enfrentan a más de 40 millones de hectáreas invadidas por supermalezas en 36 de los 50 estados; y en todo el mundo, al menos 24 especies de hierbas son actualmente resistentes al glifosato.

En este contexto, los investigadores de la biología sintética están desarrollando cultivos que soporten mejor la sequía después de que les apliquen baños de plaguicidas de patente; también planean usar los conductores genéticos para enfrentar el problema de las malezas

que han desarrollado resistencia a los plaguicidas.

Para los biólogos sintéticos revertir la resistencia a herbicidas en las malezas es un objetivo deseable porque la adopción extendida de los cultivos tolerantes a herbicidas promueve la labranza convencional. Mientras que la “labranza cero”, no supone la necesidad de voltear la tierra, además de que conserva el agua y el suelo, y reduce los costos de la labor. Quienes promueven los cultivos transgénicos frecuentemente argumentan que la labranza cero es amigable con el clima porque reduce las emisiones de dióxido de carbono al

secuestrar más carbono en el suelo.

Los desarrolladores de los impulsores genéticos reconocen que los agronegocios tienen interés en esta tecnología para usarla de muchas formas, incluida la erradicación de “malezas” (con un “impulsor genético sensibilizado” que pudiera liberarse entre especies silvestres de hierbas invasoras para volverlas más susceptibles a un herbicida patentado como el glifosato) o la eliminación de lo que se considere plaga.

La investigación sobre impulsores genéticos en moscas de la fruta (*Drosophila Suzukii*), pretende erradicarlas globalmente y ahorrar en costos de plaguicidas y por cultivos perdidos. Otras plagas que cuya extinción se podría impulsar para proteger la agricultura industrial incluyen roedores, polillas y langostas. Los impulsores genéticos se podrían usar para acelerar la introducción de un rasgo genéticamente modificado en semillas de cultivos.

¿Quién decidirá qué es una maleza y qué hacer con ella?

La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos presentó en

2016 un informe sobre los impulsores genéticos: “Gene Drives on the Horizon”, en el que desarrolla el caso del amaranto resistente al glifosato.

El informe explica que, al resistir al glifosato, el amaranto se convirtió en “súper maleza” y por lo tanto califica como una especie que podría extinguirse deliberadamente mediante impulsores genéticos. Sin embargo, prosigue el estudio, la extinción de esta variedad en América del Norte podría afectar la cosecha del amaranto comestible en América Latina.

Este es un caso claro en el que los impulsores genéticos transformarían la agricultura y los sistemas alimentarios, favorecerían la formación de monopolios de semillas y agroquímicos aún más con enormes impactos sobre los derechos de los campesinos y la soberanía alimentaria. Algunas especies de amaranto tienen muchas propiedades nutricionales, y la planta tiene múltiples usos alimentarios en México y otros países de América Latina y el Caribe. Todo esto se perdería si se aplicaran impulsores genéticos para suprimirla en Estados Unidos. 



FOTO: Tubifex

Al resistir al glifosato, el amaranto se convirtió en “súper maleza” y por lo tanto califica como una especie que podría extinguirse deliberadamente mediante impulsores genéticos. La extinción de esta variedad en América del Norte podría afectar la cosecha del amaranto comestible en América Latina. Este es un caso claro en el que los impulsores genéticos transformarían la agricultura y los sistemas alimentarios y favorecerían la formación de monopolios de semillas y agroquímicos con enormes impactos sobre los derechos de los campesinos y la soberanía alimentaria.



FOTO: Kurt Stüber

Al resistir al glifosato, el amaranto se convirtió en “súper maleza” en EUA.

La extinción del amaranto en América del Norte podría afectar la cosecha comestible de América Latina.

La hamburguesa de “carne” vegetal, un experimento inseguro

Jim Thomas Grupo ETC

Los creadores de la hamburguesa de imitación, hecha con un ingrediente genéticamente diseñado, podrían estar atrapados en un enredo legal sobre la inocuidad alimentaria del invento, lo que podría afectar la burbuja de inversiones en tecnología de alimentos que se ha estado formando en Silicon Valley.

El periódico *The New York Times* reportó, el pasado 8 de agosto, que documentos de la Administración de Alimentos y Medicinas de Estados Unidos (FDA, en inglés) revelan que *Impossible foods*, empresa creadora de la hamburguesa imposible —que supuestamente “sangra”— no brindó una prueba adecuada de la inocuidad de la proteína genéticamente alterada que le da a la hamburguesa su sabor a carne y su color.

Impossible Foods sacó al mercado el producto para consumo público, aunque la compañía había admitido ante la FDA que le faltaba realizar pruebas de seguridad sanitaria. Los documentos afirman que, según la FDA, los argumentos presentados por la empresa no establecen la seguridad del ingrediente SLH para consumo, ni apuntan a una inocuidad general.

Ninguna empresa alimentaria debería ignorar las advertencias de la FDA sobre la seguridad de sus productos y poner en riesgo la salud de quien los ingiere. La FDA tiene una clasificación que indica que se reconoce la seguridad “en general” del producto. Esta etiqueta, GRAS (*Generally Recognized as Safe*), permite al fabricante decidir por sí mismo, sin opinión de la agencia, si un producto es o no seguro para el consumo. Esta autodeterminación no requiere dar aviso al consumidor ni a la FDA, y puede aplicarse a los químicos aplicados a los alimentos sin tomar en cuenta los conflictos de interés que pudiera haber, si los químicos en cuestión son nuevos, o si no se han analizado a profundidad.

Los documentos del gobierno de Estados Unidos, obtenidos por el Grupo ETC y Amigos de la Tierra-Estados Unidos mediante la norma del derecho a la información, revelan que la FDA advirtió



ILUSTRACIÓN: Impossible Foods

Ninguna empresa alimentaria debería ignorar las advertencias de la FDA sobre la seguridad de sus productos y poner en riesgo la salud de la gente.

a los responsables en *Impossible Foods* que su ingrediente clave, creado con ingeniería genética y conocido como leghemoglobina de soja (abreviado en inglés SLH), no cumplía los estándares del estatus de seguridad general o GRAS. El ingrediente SLH, conocido también como “heme”, es una proteína de diseño que agrega color y sabor parecidos a la carne.

Impossible Foods reconoció que la leghemoglobina de soja no se utiliza en la dieta humana ni en su forma natural ni en su forma diseñada. A pesar de mostrar como atractivo comercial las propiedades colorantes de “heme”, la empresa no pidió a la FDA que aprobara el ingrediente como colorante, proceso cuyas normas son muy estrictas.

En discusión con la FDA, *Impossible Foods* también admitió en su dossier que una cuarta parte de los componentes del ingrediente “heme” son 46 proteínas adicionales “inesperadas”, algunas no identificadas y ninguna que haya sido sometida a pruebas de inocuidad.

El caso de la hamburguesa imposible plantea preocupaciones

que rebasan el tema de la imitación de un producto. Se trata de la ingeniería genética extrema o biología sintética, particularmente la tendencia a la producción de comida totalmente procesada en laboratorios (carne, lácteos y otras proteínas se hacen en un tubo de ensayo y no proceden de un animal). Mientras la hamburguesa imposible se coloca como el ejemplo perfecto para promover esta tendencia de comestibles hechos en laboratorio, otras empresas como *PerectDay* (hace leche de vaca con biología sintética) y *Clara Foods* (vende claras de huevo también de biología sintética) aprovechan la coyuntura para colocarse mejor en la carrera comercial.

Así como hace una década los biocombustibles fueron lanzados como la “solución limpia” al cambio climático, los inversionistas en la tecnología de comestibles sintéticos intentan ahora capitalizar, a través de la “crianza molecular”, la defensa de los derechos de los animales.

Un estudio realizado en 2013 por *Hart Research*, en Estados Unidos, encontró que 61% de los consumidores investigados tenía sentimientos negativos hacia los aditivos alimentarios producidos con biología sintética. Las encuestas también muestran que los consumidores buscan cada vez más información en las etiquetas de los productos sobre el contenido de transgénicos,

pero hasta ahora, la mayoría de las empresas que venden productos con ingredientes derivados de biología sintética, incluyendo *Impossible Foods*, no etiquetan ni los productos ni los menús.

Para más información y análisis sobre el problema de los productos “animales” producidos en laboratorio, ver la base de datos en línea del Grupo ETC sobre ingredientes derivados de la biología sintética, que incluye “heme” de *Impossible Foods*. Consultar el blog sobre productos de origen animal sustituidos por ingredientes derivados de biología sintética, “*Is Food-Tech the Future of Food?*”, de Amigos de la Tierra, así como su sitio web con documentos en castellano. 🐾

***Impossible Foods* sacó al mercado la hamburguesa de imitación, hecha con un ingrediente genéticamente diseñado, para consumo público, aunque había admitido ante la FDA que le faltaba realizar pruebas de seguridad sanitaria. Según la FDA, los argumentos presentados por la empresa no establecen la seguridad del ingrediente SLH para consumo, ni apuntan a una inocuidad general.**

Acciones temerarias: los impulsores genéticos y el fin de la naturaleza

Grupo de trabajo de la sociedad civil sobre impulsores genéticos (Biofuelwatch, Grupo ETC, Econexus, Hawaii SEED, Amigos de la Tierra EUA y Navdanya)

“El proyecto de exterminar deliberadamente especies es un crimen contra la naturaleza y la humanidad... Desarrollar herramientas de exterminio con el pretexto de salvar al mundo es un crimen. Un crimen cuya continuación no debe permitirse.”
Vandana Shiva

Imaginemos que al liberar una sola mosca en el ambiente pudiéramos alterar genéticamente todas las moscas del planeta –ocasionándoles que se vuelvan amarillas, que transporten una toxina o se extingan. Esta es la premisa, terriblemente poderosa, que hay detrás de los impulsores genéticos, conocidos en inglés como *gene drives*: una nueva y controvertida tecnología de ingeniería genética que puede alterar permanentemente especies enteras al liberar al ambiente un solo individuo biodiseñado.

Los impulsores genéticos pueden rediseñar ecosistemas completos, ocasionar extinciones que se propaguen rápidamente e intervenir en sistemas vivos a una escala más allá de lo que cualquiera haya imaginado. Una vez que los impulsores genéticos se diseñen dentro de una especie que se reproduce velozmente, podrán alterar su población en un marco temporal muy breve, de meses a pocos años, y provocar rápidamente una extinción. A esta tecnología nueva también se le llama “reacción mutagénica en cadena” y es diferente de todo lo que hayamos visto antes. Combina la ingeniería genética extrema de la biología sintética y las nuevas técnicas de edición genómica, con la idea de que los humanos pueden y deben usar herramientas –tan poderosas e ilimitadas– como esta para controlar la naturaleza. Los impulsores genéticos cambian fundamentalmente la relación entre la humanidad y el mundo natural, para siempre.

Las implicaciones para el ambiente, la seguridad alimentaria, la paz e incluso la estabilidad social son significativas. Lidar con esta desenfrenada tecnología ya se compara con el reto que implica controlar el poder nuclear. Las débiles regulaciones actuales que tienen los gobiernos para el uso de la ingeniería genética en la agricultura han permitido una enorme dispersión de la contaminación transgénica en la alimentación y el ambiente.

Con estas débiles restricciones sobre las técnicas existentes de ingeniería genética, ¿cómo podría alguien tener la capacidad para evaluar los riesgos de los impulsores genéticos? ¿El público será informado y podrá opinar sobre su uso? Y si ocurre un accidente, puesto que el daño es masivo e irreversible, ¿quién será responsable? Las implicaciones éticas, culturales y sociales de los impulsores genéticos son tan grandes como sus consecuencias ecológicas. Los grupos de la sociedad civil (incluso algunos investigadores de los impulsores genéticos) están alarmados por esta recién descubierta habilidad para

reconfigurar el mundo natural. Sin embargo, un poder de control de la naturaleza tan omnipotente como este es una gran tentación para quienes no se limitan por el sentido común ni el respeto al bien común.

Los impulsores genéticos han capturado ya la atención de las organizaciones más poderosas del mundo militar, de los agonegocios y otras industrias. La tecnología se presenta como relativamente simple y barata, de tal modo que fácilmente puede caer en manos de quienes, incluyendo gobiernos, pueden utilizarla como arma.

FIGURA 1A. HERENCIA NORMAL EN 4 GENERACIONES DE MOSCAS: LOS GENES ALTERADOS NO SE DISTRIBUYEN

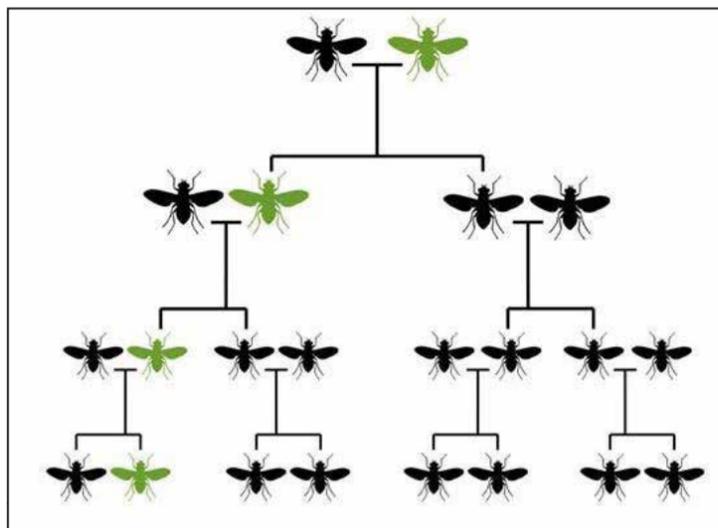
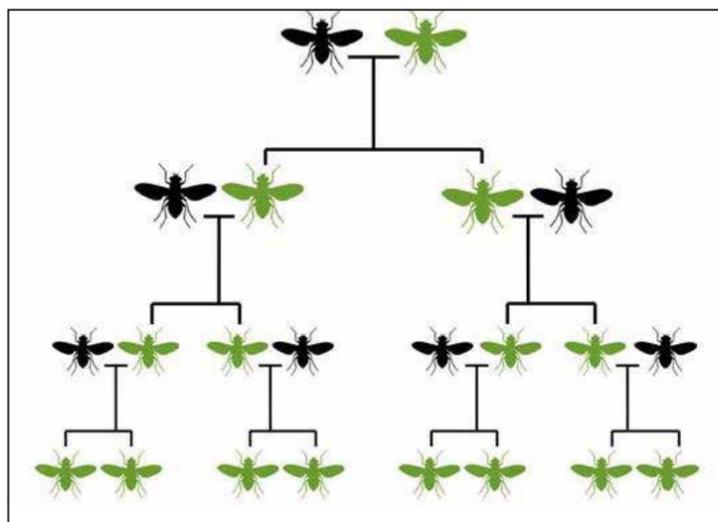


FIGURA 1B. HERENCIA DE IMPULSOR GENÉTICO EN 4 GENERACIONES DE MOSCAS LOS GENES ALTERADOS SIEMPRE SE DISTRIBUYEN



Los impulsores genéticos pueden rediseñar ecosistemas completos, ocasionar extinciones que se propaguen rápidamente e intervenir en sistemas vivos a una escala más allá de lo que cualquiera haya imaginado. Una vez que los impulsores genéticos se diseñen dentro de una especie que se reproduce velozmente, podrían alterar su población en un marco temporal muy breve, de meses a pocos años, y provocar rápidamente una extinción.

¿Cómo funciona un impulsor genético?

Un carácter es una cualidad determinada genéticamente (por ejemplo, color de los ojos). En la reproducción sexual normal, un carácter tiene solamente 50% de oportunidad de ser expresado. Con un impulsor genético, sin embargo, ese carácter es “impulsado” dentro del ciclo reproductivo del organismo, de tal forma que todos los descendientes siempre llevan y expresan el rasgo específico de interés. Los impulsores genéticos fuerzan a que un carácter diseñado artificialmente se distribuya a través de la población natural, hasta que se vuelva ubicuo o haga que toda la población colapse.

Los primeros impulsores genéticos funcionales se mostraron al final de 2014, mediante el uso de una nueva técnica de edición genética conocida como CRISPR-CAS9. Funcionan estableciendo un mecanismo genético que obligatoriamente se copia a sí mismo del padre al vástago, pasando en cascada de una generación a la próxima mediante reproducción sexual. Los impulsores genéticos sólo se pueden aplicar a especies que se reproducen sexualmente. El proceso natural de la herencia a través de la reproducción sexual es la piedra angular de la diversidad biológica dentro de las especies. Pero los impulsores genéticos obligan a una especie a volverse uniforme o a extinguirse –un resultado claramente antiecológico y una violación de los fundamentos de la evolución.

Por ejemplo, cuando un impulsor genético “ordena” a un organismo que tenga fosforescencia verde, la “reacción mutagénica en cadena” que sigue asegura que toda la progenie futura de ese organismo, y todos sus descendientes, también expresen fosforescencia verde. Esto viola las reglas de la evolución de las especies, que usualmente limitan el paso de un nuevo rasgo solamente a algunos de los

descendientes y limita la supervivencia a aquellos que tienen una ventaja selectiva.

Las implicaciones para las poblaciones naturales son demoledoras. La Figura 1a a la izquierda muestra el patrón normal de herencia a través de las generaciones. Si seguimos las leyes de la herencia genética, podemos esperar que aproximadamente el 50% de la descendencia de un organismo tenga ese gen específico. Una vez que un organismo alterado se introduce en una población, el número de organismos afectados puede diluirse a lo largo de las generaciones. Pero con un impulsor genético (como el de la Figura 1b) se heredará al 100% el nuevo rasgo entre todos los descendientes. En vez de diluirse, el nuevo rasgo se apodera de la especie.

Si alguien quisiera que una especie colapsara y se extinguiera, simplemente tendría que diseñar un impulsor genético que, por ejemplo, haga que toda la descendencia sea masculina. Este es el enfoque que se está usando en el desarrollo de los impulsores genéticos para roedores llamados “sin hijas” (*daughterless mice gene drive*). El roedor, con el impulsor genético sin hijas, tendrá descendientes machos siempre, no importa con quien se cruce. A su vez, toda su progenie producirá solamente machos y ellos esparcirán el rasgo sin hijas hasta saturar esa especie de roedores y que la población colapse. Teóricamente, este mecanismo de “sólo machos” podría usarse en cualquier organismo que se reproduzca sexualmente.

Cómo pueden utilizarse los impulsores genéticos:

1. **Agricultura industrial.** Los desarrolladores de los impulsores genéticos reconocen que los agonegocios tienen interés en esta tecnología para usarla de muchas formas, incluida la erradicación de “malezas” o la eliminación de lo que se considere plaga. La investigación →

FINANCIAMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN DE IMPULSORES GENÉTICOS

Financiador	Receptor o proyecto	Monto (dólares de Estados Unidos)
DARPA	Varios proyectos, incluyendo "Genes seguros"	65-100 millones de dólares
Fundación Bill & Melinda Gates	Target Malaria	75 millones de dólares
The Tata Trusts	Centro para la Genética Activa	70 millones de dólares
Proyecto de Filantropía Abierta	Target malaria	17.5 millones de dólares
Fundación Bill & Melinda Gates	Fundación para los Institutos Nacionales de Salud	9.43 millones de dólares
Fundación Bill & Melinda Gates	Corporación del Hospital General de Massachusetts	2.587 millones de dólares
Proyecto de Filantropía Abierta	NEPAD/Unión Africana	2.35 millones de dólares
Fundación Bill & Melinda Gates	Agricultura emergente	1.6 millones de dólares
Grupo Frontiers de Paul G Allen Frontiers Group	Centro para la Genética Activa	1.5 millones de dólares
Consejo de la Cereza de California	Universidad de California en Riverside	500,000 dólares hasta ahora (aproximadamente)
Maxmind	MIT y la Universidad George Washington (para esquistosomiasis)	100,000 dólares

Financiadores de la investigación en impulsores genéticos según sus montos

→ sobre impulsores genéticos en moscas de la fruta (*Drosophila Suzukii*) pretende erradicarlas globalmente y ahorrar en costos de plaguicidas y por cultivos perdidos. Otras plagas cuya extinción se podría impulsar para proteger la agricultura industrial incluyen roedores, polillas y langostas. Los impulsores genéticos se podrían usar para acelerar la introducción de un rasgo genéticamente modificado en semillas de cultivos.

2. **Usos militares.** Los impulsores genéticos son un caso clásico del uso "doble" de la tecnología, lo que significa que una vez desarrollados para un fin, los *gene drives* podrían también utilizarse como arma o agente de una guerra biológica. Por ejemplo, ya se trabaja en hacer gusanos parásitos con impulsores genéticos para erradicarlos. La misma tecnología podría usarse para hacer que esos gusanos diseminen enfermedades o toxinas. Ya se crearon en

laboratorio impulsores genéticos en levaduras y se pueden diseñar para que sean dañinas para los humanos. La liberación de un impulsor genético en un campo agrícola podría atacar la producción alimentaria de un país entero. Y los impulsores genéticos en mosquitos y otros insectos se pueden usar para distribuir toxinas letales con su picadura.

3. **Ataque a enfermedades.** Mucho del entusiasmo en torno a los



La investigación sobre impulsores genéticos en moscas de la fruta (*Drosophila Suzukii*), pretende erradicarlas globalmente.

Las implicaciones para el ambiente, la seguridad alimentaria, la paz e incluso la estabilidad social son significativas. Lidar con los impulsores genéticos ya se compara con el reto que implica controlar el poder nuclear. Las débiles regulaciones actuales que tienen los gobiernos para el uso de la ingeniería genética en la agricultura han permitido una enorme dispersión de la contaminación transgénica en la alimentación y el ambiente.



Bill y Melinda Gates: "filántropos" financiando la riesgosa tecnología de los impulsores genéticos.

plaguicidas se debe a que supuestamente erradicaban pestes de forma segura, pero resultaron en lo que Rachel Carson llamó "biocidas", pues matan indiscriminadamente. Mientras los beneficios que prometen quienes quieren usar impulsores genéticos se refieren a que se usarán contra ciertos organismos que acarrean enfermedad, no existe una base científica firme a partir de la que se pueda asegurar que su impacto no se esparcirá más allá del objetivo fijado. Tampoco de que la enfermedad no siga propagándose a través de nuevos vectores.

Los siguientes ejemplos de impulsores genéticos se están desarrollando bajo el disfraz de exterminadores de enfermedades:

Mosquitos: varios equipos trabajan en impulsores genéticos que erradicarían mosquitos o los diseñarían para que no puedan transmitir malaria. Teóricamente los mosquitos que transmiten el Zika y el Dengue también podrían combatirse con sistemas de impulsores genéticos.

Gusanos parásitos: al menos un equipo trabaja en el desarrollo de impulsores genéticos para combatir los gusanos que causan la esquistosomiasis, y otros grupos proponen impulsores genéticos para

el parásito que causa la tricuriasis y las lombrices intestinales.

4. **Mejora artificial de la conservación.** Un grupo reducido de conservacionistas argumentan que las herramientas que ocasionan deliberadamente la extinción podrían alterarse para propósitos buenos. Un consorcio de cinco socios (que incluye dos agencias de gobierno), encabezado por el grupo conservacionista *Island Conservation*, está desarrollando roedores manipulados con impulsores genéticos, para ser liberados en las islas, en 2020, para matar a los ratones que dañan a las aves. Es el proyecto GBIRD (*Genetic Biocontrol on Invasive Rodents*, en inglés).

Adicionalmente, hay una propuesta para desarrollar impulsores genéticos en mosquitos para liberar en Hawaii, donde una especie acarrea una forma de malaria que afecta a las aves nativas, a pesar de que al menos una de las especies de aves afectadas ya desarrolló naturalmente resistencia a la malaria aviar y de que aún existen áreas libres de la enfermedad. Este proyecto es promovido por *The Long Now Foundation's Revive y Restore Project*.

¿Cuáles son los peligros de los impulsores genéticos para el ambiente? →

→ La enorme amenaza de las consecuencias no deseadas. Los impulsores genéticos conllevan los mismos riesgos de bioseguridad que otros organismos genéticamente diseñados y más. Existen registros de organismos genéticamente modificados que se comportan de formas inesperadas y ocasionan una variedad de daños ambientales, al tiempo que no cumplen satisfactoriamente lo que prometen. Los impulsores genéticos están diseñados no sólo para distribuirse rápidamente, sino también con una eficiencia exponencialmente mayor. No hay nada en el mundo natural que se compare con ellos, lo cual limita nuestra capacidad para predecir su comportamiento. La eficiencia con la que un organismo equipado con un impulsor genético puede diseminarse también pone en serias dudas la supuesta bioseguridad de los experimentos en confinamiento, ya que con un solo individuo que escape se estaría en una situación fuera de control.

La ruptura del tejido ecológico. Los impulsores genéticos están diseñados para crear cambios poblacionales a gran escala y para impactar intencionalmente ecosistemas enteros. Sabemos muy poco sobre cómo es el tejido de la vida. ¿Estamos realmente listos para dar pasos tan radicales que alteran el curso de la evolución? Es imposible predecir las consecuencias ecológicas de un trastorno que no tiene precedentes, por su rapidez y masividad. Eliminar una plaga puede parecer atractivo, pero incluso las plagas tienen un lugar en la cadena alimenticia. Adicionalmente, erradicar una especie puede abrir espacio para la expansión de otras especies que podrían transmitir enfermedades, afectar la polinización o amenazar la biodiversidad de otras formas.

¿Los impulsores genéticos podrían saltar entre especies?

Quienes promueven los impulsores genéticos los presentan como mecanismos precisos, igual que hicieron los promotores de los transgénicos. Pero los sistemas vivos y los procesos de reproducción sexual son complejos, azarosos e impredecibles. Sabemos que ocasionalmente ocurren transferencias genéticas horizontales (movimientos de genes entre especies diferentes) y que algunos genes se cruzan hacia especies relacionadas. El uso de impulsores genéticos en la agricultura intensificará las preocupaciones que ya existen sobre el uso de la ingeniería genética y los monocultivos en la agricultura industrial. Las estrategias de los impulsores genéticos podrían fortalecer el monopolio de mercado de los gigantes de los agronegocios, como Monsanto y Syngenta. La decisión de erradicar poblaciones silvestres enteras consideradas malezas podría también causar daño

a cultivos con importancia cultural y especies indígenas.

¿Quién guía y financia el desarrollo de los impulsores genéticos?

Dos grandes agentes dirigen y estructuran el campo del desarrollo de los impulsores genéticos: la Fundación Bill y Melinda Gates y la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA) del ejército de Estados Unidos (1). Adicionalmente, existen otros organismos filantrópicos que inciden en el desarrollo de impulsores genéticos, como *The Tata Trusts* (2), *The Open Philanthropy Project* (del cofundador de Facebook, Dustin Moskovitz) y la Fundación para los Institutos Nacionales de Salud (3). El cofundador de Microsoft, Paul Allen, también está entre los principales financiadores (4). El financiamiento para el desarrollo de impulsores genéticos actualmente rebasa los 250 mil millones de dólares.

Gobernar una tecnología casi desconocida y sumamente riesgosa

En menos de tres años desde los primeros experimentos, el tema de la gobernanza de los impulsores genéticos ha pasado rápidamente al centro de las negociaciones internacionales sobre biodiversidad, con el llamado de más de 170 organizaciones a establecer una moratoria sobre su experimentación y liberación (5). Los financiadores clave están gastando millones de dólares en agresivo cabildeo y relaciones públicas para evitar una moratoria (6). Se sabe que se han otorgado más de \$2.35 millones de dólares a la Unión Africana para “promover el uso de impulsos genéticos” para la extinción del mosquito que transmite la malaria (7).

Organizaciones internacionales de la sociedad civil recomiendan

¡Ay, Brasil!



Los movimientos rurales más grandes de Brasil, que representan alrededor de dos millones de campesinos, protestaron en febrero contra una nueva regulación que permitiría la liberación de organismos con “impulsores genéticos” —una controvertida técnica de extinción genética— en los ecosistemas y campos de cultivo de ese país.

El 3 y 4 de febrero, la Articulación Nacional de Trabajadores, Trabajadoras y Pueblos del Campo, de las Aguas y los Bosques, reunidos cerca de Sao Paulo, Brasil, lanzaron una alarma sobre una resolución aprobada el 15 de enero 2018 por la Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CTNBio) que permitiría la liberación de organismos con impulsores genéticos en el ambiente (1). Con esta resolución, Brasil se convierte en el primer país en el mundo en establecer un canal legal para la liberación de impulsores genéticos en el medio ambiente. La nueva regulación podría volver más fácil liberar un organismo que tenga impulsores genéticos que una semilla transgénica.

Los movimientos rechazan que las transnacionales de los agronegocios liberen nuevas semillas transgénicas y que se favorezcan los intentos de manipular la naturaleza y vida silvestre también.

João Pedro Stédile, de la Coordinación Nacional del Movimiento de los Trabajadores Rurales Sin Tierra (MST) que representa alrededor de dos millones de campesinos sin tierra en Brasil y es parte del movimiento global La Vía Campesina, resumió las preocupaciones expresadas en la reunión: “Brasil atraviesa una grave crisis política, económica, social y ambiental, y el capital transnacional ha financiado un golpe político. En este contexto, el gobierno está cambiando leyes y la Constitución para permitirles que se apropien de nuestros recursos naturales y terminar con nuestros derechos. Esta decisión de la CTNBio es ilegal: permitiría la diseminación de nuevas semillas y organismos vivos transgénicos sin controles y evaluaciones de riesgo. No nos quedaremos cruzados de brazos antes estos asaltos, estamos en pie de lucha, también contra esta resolución”.

que el Convenio sobre Diversidad Biológica de Naciones Unidas imponga una moratoria inmediata a la investigación aplicada, desarrollo y liberación de impulsores genéticos, incluyendo los ensayos de campo (8), debido a la incapacidad que hay, por la naturaleza de la tecnología, para regular el movimiento transfronterizo; la ausencia de reglas de contención y manejo en laboratorio; la ausencia de procedimientos internacionalmente aceptados para monitorear y evaluar los impactos y rastrear la propagación en la naturaleza de organismos equipados con impulsores genéticos.

¿Puede haber ética cuando se habla de “diseñar” la evolución?

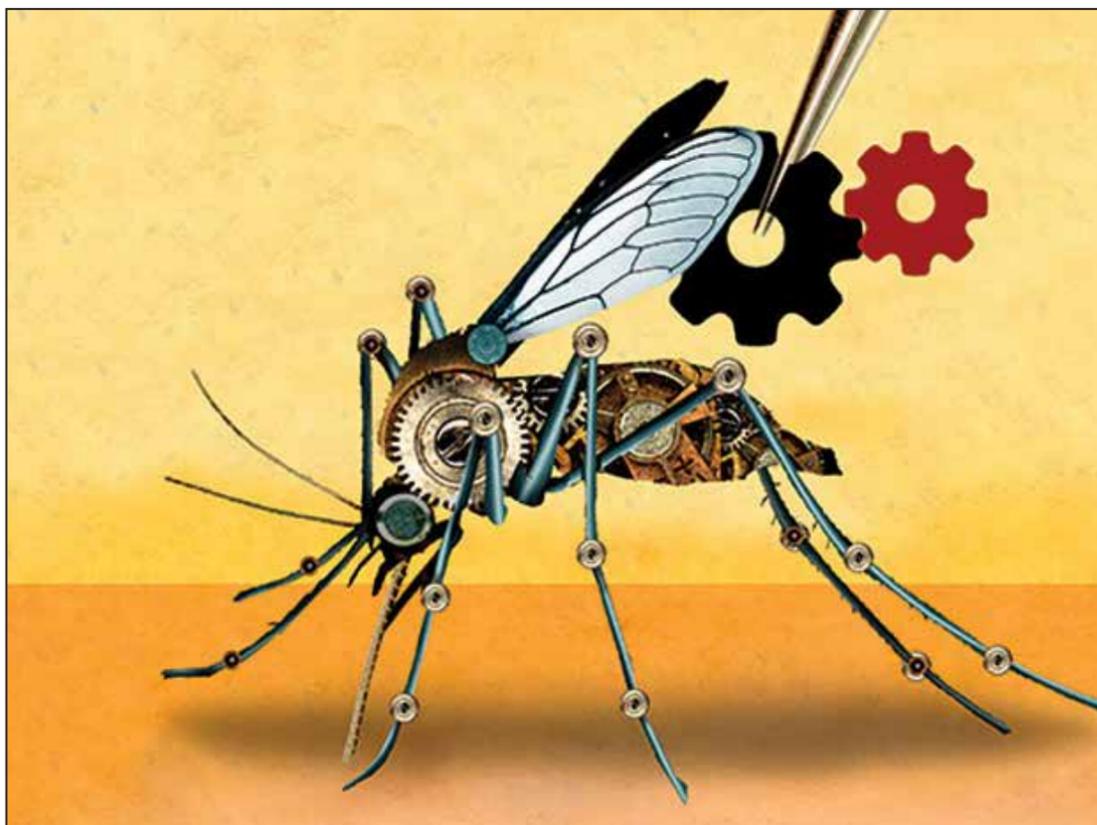
El tema de los impulsores genéticos genera importantes controversias sobre la equidad y la justicia entre grupos de personas y entre generaciones. Una sola liberación intencional o accidental en un solo lugar, de un solo individuo o grupo, podría modificar los ecosistemas y la biología de muchas geografías a lo largo del tiempo. Es un ejercicio de poder y algunos investigadores reclaman implícitamente la autoridad para redirigir el desarrollo de la evolución. Si la supresión o alteración de una especie,

provocada por un impulsor genético, tuviera un impacto significativamente negativo después de varias generaciones, no habría forma de que los afectados reclamaran la reparación del daño y los responsables originales podrían estar más allá de la obligación legal.

Un aspecto ético mucho más básico tiene que ver con si los seres humanos tenemos el derecho de intervenir deliberadamente en los procesos evolutivos. Muchas culturas y cosmovisiones, especialmente entre las sociedades tradicionales e indígenas, tienen fuertes objeciones hacia la idea de jugar con la naturaleza y consideran como un deber sagrado proteger los equilibrios ecológicos.

NOTAS

1. Grupo ETC, 2017, Los archivos de los impulsores genéticos, <http://www.etcgroup.org/es/content/los-archivos-de-los-impulsores-geneticos>.
2. Garby Robbins and Bradley J. Kijes, octubre de 2016, “India’s Tata gives UCSD \$70M in hot area of genetics”, *San Diego Union Tribune*, <http://www.sandiegouniontribune.com/news/science/sd-me-tata-gift-20161018-story.html>.
3. “Foundation for the National Institutes of Health Working Group on Malaria Gene Drive Testing Path”, junio de 2016.
4. Sharon Begely, marzo de 2016, “Billionaire Paul Allen bets \$100 million on risky scientific research”, <https://www.statnews.com/2016/03/23/paul-allen-scientific-research/>.
5. Grupo ETC, 2016, “170 Organizaciones de todo el mundo llaman a una moratoria sobre la nueva tecnología de ‘extinción genética’ en reunión de la ONU”, 5 de diciembre de 2016, <http://www.etcgroup.org/es/content/160-global-groups-call-moratorium-new-genetic-extinction-technology-un-convention>.
6. Grupo ETC, 2017, Op. Cit.
7. “Towards Zero Malaria by 2030: Biological control of mosquitoes”, NEPAD, mayo de 2017, <http://www.nepad.org/content/towards-zero-malaria-2030-biological-control-mosquitoes>.
8. Grupo ETC, 2016, Op. Cit.



Los impulsores genéticos expanden su alcance. ¿Estamos listos?

ILUSTRACIÓN: Michael Morgenstern

Una amenaza para los pueblos de América Latina



El potencial del cacao.

Silvia Ribeiro y Verónica Villa Grupo ETC

A pesar de las promesas de mejorar la nutrición y resolver el hambre, la primera generación de organismos genéticamente modificados (OGM) en América Latina y el Caribe no fue desarrollada para la alimentación humana, sino animal, y predominantemente para la exportación, no para el consumo interno.

Los beneficios fueron para las empresas transnacionales y los grandes terratenientes, en tanto que los impactos negativos se manifestaron en la salud pública, el medio ambiente, la economía campesina y los consumidores.

En los cinco países con mayor presencia de la industria biotecnológica (Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay y Colombia), se debilitaron notablemente las regulaciones sobre bioseguridad, protección precautoria a los consumidores y la biodiversidad, lo que dejó un mal precedente y debilitó las bases de una política regulatoria adecuada para enfrentar la siguiente generación de biotecnologías. Los países latinoamericanos y caribeños necesitan reflexionar críticamente

respecto a las promesas con que se promueve la segunda ola de ingeniería genética: la biología sintética.

La sustitución de productos naturales por ingredientes obtenidos mediante biología sintética afectaría la demanda de los primeros en los mercados de exportación, de los que dependen innumerables economías locales, nacionales o regionales; impactaría el empleo, la cultura y los tejidos sociales en general, cuando la producción de esos nuevos productos se traslade a países industrializados que tienen la tecnología para desarrollarlos.

Ya hay docenas de compuestos de origen biosintético entre los que se incluyen sabores, fragancias, combustibles, farmacéuticos, textiles, endulzantes, químicos de uso industrial e ingredientes alimentarios con sabor, olor y comportamiento similar al de los compuestos de origen natural.

América Latina es rica en biodiversidad. Históricamente ha sido fuente de muchos productos botánicos altamente codiciados, incluyendo especias, saborizantes, cosméticos y aceites esenciales. Las

especies, en particular, requieren de procesos y conocimientos muy especializados para cultivarse y procesarse. La cosecha de un cultivo como la vainilla o el vetiver requieren sortear el clima, la altitud, el aislamiento e incluso, las crisis políticas. La extracción artesanal de aceites, fragancias y medicamentos depende, a menudo, de bosques bien conservados.

La producción de especias es de enorme relevancia en Centrao-

mérica, el Caribe y otras regiones tropicales. La recolección y producción y procesamiento se realiza principalmente en comunidades indígenas y campesinas, generalmente por mujeres, para quienes estas actividades constituyen a veces su única fuente de ingresos, lo que les permite permanecer en sus territorios y continuar realizando su importante papel como cuidadoras de la biodiversidad. Algunos productos que pueden ser sustituidos por derivados de biología sintética son de gran importancia económica. Es el caso de la manteca de cacao y sus equivalentes para los pueblos del Caribe y algunas zonas de Brasil, México y Ecuador; o el vetiver para la economía de Haití. Estos productos tienen un profundo significado e importancia cultural, ambiental y social para los campesinos e indígenas que los cultivan.

Todos los países de América Latina y el Caribe excepto Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay producen manteca de cacao y aceite de coco o sus equivalentes (CBE, por sus siglas en inglés). Mesoamérica es centro de origen del cacao, y estudios recientes también lo atribuyen a algunas regiones amazónicas. Campesinos de seis países producen stevia: Paraguay, Brasil, Colombia, Argentina y Uruguay. Paraguay es el centro de origen de la stevia. La vainilla tiene su centro de origen en México y se produce en México, Costa Rica, la isla Guadalupe, y otras islas del Caribe. El vetiver es clave en la economía de Haití y también se produce en otras islas del Caribe, Brasil y Paraguay. El escualano, derivado de las aceitunas o el amaranto, se produce en Argentina y Chile. Dos países de la región cosechan sándalo: Costa Rica y Haití. México tiene una significativa industria del aceite de rosas y Dominica, de pachuli.

Estos son algunos de los productos importantes para las economías locales de América Latina que están amenazados por los sustitutos de la biología sintética (omitimos el caso de la stevia, pues está tratado ampliamente en otro artículo de este número de La jornada del campo):

1. Manteca de cacao y sus equivalentes (CBE)

La manteca de cacao es una grasa vegetal que se usa en alimentos y cosméticos. Se obtiene de las semillas oleaginosas del cacao cultivado en los trópicos. Existen otras mantecas de esta clase como las derivadas de murumuru, mango, coco y palma. El cacao se usa principalmente en la producción de chocolate, mientras que otras mantecas tienen usos alimentarios y cosméticos. Todos los países de AL, excepto Chile, Uruguay, Paraguay y Argentina, cosechan y obtienen manteca de cacao o equivalentes.

En América Latina, nueve países representan 80% de la producción global de alta calidad y sustentable de cacao y manteca de cacao. Este cacao es sustento principal de más de tres millones de campesinos latinoamericanos, de acuerdo con el Development Bank of Latin America.

La producción mundial de cacao está creciendo a una tasa de 10 por ciento anual, por el aumento en la demanda de Europa y Estados Unidos. Sin embargo, el 13 de abril de 2017, la empresa de biología sintética TerraVia (antes Solazyme), anunció que su manteca de algas había obtenido el estatus de producto "Generalmente reconocido como seguro", de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos. De acuerdo con la información proporcionada por TerraVia, "la manteca de algas es una nueva y revolucionaria grasa estructurante para usarse en pastelería, alimentos untables y dulcería", y el objetivo de producirla es sustituir la manteca de cacao de AL y otras regiones(1). Su comunicado del 13 de abril dice: "La manteca de alga es un producto exclusivo de la alianza TerraVia y Bunge SB Oils, y su meta es reemplazar un mercado valuado en más de dos mil millones de dólares". Aunque TerraVia cayó en bancarrota a fines de 2017, sus activos fueron adquiridos por Corbion, empresa productora de ingredientes, ➔

En los cinco países con mayor presencia de la industria biotecnológica (Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay y Colombia), se debilitaron notablemente las regulaciones sobre bioseguridad, protección precautoria a los consumidores y la biodiversidad, lo que dejó un mal precedente y debilitó las bases de una política regulatoria adecuada para enfrentar la siguiente generación de biotecnologías. Los países latinoamericanos y caribeños necesitan reflexionar críticamente respecto a las promesas con que se promueve la segunda ola de ingeniería genética: la biología sintética.

América Latina y el Caribe como fuente de productos naturales



→ la cual, al parecer, pretende, junto con Bunge, continuar con el plan de colocar la manteca de algas biosintética como sustituto de la manteca de cacao (2).

2. Babasú y aceite de coco

El babasú es un árbol de palma cuyo origen se ubica en la Amazonía y crece silvestre en los estados brasileños de Tocantins, Maranhão y Piauí. Sus nueces son la fuente del aceite de babasú, similar en propiedades al aceite de coco. La mayor parte del aceite de babasú se emplea en la producción de jabones y cosméticos y como aceite de cocina. La pasta remanente de la extracción del aceite sirve como alimento para animales. El babasú es crucial para los campesinos del noreste de Brasil. La recolección de sus nueces es una actividad intensiva en trabajo, tradicionalmente realizada por mujeres. Más de 400 mil mujeres y sus familias procesan la palma para extraer aceites, harinas y alimento para animales (3).

El aceite de coco se produce en varios países de América Latina y el Caribe, entre ellos Brasil, México, República Dominicana y Venezuela. La sustitución del babasú y el aceite de coco por manteca de algas TerraVia podría sustituirlos en el mercado. TerraVia diseñó genéticamente algas para producir aceites que “genéticamente predisuestos” a expresar ácidos grasos como los ácidos láurico y mirfístico. TerraVia se asoció, entre otras, con Unilever, ADM y Bunge. Algunas marcas de jabones producidos por Unilever se fabrican hoy usando los aceites de algas biosintéticas de TerraVia, en vez de con las materias primas naturales que anteriormente empleaban.

3. Vainilla

La vainilla natural se obtiene de la vaina curada que contiene las semillas de la orquídea de la vainilla, que crece en climas tropicales. La producción de la vainilla es inten-

siva en fuerza de trabajo, porque requiere que los cultivadores polinicen a mano las viñas dispersas en extensas áreas forestales. Las vainas necesitan cinco meses para madurar antes de recolectarlas a mano y curarlas. Los bosques deben estar sanos para que florezcan las orquídeas de vainilla, de modo que el cuidado del bosque es parte del trabajo de los campesinos vainilleros. Se estima que cerca de 200 mil personas están involucradas en la producción de vainas curadas de vainilla. Madagascar es el principal país productor, pero México es su centro de origen y mantiene su producción de vainilla natural, la cual tiene una enorme importancia cultural y valor económico para las comunidades campesinas e indígenas.

En México, la vainilla se poliniza manualmente en los meses de marzo y abril, cuando el desempleo aumenta en las comunidades, por lo cual la emigración puede reducirse y evitar mayor desintegración de las familias. La polinización manual de la vainilla es un momento de asamblea y celebración comunitaria. El sostenimiento de los modos tradicionales de cultivo de esta orquídea mantiene la cohesión entre comunidades y familias. Durante el periodo de polinización, los niños aprenden su cultura, los mayores se sienten incluidos y útiles, y los jóvenes permanecen en la comunidad. Los problemas importantes de las

comunidades son abordados colectivamente durante ese tiempo.

En el extremo del consumo, la vainilla natural se vende por miles de dólares por kilogramo, mientras que su sustituto sintético, la “vainillina”, se vende a un precio diez veces menor. En 2014, Evolva, la empresa suiza de biología sintética y la gigante estadounidense International Flavors and Fragrances, comercializaron un sabor de vainillina biosintética que se usa en la línea de productos “Always Vanilla”. Evolva promociona su vainillina de biología sintética como “natural”.

4. Vetiver

El vetiver es un pasto perenne y tupido. Se siembra en muchos lugares porque su eficiente sistema de raíces previene la erosión y filtra el agua. El aceite de vetiver, derivado de sus raíces, es un ingrediente de alto valor que se utiliza en 90% de los perfumes occidentales, así como en lociones, productos de limpieza y conservadores alimentarios, entre otros. En Haití el aceite de vetiver es el producto agrícola de exportación más valioso, del que dependen más de 60 mil personas. En el suroeste de Haití el cultivo de vetiver proporciona empleo a más de 27 mil familias campesinas. Además del ingreso en efectivo, el cultivo del vetiver proporciona muchos beneficios adicionales: el pasto crece abundante en ambientes difíciles,

puede plantarse en pendientes pronunciadas y así servir para controlar derrumbes y deslaves. En las zonas costeras, su siembra controla inundaciones provocadas por la marea alta y en las ciénagas ayuda en la producción de peces.

La empresa suiza Evolva posee patentes sobre el vetiver y pretende producir compuestos estructuralmente relacionados con él, aunque recientemente aseguró que no tiene por el momento el objetivo de sustituir el ingrediente natural (4).

El cultivo y la producción de aceites esenciales en Haití es una actividad económica importante. El vetiver es sólo uno de los aceites que la industria de la biología sintética busca reemplazar y es un claro ejemplo de cómo los productos biosintéticos podrían ocasionar impactos devastadores en la subsistencia de los campesinos más pobres.

5. Escualano

El escualano es un ingrediente humectante “libre de grasas” que se encuentra en la naturaleza y se usa en muchos cosméticos. Hace poco se extraía de los hígados de los tiburones de aguas profundas, pero el escualano que se emplea hoy se deriva principalmente de fuentes botánicas como el aceite de oliva y el amaranto. Argentina y Chile han desarrollado con éxito la producción botánica de escualano.

Desde 2010, la empresa líder en biología sintética Amyris Biotechnologies promueve su escualano “derivado del azúcar”, Neossance™, el cual se produce mediante una levadura de diseño genético alimentada con caña de azúcar brasileña, y ha adquirido un lugar importante como ingrediente principal de una amplia gama de marcas de cosméticos, además de que se vende bajo una marca propia de Amyris, Biossance™.

Es importante decir que Brasil es el mayor productor de caña de azúcar y principal exportador de azúcar en el mundo. Es también sede de numerosas instalaciones de biología sintética, cuya demanda de azúcar tiene impactos significativos en el medio ambiente y los derechos humanos. En 2016 un informe de la ONU que analizó las violaciones de derechos humanos en los países que cultivan caña de azúcar, encontró en las plantaciones condiciones de trabajo cuasi-esclavo, conflictos violentos por la tierra, adquisiciones fraudulentas de tierras que derivaron en expulsiones masivas de comunidades y pérdida de tierras de pastoreo y caza, además de la deforestación que incrementa la inseguridad alimentaria y la malnutrición.

Los efectos adversos de la biología sintética en América Latina y el Caribe pueden tener un rango muy amplio. Incluyen riesgos para el ambiente, la salud humana y animal, e impactos negativos en los sustentos de los pueblos.

Es importante que la investigación de organismos equipados con impulsores genéticos se trate con extrema precaución, que se evite cualquier liberación en campo de cualquier tipo, particularmente en las regiones de mayor biodiversidad, dada la naturaleza irreversible de la tecnología. El campo regulatorio, incluyendo los usos restringidos de las técnicas de biología sintética, debe revisarse y fortalecerse para que los organismos, componentes y productos de la biología sintética se regulen eficazmente y se consideren de forma adecuada los riesgos socio-económicos. 🦋

NOTAS

1. Elaine Watson, “Algal butter could replace shea stearin, cocoa butter, palm oil, PHOs”, FoodNavigator, 3 de mayo de 2017. Disponible en: www.foodnavigator-usa.com/Article/2017/05/04/TerraVia-algae-butter-to-launch-in-early-2018?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright.
2. Información en: algawise.com/wp-content/uploads/2017/09/Algawise-Algae-Butter.pdf.
3. Biofuels Digest, “Babassu palm gets blame for Amazonian deforestation”, 25 de abril de 2011, disponible en: www.biofuelsdigest.com/bdigest/2011/08/25/babassu-palm-gets-blame-for-amazonian-deforestation/.
4. Grupo ETC, “Haiti, essential oils and synthetic biology”, 2016, disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/haiti-essential-oils-synthetic-biology>.

La sustitución de productos naturales por ingredientes obtenidos mediante biología sintética afectaría la demanda de los primeros en los mercados de exportación, de los que dependen innumerables economías locales, nacionales o regionales; impactaría el empleo, la cultura y los tejidos sociales en general, cuando la producción de esos nuevos productos se traslade a países industrializados que tienen la tecnología para desarrollarlos.

Y las corporaciones se llevaron la stevia

Texto adaptado por Angélica Hernández de la Fundación Heinrich Böll, tomado de Biología sintética, biodiversidad y agricultores. Estudios de caso, del Grupo ETC



Coca cola life, endulzada con stevia.

Se llama “stevia” al endulzante natural (pulverizado o en gotas) derivado de la planta *Stevia Rebaudiana*, un arbusto frondoso originario de la región fronteriza de Paraguay y Brasil en América del Sur, caracterizada por su sabor dulce. Los indígenas guaraníes (*Paí Tavyterá*) han utilizado por siglos las hojas completas de este arbusto como medicina, así como para endulzar la yerba mate y otros alimentos. Actualmente, se dice que su uso comercial representa una alternativa perfecta para no consumir azúcar, pues esta planta no contiene calorías.

Las compañías de ingredientes están aislando los compuestos claves en la stevia, los glucósidos de steviol (azúcares), conocidos como rebaudiósidos, a fin de producirlos de forma separada para proveer a las marcas líderes en el mercado. Esos compuestos pueden contener hasta 350 veces el dulzor del azúcar, por lo que se están incorporando ampliamente en las bebidas suaves de mayor consumo mundial, así como en pastillitos empacados y dulces, entre otros productos. Los glucósidos son: Reb A (Rebaudiósido A), Reb C, Reb F, Reb M, Reb D, Reb X y Steviósido. Algunos rebaudiósidos purificados (como el Reb A) ya cuentan con la aprobación para ser utilizados en productos alimentarios en los principales mercados de Estados Unidos y Europa, a pesar de que el uso de la hoja entera de stevia como alimento está restringida,

debido a que los agentes reguladores aseguran que la información toxicológica “es inadecuada” para determinar su inocuidad.

La industria de alimentos y bebidas está asumiendo el uso de esos extractos de rebaudiósidos, intensamente dulces, como medio para reducir el uso de azúcar en los alimentos procesados, en respuesta a las preocupaciones crecientes y a la acción regulatoria para enfrentar la epidemia global de obesidad. *Coca Cola*, por ejemplo, utiliza extractos de stevia en 45 productos diferentes, incluyendo su bebida de alto perfil *Coke Life*, que se vende en 15 países diferentes.

Por su fama como endulzante sin calorías, la demanda global de stevia crece de manera explosiva. Se calcula que los ingresos por productos endulzados con stevia fueron en 2015 de entre 8 y 11 mil millones de dólares (1). Según la publicación de investigaciones de mercado *Future Market Insights*, el mercado de ingredientes de stevia podría alcanzar los 565.2 millones de dólares para el año 2020; el 15% correspondería sólo a los endulzantes.

Según el *Stevia Global Institute* hoy en día más de 5 mil productos comestibles y bebidas contienen glucósidos de steviol. En 2009 la Organización Mundial de la Salud calculó que dichos glucósidos tienen el potencial para remplazar entre el 20% y el 30% de todos los endulzantes dietéticos en los próximos años (2).

La stevia como producto natural

La stevia silvestre actualmente está casi extinta (3); hoy todas las hojas de stevia son cultivadas. Se cultiva principalmente en Paraguay, China, Argentina, Kenia y Estados Unidos, pero también se ha logrado adaptar en Colombia, India, Vietnam, Corea del Sur, Taiwán y Brasil. Su cultivo global en 2010 se calculó en poco más de 20 mil hectáreas. Más del 80% de la stevia se cultiva en China y sólo 3% en su lugar de origen, Paraguay.

Su cultivo fue introducido en Kenia por la compañía malaya *PureCircle Inc* y el área plantada creció rápidamente desde entonces. *PureCircle* compra la producción total de Kenia, 10 mil toneladas de hojas cultivadas por 5 o 6 mil agricultores dispersos en 11 municipalidades, y espera escalar la producción a 10 mil agricultores.

Según datos del Grupo ETC, los campesinos que producen la stevia en el municipio de Kericho, Kenia, dedican entre 1/5 y 1/10 de hectárea en sus parcelas al cultivo del arbusto; sin embargo, los altos precios del producto han motivado que los agricultores arranquen sus cultivos de té. El auge de la stevia ha generado mucha expectativa al contar con una novedosa fuente de ingresos por su trabajo campesino. Las hojas pueden cosecharse cada dos o tres meses (a mano) y los arbustos tienen una vida de cinco años antes de que la calidad decaiga

Pocas compañías en el mundo procesan químicamente la mayoría de las hojas de stevia para extraerles los glucósidos de steviol; éstas son: *PureCircle* y *Cargill*. El glucósido de mayor uso es el Reb A, que también es el que se encuentra en mayor abundancia en las hojas de stevia. Sin embargo, el Reb A deja un gusto ligeramente metálico y amargo, por lo que al usarlo en sodas y otros productos tiene que complementarse con azúcar.

Las compañías de stevia han estado tratando de comercializar otros glucósidos encontrados en las hojas en cantidades mucho menores, como el Reb X, Reb D y Reb M, para extraer los glucósidos sin gusto amargo, no obstante, las cantidades de estas sustancias presentes cada hoja son reducidas, por lo que se requerirán cosechas más voluminosas para lograr su comercialización masiva.

Los agentes reguladores en Estados Unidos y Europa ya aprobaron varios glucósidos de steviol para consumo en alimentos, incluidos Reb A, Reb C, Reb D, Reb F, Reb M y Reb X. Pero los defensores de los derechos indígenas y personas dedicadas a la salud natural señalan que es fraudulento presentar los rebaudiósidos puros como si se tratara de la propia stevia, o de productos “naturales”, haciéndoles publicidad con la imagen del arbusto. En países como Alemania, Suiza y Austria las directrices nacionales prohíben la falsa representación de los rebaudiósidos purificados químicamente como si fueran “directamente” naturales (4).

Biodiversidad y consideraciones culturales

Mucha de la mercadotecnia en torno a la stevia comercial enfatiza el origen indígena del cultivo; pero los pueblos guaraníes en Brasil (*Kaiowá*) y Paraguay (*Paí Tavyterá*) la consideran un tesoro nacional.

Los guaraní *Kaiowá* de Brasil son alrededor de 46 mil personas que han perdido la mayor parte de su territorio y llevan una vida muy pre-

caria, en pequeñas reservaciones rodeadas de plantaciones de caña de azúcar y ranchos ganaderos, donde muchos trabajan en condiciones de esclavitud. Mientras que los *Paí Tavyterá* son aproximadamente 15 mil personas que cuentan con acceso limitado a una pequeña porción de su territorio tradicional; a pesar de ser cazadores, pescadores y recolectores, dependen cada vez más de la agricultura en pequeña escala y del trabajo pagado en los ranchos ganaderos.

Muchos defensores de los derechos indígenas y otros sectores (académicos, activistas) han definido al actual auge comercial de los glucósidos de steviol como un caso clásico de biopiratería, en el cual a los cuidadores originales de la planta no se les da absolutamente ningún beneficio, en comparación con las crecientes ganancias que las corporaciones obtienen de este cultivo en el mercado global.

En términos de biodiversidad la stevia parece ser un cultivo muy benigno, pues los campesinos que la cultivan en Kenia enfatizaron en entrevistas con el Grupo ETC que la planta no requiere agroquímicos y usan abono de estiércol y deshieran a mano. El Instituto Global de la Stevia asegura que es un cultivo que conserva los suelos, porque en pequeñas áreas de la parcela puede lograrse una producción alta.

Además, su producción campesina prácticamente no tiene emisiones de carbono, ya que al crecer sin químicos y conservar el suelo, incluso puede absorber más de lo que emite, al contrario de las plantaciones y producciones de otros endulzantes como la caña de azúcar, o incluso los glucósidos de steviol producidos con biología sintética, que necesitan azúcares (como la fructuosa de maíz o el azúcar de caña) para los procesos de fermentación. En un estudio de 2013, la huella de carbono de stevia demostró ser 79% menor que la de alta fructuosa de maíz, 55% menor que el azúcar de betabel, y 29% menor que la →

Defensores de los derechos indígenas, académicos y activistas han definido al actual auge comercial de los glucósidos de steviol como un caso clásico de biopiratería, en el cual a los cuidadores originales de la planta, los pueblos guaraníes, no se les da absolutamente ningún beneficio, en comparación con las crecientes ganancias que las corporaciones obtienen de este cultivo en el mercado global.

→ caña de azúcar, según indican los estándares industriales de producción (5). Un estudio similar en 2012 aseguró que “los endulzantes de stevia de pureza muy alta tienen una huella de carbono 82% menor que otros endulzantes, y una huella de agua hasta 97% menor que otros endulzantes comerciales de referencia (6).

Producción con biología sintética

Ha habido enorme interés y competencia por la comercialización de la producción sintética de los glucósidos de steviol mediante técnicas de biología sintética. Este interés se basa en dos factores clave: en primer lugar, la biosíntesis de algunos de los glucósidos más raros en el interior de los microbios diseñados genéticamente, (como Reb X, Reb M y Reb D) entraña la posibilidad de producir de forma barata y masiva un steviol que no deje el gusto amargo que tiene el Reb A.

Incluso resulta más interesante para la industria el hecho de que en muchas jurisdicciones los productos de la biología sintética pueden describirse y etiquetarse legalmente como “naturales” (la fermentación se considera en términos legales un proceso natural), lo cual significa que los glucósidos de steviol derivados de biología sintética podrían incorporarse calladamente a los muy lucrativos mercados de productos naturales.

En segundo lugar, dos de las tres compañías que trabajan en el desarrollo de stevia biosintetizada son grandes corporaciones en feroz competencia por la comercialización:

1. El proyecto conjunto de Cargill y Evolva para comercializar Reb M y Reb D se ha pospuesto varias veces: establecieron una planta de producción piloto en Blair, Nebraska, y en octubre de 2015 presentaron su endulzante comercial, llamado *Eversweet* en una conferencia en Las Vegas. Tenían previsto entrar al mercado en 2016 sin embargo, Evolva señala que la entrada de *Eversweet* al mercado de Estados Unidos será más tarde, ya que intentan reducir los costos de producción y aún están esperando que la sustancia sea aceptada por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) como “GRAS”: *Generally Recognized As Safe*, es decir, inocuo.

2. La línea de stevia de Cargill (“Truvia”) y su relación con Coca Cola coloca a ambos gigantes en una posición desde la que pueden obtener enormes ganancias, particularmente si Coca Cola elige sustituir la stevia real por *Eversweet* en su *Coke Life*.

3. DSM, una gigante empresa productora de químicos e ingredientes alimentarios, anunció en 2014 que buscaba la aprobación de Estados

Unidos para ingredientes inocuos (GRAS) para otra “stevia” derivada de biología sintética, con la intención de introducirla en el mercado a finales de 2015. La levadura genéticamente modificada de DSM produce Reb A, el glucósido amargo. Seguramente DSM y Cargill/Evolva buscarán comercializar sus glucósidos de steviol como ingredientes “naturales”, incluso aunque procedan de un proceso casi inimaginable de ingeniería genética. “Estamos logrando que una levadura produzca stevia de la misma forma que puede producir el alcohol, algo imposible en el mundo natural”, afirma Greg Kesels, presidente regional de ingredientes alimentarios de DSM, “Es exactamente el mismo producto que esperarías encontrar en la naturaleza” (7).

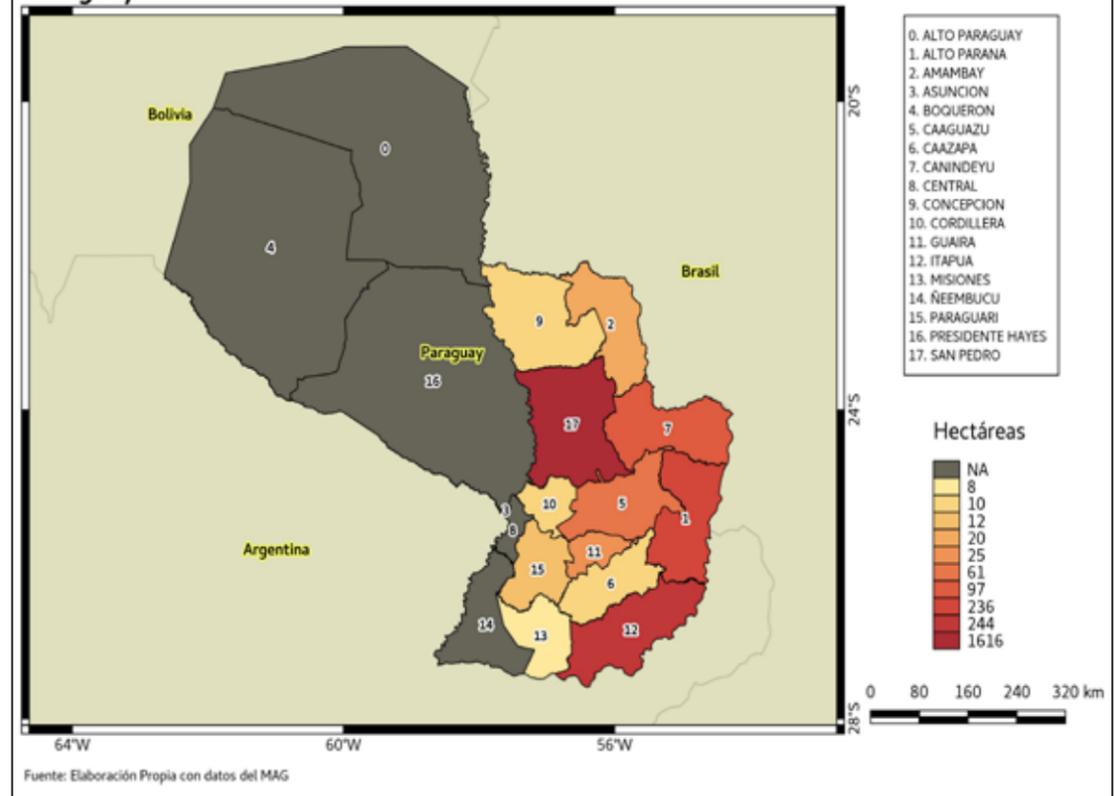
Otras compañías en Estados Unidos, como Stevia First, de California, están siguiendo el mismo camino.

Implicaciones para el futuro

Los glucósidos de steviol producidos con biología sintética están emplazados para convertirse en los próximos años en ingredientes de enorme importancia comercial en el mundo incorporándose en una gran cantidad de alimentos y bebidas. Sin importar quién lo comercialice en primer lugar (DSM o Evolva/Cargill), la introducción en el consumo humano de un endulzante derivado de biología sintética seguramente no será muy publicitado, y a los consumidores se les seguirá diciendo que el producto es “natural”. Ya algunas empresas que producen stevia a partir de las hojas han cuestionado esta denominación, por ser un fraude.

En 2014, la compañía *PureCircle* dijo que su investigación de mercado muestra que los consumidores esperan que la stevia natural provenga de una planta (8) y en 2015 diversas asociaciones comercializadoras de stevia atacaron abiertamente las nuevas “stevias” producidas con fermentación di-

Superficie sembrada de Stevia (Ka'a He'e) Paraguay 2017



ciendo que pueden dañar la reputación de la industria. La analista Simone Baroke de *Euromonitor* advierte que: el de por sí frágil *status* de la stevia como el único endulzante natural de bajas calorías está sumamente amenazado. Los consumidores no cuestionan las etiquetas de lo “natural” aunque sean fraudulentas y afecten la economía de un producto que sí proviene de una materia prima totalmente inocua.

La Asociación Europea de Stevia (EUSTAS) tiene la siguiente opinión: “Por supuesto que eso dañará la reputación natural de la stevia incluso si (en Europa) no se permite etiquetar los extractos de stevia como “naturales” sino como “de origen natural”. Mónica Lorenzo, del consejo directivo de EUSTAS declaró a *FoodNavigator*: “La expectativa de los consumidores es obtener un producto natural, y este no es el caso cuando el producto se fabrica con fermentación. Más aún, ni siquiera se trata de un

proceso de fermentación que pueda considerarse natural (como por ejemplo el del queso, el vino, la cerveza o los yogurts); es una fermentación que usa levaduras genéticamente modificadas, así que se trata de un tipo de fermentación que no existe en la naturaleza”.

Al mismo tiempo, el cultivo de la stevia verdadera aumenta gradualmente, lo cual proporciona un muy necesario ingreso a decenas de miles de agricultoras y agricultores campesinos, especialmente en Kenia, y podría ser un muy necesario ingreso para las y los campesinos en Paraguay, su país de origen.

Esas campesinas y campesinos que en muchos casos también cultivan una gran variedad de plantas alimentarias, son los verdaderos custodios de la biodiversidad local. Sin embargo, si las compañías como Evolva pueden escalar la producción de los ingredientes activos del endulzante con la fermentación de las levaduras genéticamente mo-

dificadas y además llamarle “natural”, los beneficios del creciente mercado de stevia irán a parar a los accionistas de Cargill y Evolva en vez de beneficiar a las comunidades campesinas.

El cultivo sustentable de *Stevia Rebaudiana* podría verse sabotado por la producción basada en organismos sintéticos, que sin duda aumentaría para los procesos de fermentación la demanda de azúcar, cultivo asociado con la deforestación, el abuso de los derechos humanos y con enormes emisiones de CO₂.

NOTAS

1. Future Market Insights, 2014, Stevia Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2014-2020. Ver en: www.futuremarketinsights.com/reports/globalstevia-market; www.mintel.com/presscentre/food-and-drink/stevia-set-to-steal-y-intensesweetener-market-share-by-2017-reports-mintel-andleatherhead-food-research.
2. OMS, 2009, Evaluation of Certain Food Additives. Sixty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. En: apps.who.int/iris/bitstream/10665/44062/1/WHO_TRS_952_eng.pdf?ua=1.
3. Información disponible en: www.rain-tree.com/stevia.htm#VxUut78ISU.
4. Berne Declaration, 2015, “The Bitter Sweet Taste of Stevia”, noviembre de 2015, disponible en: www.publiceye.ch/fileadmin/files/documents/Biodiversitaet/BD_STEVIA_REPORT_EN.pdf.
5. Información en: globalstevia.institute.com/consumers/steviafactory/stevia-farming/.
6. PureCircle, PureCircle releases details of stevia industry's first published farm to sweetener carbon and water footprint, abril de 2012, disponible en: purecircle.com/press-release/purecircle-releases-details-stevia-industrys-first-published-farm-y-en-sweetenercarbon-water-footprint/.
7. Stephen Daniells, DSM, “Food Specialties on its fermentation-derived stevia: High purity and cost-in-use will be better”, Food Navigator USA, julio de 2014, Ver también una entrevista con Greg Kesel, disponible en: www.foodnavigatorusa.com/Suppliers2/DSM-Food-Specialties-on-itsfermentation-derived-stevia-High-purity-and-cost-in-usewill-be-better.
8. Maggie Hennessy, Consumers say it's natural if it comes from a plant: PureCircle. Disponible en: www.foodnavigator-usa.com/Suppliers2/Consumers-say-it-s-natural-if-it-comes-from-a-plant-PureCircle.

Ha habido enorme interés y competencia por la comercialización de la producción sintética de los glucósidos de steviol mediante técnicas de biología sintética. Este interés se basa en que la biosíntesis de algunos de los glucósidos diseñados genéticamente entraña la posibilidad de producir de forma barata y masiva un steviol. Además, en muchas jurisdicciones los productos de la biología sintética pueden describirse y etiquetarse legalmente como “naturales”, lo cual significa que los glucósidos de steviol derivados de biología sintética podrían incorporarse calladamente a los muy lucrativos mercados de productos naturales.

El verdadero sabor de la vainilla

Leonardo Bastida



Vainilla de Totonacapan.

Xanat o shanat, la flor recóndita o la flor cazada, es como nombran los pueblos totonacos a la vainilla, una orquídea que desde tiempos inmemoriales está presente en la región del Totonacapan, al norte de Veracruz, como resultado del traslado de los pólenes por parte de las abejas o de los murciélagos. Por su sabor y olor adquirió un valor inusitado en el mundo mesoamericano. Los mexicas la llamaron *ixtlilxochitl* o *tlixóchitl*, la flor negra, y la exigieron en grandes cantidades como parte de los tributos pagados por las comunidades de la zona. Su uso principal era dar un sabor diferente al cacao tomado por los nobles y los guerreros durante los rituales o ceremonias trascendentales.

El nombre con el que se le conoce actualmente fue puesto por los españoles debido al símil que encontraron entre la forma de los frutos de la planta, que alcanza hasta unos 30 centímetros de largo, y las vainas de sus espadas. Ellos mismos se encargaron de llevarla a Europa, donde adquirió gran popularidad al conjuntarse con el

chocolate. Y después, como saborizante propio, al grado de ser, hasta nuestros días, el sabor favorito de miles de millones de personas alrededor del mundo.

La gran demanda del producto provocó que México se convirtiera en el único exportador mundial de vainilla por más de 400 años. Sitio que le fue desbancado en el siglo XIX, cuando algunos franceses se empaparon de las técnicas de cultivo utilizadas en territorio mexicano para llevarlas a la Isla Reunión, cercana a Madagascar, en África, donde su cultivo se aceleró de manera considerable.

Conocimiento ancestral

Desde los cinco o seis años se aprende el proceso de polinización de la vainilla en comunidades como El Chote, municipio de Coatzacoatlán, Veracruz, donde creció Alejandrino García Montaño, agricultor desde su infancia, cuando aprendió que se poliniza solo una vez al año de manera manual, alcanzándole el tiempo para hacerlo en unas 200 flores al día.

Animoso, Alejandrino explica que este proceso requiere de mucho

y cuidado un cúmulo de conocimientos únicos, heredados de generación en generación.

Anteriormente el proceso de cultivo de vainilla unía a las familias y a la comunidad, pues todas las personas se involucraban en la cosecha y convivían durante la época de polinización y colecta de la misma. Algo difícil el día de hoy, pues mucha gente dejó de sembrarla en sus tierras, optando por otros tipos de cultivo, por lo que se contratan personas para llevar a cabo ambos procesos, perdiéndose la convivencia social del momento.

Pero la vainilla no sólo representa la posibilidad de un ingreso económico, sino que está presente en la vida de las personas. Se le utiliza en las comidas de la zona, en la elaboración de los atoles, en combinación con miel o destilados o en el ámbito de la medicina, para algunos remedios. Como explica Alejandrino, la flor de vainilla es “caliente”, por lo que es benéfica para eliminar los dolores de diferentes partes del cuerpo.

También como herramienta para subsistir, pues al igual que los pasos de la Danza de los Voladores, los cuales aprendió de sus abuelos y su padre, heredó el conocimiento para hacer artesanías a partir de los frutos de la vainilla y la aplicación de técnicas como el trenzado. Sus productos, los vende en la zona arqueológica de El Tajín, la gran capital de la zona totonaca en tiempos prehispánicos.

Artificial

Actualmente, la superficie nacional utilizada para el cultivo de la flor que ha dado sabor a los helados, a un sinnúmero de postres, y dado olor a múltiples fragancias y productos cosméticos, es de mil 400 a mil 900 hectáreas y la producción anual es de entre 360 y 600 toneladas, cifra que permite a México mantenerse entre los primeros cinco productores mundiales de la vainilla, muy distante de Madagascar, cuyo tonelaje de ventas representa entre el 80 y 85 por ciento del total del consumo global de la especia.

Su presencia está en más productos de los que imaginamos, siendo materia prima de las industrias repostería, alimentaria, cosmética y farmacéutica, principalmente,

convirtiéndola en un atractivo para la industria biotecnológica, debido a sus altos índices de venta, la complejidad de su producción, y la necesidad de obtener el sabor u olor del fruto a precio más barato y con la menor complejidad posible.

En años recientes, el consumo de vainilla natural ha disminuido de manera considerable, pero se mantiene a pesar de la irrupción de los productos sintéticos. Incluso, se vende como un producto gourmet y la volatilidad de su precio permite su adquisición en grandes cantidades por parte de consorcios industriales.

Esto ha provocado que las firmas biotecnológicas estén empeñadas en la obtención de un sabor u olor similar al de la vainilla a partir de reacciones químicas de cortezas de árboles, obteniéndose vainilina, el principal componente de su olor y fragancia características, y que este sabor u olor sean considerados como “naturales”, bajo el argumento de que son productos de bioconversiones de ciertas sustancias naturales derivadas del uso de microorganismos como hongos y bacterias.

Es decir, poder vender “vainilla natural” obtenida a través de procesos bioquímicos, bajo el amparo de leyes como las de Estados Unidos, cuyo criterio establece que un sabor “natural” es aquel derivado de especias, frutos, extractos u oleorresinas reconocidas como naturales o extraídas a partir de procesos como la destilación, la extracción, la hidrólisis, la enzimólisis y la fermentación, o las de la Unión Europea, que otorgan el distintivo de natural a aquel sabor derivado de una fuente material vegetal, animal o microbiológica que sea idéntico a su símil en la naturaleza.

Alejandrino está consciente de que la vainilla es el fruto del deseo de muchas industrias, y de la gran demanda del producto, pero no cesa en argumentar que aunque a los empresarios les sea más barato comprar un producto sintético que uno original, no obtendrán la misma calidad pues los procesos tradicionales permiten que la vainilla enriquezca sus sabores y olores con la interacción de las plantas con su entorno, algo que jamás se logrará en un laboratorio. 🍌

La vainilla está presente en más productos de los que imaginamos: es materia prima de las industrias repostería, alimentaria, cosmética y farmacéutica, principalmente, lo que la convierte en un atractivo para la industria biotecnológica, debido a sus altos índices de venta, la complejidad de su producción, y la necesidad de obtener el sabor u olor del fruto a precio más barato y con la menor complejidad posible.

¿Organismos sintéticamente modificados? La discusión en el CDB

Silvia Ribeiro Grupo ETC

El tema de la biología sintética apareció por primera vez en la agenda del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) en 2010. La Conferencia de las Partes (COP) adoptó una decisión sobre los temas nuevos y emergentes, en la que hace un llamado a la aplicación del enfoque precautorio respecto a “la liberación de vida, células o genomas sintéticos en el medio ambiente”. Otra decisión sobre los biocombustibles y la biodiversidad reafirmó esta decisión y añadió que el enfoque precautorio debe aplicarse también a la introducción y uso de organismos vivos modificados (OVM) para la producción de biocombustibles, al tiempo que reconoció los derechos de las Partes para suspender la liberación de vida, células o genomas sintéticos en el ambiente.

Puntos centrales en la discusión sobre los productos de biología sintética

Posibles daños socioeconómicos. Abordar los potenciales daños sociales, económicos e indirectos a la biodiversidad por la sustitución de productos naturales por otros generados

a partir de biología sintética debe ser una del CDB. En su más reciente informe, el AHTEG (Grupo Técnico de Expertos Ad Hoc) resaltó “la importancia de abordar los potenciales impactos socioeconómicos de la comercialización de productos de la biología sintética que sustituirían productos de origen natural” [párrafo 57], así como “la necesidad de tomar en cuenta los impactos socioeconómicos, las perspectivas, los derechos y tierras de los pueblos indígenas y las comunidades locales, al considerar la posible liberación de organismos desarrollados a partir de técnicas de biología sintética, en las tierras y territorios de los pueblos indígenas y las comunidades locales” [párrafo 53].

Asegurar la inocuidad, trazabilidad, posibilidad de requisar y responsabilidad civil. Distintas entidades públicas y privadas están produciendo con cada vez más velocidad organismos de diseño y proponen colocar muy pronto innumerables ingredientes de biosíntesis en el mercado. Dichas entidades deberían proporcionar los medios para someter a prueba sus productos en términos de seguridad, rastrear su integridad



La biología sintética y sus graves implicaciones se discutirán en la Conferencia de las partes del Convenio de Diversidad Biológica, en Egipto.

en el mercado y mostrar su capacidad para requisarlos y llevar a cabo procesos de remediación, si fuera necesario. Los productos de la biología sintética difieren de los producidos por síntesis química, por lo que deberían, además, ser etiquetados, regulados y sometidos a pruebas exhaustivas.

Para avanzar en esto, el AHTEG propone que quienes se dedican a la comercialización de “productos y organismos derivados de la biología sintética [...] se consideren responsables de ofrecer herramientas validadas, información relevante sobre la secuenciación y materiales de referencia, de modo accesible, para facilitar la detección, identificación y monitoreo de tales organismos y productos” [párrafo 38].

No son productos naturales. Los productos de la biología sintética no deben ser escondidos mediante frases de mercadotecnia engañosas: si bien las tecnologías involucradas pueden “secuestrar” los procesos naturales para la producción, los productos de la biología sintética no son de origen natural. La pretensión de llamarlos “naturales” no está justificada y son engañosas para las agencias reguladoras del gobierno y para los consumidores. Se debe rechazar explícitamente la etiqueta de “natural” de los productos de la biología sintética.

La edición genómica y las nuevas biotecnologías deben ser reguladas. Las nuevas formas de ingenie-

ría genética tanto en plantas como animales, deben estar incluidas en la evaluación de riesgos de bioseguridad. Igualmente, y tomando en cuenta las conclusiones de AHTEG, es necesario discutir qué nuevos criterios se deben incorporar a la evaluación de riesgos para analizarlas.

Temas clave sobre los impulsores genéticos

Los *gene drives* o impulsores genéticos presentan enormes riesgos, pues están diseñados para extinguir poblaciones o incluso especies enteras vegetales o animales. Sus impactos en el medio ambiente, la agricultura y los ecosistemas son completamente impredecibles. Es la primera vez que se crean organismos modificados genéticamente para comportarse de esta forma en la naturaleza.

En la COP 13, En Cancún, se planteó el tema por primera vez en la CBD, cuando 170 organizaciones demandaron una moratoria (1).

El informe del AHTEG de diciembre 2017 claramente indica que es una tecnología de alto riesgo, ante la cual se necesita extrema precaución, y que no debe liberarse sin antes hacer mayores estudios sobre sus impactos.

Moratoria. En la COP14 existe una propuesta de moratoria a la liberación de organismos con impulsores genéticos y debe ser firmemente apoyada. Hoy la propuesta está entre corchetes, por la

acción de países como Brasil. Es un tema central de discusión.

Consentimiento previo de pueblos indígenas y comunidades. También se debe apoyar específicamente que se cumpla con el consentimiento libre, previo e informado de comunidades locales y pueblos indígenas ante cualquier liberación de organismos con impulsores genéticos.

En la pasada conferencia de las partes del CDB (COP 13 de 2016), se aceptó la definición operativa de la biología sintética desarrollada por el AHTEG, la cual facilita el trabajo en la materia y amplía el mandato del Grupo de Expertos para continuar trabajando en este campo, lo cual incluye identificar medidas para la prevención de los riesgos, el uso seguro y las mejores prácticas para el manejo, así como la evaluación de la disponibilidad de las herramientas para detectar y vigilar los organismos, componentes y productos de la biología sintética.

También se pidió a las Partes tomar en cuenta consideraciones de carácter socioeconómico, cultural y ético. La decisión menciona explícitamente a los OVM que contienen impulsores genéticos, advirtiendo la necesidad del enfoque precautorio, una evaluación y manejo efectivo de los riesgos, y su regulación.

Sin embargo, aunque las partes del CDB notaron que las metodologías para la evaluación de riesgos de los OVM necesitan actualizarse y adaptarse a la biología sintética, las Partes del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología disolvieron el AHTEG sobre evaluación y manejo de riesgos, del cual se esperaban directrices.

Actualmente, la tecnología de impulsores genéticos ya recibe cientos de millones de dólares en inversiones y en la promoción de su uso participan lo mismo corporaciones, que organizaciones filantrópicas y gobiernos. En el actual ciclo de negociaciones en el CDB, los gobiernos deben abordar el tema de cómo enfrentar esta tecnología.

NOTAS

1. Texto de la moratoria disponible en: <http://www.etcgroup.org/es/content/160-global-groups-call-moratorium-new-genetic-extinction-technology-un-convention>.



Los productos de la biología sintética no son productos naturales.

Y, mientras tanto, Volkswagen manipula las lluvias en Puebla

Dolores Rojas Rubio Fundación Heinrich Böll



Volkswagen: aprovechando los vacíos legales.

El control del clima ha sido un sueño de la humanidad. Una referencia a este deseo la encontramos en la *Odissea* de Homero: Eolo, Dios de los vientos, regaló a Ulises una bolsa con los cuatro vientos, misma que -mientras Ulises dormía- los marineros abrieron creyendo encontrar un tesoro, lo que causó un vendaval que les hizo perder el rumbo.

En nuestro país, desde 2012, hay documentación de conflictos causados por los intentos de controlar el clima (1). El pasado mes de agosto diversos medios dieron cuenta de un conflicto desatado en Puebla porque la empresa Volkswagen, fabricante de automóviles, instaló tres cañones para evitar que el granizo dañara la pintura de sus unidades listas para salir al mercado.

Campesinos de los municipios de Cuautlancingo, Coronango, Santa Rita Tlahuapan y Puebla realizaron una asamblea en la que decidieron proceder legalmente contra la empresa y las autoridades que autorizaron el uso los cañones que han afectado -según sus propias estimaciones- a unos 10 mil campesinos, y acusaron la pérdida de 2 mil hectáreas de siembra por los supuestos efectos que causan los bombardeos de esta tecnología.

La primera semana de junio, alrededor de 300 campesinos bloquearon el acceso a la puerta 8 de la fábrica y un tramo de la autopista México-Puebla para exigir la intervención de los gobiernos local y federal, debido a que sus cultivos de maíz, frijol y habas estaban siendo afectados por los cañonazos. Los pobladores aseguraron que han sido testigos de cómo las nubes se dispersan por las ondas generadas por los 'dispositivos sónicos antigranizo' que opera la empresa Volkswagen.

Los directivos de la empresa alemana reconocieron que el pasado mes de mayo iniciaron el uso de tres equipos llamados "dispositivos sónicos antigranizo", debido a que en 2017 tuvieron una pérdida de 20 millones de dólares por daños en autos nuevos debidos al granizo. Por eso, para este año decidieron implementar los equipos antigranizo. En sus instalaciones tienen dos dispositivos antigranizo y un radar, tanto en la planta como en un predio en donde guardan sus autos en La Resurrección, Puebla.

De acuerdo con la descripción técnica de los artefactos, éstos emiten ondas de presión a la atmósfera con un radio de influencia de 500 metros a la redonda, generando un impacto físico sobre el granizo. Es-

tos equipos producen explosiones con acetileno, que ayudan a dispersar la formación de granizos. Según lo establecido en el permiso otorgado por el gobierno local, deben contar con sistema antisonoro para evitar ruidos al exterior, aunque *MTP Noticias* difundió videos que muestran el incumplimiento de esta disposición.

Luego de las protestas, Volkswagen de México anunció la suspensión inmediata del uso de esos dispositivos en su modalidad automática, y aseguró que "sólo los accionará de forma manual cuando las condiciones meteorológicas determinen la inminente caída de granizo en los patios donde resguarda sus vehículos". También anunció la instalación de infraestructura para el tendido de mallas antigranizo en los patios de la planta automotriz, que será utilizada como medida principal para la protección de sus unidades; "mientras que los dispositivos servirán como herramienta



Campesinos protestaron a las puertas de la planta automotriz en Puebla.

secundaria, y únicamente serán utilizados en modo manual"(2).

Los cañones antigranizo se han comercializado en nuestro país desde los años sesenta, y mientras se discute si afectan o no los patrones de lluvia, en México no existe una ley que regule su uso, aunque dependencias como la Conagua están facultadas para emitir permisos.

En el caso de Puebla, funcionarios de la empresa reconocieron que no cuentan con los permisos de la Conagua ni de otra instancia federal y que empezaron a operar luego de que en abril pasado, la Secretaría de Desarrollo Rural, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial (SDRSOT) local autorizara el uso, durante dos horas al año, de tres dispositivos, sin estudio previo de impacto ambiental. No obstante, los propios directivos admitieron que detonan estos equipos cada siete segundos cuando se forma una nube.

Según la revista *Ciencia UNAM*,(3) "Los cañones antigranizo han sido utilizados por los agricultores para prevenir las lluvias acompañadas de piedras de hielo que pudieran dañar las cosechas; sin embargo, la utilidad de éstos ha sido muy cuestionada pues no está científicamente comprobado que en realidad logren su objetivo". También señala que "no hay evidencia de que funcionen. Incluso, los resultados de experimentos planeados y realizados en Suiza en la década de 1980 -con rigor científico y utilizando técnicas modernas de siembra de nubes-, indican que estadísticamente existe la posibilidad de que la incidencia de granizo disminuya sólo en un 35 por ciento de los

casos, en tanto que la probabilidad de que se genere más granizo de lo normal es de 65 por ciento".

A pesar de las suspicacias de los especialistas en meteorología sobre sus resultados, la filial mexicana de la automotriz alemana ha defendido la eficacia de los dispositivos para convertir el granizo en partículas de granizo ablandado o simplemente agua; supuestamente sin afectar los ciclos de lluvia de la zona. Esta postura, sin embargo, choca con la percepción de pobladores vecinos a la planta, quienes señalan que se han visto afectados ya que los cañones han alterado sus procesos comunitarios de producción de alimentos. Los campesinos aseguran que comenzaron a observar una merma en las primeras lluvias de la temporada -de las que dependen para la siembra de maíz de temporal, así como para la producción de los alimentos provenientes de la milpa.

Si bien este es un ejemplo local de los intentos de manipulación del clima para proteger un interés económico muy particular, por desgracia no es el único. En el mundo hay intentos a distintos niveles y en distintas escalas, de usar la tecnología para modificar el clima sin medir las consecuencias. 🌩

NOTAS

1. Reygadas Robles Gil y Gustavo Aviña Cerecer, "¿De quién son los cielos? Tecnologías de manipulación pluvial y conflicto social en San Luis Potosí", en *Dimensión Antropológica*, vol. 54, enero-abril, 2012, pp. 127-152. Disponible en: <http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=7582>

2. Información disponible en: www.milenio.com/negocios/volkswagen-suspende-uso-de-cañones-antigranizo.

3. Nota disponible en: <http://ciencia.unam.mx/leer/707/-control-de-nubes-el-mito-de-los-cañones-antigranizo>

El pasado mes de agosto diversos medios dieron cuenta de un conflicto desatado en Puebla porque la empresa Volkswagen instaló tres cañones para evitar que el granizo dañara la pintura de sus unidades listas para salir al mercado.

Biocombustibles, ingredientes activos y reservas petroleras

Grupo ETC

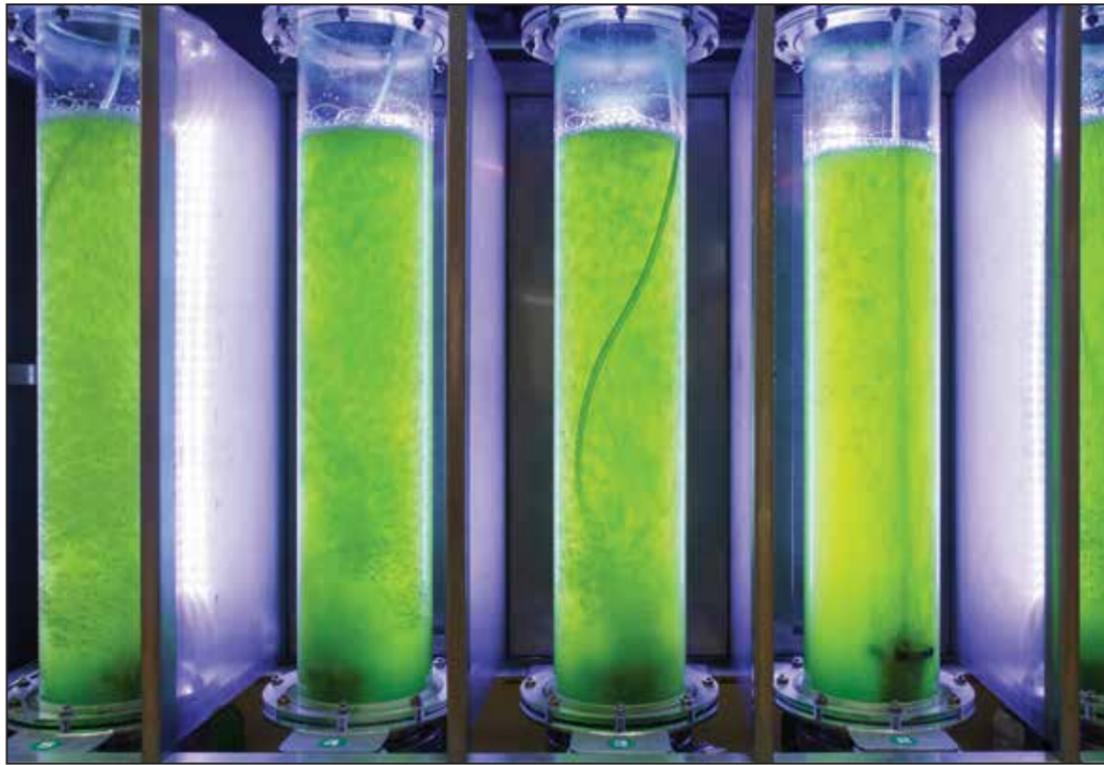


FOTO: Construcción Internacional de Capacidades para la Evaluación y Gobernanza de la Biología Sintética

La industria espera destilar cantidades masivas de combustibles y otros compuestos de alto valor en contenedores gigantes de organismos modificados sintéticamente.

Como industria al alza y sector científico prestigioso, la biología sintética se enfocó entre 2008 y 2012 en la modificación de microbios para descomponer la celulosa y producir la segunda generación de biocombustibles. Sin embargo, la producción de combustibles derivados de biomasa pronto llegó a las contradicciones que la dejaron en un muy segundo plano: el volumen de biocarburantes no puede igualar la demanda

de un mundo con cada vez mayores requerimientos energéticos.

Para obtener cantidades masivas de biodiesel, por ejemplo, se requieren igualmente masivas cantidades de tierras para plantaciones de caña, maíz o ricino. Plantaciones que además requieren fertilizantes y agua, en peligrosa competencia con los recursos agrícolas para cultivos alimentarios. Al desarrollarse la crítica a los biocombustibles, los promotores de la

biología sintética cambiaron rápidamente su foco, hacia la producción de compuestos derivados de productos botánicos: ingredientes de poco volumen y alto valor de mercado, de los que se obtienen saborizantes, fragancias, aceites esenciales y productos medicinales. Las compañías de cosméticos, aditivos, fragancias y fármacos más grandes del mundo —Novartis, Givaudan, International Flavors & Fragrances Inc. y Roquette Frères— ya cerraron filas con los

desarrolladores de la segunda ola de la biología sintética.

La industria de sabores y fragancias actualmente adquiere entre 200 y 250 cultivos agrícolas distintos provenientes de todo el mundo; cerca del 95% son cultivados y cosechados por campesinos, predominantemente en el sur global (1). Se estima que 20 millones de personas, incluyendo pequeños campesinos, trabajadores agrícolas y otros trabajadores a lo largo de la cadena productiva, dependen de los cultivos botánicos empleados en la producción de sabores y fragancias naturales. Algunas asociaciones empresariales de la industria reconocen que esos cultivos botánicos son “muy importantes en términos de su impacto socioeconómico en las poblaciones rurales y pueden generar enormes beneficios ambientales dentro de los sistemas agrícolas” (2).

Los aceites esenciales derivados de cultivos botánicos, “generalmente clasificados como ‘cultivos menores’, pero poseen una gran importancia económica, social y ambiental y cultural para las comunidades involucradas en su producción y frecuentemente constituyen su principal fuente de ingresos, dentro de la combinación de cultivos, lo que les permite mejorar su situación en los indicadores sociales, especialmente en términos de salud y educación”. Si incluso una pequeña fracción de esos sabores y fragancias —obtenidos de cultivos botánicos— es sustituida por alternativas biosintetizadas, el impacto en los modos de vida de esas comunidades podría ser muy grave.

Actualmente, los microorganismos que se usan para producir sustitutos de derivados botánicos mediante biología sintética se alimentan con azúcar u otra forma de biomasa. Producir el mismo volumen de productos botánicos convencionales que circulan ahora, mediante biología sintética, requeriría una enorme ampliación de monocultivos de gran escala para obtener las materias primas con que se alimentarían los microorganismos.

No menos de 39 compañías de síntesis de genes están fabricando ADN artificial o sus partes. Seis de las diez mayores trasnacionales petroleras; seis de las diez mayores químicas; y las siete mayores farmacéuticas del mundo están involucradas en el desarrollo de ingredientes biosintetizados.

En años recientes se han desarrollado alianzas entre la vieja guardia petrolera (Shell, BP, Total), con las empresas enfocadas en biología sintética como Calysta, Intrexon, Coskata y Lanzatech.

Las nuevas técnicas de la biología sintética, como la llamada “fermentación gaseosa”, permiten

39 compañías están fabricando ADN artificial, entre ellas:

- SEIS DE LAS 10 MAYORES TRASNACIONALES PETROLERAS
- SEIS DE LAS 10 MAYORES AGROINDUSTRIAS
- SEIS DE LAS 10 MAYORES QUÍMICAS
- SIETE DE LAS MAYORES FARMACÉUTICAS

que el gas natural sea transformado en combustibles, sustancias químicas, plásticos e incluso posiblemente proteínas, lo cual agregará más valor al gas procedente de los campos de petróleo y los extraídos mediante fractura hidráulica, y volverá potencialmente rentables entre 40 y 60% de las reservas globales de gas que actualmente se hallan perdidas o “estancadas” (esto es, gas de tan difícil acceso, que no es rentable recuperar).

Al mismo tiempo, los productores de combustibles fósiles dirigen su interés hacia la posibilidad de utilizar microbios de diseño en los pozos de petróleo y las minas de carbón para extraer entre dos y cuatro billones de barriles de petróleo existentes en los campos que eran considerados inaccesibles. La inyección de microbios en campos petroleros constituye una apuesta tecnológica que podría expandir las reservas globales de petróleo en 150% si demuestra su eficacia, pues permitiría una mayor recuperación de gas de las actuales reservas de carbón. 🚧

NOTAS

1. IFEAT e IFRA, “The Socio-economic importance of essential oil production sector”, en www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Market_Data_and_Information/Market_information/Market_Insider/Essential_Oils/The%20socio-economic%20importance%20of%20the%20essential%20oils%20production%20sector.pdf.

2. La estimación conservadora del Grupo ETC está basada en las estadísticas de IFEAT e IFRA, que indican que, solo en India, hay entre 12 y 15 millones de campesinos y pequeños destiladores involucrados en la producción de *Mentha arvensis* (fuente del mentol). Ver: IFEAT, “IFEAT Socio-Economic Impact Study: Mint”, septiembre de 2014, ifeat.org/wp-content/doc_folder/2017/03/2014_september_ifeat_world.pdf.



El alcance y potencial de la agroecología

Francisco J. Rosado May, Ramón Mariaca Méndez, Laura E. Trujillo Ortega y Octavio Ruiz Rosado

Con el impulso a la agroecología en México y el mundo se ha hecho visible una crítica que se refleja en la siguiente pregunta: ¿tiene la agroecología la capacidad de aplicarse en agricultura a gran escala? La respuesta corta e inmediata es un sí definitivo. Sin embargo, para evitar malas interpretaciones es necesario hacer algunas precisiones.

El concepto de “gran escala” debe ubicarse en su justa dimensión. En el imaginario de mucha gente esto se confunde con los enormes campos de monocultivos donde se aplica la tecnología de la revolución verde, muchas veces asociada con organismos genéticamente modificados. Los enormes campos de maíz en Sinaloa, de fresa en Michoacán, de trigo en Sonora, de agave tequilero en Jalisco, o los 5 millones de toretes en Veracruz, entre otros casos, refuerzan esa percepción y han cambiado drásticamente el paisaje alimentario. Esas grandes extensiones de cultivos no son ejemplos de manejo agroecológico, ni son sostenibles.

En México han aumentado de manera constante las hectáreas dedicadas a cultivos orgánicos. De acuerdo con la Asociación de Consumidores Orgánicos (cosu-

midoresorganicos.org), a finales de 2017 ya había, oficialmente, un millón de hectáreas de diferentes tamaños, dedicadas a producir alimentos orgánicos y cerca de 400 mil productores inscritos en el sistema nacional. México ocupa el 7º lugar en el ámbito internacional en producción de alimentos orgánicos y el tercero en número de productores, después de la India y Uganda. El 85 % del total de productos orgánicos reconocidos así por la SAGARPA se exporta. Entre ellos están café, aguacate, miel, cacao, mango, uva y hortalizas, así como la carne y lácteos de bovinos. Los estados con mayor superficie para la producción de orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Guerrero, Querétaro, Puebla y Veracruz. Otros estados, como Quintana Roo, apenas crearon políticas públicas en esa dirección; en Tabasco hay excelentes empresas de comercialización del cacao producido con bases agroecológicas, altamente competitivas a nivel internacional, como el grupo CICAS, que logró producir el chocolate “adiu” y que cuenta con poco más de mil hectáreas acreditadas.

En Veracruz destaca el ejemplo de Ixhuatlán del Café, en el que cerca de 1200 cafecultores lograron una “certificación agroecológica” para cerca de 1500 hectáreas; 157 de

esos productores son los primeros en México en lograr certificación como productores orgánicos no por cultivo sino por parcela, lo que incluye hasta 7 productos adicionales al café, que abarca 308 hectáreas. Esto es el resultado de un proceso comunitario, con participación de académicos, que reconoce que la ecología, sociedad y cultura son mutuamente influyentes y crean un paisaje que refleja sus prácticas agrícolas, diversidad biocultural, formas de mercadeo y consumo alimentario. De esta manera se crearon redes agroecológicas que permitieron el intercambio de experiencias y saberes dando origen al concepto de “café comestible”.

Si bien los cultivos orgánicos, reconocidos por una certificación formal, siguen principios agroecológicos, no son los únicos sistemas de este tipo. También están los miles de pequeñas parcelas, muchas de ellas manejadas bajo sistemas tradicionales, prácticamente sin insumos externos. Algunos estudios señalan que alrededor del 80% de los productores mexicanos tienen menos de cinco hectáreas; a nivel mundial la FAO reconoció en 2014 que este tipo de pequeños productores aporta el 70% de todo el alimento consumido.

La suma de miles de parcelas ofrece cantidades de extensión territorial considerable estimada en millones de hectáreas. Por ejemplo, la milpa tradicional ocupa en México una superficie total estimada de entre 5 y 10 millones de hectáreas. Otro sistema agroecológico de gran escala es el silvopastoril, que incluye el manejo de ganado criollo en ecosistemas pasto-selva; estudios de etnoagroforestería en México estiman que el 30% de la producción de ganado bovino proviene de unidades campesinas. El huerto o traspatio familiar, puede albergar en un solo espacio más de 100 especies vegetales alimenticias, ornamentales, medicinales, para construcción, junto con más 20 especies de fauna criada y silvestre manejadas, manejado casi siempre sin agroquímicos exter-

9 principios de la agroecología

Los principios hasta el momento consensados para identificar si un sistema es o no agroecológico, son:

En lo ecológico

- Los sistemas alimentarios se adaptan a las condiciones ambientales locales, incluyendo los microclimas.
- El suelo tiene condiciones favorables para el desarrollo de las plantas y el reciclaje de nutrientes mediante el buen manejo de la materia orgánica y la actividad biológica en el mismo.
- Se minimizan las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos.
- Diversificación de especies, vegetales y animales, según corresponda, a través del tiempo y del espacio.
- Control natural de las plagas y enfermedades, incluyendo biodiversidad y arreglos topológicos de las especies manejadas.

En lo social

- Funcionan procesos ecológicos claves para manejar la resiliencia y el stress en los sistemas de modo que se generen condiciones de sostenibilidad.
- Arreglo social que permite la soberanía y justicia alimentaria, comercio equitativo, consumo responsable, elementos para construir paisajes alimentarios agroecológicos.
- Intercambio de saberes y respeto a la lógica de producción agrícola tradicional, bases para la construcción social de conocimiento pertinente para el paisaje alimentario sostenible.
- Educación reflexiva, incluyendo, multi-intercultural que permite entender la complejidad de las interacciones socio-ecológicas de los sistemas agroalimentarios, bases para la co-creación de conocimientos que retroalimentan su productividad y sostenibilidad.

nos. Tan solo en el sur del país, la cantidad de estas parcelas ubicadas casi siempre alrededor de la casa habitación campesina rebasa los dos millones de unidades.

Para complementar el escenario arriba mencionado, en todos los sistemas agroecológicos se llevan a cabo relaciones sociales, económicas y culturales importantes para la sostenibilidad del sistema. Entre ellas están: la solidaridad campesina; el contacto productor-consumidor; el fortalecimiento de los mercados y consumo local antes de priorizar las exportaciones; los sistemas productivos están configurados con base en redes de productores, el uso de trueque-intercambio de productos, así como los micro mercados.

Para agroecología el concepto de “gran escala” incluye no solo la extensión de una sola parcela, que puede tener una superficie de más de 5 hectáreas, sino que también abarca la suma de las pequeñas parcelas. Lo importante es la aplicación de los principios fundamentales de la agroecología, que es a la vez una ciencia, un movimiento y una práctica de actividades que conducen a la sostenibilidad.

En años recientes la agroecología ha desarrollado una nueva forma y necesidad de entender la comple-

jidad que representa la estructura y funcionamiento de los sistemas agroalimentarios, especialmente con respecto a su impacto en la sociedad, la economía, la nutrición, la paz y la sostenibilidad en general, lo cual ha conducido a acuñar el concepto de paisaje alimentario (*foodscape* en inglés). La idea es que a través de un concepto podamos percibir y entender las diferentes aristas de los sistemas antes mencionados.

El paisaje alimentario permite entender y construir la dinámica social que vincula a la producción de alimentos con lugares, personas y procesos materiales. Con este concepto podemos no solo entender los procesos ecológicos en un paisaje o territorio donde se producen los alimentos, sino que también podemos integrar y articular los procesos sociales, económicos, políticos y humanísticos que están inmersos de una u otra forma en el sistema agroalimentario; esto nos permite tener un entendimiento más integral y holístico de sistemas complejos necesarios para encontrar alternativas de solución a problemas complejos.

Entonces, ¿tiene la agroecología la capacidad de aplicarse en agricultura a gran escala? La respuesta corta e inmediata es un sí contundente. 🌱

¿Tiene la agroecología la capacidad de aplicarse en agricultura a gran escala?

La respuesta corta e inmediata es un sí definitivo. Sin embargo, es necesario precisar que el concepto de “gran escala” en el imaginario de mucha gente se confunde con enormes campos de monocultivos. La realidad es que esas grandes extensiones de cultivos no son ejemplos de manejo agroecológico, ni son sostenibles.

Biofertilización, uno de los fundamentos para la producción sostenible en México

Mauricio Soberanes Hernández Director general de Metrocert S.C.



FOTO: Cristina Rodríguez / La Jornada

La mayoría de los caficultores no tiene dinero ni conoce los bioproductos, aseguró Ranulfo Lara, propietario de una finca en el bosque de niebla del Cofre de Perote.

La biofertilización abarca un conjunto de actividades que se llevan a cabo para aportar al suelo los microorganismos y nutrientes no sintéticos que requieren los cultivos para desarrollarse. Como en la prevención y el combate de plagas y enfermedades, la fertilidad para la producción se consigue con la combinación de prácticas: no hay un producto milagroso que lo resuelva todo.

Aunque las chinampas precolumbinas de Xochimilco y el tradicional uso de estiércoles en la agricultura campesina son antecedentes obligados, en los pasados treinta años, la biofertilización en México se ha asociado al uso de hongos y bacterias benéficas que se usan para inocular semillas o raíces, garapiñando las simientes antes de sembrarse o aplicando el diluido por el sistema de riego en plantas ya establecidas. Los microorganismos cumplen funciones de descomposición, solubilización de nutrientes y estimulación del crecimiento de las raíces.

En México, los inoculantes microbianos lograron celebridad luego de que el *Rizhobium etli* fue el primer organismo al que un centro de investigación de la UNAM (1) le descifró el genoma. En la

primera década del siglo XXI se desarrollaron programas institucionales de biofertilización con inoculantes y compostas líquidas en Michoacán, Guerrero y Chiapas; donde en algunos casos se logró terminar con los programas estatales que subsidiaban o “regalaban” fertilizantes químicos, lo que contribuía mucho más a los intermediarios gubernamentales, empresariales, gestores simpatizantes y/o asociados que a los cada vez menos beneficiarios, por esta razón y por el incremento constante de los precios del petróleo y combustibles necesarios para fabricarlos y transportarlos. Ni hablar de la profunda huella ecológica que causaban.

Estos programas de biofertilización, aunque iniciaron subsidiando inoculantes y guanos líquidos comerciales para promover su eficacia como sustitutos de las “sales”, como se conoce a los químicos, también impulsaron a grupos de emprendedores y productores en las regiones para que establecieran sus propias biofábricas y fueran proveedores del programa. A la vez, se impulsaron cursos y demostraciones de cómo elaborar sus propios insumos valiéndose de los materiales, muchos de ellos de desecho, a su alcance. La mayoría de estas iniciativas continúan produciendo.

Muchos pequeños y medianos productores a lo largo de todo el país ven cómo sus costos de producción se abatan cuando elaboran sus propios insumos agroecológicos, múltiples extractos vegetales para la prevención y combate de plagas y enfermedades y otros biofertilizantes como las compostas: estiércoles o materia orgánica digerida por lombrices o levaduras. Los bioles, super-magros y bocachis: líquidos de fermentación aerobia y anaerobia de estiércoles, restos vegetales y residuos orgánicos de pueblos y ciudades que a la vez pueden motivar la separación de basura desde los hogares. Ácidos fúlvicos y húmicos: sustancias con efecto bioestimulante derivadas de la hidrólisis de minerales y restos vegetales fosilizados; roca fosfórica, leonardita, zeolita, cálcicas y muchos minerales más. La biofertilización no solo agrega los elementos que toman las plantas, se crean suelos vivos productores de fertilidad.

Para los escépticos de las soluciones agroecológicas que cuestionan las fuentes de nitrógeno no sintéticas, la respuesta de nuevo está asociada a lo que hoy es un desecho, un problema: harina de sangre, de huesos, cuernos y pezuñas; restos de pescado y mariscos. Algas marinas, como las del ahora célebre sargazo; abonos verdes: siembras de leguminosas que en lugar de cosecharse se incorporan al suelo, son todas ellas fuentes probadas de este elemento fundamental para la agricultura.

Por otro lado, los fertilizantes nitrogenados sintéticos se caracterizan por ser altamente contami-

Los fertilizantes nitrogenados sintéticos se caracterizan por ser altamente contaminantes, al elaborarse generan gases efecto invernadero y las fábricas son verdaderas bombas de tiempo; al aplicarse a los cultivos la eficiencia puede ser menor al 50%, el resto se escurre y contamina mantos acuíferos con nitratos provocando eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global.

nantes, al elaborarse generan gases efecto invernadero y las fábricas son verdaderas bombas de tiempo (2); al aplicarse a los cultivos la eficiencia puede ser menor al 50% (3), el resto se escurre y contamina mantos acuíferos con nitratos provocando eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global (4).

Con todo lo anterior, los muchos convencidos por la vía de la práctica de la producción agropecuaria sostenible, el manejo y la conservación de suelos y agua, nos entusiasamos cuando en el acto más representativo para el sector agropecuario de la campaña presidencial triunfadora, se dio a conocer en el “Plan de Ayala del siglo XXI” la cuarta propuesta “Promover la transición a sistemas de producción agroecológicos”. Ahora, en los tiempos del gabinete electo, a los mismos nos angustia el segundo de sus programas específicos que establece que se activarán tres plantas de fertilizante nitrogenado con el abasto de gas natural de Pemex, mismos que serán distribuidos por Diconsa (5), se asume, entonces, que a las comunidades rurales más pobres. La agroecología desapareció de los programas específicos.

Se entendería la necesidad de aprovechar la planta de fertilizantes nitrogenados que la administración federal saliente dejó, luego de multimillonaria inversión: que sirva en la transición para sustituir

—aunque sea parcialmente— las importaciones de sulfatos y nitrogenados, pero dedicar más recursos a otras dos y manejar el reparto de químicos baratos —o peor, gratuitos— para desarrollar al campo, es una terrible señal.

Los fertilizantes nitrogenados sintéticos son un mal necesario y no son prescindibles del todo de inmediato, pero sí en el mediano y largo plazos, como se comprueba en las más de quinientas mil hectáreas de producción orgánica de México. Para lograrlo hay que comprender la trascendencia de una modificación tecnológica así, diseñarlo y establecer la estrategia nacional que permita alcanzar este, uno de los cambios profundos necesarios para la transformación del campo hacia un modelo sostenible. 🌱

NOTAS

1. Centro de Investigación en Fijación de Nitrógeno hoy el Centro de Ciencias Genómicas.
2. Arias-Paz C.M., Categorización de accidentes en plantas de producción de fertilizantes. Universidad politécnica de Madrid. Trabajo de fin de grado, 2017.
3. Keeney, D. R., *Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. Farmed soils, fertilizer, agroecosystems. Agronomy. A series of monographs-American Society of Agronomy*, (22):605-649, 1982.
4. Ramanathan, V., Cicerone, R. J., Singh, H. B. and Kiehl, Trace gas trends and their potential role in climate change, *J. Geophys. Res.* 90: 5547-5566, 1985.
5. *La Jornada del campo*, 18.08.2018.

Los muchos convencidos de la producción agropecuaria sostenible, nos entusiasamos cuando en la campaña presidencial triunfadora se dio a conocer en el “Plan de Ayala del siglo XXI” la propuesta “Promover la transición a sistemas de producción agroecológicos”. Ahora, en los tiempos del gabinete electo, a los mismos nos angustia el programa que establece que se activarán tres plantas de fertilizante nitrogenado con el abasto de gas natural de Pemex, mismos que serán distribuidos por Diconsa, se asume, entonces, que a las comunidades rurales más pobres. La agroecología desapareció de los programas específicos.

Propuestas para la autosuficiencia alimentaria

Jesús Ignacio Simón Zamora GAIA-Asesoría Integral Ambiental



A recuperar los conocimientos tradicionales.

“Al cabo de cinco siglos de negocio de toda la cristiandad, ha sido aniquilada una tercera parte de las selvas americanas, está yerma mucha tierra que fue fértil y más de la mitad de la población come salteado. Los indios, víctimas del más gigantesco despojo de la historia universal, siguen sufriendo la usurpación de los últimos restos de sus tierras, y siguen condenados a la negación de su identidad diferente.

Se les sigue prohibiendo vivir a su modo y manera, se les sigue negando el derecho de ser. Al principio, el saqueo y el otrocidio fueron ejecutados en nombre del Dios de los cielos. Ahora se cumplen en nombre del dios del progreso.

Sin embargo, en esa identidad prohibida y despreciada fulguran todavía algunas claves de otra América posible. América, ciega de racismo, no las ve”.

Eduardo Galeano, 12 de octubre del 2008.

El modelo de agricultura que ha imperado a partir de la “revolución verde” que impuso el monopolio de las industrias de agrotóxicos y ahoga, literalmente, a los pequeños campesinos, ha demostrado que no tiene viabilidad productiva ni es sostenible.

Este modelo es, además, fuente de enfermedades debido a que “esteriliza” los suelos y los alimentos argu-

yendo que lo que busca es que nadie se enferme. La diabetes, el cáncer de colon y el cáncer de mama, causados por la mala alimentación y la exposición a agrotóxicos, son muy frecuentes en la población de México y otros países que le han apostado a la producción de alimentos con sustancias químicas.

Para producir alimentos con agroquímicos se requiere un alto consumo de energía que es subsidiada

por el Estado, esto es, por el contribuyente. La gran industria de la comida es subsidiada en su operación. Sin embargo, ¿cuándo se ha hecho responsable de las enfermedades que generan los agroquímicos? ¿Cuándo se ha hecho responsable de la limpieza del agua que contamina con sus insumos tóxicos?

Un nuevo modelo agroalimentario requiere de retomar las prácticas de las comunidades en lo que se refiere

a mantener los ciclos naturales, respetar la tierra y cuidar a la sociedad.

Para avanzar en ese sentido, es necesario sistematizar muchas de las prácticas exitosas y conocimientos que han desarrollado los campesinos para obtener resultados satisfactorios en sus cultivos, económica y productivamente hablando.

Estos resultados han sido obtenidos a lo largo de años en diversos campos y con diversos cultivos, lo mismo por pequeños campesinos que por aquellos que trabajan en grandes extensiones. Y no solo en México, sino en Centroamérica y Sudamérica, con experiencias han trascendido y nutrido a otros continentes.

Estas experiencias tienen que ver con la recuperación de prácticas de cultivo ancestrales y su reapropiación por las comunidades, así como nuevas prácticas que se emplean en la elaboración de insumos a partir de los recursos locales, abatiendo así los costos y asegurando la salud de quienes aplican, quienes laboran y quienes consumen estos alimentos.

Los campesinos y productores agrícolas tienen una conciencia diferente en torno a la vida: la vida comunitaria, la vida en el suelo y todas sus expresiones, plantas, animales y microorganismos que hacen posible la salud del suelo y de todos los que habitamos en este planeta.

Pero no hablamos solo de un cambio de insumos agrícolas, sino de toda una práctica derivada de una visión productivista que arrasa los recursos naturales y emplea los agrotóxicos como un armamento en contra del suelo, el agua y al final de cuentas, contra la vida misma.

Ante este panorama, ¿es posible la autosuficiencia alimentaria? ¡Definitivamente, sí!

Es muy importante que los campesinos retomen sus medios y prácticas de producción y que elaboren la mayoría de los insumos agrícolas que requieren para su cultivo a partir de elementos de su entorno: minerales, materia orgánica y microorganismos regeneradores del suelo. Estos elementos de regeneración del suelo se encuentran en el entorno de los campesinos, sólo que la agricultura convencional lo ha venido negando, a fin de impulsar la Revolución Verde. 🌱

Produciendo maíz y frijol sin pesticidas ni agrotóxicos

Con voluntad política y la correcta canalización de recursos, estos pasos pueden ejecutarse en el corto y mediano plazos.

1. Aprovechar la materia orgánica mineralizada al suelo.
2. Usar biofertilizantes a partir de fermentos de estiércol.
3. Sanar los cultivos, a partir de extractos botánicos propios de la herbolaria tradicional.
4. Recuperar los saberes en la milpa, eje del proceso productivo.
5. Regenerar el suelo con sistemas de cosecha de agua y suelo.
6. Regenerar la capa vegetal de bosques y selvas. No a las reforestaciones monotemáticas.
7. Formar unidades locales de producción de insumos agrícolas y reproducción microbiótica en manos campesinas.
8. Recuperar las hierbas nativas que han sido abatidas por los herbicidas.
9. Crear pluridiversidades campesinas bajo el principio de aprender “de campesino a campesino”.
10. Rescatar los mercados locales y regionales para tener un comercio directo entre productor y consumidor, reduciendo el intermediarismo y el gasto de energía en el transporte de los alimentos

Para producir alimentos con agroquímicos se requiere un alto consumo de energía que es subsidiada por el Estado, esto es, por el contribuyente.

La gran industria de la comida es subsidiada en su operación. Sin embargo, ¿cuándo se ha hecho responsable de las enfermedades que generan los agroquímicos? ¿Cuándo se ha hecho responsable de la limpieza del agua que contamina con sus insumos tóxicos?

La revolución silenciosa de la ANEC

Cecilia Navarro



FOTO: Enrique Pérez S. / Anec

Al rescate de la producción campesina.

Cuando surgió, allá por 1995, la principal preocupación de la Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo (ANEC) era hacer frente a la competencia desleal que la firma del TLCAN representaba para los pequeños y medianos productores mexicanos de maíz y frijol por la entrada de granos altamente subsidiados procedentes de Estados Unidos.

Desde entonces, la ANEC ha denunciado el desmantelamiento del sistema agroalimentario mexicano, la entrada de maíz transgénico al país y la decidida preferencia del gobierno mexicano por los grandes productores y ha luchado por abrir espacios para la comercialización de los productos provenientes de la agricultura campesina.

La preocupación por el tema de la producción, sus costos y sus impactos ambientales llega a ANEC aproximadamente en 2008, cuando abre su Programa de Desarrollo Productivo Sustentable, pues para la organización se hace evidente que es necesario buscar opciones que “reduzcan los costos, incrementen la productividad y los ingresos de los agremiados y que a la vez sean amigables con el medio ambiente y cuiden los recursos naturales para las generaciones venideras” (1).

En el año 2013, la ANEC comienza a implementar un modelo alternativo de producción, al que llama la Agricultura Campesina de Conocimientos Integrados (ACCI) combinado con Manejo Integrado de Cultivos Inducidos (MICI), con el que se busca mejorar los rendimientos, reducir los costos de

producción y dar a las familias alternativas para dignificar su labor en el campo.

Para la ANEC y sus agremiados ya a estas alturas es evidente que el paquete tecnológico convencional a la larga es la peor alternativa. No sólo es muy costoso y para cada siembra hay que invertir más, sino que, además, va deteriorando el suelo, contaminando el agua, enfermando a los productores y contaminando los alimentos. “La revolución verde llegó a su límite”, dice la ANEC en 22 años abriendo brecha.

“La revolución verde está hecha para matar. Lo que necesitamos es un plan de inocuidad alimentaria para nuestro país, que la producción de alimentos no tenga efectos en la salud ni en el medio ambiente”, dice Juan José Valdespino, ingeniero agrónomo, especialista en agroecosistemas y uno de los impulsores del modelo ACCI-MICI de la ANEC.

Este modelo propone “rescatar la producción campesina, recuperar el buen manejo del suelo y, sobre todo, reconocer y respetar la diversidad y complejidad de las condiciones agroecológicas y socioeconómicas” (2). Sus tres principios son:

- Reconocer el potencial productivo del pequeño y mediano productor organizado.
- Recuperar el cultivo del suelo, es decir, partir de que la agricultura que no conserva el suelo no es agricultura.
- Promover la agricultura de conocimientos integrados en sistemas complejos.

La idea de este modelo es que el suelo está vivo y las plantas pueden generar sus propios mecanismos de resistencia. Para ponerlo en marcha es importante conocer los procesos de crecimiento de las plantas y su interacción con el ambiente. Con este conocimiento, se recurre a diversas herramientas (extractos vegetales, aminoácidos, fitohormonas), a fin de fortalecer la resistencia de los cultivos a eventos climáticos, plagas y enfermedades.

Cada productor decide a qué ritmo incorporar esta propuesta en sus tierras.

Entre los pasos que incluye la adopción del ACCI-MICI están: análisis continuo del suelo, el agua y los tejidos; cultivo del suelo, prácticas culturales, nutrición vegetal, resistencia vegetal a eventos imprevistos, introducción de desarrollo productivo y vegetativo, conocimiento y uso de la información climática a nivel local, conocimiento y mejoramiento de semillas y producción local de bioinsumos y conocimientos.

Otro factor importante es que los productores estén organizados, que sus líderes estén convencidos de impulsar la transición, que cuenten con técnicos capacitados y tengan capacidad para producir los bioinsumos que se utilizan.

Hoy, a 5 años que comenzó esta transición con las organizaciones afiliadas a ANEC, por lo menos 25 mil hectáreas, de 10 estados, de 3,500 productores organizados y que forman parte de la ANEC están produciendo con ACCI-MICI. Entre las entidades participantes están: Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Guerrero, Puebla, Chiapas, San Luis Potosí y Chihuahua.

Cambiando el paradigma

El sistema ACCI-MICI se extiende eficazmente por el país y ya llegó a Sinaloa, donde algunos productores, cansados de destinar hasta 30% de sus costos a agroquímicos y de ver cómo la tierra se erosiona, han comenzado a implementarlo.

Es el caso de Miguel Gástelum, productor de Culiacán, de frijol, maíz y garbanzo, quien desde hace dos años dejó de utilizar glifosato, atrazina y otros insumos químicos de los que antes dependía.

“El año pasado tenía un terreno que no me daba nada, me iba mal, mal, y empecé a utilizar la microbiología. Empecé a cosechar ese terreno difícil, que se compactaba mucho, retenía el agua, la planta se daba pequeña. Acabo de cosechar un maíz muy bonito. En otro que sí me daba, pasé de las 7 toneladas a 13 y media de maíz por hectárea. Estoy sorprendido, voy a seguir con esto, a todos mis terrenos los voy a seguir. Por lo pronto, he reducido un 15% en precios de fertilización, este año le bajé al fertilizante. Ya como vaya pasando el tiempo se verá qué tanto lo puede bajar. Los cultivos quedan mejor, se ve el cambio, un desarrollo más bonito, verde, grande, engruesa el tallo, crecen las raíces, se ve mucho mejor la planta”.

De la experiencia de conversión en Sinaloa, Eligio Noriega Gaxiola, asesor en la producción de maíces, frijoles, garbanzos y hortalizas, tomates y chiles, comenta: “Estamos manejando agricultura de conocimientos,

manejamos 3500 hectáreas, las parcelas son de entre 8 y 10 hectáreas. Antes teníamos una producción por hectárea de maíz de 11 toneladas. Actualmente tenemos producciones de 15, 16 toneladas hasta 18 con la tecnología del ACCI-MICI. Para este ciclo tengo una meta de 20 toneladas con los productores. Aquí en el valle de Culiacán y en todo Sinaloa, el uso excesivo de amoníaco ha deteriorado el suelo, la microbiología se ha acabado. Parte del programa consiste en enriquecer los suelos de materia orgánica, es decir aumentar la fauna benéfica del suelo que había desaparecido. Se llama agricultura de conocimientos porque tenemos que tomar en cuenta todo, desde la rotación de cultivos hasta los ciclos de la luna, para aplicar el riego, para fertilizar. Ya no queremos que nos llegue un Monsanto o un Syngenta a decirnos que este insecticida es lo máximo. Con dos años de aplicar este programa hemos concluido que el rendimiento en un cultivo no lo da el fertilizante, sino una serie de prácticas, un programa de manejo. Llevamos dos años y calculamos que para el cuarto año vamos a reducir los costos de producción a un 50%” y además tenemos una agricultura más sana”.

Adicionalmente, hay organizaciones no afiliadas a la ANEC, como la Asociación nacional de fondos de aseguramiento, que ya también están adoptando este modelo en otras entidades, entre ellas Sinaloa, llamada el granero de México, y suman otras 25 mil hectáreas, explica José Atahualpa Estrada, del Programa de Desarrollo Sustentable de la ANEC.

Los resultados de esta conversión son muy claros: se trata del regreso a la producción agroecológica, la

eliminación paulatina del paquete tecnológico convencional, la restauración de los suelos, la reducción de costos y las afectaciones de los siniestros naturales sobre los cultivos, el aumento de la producción.

Y van por más.

NOTAS

1. Cobo Rosario, Paz Lorena y Bartra Armando, “22 años abriendo brecha. Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo (ANEC). Por una modernización del campo con campesinas y campesinos”, México, 2017, ANEC, pp. 114.
2. Ibidem, pp. 117-118.

En el año 2013, la ANEC comienza a implementar un modelo alternativo de producción, al que llama la Agricultura Campesina de Conocimientos Integrados (ACCI) combinado con Manejo Integrado de Cultivos Inducidos (MICI), con el que se busca no sólo mejorar los rendimientos y reducir los costos de producción que implican el uso de paquetes tecnológicos, sino, sobre todo, dar a las familias alternativas para dignificar su labor en el campo.

Tome hoy un buen café mexicano... porque con el cambio climático puede escasear

Obeimar Balente Herrera Grupo de Investigación en Zonas Cafetaleras de ECOSUR, CONACYT **Luis Martínez** Coordinadora Mexicana de Pequeños Productores de Comercio Justo **Luis Álvarez** Coordinadora Latinoamericana y del Caribe de Pequeños Productores y Trabajadores de Comercio Justo



Granos de café cultivados en México.



Diversificación productiva.

nóstico situacional de la cafeticultura en México frente al cambio climático, en especial de los productores organizados en el esquema de comercio justo. Este estudio fue liderado por la Coordinadora Mexicana de Pequeños Productores de Comercio Justo (CMCJ), la Coordinadora Latinoamericana de Pequeños Productores de Comercio Justo (CLAC), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

El sistema de comercio justo de pequeños productores en México está integrado por 36,000 familias, las cuales están organizadas en 48 cooperativas. Éstas se caracterizan, según el estudio, por tener cinco miembros, menos de cinco hectáreas de terreno y solo un hijo que se quedaría cultivando el cafetal. Las familias no siembran café solo en sus parcelas, también cultivan una enorme variedad de plantas para el consumo propio y el intercambio, destacando las más de diez variedades de plátano, diversos tipos de aguacate y cítricos. Del mismo modo, crían animales de traspatio y trabajan la apicultura.

Los principales problemas que enfrentan las familias cafecultoras en orden de importancia son: plagas y enfermedades, fenómenos climáticos, baja productividad de los cafetales y, desde este año, bajos precios en el mercado internacional. Ante ello se esmeran por realizar mejores labores culturales de limpia y poda y renuevan sus cafetales con variedades tolerantes a la roya. Las familias que llevan más tiempo como socios de alguna organización son las que aplican más estrategias para hacer frente a estas problemáticas.

En la cafeticultura convencional, con el cambio a variedades tolerantes a la roya, derivadas del híbrido de timor, las familias también disminuyeron la sombra en sus cafetales pues soportan menos sombra que las tradicionales. Por el contrario, las familias socias de comercio justo y sus organizaciones, están experimentando con variedades criollas que muestran tolerancia a la roya pero que también les permiten mantener los

cafetales con buena sombra (entre 40 y 50%) y conservar la calidad en su taza de café. Lo anterior es importante porque la sombra protege a la tierra de la erosión y reduce sobremanera el riesgo de deslaves para las poblaciones cercanas.

Así, los cafetales cultivados con sombra diversa benefician no sólo a sus dueños, sino también a la sociedad, pues al asemejarse a una selva cultivada proporcionan agua, aire, preservan la tierra y ofrecen paisajes para el disfrute. Los cafetales con sombra están en sintonía con lo que de manera urgente nos pide hoy el Panel Intergubernamental del Cambio Climático de Naciones Unidas.

Los resultados del diagnóstico fueron compartidos y analizados con las organizaciones de comercio justo a través de talleres regionales participativos en los principales estados productores de café. En ellos se arribó a los siguientes temas, considerados como prioritarios para trabajar en el futuro: manejo holístico de plagas, renovación de cafetales, diversificación productiva, conservación y fertilidad de la tierra, inclusión social (infantil, juvenil, adultos vulnerables, mujeres), soberanía alimentaria y fortalecimiento organizacional.

Los socios y socias de las organizaciones de comercio justo afirman que el principal motivo por el cual están organizados es vender mejor su café y no caer con los intermediarios. Estas organizaciones cobran más importancia si consideramos que ahora tienen que realizar más labores de cultivo para hacer frente a los efectos del cambio climático y lograr que el fruto aromático llegue a la mesa de las familias junto con varios servicios ambientales.

Lo que corresponde a las y los consumidores para mantener el apoyo mutuo entre el campo y la ciudad es comprar en las cafeterías y expendios que ofrezcan **café de pequeños productores de comercio justo** para que con ello apoyemos a las familias cafecultoras del país para que mantengan el cafetal que nos da futuro. ☕

Los impactos del cambio climático llegaron al mundo del café. Las familias cafecultoras sufren en sus cultivos de sequías más prolongadas y de lluvias torrenciales que afectan su producción. Los escenarios de futuro próximo consideran una importante disminución de las áreas aptas para el cultivo café en México. Ante esta situación, es prioritario trabajar en: manejo holístico de plagas, renovación de cafetales, diversificación productiva, conservación y fertilidad de la tierra, inclusión social (infantil, juvenil, adultos vulnerables, mujeres), soberanía alimentaria y fortalecimiento organizacional.

Productores porcinos convierten el estiércol en gas natural

Griselda Lozada CIOAC *José Dolores López Domínguez*

Hace más de un año en la comunidad de San Bartolo Cuautlalpan, en Zumpango, Estado de México, un grupo de pequeños productores porcinos, afiliados a la organización campesina, CIOAC "José Dolores López Domínguez", decidió transformar los corrales de sus cerdos en una granja sustentable.

José Juan Chisco Limón, promotor de este proyecto y dirigente regional de la CIOAC JDLD en ese municipio, explicó que diariamente el estiércol de los animales se coloca en un biodigestor, con el fin de obtener gas natural y biofertilizante.

"En un contenedor colocamos una bolsa especial, conocida como biobolsa. Una parte va enterrada en el suelo y otra al aire libre. En ella, diariamente vertimos dos cubetas de excremento y cuatro de agua, que nos permite obtener de 4 a 5 horas diarias de gas natural, lo que equivale a un tanque de Gas L.P".

La historia de esta primera granja sustentable porcina no concluye ahí, ya que ahora 3 familias de Zumpango han desarrollado este tipo de proyectos en las comuni-

dades de San Juan Zitlaltepec, Santa María Cuevas y Xaltocan; en esta última hay 22 hembras en etapa reproductiva y un semental, lo que permite también la venta de lechones.

Esta granja productiva porcícola empezó a operar en mayo de este año y, a la fecha, ya está produciendo biofertilizante y gas natural.

"Cuando adquieres el biodigestor, la empresa que ofrece este servicio en México realiza la instalación de todo el sistema y hace la entrega de una estufa, que no sólo ahorra la compra de un tanque de gas, si no que permite a las familias tener combustible todo el tiempo; además de mantener la granja con un clima agradable, sobretodo en la noche".

La producción del biofertilizante, rico en minerales, ayuda al sano crecimiento de los cultivos y milpas, ya que al encontrarse libre de químicos resulta ser un fertilizante de mejor calidad que el que se vende en cualquier establecimiento.

Chisco Limón aseguró que, gracias a este sistema, las familias mejoran su economía, ya que

pueden cocinar hasta 100 tamales y un bote de ponche en un día, a fin de comercializarlos.

Otra de las grandes ventajas de estas granjas sustentables es que no permiten la generación de moscas, malos olores y contaminantes, a diferencia de lo que sucede con el estiércol normalmente, que reproduce gérmenes, contamina el agua y emite gases de efecto invernadero.

El sistema de Biobolsa transforma ese problema en un área de oportunidad para el pequeño productor porcino, ya que funciona como una extensión del estómago de los animales, que está llena de millones de bacterias que se alimentan de los nutrientes que están en el desecho, descomponiendo su forma molecular hasta transformarse en compuestos sencillos que pueden ser utilizados por las plantas como nutrientes.

De la biobolsa salen los influentes ya transformados en BIOL, un biofertilizante, mejorador de suelos, que produce mejores rendimientos en los campos de cultivo.

De igual manera, durante el proceso se genera un gas natural, rico en metano, llamado biogás



Un modelo de granja sustentable, en la que los residuos se aprovechan.

que se puede utilizar como energía para cocinar, calentar agua e incluso activar motores de energía eléctrica o mecánica.

El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica.

Es así como este sistema transforma una unidad porcina en una granja sustentable, que permite aprovechar todo lo que en ella se genera, desde la carne de los animales para el consumo humano hasta la producción de biogás y biofertilizantes.

La CIOAC, de la mano con otros pequeños productores de Mo-

relos y San Luis Potosí, ya está desarrollando otros sistemas para producir biogás y busca continuar impulsando este tipo de proyectos por todo el país, a fin de impulsar una organización campesina sustentable que beneficie a los agremiados y a la población en general, como ocurre en Zumpango con este grupo de familias emprendedoras y dispuestas a transformar sus granjas.

Por último, Chisco Limón detalló que cuando el gobierno tiene la sensibilidad de apoyar con el recurso del Programa Especial Concurrente a los pequeños productores, los proyectos se pueden desarrollar sin complicación y se puede seguir apoyando a las familias campesinas. 🍷



Diariamente el estiércol de los animales se coloca en un biodigestor, con el fin de obtener gas natural y biofertilizante.

La agricultura retorna a su esencia natural

Daniel Moss Director del AgroEcology Fund Mark Bittman Escritor sobre temas de comida, cocina y políticas alimentarias

Cultivar la tierra sin considerar los impactos ambientales ha sido el modelo bajo el cual ha venido funcionando gran parte del sistema de producción de alimentos en el mundo occidental durante, al menos, los pasados 75 años. Los resultados no han sido agradables: suelos agotados, aguas contaminadas con químicos, agricultura familiar campesina en riesgo, deterioro de la salud pública y más. Pero existe un nuevo enfoque que combina innovación y tradición, uno que podría transformar la forma en que producimos alimentos. Se llama agroecología y coloca la ciencia ecológica en el centro de la agricultura. Es un movimiento que está despegando fuertemente a nivel global.

Representantes de más de 70 países se reunieron en abril de 2018 en Roma para debatir sobre este enfoque que busca crear un sistema alimentario mundial más saludable y sostenible. Estuvimos ahí. Fue una reunión estimulante y alentadora; más aún cuando José Graziano da Silva, director general de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), exhortó a alcanzar “un cambio transformador hacia una agricultura sostenible y sistemas alimentarios basados en la agroecología”.

La agroecología no es una ciencia complicada, simplemente, aprovecha al máximo los elementos que ya existen en la naturaleza, o en la finca, para cultivar alimentos. Pero en un sistema alimentario de 5 billones de dólares, dominado por empresas transnacionales cada vez más grandes, el posicionamiento del principal funcionario de la Naciones Unidas, de animar a los agricultores a que usen composta como fertilizante, a que atraigan a los polinizadores y depredadores de plagas agrícolas y tengan cultivos complementarios para la salud del suelo, es como una astilla en el dedo de una industria agrícola cínica fundamentalmente autorregulada. Esa una industria que nos haría creer que necesitamos tecnología de punta (por ejemplo, organismos genéticamente modificados) para cultivar una zanahoria.

Gran parte del mundo se está dando cuenta de los costos del enfoque industrial que caracteriza a la agricultura estadounidense, con su adicción a los productos químicos y al monocultivo. Un nuevo cál-



Mujeres podan ramas utilizando técnicas de regeneración natural de arboles en campos cultivados.

culo conocido como contabilidad de costos reales está cuantificando cifras en dólares de la “contribución” de la agricultura industrial a la erosión del suelo, el cambio climático y la salud pública. Al mismo tiempo, cada vez más países -impulsados por redes de pequeños y medianos agricultores como La Vía Campesina- están logrando cambios hacia políticas e inversiones que respaldan los sistemas alimentarios agroecológicos.

En India, el estado de Andhra Pradesh, donde habitan 50 millones de personas, está invirtiendo 200 millones de dólares para lograr que sus agricultores cultiven con base en una práctica agroecológica conocida como agricultura natural con cero costos. Esta práctica utiliza nutrientes de las mismas fincas para cultivar, evitando el uso de fertilizantes químicos costosos o pesticidas, que llevan a los agricultores a adquirir grandes deudas. Más de 100 mil agricultores están usando este método, y aproximadamente 500 mil agricultores en 3 mil comunidades lo utilizarán a finales de 2018, tres años antes de lo previsto, según los organizadores. El gobierno prevé invertir 2.3 mil millones de dólares para expandirlo a seis millones de agricultores en cinco años.

En África, el Centro Africano para la Biodiversidad, una organización de investigación y defensa de la

agroecología (la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional debería tomar nota).

En América, el Colectivo Agroecológico del Ecuador está fortaleciendo una red de ferias de productores para alcanzar un objetivo nacional que busca la soberanía alimentaria, consagrada en su Constitución. Más al norte, el presidente electo de México, Andrés Manuel López Obrador, ha respaldado un plan que busca que los principios agroecológicos sean la fuerza que guíe la agricultura mexicana.

Los países ricos también se están contagiando. Francia ha comprometido mil millones de euros para ayudar a la mayoría de sus agricultores a través de capacitación, apoyo, investigación y desarrollo, con el fin de adoptar prácticas agroecológicas para el 2025. En los Estados Unidos, el Programa de Buena Compra de Alimentos ha desarrollado un sistema que ayuda a ciudades y grandes instituciones a dirigir su poder de compra hacia alimentos cultivados a nivel local y de manera sostenible. Este programa ha sido implementado en ciudades como Los Ángeles, San Francisco y Chicago (esperamos que la ciudad de Nueva York sea la próxima, y muchas otras sigan su ejemplo).

Estas iniciativas son solo algunos de los muchos ejemplos en todo el mundo que buscan fomentar la agroecología, que en diversas ocasiones enfrenta un sistema liderado por la industria y lleno de subsidios agrícolas y corporativos que inclinan la balanza hacia los agronegocios y sistemas extensivos de monocultivos y dependientes de agrotóxicos.

La agricultura a gran escala reacciona ante la agroecología, desprestigiándola como algo bonito pero pintoresco que seguramente no logrará alimentar al mundo. Este ataque se puede interpretar como el reconocimiento del poder de la agroecología (por supuesto, la industria reconoce el poder de la agroecología, como lo prueba su creciente marketing verde). La agroecología se basa 100% en la ciencia y la experimentación en las fincas, enraizada en el conocimiento tradicional de las comunidades y las prácticas de los agricultores que conocen sus tie-

rras y cultivos, y los científicos que trabajan con ellos para mejorar sus prácticas agrícolas sostenibles.

En una comparación de 30 años, realizada por el Instituto Rodale, en producción orgánica y química de maíz y soya se encontró que, después de un declive inicial en los primeros años de transición de los cultivos con químicos, los cultivos orgánicos “se recuperaron e igualaron o superaron al sistema convencional”. En lugar de tratar el suelo como una mina a cielo abierto, estas prácticas regeneran la biodiversidad y la fertilidad del suelo.

Cultivar más y más maíz y soya por hectárea es un indicador terrible de éxito cuando se trata de destruir el suelo y dañar la salud. La agroecología mide su éxito con un criterio que incluye no solo kilos de producción y calorías, sino también cómo los alimentos nutren a las personas mientras regeneran el suelo y el agua y ayudan a más agricultores a ganarse la vida. Las técnicas agroecológicas también fijan carbono (los métodos industriales lo liberan); fomentan la diversificación de cultivos, que regeneran la diversidad del suelo en lugar de reducirla; conservan las variedades locales de semillas en lugar de reemplazarlas con variedades patentadas e inasequibles; respaldan las culturas alimentarias locales y sus poblaciones; apoyan a negocios locales que operan cerca de las fincas y crean trabajos.

La agroecología es más que un conjunto de técnicas limpias, es una filosofía que promueve la definición de cómo debe ser realmente un sistema alimentario. Si creemos que la producción de alimentos debe estar relacionada con mantener saludables a las personas y al planeta, no necesitamos nada más que cancelar el sistema industrial actual y crear uno que incluya garantizar la tenencia de la tierra para agricultores e indígenas, logrando que los mercados locales funcionen para los agricultores de pequeña y mediana escala, así como para los consumidores y los trabajadores, y que se pongan en práctica más políticas públicas, como el Programa de Buena Compra de Alimentos.

Lo que se debatió en Roma no se quedará en Roma. Este movimiento no solo es correcto, sino que está vivo y creciendo. 🌱

Gran parte del mundo se está dando cuenta de los costos del enfoque industrial que caracteriza a la agricultura estadounidense, con su adicción a los productos químicos y al monocultivo. Un nuevo cálculo conocido como contabilidad de costos reales está cuantificando cifras en dólares de la “contribución” de la agricultura industrial a la erosión del suelo, el cambio climático y la salud pública.

El pueblo *comca'ac* y su proyecto de futuro

Milton Gabriel Hernández García PNERIM-INAH



Las nuevas generaciones.

El pueblo “seri” se denomina a sí mismo *comca'ac*, que significa “la gente” y en singular a cada individuo que pertenece a este pueblo originario se le llama *Cmiique*, cuyo significado es “persona”. Punta Chueca (*Socaiix*) y Desemboque (*Haxöl ihom*) son las únicas dos comunidades *comca'ac* y se encuentran en los municipios de Hermosillo y Pitiquito, respectivamente. Cuentan con aproximadamente 1,200 habitantes y colindan con el Canal del Infiernillo (*Xepe Cosot*). Las autoridades tradicionales del pueblo *comca'ac* impulsan actualmente una agenda política que busca construir un proceso autonómico municipal y de autosubsistencia a partir de la pesca. Mediante un plan de acción, los *comca'ac* construyen un proyecto de futuro que busca materializarse a través de cuatro ejes fundamentales:

1) Creación de un “municipio *comca'ac*”. El territorio actual de los seris tiene una superficie de 205,886.77 hectáreas. La Isla Tiburón, bajo el régimen de propiedad de bienes comunales, tiene 118,951.74 has, y el ejido El Desemboque y su anexo, Punta Chueca, tienen 86,935 hectáreas, según el Registro Agrario Nacional. Cada una de las comunidades pertenece a un municipio distinto, cuyas cabeceras se encuentran muy distantes. Los habitantes de El Desemboque que deseen llegar a la cabecera del municipio de Pitiquito, deben recorrer alrededor de cuatro horas en vehículo en medio del desierto. Los habitantes de Punta Chueca tienen que recorrer dos horas de su comunidad hasta Hermosillo. Esto dificulta la comunicación y la coordinación con las autoridades municipales cuando es necesario resolver alguna problemática. Se ha convertido en un obstáculo para que el pueblo seri cuente con servicios básicos como agua potable o transporte público. Quien no tiene vehículo propio difícilmente puede salir del territorio a menos que consiga un raite con un vecino, con algún repartidor de refrescos o con algún funcionario que realice alguna visita rutinaria. Muchas personas han perdido la vida ante la imposibilidad de trasladarse al hospital más cercano. Además, el flujo de recursos destinados al desarrollo social es mínimo, lo que contrasta con la inversión pública que se destina a la ciudad de Hermosillo, que además de ser cabecera municipal, es la capital del estado de Sonora.

Para resolver esta problemática que es, además, la causa de muchas otras, el gobernador tradicional, Saúl Molina Romero, y el regidor étnico de El Desemboque, Francisco Fonseca Hoeffler, se han propuesto trabajar en coordinación con el próximo Instituto Nacional de Pueblos Indígenas para proponer una reforma a la constitución del estado de Sonora, a fin de que no sea necesario tener un mínimo de habitantes para conformar un municipio cuando se trate de los pueblos indígenas que se encontraban asentados antes de la colonización. Además, están trabajando en la propuesta para crear un “Municipio *comca'ac*”, la cual se someterá a consulta con las dos comunidades, según lo que establece el Artículo 6 del Convenio 169 de la OIT. Si la propuesta es aprobada en la consulta, se presentará a los ayuntamientos de Hermosillo y Pitiquito un proyecto de desincorporación de la superficie del territorio *comca'ac* de los polígonos que les pertenecen. Posteriormente, se presentará también al Congreso estatal la propuesta de creación del nuevo municipio, que incluirá a Punta Chueca y Desemboque como núcleos de población, así como las 205,886.77 hectáreas de su territorio. El acercamiento que se buscará con el INPI será fundamentalmente para que preste asesoría técnica y legal y para que garantice el respeto a sus derechos como pueblo en cada parte del proceso. Para ello se trabaja ya con el coordinador de la oficina de enlace *comca'ac* del gobierno electo, Gabriel Hoeffler Félix, quien ya ha sido gobernador tradicional de los seris.

2) **El derecho a la consulta como pueblo pesquero.** Este segundo eje tiene que ver con la demanda del pueblo *comca'ac* al Estado mexicano de que se respete su derecho a ser consultado acerca de la veda que la Secretaría de Agricultura, a través de la Dirección Adjunta de Investigación Pesquera en el Pacífico del Instituto Nacional de Pesca (Inapesca), impuso desde 2012 para la captura de jaiba, tiburón y mantarraya. Esta disposición vulnera sus posibilidades de subsistencia a partir de una práctica ancestral: la pesca artesanal. La veda deja a los pescadores sin posibilidad de captura año con año, entre los meses de mayo y agosto. Al respecto, dice Francisco Fonseca: “las decisiones de la autoridad no tienen base en estudios comprensivos de la flora

y fauna del territorio que nosotros habitamos y el cual protegemos desde épocas inmemoriales. Mi pueblo ha mantenido una relación sustentable con el mar desde la época prehispánica. Nosotros cuidamos de nuestra fuente de alimento como ninguna otra institución lo podría hacer y sin embargo somos víctimas de las decisiones tomadas por funcionarios, alejados de la realidad de los pueblos indígenas. Es necesario que el gobierno federal acate el Convenio 169 de la OIT y realice consultas antes de tomar decisiones que dejan a un pueblo indígena sin la capacidad de llevar comida a su mesa. Lo que queremos es asegurar una fuente estable de sustento para los miembros de la etnia, que durante 4 meses del año nos vemos en la necesidad de vivir del asistencialismo a causa de una veda desproporcional, que no refleja la situación de la fauna en nuestros mares”.

3) **Infraestructura para la pesca y valor agregado.** Como la inmensa mayoría de los pueblos pesqueros de país, los seris enfrentan desventajosamente el mercado, debido a que trabajan con productos altamente perecederos y a que no cuentan con infraestructura para almacenar y refrigerar sus capturas marinas. Ello obliga a los pescadores de Punta Chueca y Desemboque a terminar aceptando los precios que les imponen los intermediarios. Desde el 2011 se han realizado gestiones para implementar nuevas tecnologías que les permitan fabricar hielo y construir cuartos fríos de almacenaje, sin que hasta el momento se haya concretado esta iniciativa. De existir esta infraestructura, uno de los pilares de la economía comunitaria, la jaiba, podría ser precocida y almacenada a bajas temperaturas para ser sacada a la venta cuando las condiciones en el mercado sean más favorables. Tanto los pescadores afiliados a la cooperativa como los que trabajan de manera libre podrían ser altamente beneficiados con la creación de un cuarto frío y una procesadora de productos marinos.

4) **Vivienda y servicios básicos.** El cuarto eje es la gestión de servicios básicos. Ambas comunidades carecen de agua potable y drenaje. Durante muchos años el Instituto Nacional Indigenista y posteriormente la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas abastecieron al pueblo seri de agua a través de pipas, pero desde hace años fue retirado este apoyo. La planta desaladora de agua marina que se encuentra en Punta Chueca no logra abastecer ni siquiera a la población de la comunidad. El pozo que se encuentra en Desemboque está en muy mal estado. Precisamente en los meses de la veda, ante la falta de pago les es cortada la energía eléctrica que abastece la bomba del pozo, por lo que se quedan sin agua. Esporádicamente llegan pipas enviadas por los gobiernos municipales. Esta situación ha dejado a ambas comunidades sin agua hasta por quince días. Por otro lado, la mayoría de las casas construidas en la década de los setenta se encuentran muy deterioradas, con riesgos estructurales, por lo que es urgente la puesta en marcha de un plan emergente de vivienda para todo el pueblo *comca'ac*, con materiales térmicos apropiados para un clima en extremo frío o en extremo caluroso, según el mes del año.

Los y las integrantes de la Nación *comca'ac* han sido un pueblo nómada, pescador de las aguas del Golfo de California y recolector del desierto de Sonora. Pero, sobre todo, han sido un pueblo guerrero que ha resistido a lo largo de muchos siglos para defender su territorio. Hoy se enfrentan a un complejo proceso de cambio y negociación para adaptarse al mundo moderno sin dejar de ser lo que han sido. Las nuevas generaciones, que se han nutrido de la tradición y también han desarrollado habilidades “para comprender a los blancos de afuera”, tendrán la tarea de asegurar el futuro de su pueblo a partir de un profundo diálogo con los hombres y las mujeres de sabiduría. 🐟

Como la inmensa mayoría de los pueblos pesqueros, los seris enfrentan desventajosamente el mercado, debido a que trabajan con productos altamente perecederos y no cuentan con infraestructura para almacenar y refrigerar sus capturas. Ello los obliga a terminar aceptando los precios que les imponen los intermediarios.