

BIOLOGÍA SINTÉTICA: LA BIOECONOMÍA DEL DESPOJO Y EL HAMBRE



Para mayor información consultar <http://www.etcgroup.org/issues/synthetic-biology/es>

La biología sintética representa un avance de tipo cuántico en la biotecnología y va más allá de transferir genes entre especies: busca construir microorganismos auto-replicantes, completamente nuevos, que tengan el potencial (parcialmente probado-parcialmente teórico) de convertir cualquier biomasa o insumo de carbono en cualquier producto que pueda fabricarse a partir de carbono fósil, y mucho más. En otras palabras, desde la perspectiva de la biología sintética, el recurso base para el desarrollo de materiales comercializables y “renovables” (que no sea petróleo) no lo encontramos en el 23.8 % de la biomasa terrestre que usamos y comercializamos anualmente, sino en el otro 76.2% de la biomasa que ha permanecido hasta hoy fuera de la economía del mercado.¹

La biología sintética ya atrajo la atención de Naciones Unidas y de los gobiernos. Dicha tecnología estuvo en la agenda del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU durante su reunión en Hyderabad, India, a mediados de octubre de 2012, y allí los gobiernos acordaron continuar monitoreando la tecnología e informar sobre ello en las reuniones futuras del CBD.²

De entrada, una nueva plataforma de manufactura basada en la “reprogramación” de formas de vida suena como ciencia ficción y como algo muy lejano de las realidades de la agricultura en el Sur global. Sin embargo —como en previas revoluciones agrícolas e industriales— la industria de la biología sintética, desarrollada en Norte está cambiando el panorama económico para los agricultores del Sur (y a una velocidad más grande), detonando una nueva ola de acaparamientos de tierra (para la biomasa) y compitiendo por arrebatarse el mercado de commodities del que muchas economías del sur han dependido por décadas o siglos. Al tiempo que motiva el acaparamiento de biomasa, está incrementando el valor económico del gas natural mediante controvertidos procesos de “fracking”: microbios sintéticos están siendo rediseñados para usar gas natural como su fuente de carbono.³

La biología sintética en números

EN 2012, la industria de la biología sintética evolucionó para convertirse en un sector global, bien financiado y en rápida expansión con productos ya en el mercado y muchos más en preparación para aparecer ante el público en los próximos dos o tres años.

- **Crecimiento veloz** : Según BCC Research, las ventas de productos fabricados con biología sintética tuvieron un valor de \$ 1,600 millones de dólares en 2011 y se espera que crezcan a \$10,800 millones de dólares para 2016.⁴ Un estudio reciente identificó casi 3 mil investigadores activos dedicados a la biología sintética en 40 países, financiados por 530 entidades diferentes —principalmente en Estados Unidos, Europa, China y Japón.⁵
- **Cambio de foco**: Tres cuartas partes de la actividad de la biología sintética se ha enfocado al desarrollo de microbios artificiales para producir la siguiente generación de biocombustibles, bioplásticos y compuestos químicos por parte de las empresas de energía y químicas (tales como BP, Shell, DuPont, Total).⁶ Sin embargo, la industria está cambiando rápidamente de foco hacia la producción de materiales que se obtenían de productos botánicos —caucho, saborizantes, fragancias y aceites esenciales así como productos medicinales naturales. La nueva ola de inversionistas la integran las compañías de cosméticos, aditivos y fragancias más grandes del mundo, fabricantes de fármacos y procesadores de ingredientes para alimentos (Novartis, Givaudan, International Flavours & Fragrances Inc., Roquette Frères).⁷ La ola más reciente en las configuraciones empresariales de la biología sintética se refiere a la transformación del gas natural en productos de alto valor.⁸
- **Los jugadores grandes**: Una investigación realizada por el Grupo ETC y organizaciones aliadas en 2011 encontró que, sobre todo, los líderes en inversión global y los desarrolladores de los productos de biología sintética siguen siendo seis de las 10 más grandes empresas químicas, seis de las 10 más grandes compañías energéticas, seis de los 10 principales comercializadores de granos y las siete farmacéuticas más grandes del mundo.⁹ Muchas de esas en colaboración con jugadores financieros que en su turno han invertido muchos miles de millones de dólares en capital social en más de 100 empresas de biología sintética especializadas que comienzan.
- **Ya a la venta**: El grupo ETC encontró más de 20 diferentes productos que ya se comercializan o que serán lanzados al mercado en 2013. Ejemplos de productos de biología sintética ya en el mercado incluyen dos bioplásticos derivados del maíz, que venden DuPont y la compañía Archer Daniels Midland; el sabor a toronja “natural” que vende Allylix Inc de Estados Unidos; ácido shikímico derivado sintéticamente, ingrediente clave en el fármaco tamiflu, y un suavizante cosmético, escualeno, así como un biodiesel derivado de azúcar que vende Amyris Inc en Brasil. Ver el anexo para la lista completa.

Habilitando el acaparamiento de biomasa

No es coincidencia que la industria de la biología sintética surja en el contexto del entusiasmo de los gobiernos de la OCDE por implementar un nuevo programa industrial apodado “la bioeconomía” (o economía de base biológica).

La visión que da espíritu a la bioeconomía plantea el cambio de materias primas básicas para la manufactura, como petróleo, carbón y gas hacia material vegetal, teóricamente renovable, vivo, tal como azúcares, aserrín, algas y pastos, materiales a los que se llama colectivamente “biomasa.” Así como el etanol derivado del azúcar se ha abierto cancha en la producción de combustibles, se espera que el modelo se expanda hacia otros combustibles más eficientes y hacia otros sectores como la química.

Aunque la bioeconomía se vende como el camino hacia el futuro —verde y post-petrolero— lo que frecuentemente no se toma en cuenta es que la producción basada en la biomasa requiere insumos masivos. Como hemos visto con la primera generación de agrocombustibles, la saga por la biomasa conducirá inevitablemente hacia los trópicos, donde crece y se reproduce el 86% de la biomasa del planeta, y donde la energía solar, el agua y el suelo fértil son abundantes o (al menos) baratos.¹⁰

- La “próxima generación” de biocombustibles es pura biología sintética. Mientras los precios de los alimentos se disparan a niveles récord y 40% de la cosecha de maíz de Estados Unidos (15% de la cosecha global) sigue utilizándose para producir etanol, once países de la OCDE renuevan esfuerzos para “alejarse” de los cultivos la producción de biocombustibles, hacia la llamada “próxima generación” de carburantes de alto rendimiento (derivados de celulosa, aserrín, algas y microalgas). Tanto la Unión Europea como Estados Unidos ya mandataron que la siguiente generación de combustibles se mezcle con los biocombustibles existentes y están destinando cientos de millones de dólares para que esta nueva industria de “próxima generación” se coloque. En todos los casos, la biología sintética es clave. Según *Biofuels Digest*, su lista anual de las compañías más importantes en bioenergía y bioquímicos son mayormente las empresas de biología sintética o las que usan enzimas y microbios desarrollados mediante biología sintética.¹¹
- **La carrera por Brasil, África y más allá.** Aunque la industria de la biología sintética nació en los laboratorios de Europa y Norteamérica, la biomasa tropical es esencial para su expansión. Brasil es actualmente la fuente de biomasa preferida por la industria para alimentar microbios sintéticos, aunque África y otros “rincones” del planeta están en la mira. La industria líder Amyris Inc., (financiada por Total, Shell, Procter & Gamble y otros) está bien establecida en Brasil con dos de sus plantas, así como un puñado de empresas de capital compartido que procesan caña de azúcar en un biodiesel comercial y un producto humectante cosmético llamado escualeno. El director ejecutivo de Amyris Inc., John Melo explica su plan de negocios futuro:

“La visión que tenemos es que existe una oportunidad fantástica para ayudar a algunos países de África a que desarrollen una nueva industria, digamos, explorando algo de la tierra agrícola con la que cuentan.”

– John Melo, Amyris Inc.¹²

También en Brasil se encuentran LS9 construyendo instalaciones para la biología sintética (con respaldo de Procter & Gamble), Solazyme (con apoyo de Chevron), Codexis (financiada por Shell) y Butamax (con dinero de BP y DuPont). LS9 (que convierte azúcar en gasolina utilizando microbios sintéticos) está planeando construir instalaciones mucho más grandes que cualquier refinería existente en Brasil y en el mediano plazo espera poder llevar este mismo modelo a cualquier lugar en los trópicos:

“Tenemos planes para locaciones múltiples, de modo que la capacidad total sea de 299 mil a 500 mil toneladas por año en la fase de producción máxima en el plazo 2017-2018. Nuestra primera inversión será en las regiones productoras de azúcar con abasto asegurado en América Latina. Una vez comercializado, la expansión natural será hacia la inversión en otras regiones ricas en material prima en Asia, Norteamérica y Europa.” – Gary Juncosa, Vicepresidente de química de LS9.¹³

- **En primer lugar: acaparar el azúcar y la celulosa:** El insumo que eligen en primer lugar las empresas de biología sintética ha sido la caña de azúcar, que es la fuente de biomasa terrestre que se reproduce a mayor velocidad. No solo brinda un substrato fácil de fermentar para que los microbios sintéticos se alimenten, sino que también el bagazo restante es alto en celulosa (un azúcar derivado de la madera). Las compañías de biología sintética como Codexis han logrado desarrollar enzimas para transformar el bagazo incrementando así el valor de la caña.¹⁴ El foco en la caña de azúcar como insumo para la producción de biocombustibles se empata con las actuales tendencias en el acaparamiento de tierras en los trópicos como lo ha informado GRAIN y The International Land Coalition (ILC). El ILC reporta que 78% de las transacciones de tierras registradas son para producción agrícola, de la cual tres cuartas partes son para biocombustibles.¹⁵ GRAIN informa que la mayoría de los acaparamientos de tierra es para plantaciones de caña de azúcar particularmente en el este de África (Mozambique), en América Latina y el sureste de Asia (Camboya).¹⁶ Sin embargo, los acaparamientos de tierras para la celulosa de los bosques (como el eucalipto) también están aumentando.
- **Muy pronto: acaparamiento de desiertos y costas:** Si bien el objetivo principal de los acaparamientos ha sido apropiarse de la mejor tierra agrícola y de los bosques, la capacidad que presume la biología sintética para convertir otras fuente de biomasa en productos puede incluir otro tipo de territorios en esta tendencia global de despojo. La producción de biocombustibles a partir de algas está recibiendo miles de millones de dólares de la industria, principalmente en la modificación de algas para volverlas más productivas, y la meta es poder cultivar algas en enormes estanques en medio del desierto, lo que potencialmente amenaza territorios que sí están habitados, por pueblos indígenas o comunidades nómadas. La compañía de combustible de algas Solazyme (cuyo insumo principal es el azúcar) ya está construyendo una planta con capacidad de 300 mil toneladas en Brasil¹⁷, mientras Synthetics Genomics Inc, con respaldo de Exxon está construyendo una granja a cielo abierto de 81 acres en la frontera entre México y Estados Unidos. Otra empresa de reciente formación, Bio Architecture Lab (BAL), con apoyo de DuPont y Statoil, ya desarrolló organismos sintéticos que transformarán diversas especies

de microalgas en combustibles celulósicos. BAL está operando una planta piloto en Chile, que cultiva algas de cuatro granjas en la costa chilena¹⁸, y reporta que está buscando otras locaciones en América Latina y Asia para expandir su producción. En octubre de 2012, BAL firmó un contrato de desarrollo con Xunshan Group, con sede en China, que es el mayor productor de algas pardas en el mundo.¹⁹ Si bien los acaparamientos costeros para la producción de biocombustibles derivados de algas “evitan” los conflictos por territorios, abren potenciales nuevos conflictos con los pescadores artesanales y otros productores tradicionales que viven en las costas.

Biología sintética – Biología sin tierra:

Desde el comienzo de la agricultura —y hasta la Revolución Industrial— la ruta hacia la riqueza y el poder se trazó sobre la propiedad de la tierra. Después de la Revolución Industrial —tiempo en el que la tierra mantuvo su importancia— el control de las tecnologías para la producción de bienes, ya fuera sobre o por debajo del terreno cobró más y más importancia. Para mediados del último siglo, el “dinero inteligente” asumió que a los habitantes de las comunidades —ya fueran mineros o agricultores— debería permitírseles trabajar la tierra mientras las industrias controlaban las tecnologías, corriendo así un menor riesgo.

Hace pocos años GRAIN produjo una investigación “demoledora” en la que expuso el patrón global de acaparamientos de tierras públicos y privados que presentaban una enorme amenaza al bienestar de los pueblos en las zonas rurales. En el contexto del caos climático, la única tierra de la que estamos seguros tiene valor es aquella que cuenta con agua por abajo y una razonable cantidad de suelo fértil por encima. Si la calidad del agua o el suelo son inciertas, la tierra podría carecer de todo valor comercial. Más aún, incluso suelos y agua están disponibles, los efectos impredecibles del cambio climático pueden hacer que las ganancias sean tan vulnerables que desalienten las inversiones. A largo plazo, entonces, parece que la apuesta convencional que hacen las corporaciones en el sentido de que quienes controlen las tecnologías controlarán el valor de la tierra, prevalece. La biología sintética ofrece a los inversionistas corporativos un argumento muy atractivo: que serán capaces de convertir casi cualquier biomasa en casi cualquier producto. Quienes son dueños de los microbios artificiales pueden estar seguros de que vendrán ganancias, sin importar para donde soplen los vientos climáticos.

Para comprender en amplitud la dimensión de los modernos acaparamientos de tierras, necesitamos entender, monitorear y cuestionar también a la biología sintética.

Más allá del acaparamiento de tierras — acaparamiento de materias primas

La industria de la biología sintética se enfocó durante sus primeros cinco años en desarrollar la capacidad para transformar la biomasa en combustibles y químicos comercializables, impactando negativamente, ya desde entonces, a los habitantes en sus territorios, forzándolos a cultivar “insumos industriales”. Sin embargo cubrir la enorme demanda de combustibles líquidos mediante biología sintética no era más fácil que mediante los derivados del petróleo: las compañías de biología sintética, una tras otra han encontrado técnicamente difícil producir

compuestos para vender en gran escala económicamente viables, de modo que comenzaron a buscar mercados muy valorizados que requirieran producciones más limitadas y que entonces la tecnología fuera más capaz de satisfacer la demanda. Los próximos cinco años podríamos presenciar una doble agresión a las comunidades que habitan los territorios, pues la industria incrementa la producción de biocombustibles al mismo tiempo que irrumpe con otra serie de productos especializados muy valiosos, los cuales son producidos y vendidos actualmente por campesinos en el Sur global.

El comercio de “productos naturales botánicos” se refiere a un mercado actual de 6,500 millones de dólares²⁰ por compuestos obtenidos de la biodiversidad agrícola y forestal del mundo: van desde mercancías a granel como la seda, el caucho y los ingredientes tropicales a los saborizantes, las fragancias y productos medicinales que incluyen vainilla, azafrán, jazmín, tumérico, regaliz y codeína.

Esos compuestos, conocidos por quienes trabajan en biología sintética como “metabolitos secundarios” son resultado de complejas rutas metabólicas que hoy en día pueden programarse en laboratorio para forzar a ciertos microbios o microbios sintéticos a que produzcan el compuesto “natural” de interés. Puesto que muchos de estos productos tienen un alto valor comercial y solo necesitan ser cosechados en cantidades relativamente pequeñas para cumplir la demanda, la industria de la biología sintética está usurpando esos mercados como una forma infalible de obtener ganancias. Compañías como Amyris, Solazyme, Evolva y Allylix están asociándose con las empresas de cosméticos e ingredientes y prometen fermentar en enormes cubas los mismos compuestos que actualmente se obtienen de los bosques tropicales. En el proceso, están arrastrando el precio y compitiendo directamente con los productores campesinos. Las mismas compañías también están patentando las “rutas metabólicas” que cubren la producción de cientos o diferentes compuestos a la vez.²⁰ Algunos compuestos biosintetizados ya salieron al mercado y muchos otros están en preparación. Entre los objetivos a corto plazo se encuentran:

- **Isopreno de caucho:** La producción de un “equivalente” mediante biología sintética podría afectar la cadena de suministro tanto para el caucho natural como sintético. La supervivencia de 20 millones de familias campesinas, mayormente en Asia depende del caucho natural (el mercado del isopreno tiene un valor de \$ 2 mil millones de dólares por año).²¹
- **Ácido láurico y mirístico:** Derivado de los aceites de palma y coco, son el núcleo de la industria oleoquímica con valor de \$ 3,900 millones de dólares²² y su reemplazo mediante biología sintética podría devastar economías a lo largo de Asia, África y Sudamérica.
- **Artemisinina:** Compuesto anti malaria que actualmente se obtiene de cultivos en Asia y África (mercado con valor de ~\$90 millones de dólares anual).²³ En abril de 2013, la gigante farmacéutica Sanofi anunció que lanzaría una versión “semi-sintética” al mercado, producida mediante biología sintética.
- **Azafrán:** es la especial más costosa del planeta. Irán produce aproximadamente 90% del azafrán del mundo, tiene un mercado de exportación a más de 40 países, con valor de \$ 660 millones de dólares por año.²⁴

- **Escualeno:** Humectante cosmético que se obtenía del hígado del tiburón y que actualmente se cosecha en las aceitunas del mediterráneo y en el amaranto de Sudamérica.
- **Patchouli** –Esta popular fragancia se cultiva en el Sureste de Asia. Indonesia es el productor más grande, cultiva 20 mil hectáreas de la planta y produce unas 500 toneladas por año.²⁵
- **Vainillina:** El mercado mundial de la vainilla tiene un valor de \$240 millones de dólares por año. La cultivan más de 200 mil familias en Indonesia, China, México, Uganda, República Democrática del Congo, Tanzania, Polinesia Francesa, Malawi, Tonga, Turkía e India.
- **Aceite de vetiver:** Un ingrediente esencial de las fragancias, usado en muchos cosméticos. Solamente en Haití 60 mil familias dependen de la producción de vetiver con valor de unos \$ 10 millones de dólares por año.²⁶

Notas

- ¹ 23.8% es el porcentaje global de la biomasa apropiada por las actividades humanas anualmente. Ver Haberl et al., "Global human appropriation of net primary production (HANPP)," en *The Encyclopedia of the Earth*, 29 de abril de 2010
- ² Decisión UNEP/CBD/COP/DEC/XI/11 párrafos 3 y 4; 5 de diciembre de 2012, DECISION ADOPTADA POR LA CONFERENCIA DE LAS PARTES EN EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN SU 11ª REUNIÓN XI/11. "Cuestiones nuevas e incipientes relativas a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica." <http://www.cbd.int/cop11/>.
- ³ Ver, por ejemplo, la tecnología de gas a líquidos desarrollada por Calysta: Green Car Congress, "Calysta Energy engineering organisms to convert methane to low-cost liquid hydrocarbons; BioGTL process," 22 de octubre de 2012: <http://www.greencarcongress.com/2012/10/calysta-20121022.html>.
- ⁴ BCC Research, "Synthetic Biology: Emerging Global Markets", noviembre de 2011 <http://www.bccresearch.com/report/global-synthetic-biology-markets-bio066b.html>
- ⁵ Oldham P, Hall S, Burton G (2012) *Synthetic Biology: Mapping the Scientific Landscape*. PLoS ONE 7(4): e34368. 23 de abril de 2012. doi:10.1371/journal.pone.0034368
- ⁶ BCC Research, "Synthetic Biology: Emerging Global Markets" November 2011 <http://www.bccresearch.com/report/global-synthetic-biology-markets-bio066b.html>
- ⁷ Melody M. Bomgardner, "The Sweet Smell of Microbes" *Chemical And Engineering News* 16 de julio de 2012, Volumen 90 No. 29 | pp. 25-29
- ⁸ Ver Jim Lane, "The Gas Rush: Calysta Energy aims for high-value markets via unconventional natural gas" en *Biofuels Digest*, 22 de octubre de 2012. <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/10/22/the-gas-rush-high-value-markets-may-open-for-unconventional-natural-gas/>
- ⁹ Ver International Civil Society Working Group on Synthetic Biology "Contribución al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) del Convenio sobre Diversidad Biológica", octubre de 2011 –en línea <http://www.cbd.int/doc/emerging-issues/int-civil-soc-wg-synthetic-biology-2011-013-en.pdf> (inglés y español).

-
- ¹⁰ Aaron Ruesch y Holly K. Gibbs, "New IPCC Tier-1 Global Biomass Carbon Map For the Year 2000," Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee:
http://cdiac.ornl.gov/epubs/ndp/global_carbon/carbon_documentation.html.
- ¹¹ Jim Lane, "The 50 Hottest Companies in Bioenergy for 2012-13 are announced" *Biofuels Digest*, octubre de 2012.
<http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/10/30/the-50-hottest-companies-in-bioenergy-for-2012-13-are-announced/>
- ¹² John Melo, Nasdaq CEO Shareholder series, Video-entrevista, septiembre de 2010.
<http://www.shareholder.com/visitors/event/build2/mediapresentation.cfm?companyid=NSDSIG&mediaid=44068&mediauserid=4760447&player=2>
- ¹³ Doris de Guzmán, "Sugar fatty alcohols near commercialization" *ICIS Chemical Business News* 22 de abril de 2012.
<http://www.icis.com/Articles/2012/04/20/9552164/sugar-fatty-alcohols-near-commercialization.html>
- ¹⁴ Jim Lane, "Bagasse – The Big Prize," en *Alt Energy Stocks*, 29 de noviembre de 2011:
http://www.altenergystocks.com/archives/2011/11/bagasse_the_big_prize_1.html.
- ¹⁵ International Land Coalition, "Land Rights and the Rush for Land – Resumen. Resultados del Global Commercial Pressures On Land Research Project," 2012:
http://www.landcoalition.org/sites/default/files/publication/1205/GSR%20summary_ENG.pdf.
- ¹⁶ Comunicación personal con Devlin Kuyek de GRAIN, septiembre de 2012. Para información extensa y reciente de los 293 acaparamientos de tierras relacionados con biocombustibles, por un total de 17 millones de hectáreas, ver GRAIN, "Land Grabbing for Biofuels Must Stop," 21 de febrero de 2013:
<http://www.grain.org/article/entries/4653-land-grabbing-for-biofuels-must-stop>.
- ¹⁷ Boletín de prensa de Solazyme "Solazyme Bunge Renewable Oils Joint Venture Receives Funding Approval from Brazilian Development Bank," 16 de enero de 2013.
- ¹⁸ Boletín de prensa de BAL, "Bio Architecture Lab Breaks Ground on Seaweed-to-Advanced Biofuels Experimental Pilot Facility in Chile," 16 de diciembre de 2011: <http://www.balab.com/pdf/BALPilotFacility.pdf>.
- ¹⁹ Boletín de prensa de BAL, "Bio Architecture Lab Technology Partners With Xunshan Group to Develop Integrated Bio-Refinery for Fuels, Chemicals & Co-Products From Brown Seaweed," 20 de octubre de 2012:
<http://www.marketwire.com/press-release/bio-architecture-lab-technology-partners-with-xunshan-group-develop-integrated-bio-refinery-1719353.htm>.
- ²⁰ Grupo ETC, "Synthetic Biology's Impact On Livelihoods And Sustainable Use Of Biodiversity Pathways To Disruption?" 2012: http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/SBSTTA_SYNBIO_SUMMARY-1.pdf.
- ²¹ International Rubber Study group, "Statistical Summary of World Rubber Situation:"
<http://www.rubberstudy.com/documents/websitedata.pdf>.
- ²² Frost y Sullivan "Oleochemicals to Benefit from Demand for Sustainable Chemicals, finds Frost & Sullivan," 29 de noviembre de 2012: <http://www.frost.com/prod/servlet/press-release.pag?docid=270074624>.
- ²³ Comunicación personal con Malcolm Cutter, Director de FSC Development Services and Project Manager of the MMV Artemisinin Programme, 24 de abril de 2012.
- ²⁴ Edison Investment Research, "Outlook: Evolve," 4 April 2012.
- ²⁵ FAO hoja de hechos sobre la producción de aceite de Patchouli <http://www.fao.org/docrep/X5043E/x5043E0i.htm>
- ²⁶ Comunicación personal con Michel Apollon, General Manager, Unikodese, Port-au-Prince, Haiti, 23 de abril de 2012.