

Febrero 2011

Núm 106

A la caza de “genes climáticos”

Los Gigantes Genéticos acumulan patentes sobre cultivos para enfrentar la crisis del clima

Amenaza total a la soberanía alimentaria y la biodiversidad

El problema: Las seis principales corporaciones agroquímicas y de semillas del mundo están solicitando en las oficinas de patentes derechos exclusivos sobre una gran diversidad de genes y secuencias genéticas vegetales, lo que les daría control monopólico sobre muchísimas plantas, cultivos y aspectos de su desarrollo supuestamente relacionados con la resistencia al estrés ambiental: problemas como sequía, calor, heladas, inundaciones, salinidad de los suelos y más. Esta tendencia podría desembocar en el control de la mayor parte de la biomasa vegetal del planeta, sin importar si ésta es aprovechada para alimentación, forraje, fibras textiles, combustibles o plásticos. Con el alegato de que están desarrollando cultivos “adaptados al cambio climático”, solución mágica a la crisis del clima, estas empresas presionan a los gobiernos para que abran la puerta a la que podría ser la más amplia y peligrosa oleada de patentes en la historia de la propiedad intelectual. ¿Pero servirán estas semillas y cultivos modificados tecnológicamente a las estrategias de adaptación que los agricultores necesitan desarrollar para resistir al cambio climático? Al contrario, estas tecnologías patentadas están destinadas a concentrar el poder de las corporaciones, elevar los costos, inhibir la investigación independiente y erosionar los derechos de los campesinos y agricultores a conservar e intercambiar sus semillas. Para los “Gigantes Genéticos”, la meta es convertirse en los “amos de la biomasa” mundial. El objetivo del cultivo de plantas ya no es alimentar a la gente, sino lucrar con la biomasa.

Los actores: 261 familias de patentes (que comprenden mil 663 solicitudes en todo el mundo), publicadas entre junio de 2008 y junio de 2010, que hacen referencia específica a una tolerancia al estrés abiótico en plantas (como la sequía, el calor, inundaciones y tolerancia al frío y la salinidad). Las solicitudes contemplan, en muchos casos, múltiples rasgos genéticos de diversos cultivos genéticamente modificados, e incluso de alimentos ya cosechados y productos para la alimentación animal. Seis corporaciones (DuPont, BASF, Monsanto, Syngenta, Bayer y Dow) y sus socios biotecnológicos (Mendel Biotechnology y Evogene) controlan 201 (77%) de las 261 familias de patentes (tanto en patentes otorgadas como sus solicitudes). Solamente DuPont, BASF y Monsanto acumulan 173 familias de patentes (el 66%).

El impacto: Las comunidades campesinas en el Sur global —quienes menos han contribuido a las emisiones de gases con efecto de invernadero— se encuentran entre las más afectadas por el caos climático. La oleada de patentes sobre cultivos “climáticos” —con rasgos supuestamente adaptados al clima— está absorbiendo dinero y recursos que podrían canalizarse a estrategias agrícolas encabezadas por campesinos y agricultores para sobrevivir al cambio climático y para la adaptación. Desarrollar y patentar “cultivos climáticos” es una apuesta por el control, no sólo de la seguridad alimentaria del mundo, sino también de la biomasa global en

curso de mercantilización. En medio de la confusión creada por el caos climático, los Gigantes Genéticos esperan facilitar la aceptación pública hacia los cultivos genéticamente modificados y hacer más lucrativo su monopolio de las patentes. Se trata, en realidad, de darle un nuevo giro a un problema viejo: nos dicen que los cultivos modificados con genes “adaptados al cambio climático” incrementarán la producción y alimentarán al mundo. Las plantas diseñadas para crecer en suelos pobres, con menos lluvia y menos fertilizantes significarán la diferencia entre la hambruna y la supervivencia para los agricultores más pobres. Para ganar legitimidad moral, los Gigantes Genéticos se están asociando con filántropos de alto nivel (Bill Gates, Warren Buffett), gobiernos de países como Estados Unidos y Reino Unido y grandes fitomejoradores (como el Grupo Consultivo en Investigación Agrícola Internacional, CGIAR) para promover la donación de genes libres de regalías y tecnologías a agricultores de escasos recursos, especialmente en el África Subsahariana. A cambio, estos generosos donantes esperan que los gobiernos del Sur global “aligeren la carga regulatoria” que podría obstaculizar la liberación comercial de los cultivos transgénicos, y que adopten leyes favorables a la propiedad intelectual en el campo de la biotecnología.

Lo que está en juego: El mercado global de un solo cultivo tolerante a la sequía, el maíz, está estimado en aproximadamente 2 mil 700 millones de dólares,¹ pero el Departamento de Agricultura de Estados Unidos predice que sólo el mercado global biotecnológico de las sustancias químicas y plásticos rebasará los 500 mil millones de dólares anuales hacia el año 2025.²

Las políticas: No existe ningún beneficio para la sociedad cuando los gobiernos permiten que seis corporaciones monopolicen la alimentación. Los genes “adaptados al cambio climático” son el pretexto detrás del cual se oculta el incremento en la dependencia de los agricultores respecto a los cultivos transgénicos, la amenaza sobre la biodiversidad y sobre la soberanía alimentaria. Los gobiernos deben suspender el otorgamiento de todas las patentes sobre rasgos y genes vegetales relacionados con el cambio climático. Debe hacerse una investigación completa de los impactos sociales y ambientales de esas nuevas variedades no probadas. El Grupo ETC urge a los organismos intergubernamentales a identificar y eliminar políticas agrícolas restrictivas como los regímenes de propiedad intelectual, los contratos y los acuerdos comerciales que se convierten en barreras al fitomejoramiento tradicional, al intercambio y conservación de semillas, al libre acceso al germoplasma. Esto es lo último que los agricultores necesitan en su lucha por adaptarse rápidamente a las cambiantes condiciones climáticas. Las estrategias encabezadas por campesinos y agricultores para sobrevivir al caos climático y para la adaptación deben reconocerse, fortalecerse y protegerse.



Perspectiva general: los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura y los sistemas alimentarios del Sur

Los científicos predicen que la mayoría de los habitantes más pobres del Sur global sufrirán los impactos más destructivos del cambio climático. El *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* de las Naciones Unidas advierte que las consecuencias del cambio climático podrían ser “apocalípticas” para los habitantes más pobres del mundo.³

El cambio climático inducido por el ser humano está desencadenando conmociones climáticas en todos los ecosistemas, que afectarán profundamente los cultivos, el ganado, la pesca y los bosques así como a los millones de personas cuyo sustento y formas de vida dependen de ellos. Los sistemas agrícolas y alimentarios en el sur de Asia y Sudáfrica serán los primeros y más fuertemente afectados. Eventos climáticos extremos (como aumentos de la sequía en las áreas semiáridas) ocasionarán pérdidas en los principales cultivos alimentarios, como maíz, trigo, arroz y otros. Estudios recientes sobre los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura del mundo en desarrollo brindan una perspectiva totalmente desalentadora:

- Un aumento de la temperatura de 3 a 4 grados centígrados podría provocar un descenso de 15 a 35 por ciento en el rendimiento de los principales cultivos en África y Asia Occidental, y entre 25 y 35 por ciento en el Medio Oriente, según un informe de la FAO publicado en marzo de 2008.⁴
- 65 países del Sur, en su mayor parte de África, están en peligro de perder hasta 280 millones de toneladas de su producción de cereales, valorada en 56 mil millones de dólares, como resultado del cambio climático.⁵
- Los aumentos de temperatura proyectados y los cambios en los regímenes de lluvias reducirán los periodos de crecimiento en más de un 20 por ciento en muchas partes del África subsahariana. Las comunidades más vulnerables de África son familias rurales de África del Este y Central, incluidos Ruanda, Burundi, Eritrea y Etiopía, así como Chad y Níger.⁶
- Los agricultores de las zonas semiáridas del África Subsahariana sufrirán un descenso de 25% en los ingresos por hectárea en el año 2060. Las pérdidas totales de ingresos, calculadas en 26 mil millones de dólares, superarían los niveles actuales de ayuda bilateral a la región.⁷
- Los rendimientos de arroz en Asia disminuirán drásticamente debido al aumento de las temperaturas nocturnas. En condiciones de mayor calor, la fotosíntesis se desacelera o cesa, la polinización no ocurre y comienza la deshidratación. Los rendimientos de los cultivos de arroz se reducen un 10% por cada grado Celsius de aumento de las temperaturas nocturnas⁸ según un estudio del Instituto Internacional de Investigación del Arroz.
- La mejor tierra para el trigo en el sur de Asia —la vasta planicie del Indo-Ganges que produce aproximadamente el 15% del trigo mundial— se reducirá 51% para el 2050 debido al aumento de calor, falta de agua y menores rendimientos. Una pérdida que aumentará el riesgo de hambre para más de 200 millones de personas.⁹
- América Latina y África sufrirán una reducción del 10% en la productividad del maíz

para 2055 equivalente a pérdidas de cultivos por un valor anual de 2 000 millones de dólares.¹⁰

- En América Latina, las pérdidas en la producción de maíz de temporal superarán mucho a las de la producción de riego; algunos modelos predicen pérdidas de hasta un 60% para México, donde aproximadamente 2 millones de pequeños agricultores dependen de la lluvia para el cultivo de maíz.¹¹

- Los parientes silvestres de los cultivos serán especialmente vulnerables a la extinción debido al cambio climático. Un estudio de especies de plantas silvestres relacionadas con los cultivos alimentarios estima que de 16 a 22% de los parientes silvestres del chícharo de vaca, el maní y la papa se extinguirán para el año 2055 y el alcance geográfico de las especies silvestres sobrevivientes se reducirá en más de la mitad.¹² Los parientes silvestres son una fuente vital de genes de resistencia para el futuro mejoramiento de los cultivos, pero su hábitat se ve amenazado y sólo un pequeño porcentaje de esas especies se guarda en colecciones de bancos de genes.

- En una escala de tiempo mucho mayor, de 2070 a 2100, los modelos de clima predicen cambios climáticos extremos y proyecciones impensables para la seguridad alimentaria: durante las últimas tres décadas de este siglo, la

temperatura media en muchos de los países más pobres del mundo superará lo que los mismos países experimentaron como las temperaturas cálidas más extremas entre 1900 y 2000. En otras palabras, los modelos predicen que las temperaturas más frescas de las estaciones de crecimiento de 2070 a 2100 superarán a las temperaturas más altas que hubo en el siglo pasado. En India, por ejemplo, entre 1900 y 2000 las temperaturas medias de la estación de crecimiento se mantuvieron entre 26 y 28°C; entre 2070 y 2100 se esperan entre 29 y 30 grados centígrados. En Kenia, las temperaturas medias han sido de 21 y 22 grados, para el final de este siglo (2070-2100) rondarán los 23-25°C.¹³

En un mundo en que tanto la biodiversidad como las formas de vida y sustento de las comunidades rurales tradicionales están amenazadas, surgen grandes preguntas. ¿Pueden las comunidades campesinas y las plantas y animales adaptarse con la suficiente rapidez como para responder al cambio climático? ¿Bastará el fitomejoramiento para enfrentar el caos climático? ¿El germoplasma y los rasgos de adaptación estarán a disposición de los agricultores y los fitomejoradores públicos en las regiones del Sur que más los necesitan? ¿Quién decidirá?

Terminología

¿Quiénes son los Gigantes Genéticos? Después de tres décadas de apresuradas fusiones y adquisiciones, solamente seis compañías, las llamadas Gigantes Genéticos, dominan el mercado de las semillas genéticamente modificadas así como los agroquímicos de los cuales dependen: Bayer, Syngenta, BASF, Dow, DuPont (Pioneer) y Monsanto.

Persecución intensa: la apropiación empresarial de los genes (y patentes) resistentes al clima

Para las mayores empresas de agroquímicos y semillas del mundo, la ingeniería genética es la solución técnica para combatir el cambio climático. Implica un enfoque de propiedad exclusiva que procura expandir un modelo agrícola industrial, muy divorciado de las realidades sociales y ambientales de las comunidades campesinas. También es un enfoque que no ha aprendido nada de la historia. Muchos de los problemas con los suelos salinos y la degradación del suelo, por ejemplo, se han visto exacerbados por el uso de sistemas de producción intensiva. Los Gigantes

Genéticos tienen toda su atención puesta ahora en la identificación y patentamiento de rasgos genéticos asociados con distintos tipos de estrés abiótico, para supuestamente capacitar a los cultivos para que hagan frente a los estreses ambientales relacionados con el cambio climático. El estrés abiótico se refiere a los distintos tipos de estrés ambiental que sufren las plantas tales como sequía, suelos salinos, carencia de nitrógeno, calor, frío, heladas, deficiencia de nutrientes, alta exposición a luz intensa, estrés anaeróbico y de ozono.

“Los agricultores de todo el mundo pagarán cientos de millones de dólares a los proveedores de tecnología para hacerse de esta característica [un maíz tolerante a las sequías]”. *Michael Mack, Director Ejecutivo, Syngenta, 21 de abril de 2010.*¹⁴

En 2008, el Grupo ETC identificó 532 documentos de patentes (tanto solicitudes como patentes emitidas) presentados en oficinas de patentes de todo el mundo para genes y rasgos tolerantes a estrés. Esas patentes, agrupadas en 55 familias, corresponden en su mayoría a patentes solicitadas u otorgadas a BASF, Monsanto, Bayer, Syngenta, DuPont y sus socios. Juntos, Monsanto y BASF tienen 27 de las 55 solicitudes de patentes (49%). Esto es importante porque Monsanto y BASF anunciaron en marzo de 2007 que formalizarían una sociedad de 1 500 millones de dólares para desarrollar cultivos que sean más tolerantes a condiciones ambientales adversas. Si bien Ceres, Inc. y Mendel Biotechnology son compañías

independientes, ambas realizan una investigación conjunta con Monsanto (y Monsanto tiene una participación accionaria en Mendel). Cuando se añaden las familias de patentes de Ceres, Inc. (4) y Mendel (3) a las de Monsanto y BASF, este consorcio de socios para la investigación acapara 34 de las 55 familias de patentes (62%). En los últimos dos años (entre el 30 de junio de 2008 y el 30 de junio de 2010) se observó un dramático incremento en el número de patentes publicadas (tanto las solicitadas como las concedidas) relacionadas con cultivos genéticamente modificados, “adaptados al cambio climático”. La nueva búsqueda arrojó como resultado **261 familias de patentes que incluyen mil 663 documentos de patentes .**

Glosario

¿Qué es una “**familia de patentes**”? Una familia de patentes contiene una serie de solicitudes de patente o de patentes concedidas, relacionadas entre sí que son publicadas en más de un país u oficina de patentes (incluyendo las jurisdicciones de patentes nacionales y regionales). Cuando se encuentran solicitudes de patentes o patentes otorgadas en la misma familia, ello significa que provienen del mismo inventor o que están referidas a la misma “invención”.

Nota: Nuestros hallazgos ofrecen apenas un “vistazo” del panorama de las patentes relativas a los genes y tecnologías “climáticos” a lo largo de un periodo de tiempo específico. Las oficinas públicas de patentes publican nuevas solicitudes de patente diariamente, por lo que el número de documentos cambia constantemente. Nuestro primer estudio examinó las solicitudes de patente y las patentes concedidas que fueron publicadas antes del 30 de junio de 2008, mientras que el segundo estudio consideró las publicadas al 30 de junio de 2010. Nuestra búsqueda de patentes identifica tanto solicitudes de patente como patentes otorgadas, en las que específicamente se mencionan o contemplan genes y tecnologías relacionadas con la tolerancia al estrés abiótico en las plantas. Sin embargo, nuestra búsqueda no fue exhaustiva, y es muy probable que algunas patentes y solicitudes de patente hallan sido pasadas por alto.

La investigación reciente del Grupo ETC brinda una lista de las 261 familias de patentes identificadas, que puede consultarse en nuestra página: www.etcgroup.org/en/node/5221. Este número no incluye las 17 familias de patentes para las que no hay designación del solicitante o beneficiario de la patente otorgada. A continuación un resumen:

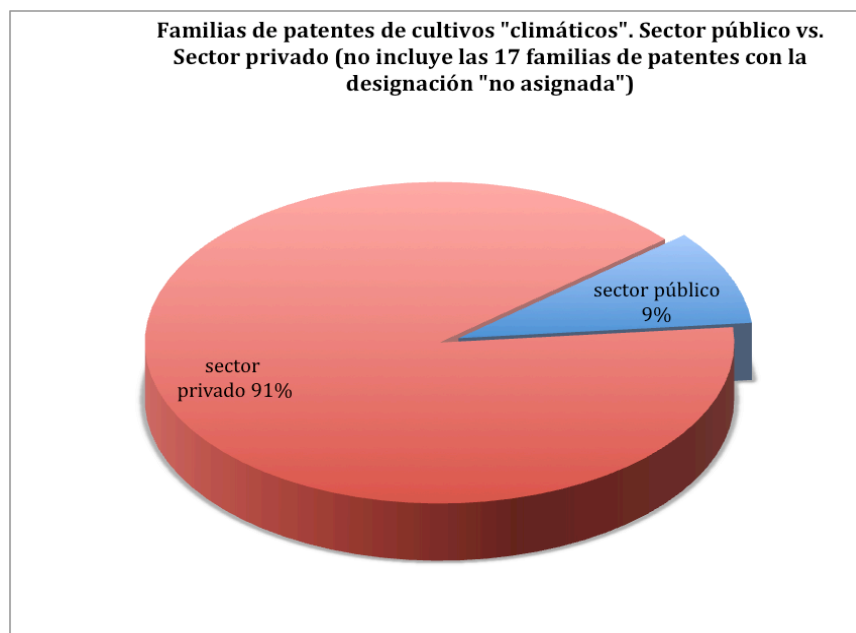
Veinte instituciones del sector público poseen 23 familias de patentes (9%). Se incluyen instituciones públicas beneficiarias

en Alemania, Argentina, Bélgica, Canadá, China, Estados Unidos, Francia, Holanda, India, Israel, Sudáfrica y Taiwán.

26 instituciones privadas poseen 222 familias de patentes (91%). Control corporativo: Las más grandes empresas y sus socios en el ramo de la biotecnología acumulan más de tres cuartas partes (201 o 77%) de las familias de patentes (tanto de las otorgadas como de las solicitadas).¹⁵ Tan sólo tres empresas —DuPont, BASF y Monsanto— acumulan dos terceras partes (173 o 66%). Al igual que en 2008, un pequeño grupo de corporaciones transnacionales en los ramos de la agroquímica y de las semillas son los principales actores en el campo de las patentes de genes “climáticos”. Al parecer, las empresas tienen diferentes estrategias para desarrollar rasgos “climáticos” en las plantas. Por ejemplo, DuPont posee numerosas patentes que en las que se hacen afirmaciones genéricas sobre “tolerancia al estrés abiótico” en cultivos de maíz y soya. En casi todos los casos, estas afirmaciones incluyen a los cultivos convencionales y a los transgénicos. Mientras tanto, BASF, Monsanto y sus socios biotecnológicos se concentran en secuencias genéticas presentes en múltiples genomas de plantas y que confieren algún tipo de tolerancia al estrés abiótico (generalmente, tolerancia a múltiples tipos de estrés). No es de sorprender que Bayer, Dow y otras empresas sigan una estrategia más orientada al desarrollo de sustancias químicas para

incrementar la tolerancia al estrés abiótico en plantas tratadas con agroquímicos de su propiedad (generalmente fungicidas). A

continuación, se presenta un desglose de las patentes por asignatario (propietario legal de la patente):

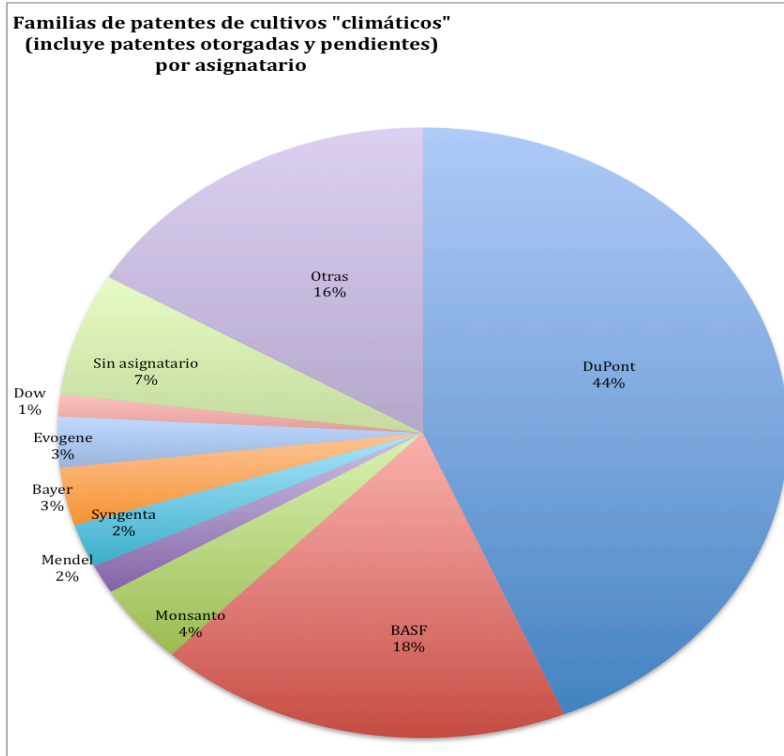


Reclamos de patentes sobre “cultivos climáticos”

Patentes (solicitudes y asignaciones) en 261 familias de patentes (Incluye 1,663 documentos de patentes)

(Del 30 de junio de 2008 al 30 de junio de 2010)

Asignatario	Número de familias de patentes	% del total	Número total de patentes solicitadas por familia	Número de patentes otorgadas por familia
DuPont	114	44	240	104
BASF (incluye CropDesign y Metanomics)	48	18	522	53
Monsanto (en colaboración con BASF)	11	4	122	3
Mendel Biotechnology (en sociedad con Monsanto y otras)	4	2	232	21
Syngenta	6	2	39	2
Evogene (socia de Bayer, Monsanto, DuPont, Limagrain)	8	3	64	1
Bayer	7	3	43	2
Dow	3	1	18	1
Sin asignatario	17	7	99	5
Otras	43	16	272	28
TOTAL	261	100	1663	221



Después de haber fracasado en convencer a un público reticente a aceptar los alimentos transgénicos, las compañías biotecnológicas ven en el cambio climático un filón de oro: la oportunidad de afirmar que la agricultura no puede ganar la guerra contra el cambio climático sin la ingeniería genética. En otras palabras, la industria aduce que los cultivos biotecnológicos ofrecerán medidas de adaptación vitales. En palabras de Keith Jones, de CropLife International (una organización apoyada por la industria sin fines de lucro), “*Los cultivos transgénicos son exactamente la tecnología que podemos necesitar para contrarrestar los efectos del calentamiento global*”.¹⁶ Con referencia al afán de su compañía por desarrollar un maíz tolerante a la sequía, el vocero de DuPont, Pat Arthur, dijo a *Scientific American*: “Éste es un rasgo [biotecnológico] más amigable para el consumidor que algunos de los otros que se han ofrecido”.¹⁷

La nueva coartada de la industria biotecnológica

Las solicitudes de patentes no muestran la viabilidad comercial de una tecnología sino dónde invierten las empresas tiempo, investigación y dinero. La gran mayoría de las patentes en este rubro se han otorgado o presentado en los últimos años, lo que indica que es un sector de investigación relativamente nuevo para las principales empresas de semillas y agroquímicos del mundo.

A fines de 2007, 130 científicos de 12 países se reunieron en Australia para el “Simposio de la genómica de la sequía”. Según información compartida en la reunión, se sabría que unos 50 genes pueden lograr tolerancia a la sequía cuando son sobre expresados (en plantas transgénicas).¹⁸ Monsanto, Bayer, Syngenta, Dow, BASF y DuPont tienen amplios programas de investigación en tolerancia transgénica a la sequía. Su investigación se centra en los

principales cultivos comerciales (especialmente maíz, soja, trigo) en zonas templadas. Los genes para la “corrección del clima” se venderán en variedades manipuladas genéticamente que contienen un creciente número de “rasgos combinados”, el total de los cuales estará sujeto a reclamos de patentes monopólicas. Las variedades tolerantes al clima conteniendo múltiples genes patentados provocarán un aumento de los precios de las semillas así como nuevos riesgos en materia de bioseguridad.

En una tentativa por ganar legitimidad moral para sus polémicas semillas transgénicas, los Gigantes Genéticos también se están asociando con capitalistas filantrópicos para desarrollar rasgos tolerantes al clima para el mundo en desarrollo. Monsanto y BASF, por ejemplo, trabajan con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y los programas de investigación agrícola nacional de Kenia, Uganda, Tanzania y Sudáfrica, para desarrollar maíz tolerante a la sequía. El programa se sustenta con 47 millones de dólares donados por la Fundación Bill & Melinda Gates. Monsanto y BASF acordaron donar a los investigadores africanos, libre de regalías, transgenes tolerantes a la sequía.¹⁹

¿Cómo funcionan —supuestamente— los cultivos climáticos?

Glosario:

GEN: El término "gen" se refiere a la unidad hereditaria física y funcional. Un gen es una secuencia ordenada de nucleótidos, situados en una posición espacial específica, en un cromosoma en particular (puede existir en una serie de formas alternativas llamadas alelos) que codifica un producto funcional específico (por ejemplo, una proteína o la molécula ARN). Sin embargo, la correlación entre rasgo y gen es compleja. La combinación de genes es una determinante importante en el desarrollo de los caracteres de una planta. La mayor parte de los rasgos de una planta se rigen por más de un gen.

Los rasgos asociados con los distintos tipos de estrés abiótico son complejos y están determinados por una multiplicidad de genes. Los científicos intentan identificar la zona particular del genoma que está asociada con la forma o los rasgos físicos de la planta. Y utilizan

Enfoque de la Genómica Funcional: el fitomejoramiento convencional se basa en la diversidad de cultivos lograda por los agricultores, cultivos que a menudo los obtentores consiguen en las colecciones de bancos genéticos. Los obtentores vegetales en busca de tolerancia a la sequía, por ejemplo, comenzarían por estudiar las variedades de cultivos que tienen un historial reconocido de supervivencia en condiciones de escasez de agua. En lugar de utilizar herramientas del fitomejoramiento convencional que insumen mucho tiempo y los hacen depender del germoplasma, los ingenieros genéticos se están volcando ahora a la genómica funcional – un enfoque que depende de plataformas de “predicción genética” computacional para identificar rápidamente los genes y rasgos “tolerantes al clima”. La información genómica, la robótica y el enorme poder de la computadora hacen ahora posible identificar genes de interés en una planta modelo –y luego identificar secuencias genéticas similares en el cultivo de interés. En lugar de transferir genes de una planta a otra, los científicos están aprendiendo a identificar secuencias de genes claves y luego a sobre expresar los propios genes de una planta para alcanzar un resultado deseado.

la información que deducen de la investigación de plantas modelo tales como la *Arabidopsis thaliana*.

La *Arabidopsis thaliana*, miembro del género de las plantas de mostaza, con flores, es la “rata de laboratorio” de la biología molecular –porque

los investigadores han estudiado su composición molecular más que la de cualquier otra planta. La *Arabidopsis* se considera un organismo modelo porque tiene un genoma pequeño, un ciclo de vida corto, una producción prolífica de semillas y es relativamente fácil de manipular genéticamente.²⁰ En diciembre de 2000 el genoma de la *Arabidopsis* fue el primero en ser totalmente secuenciado (y puesto en el dominio público). Los investigadores predijeron que para el año 2010 descifrarían la función de la totalidad de los 25 mil o más genes de la planta.²¹ El objetivo es construir una “planta virtual” basada en el genoma de la *Arabidopsis* - un modelo computacional que permitirá a los investigadores simular el crecimiento y desarrollo de una planta en cualquier condición ambiental. Piensan que lo que aprendan de la *Arabidopsis* explicará la conducta genética de otras plantas.

Factores de Transcripción: Los factores de transcripción refieren a una clase de genes que controlan el grado en el cual se activan otros genes de una célula. Los factores de transcripción pueden reconocer y vincularse con zonas de ADN que tienen una secuencia específica en los promotores de los genes que regulan. Por lo tanto, si una docena de genes tiene en alguna parte esa región de ADN en sus promotores, todos quedarán regulados por el mismo factor de transcripción. La biotecnología mendeliana explica por qué son importantes los factores de transcripción: “Porque los factores de transcripción son elementos de control fundamentales de las vías biológicas, la alteración de los niveles de expresión de uno o más factores de transcripción puede cambiar todas las vías biológicas de un organismo”.²² En algunos casos los ingenieros genéticos también intentan controlar el ritmo, la especificidad de tejidos y el nivel de expresión de los genes introducidos para un desempeño óptimo. Esto es importante si se desea que la resistencia al estrés se desencadene únicamente en un momento

específico, en una parte específica de la planta, o bajo condiciones específicas de estrés.

Las respuestas a distintos tipos de estrés tales como la tolerancia a la sequía, implican cambios coordinados en varios genes. Por lo tanto, la capacidad de inducir varios cambios con un solo gen resulta una propuesta atractiva. La ingeniería genética utiliza los “factores de transcripción” como una nueva herramienta para activar cascadas de genes que funcionan juntos para mejorar la tolerancia al estrés –que es por lo cual varios investigadores se están enfocando en los factores de transcripción de la *Arabidopsis*. No es de extrañar que muchas de las patentes relacionadas con la tolerancia transgénica al estrés impliquen factores de transcripción.

Proteínas inducidas por estrés: La investigación actual de la tolerancia transgénica al estrés se enfoca en los factores de transcripción, pero no son el único centro de atención. Los reclamos de patentes revelan que los investigadores también se interesan en genes que codifican para enzimas individuales, proteínas que transportan hierro u otras proteínas funcionales que afectan la vía biológica de una planta. Algunos genes codifican para proteínas que son enzimas claves de las vías bioquímicas; cuando esas proteínas se sobre expresan es muy probable que también aumenten los productos intermedios presentes en la vía de la planta. Por ejemplo, la hormona ABA es importante para la tolerancia de las plantas al estrés. Al sobre expresar una enzima clave para la síntesis de ABA, el nivel de ABA puede aumentarse y luego esta hormona puede regular toda otra serie de genes. Ceres, Inc. (una compañía biotecnológica privada en cuyo capital Monsanto tiene participación) tiene patentes sobre un gen que codifica una enzima necesaria para fabricar ABA.²³

Monsanto tiene varias patentes sobre enzimas claves que aumentan los antioxidantes, tales como el tocoferol (la vitamina E es un ejemplo), que han demostrado que protegen a las plantas contra el estrés.²⁴ Los genes fueron identificados detectando los niveles de tocoferol en plantas *Arabidopsis* mutadas.

¿ADN de diseño para cultivos climáticos?

La ingeniería genética para el cambio climático es sólo una de las herramientas en el arsenal de la alta tecnología. La biología sintética —inspirada en la biología molecular, la computación y la ingeniería— no está muy rezagada. En abril de 2010, los biólogos sintéticos del Instituto Weizmann (de Israel), describieron sus esfuerzos iniciales por mejorar los rendimientos de los cultivos mediante la ampliación de la tasa de fijación de carbono en las plantas, un proceso metabólico en las células vivas que convierte el dióxido de carbono en moléculas biológicamente útiles.²⁵ Los científicos se concentraron en cinco mil enzimas metabólicamente activas, conocidas por su acción catalizadora en el proceso de fijación del nitrógeno en la naturaleza. Mediante la aplicación de modelos matemáticos, predijeron nuevos y más rápidos caminos bioquímicos para mejorar la tasa de fijación del carbono, concluyendo que: “los caminos sintéticos propuestos podrían tener ventajas cuantitativas significativas sobre sus contrapartes naturales”. Los biólogos sintéticos reconocen que el salto de los modelos computacionales a las aplicaciones en el mundo real en plantas vivientes es un reto mayúsculo, pero se mantienen optimistas: “... nuestros hallazgos sugieren nuevas y emocionantes avenidas para la exploración en el inmenso reto de ampliar la producción de alimentos y combustibles renovables, por medio de la ingeniería metabólica y la biología sintética”.²⁶ Los científicos han solicitado ya las patentes correspondientes a los caminos relacionados con la fijación del carbono.²⁷

La investigación y desarrollo corporativos de genes manipulados genéticamente tolerantes al clima:

Las principales empresas de semillas y agroquímicos del mundo apoyan la investigación de genes tolerantes a la sequía y el calor u otros rasgos genéticos para soportar los distintos tipos de estrés ambiental. Los cultivos en los que más se trabaja son el maíz y la soja para regiones templadas. Los jugadores más grandes no se limitan sólo a los cultivos para alimentación y forrajes, sino que incursionan también en otros usos de la biomasa como los agrocombustibles. Un perfil de tales jugadores mayores revela una compleja red de asociaciones entre los Gigantes Genéticos y sus socios biotecnológicos.

DuPont (bajo el nombre de Pioneer Hi-Bred International, Inc.) Espera poner en el mercado un maíz resistente a la sequía para el 2012. Refiere su trabajo en tecnologías para la tolerancia a la sequía como “la próxima gran ola de innovación agrícola”.²⁸ El vicepresidente de biotecnología y asuntos regulatorios de Pioneer, Jeffrey Rowe, indica que, a diferencia de sus principales competidores, Pioneer era desde el principio una empresa semillera [después adquirida por DuPont], y que ha realizado investigación en maíz tolerante a la sequía

durante los últimos 60 años.²⁹ “Somos propietarios de un acervo tan amplio de germoplasma como ninguna otra empresa tiene”, afirma Rowe. Aunque la empresa tenía dudas sobre la resistencia a la sequía, admite ahora que “continuamos creciendo en nuestra confianza hacia este rasgo [la tolerancia a la sequía]”.³⁰ Según Bill Niebur, vocero de DuPont, tenemos lo mejor de nuestros talentos trabajando en esto.”³¹

La empresa opera dos estaciones de investigación de 81 hectáreas (en California y en una región árida de Chile) y miles de lotes de prueba que se destinan exclusivamente a la investigación de la sequía.³² DuPont tiene una empresa mixta con la compañía china de biotecnología Beijing Weiming Kaituo, para desarrollar rasgos genéticos tales como tolerancia a estrés y utilización de nutrientes para maíz y arroz. A fines de 2007 DuPont anunció una nueva colaboración con Evogene Ltd. (Israel) que dará a DuPont derechos exclusivos sobre varios genes resistentes a la sequía, descubiertos por Evogene para maíz y soja.³³ Los genes fueron identificados por “ATHLETE”³⁴, la tecnología *in silico* registrada por Evogene para el descubrimiento de genes (*in silico*, en oposición a *in vivo* o *in vitro*, se refiere a investigaciones realizadas mediante el uso de

una computadora o una simulación computarizada).

ATHLETE es la base de datos computacional y el programa de análisis patentados por la empresa para encontrar funciones genéticas comparando secuencias de la mayor cantidad posible de especies de plantas, tejidos, órganos y condiciones de crecimiento diferentes. Evogene dice que su base de datos contiene 8 millones de secuencias expresadas, 400 mil grupos de genes patentados, y 30 especies de plantas. En August 2010, Evogene presentó Athlete 3.0, que expandió su base de datos genómica a más de 130 especies vegetales.³⁵ La página Web de Evogene describe la plataforma que utiliza para identificar genes clave: “Athlete utiliza grandes cantidades de datos genómicos disponibles (en gran parte públicos) para lograr rápidamente una lista limitada confiable de genes candidatos clave con elevada asociación con el rasgo que se está buscando. Alegóricamente, la plataforma de Athlete podría ser considerada una “máquina” que puede escoger de 50 a 100 boletos de lotería

entre miles y miles de boletos, con la elevada probabilidad de que el boleto ganador figure entre ellos”.³⁶

El programa agrupa secuencias según una variedad de criterios y luego determina cuáles genes investigar más a profundidad. Las secuencias identificadas se sintetizan, se clonan y se usan para diseñar plantas modelo como la *Arabidopsis* y el tomate para la validación de las funciones. Si la secuencia sobre expresada resulta en el rasgo deseado en la *Arabidopsis*, entonces Evogene predice que la secuencia homóloga en un cultivo vegetal hará lo mismo.

La empresa afirma que posee más de mil 500 genes nuevos, relacionados con rasgos cruciales en las plantas. Alardea de que puede descubrir genes nuevos, probarlos en plantas modelo, y moverlos hacia los cultivos, todo dentro de la empresa. Pioneer posee licencia y derechos exclusivos sobre algunos de los genes descubiertos por Evogene.

Glosario:

“**Biomasa**” se refiere al material derivado de organismos biológicos vivos o recientemente vivos, incluye todas las plantas y los árboles, microbios, así como desperdicio orgánico de forrajes, procesamiento de comestibles y basura. El reporte del Grupo ETC *Los nuevos amos de la biomasa*, advierte que la bio economía es un catalizador para que las corporaciones asalten toda la materia vegetal del globo y destruyan la biodiversidad a escala masiva. Con ingeniería genérica extrema, las corporaciones más grandes del mundo buscan fabricar compuestos industriales como combustibles, comestibles, energéticos, plásticos y más, utilizando la biomasa como su base crítica. Con el argumento de abandonar el petróleo, los nuevos “amos” de la biomasa quieren mercantilizar la materia vegetal en cada rincón del globo, sin atacar las causas profundas del cambio climático.

Evogene también colabora con Monsanto.

Un acuerdo concretado entre las dos compañías le da a Monsanto derechos exclusivos sobre una serie de genes identificados por Evogene que según se informa permiten a los cultivos mantener rendimientos estables con menores aplicaciones de nitrógeno.³⁷ Las compañías también colaboran en el estudio de la tolerancia a la sequía.

En 2007, BASF y Monsanto iniciaron la colaboración para investigación agrícola más grande del mundo, invirtiendo 1 500 millones de dólares para desarrollar cultivos como maíz, soya, algodón y canola; de alto rendimiento y que resistan condiciones ambientales adversas como la sequía.³⁸ La colosal colaboración, quizás el mayor programa de investigación biotecnológica conjunta del que existe registro, se centrará en los rasgos de tolerancia al estrés para el maíz, la soja, el algodón y la canola. El

foco puesto en esos cuatro cultivos comerciales no causa sorpresa porque son los cultivos que representan prácticamente toda la superficie mundial plantada con plantas transgénicas comerciales.³⁹ En julio de 2010, BASF y Monsanto anunciaron una ampliación de su inversión de mil millones de dólares, que ahora se extiende a la investigación para incrementar la tolerancia al estrés abiótico en el trigo (el segundo cultivo más valioso del mundo, después del maíz).⁴⁰ Para reforzar el acuerdo, Monsanto anunció, en agosto de 2010, la adquisición del 20% de las acciones de la mayor empresa cultivadora de trigo de Australia (Intergrain), de propiedad pública. Su participación en la propiedad de Intergrain otorga a Monsanto “una vasta nueva colección de germoplasma”.⁴¹

Además de su investigación en laboratorio, Monsanto encarga el descubrimiento de genes y rasgos a empresas como Ceres, Inc. y Mendel Biotechnology. La página Web de Ceres anuncia que tiene “la mayor colección mundial de propiedad intelectual de genes de plantas” y que es “el mayor proveedor externo de fitobiología” de Monsanto”.⁴² La tolerancia a la sequía es apenas uno de los rasgos en proyecto.⁴³

Monsanto ha estado probando genes tolerantes a la sequía en América del Sur durante varios años. En 2007 la empresa identificó por lo menos 800 genes que ofrecen tolerancia a la sequía y mejores rendimientos.⁴⁴ “Más de lo que hubiéramos pensado”, enfatizó Rob Fraley, jefe de Tecnología de Monsanto.⁴⁵ Monsanto y BASF afirman que de su asociación saldrá, como primer producto, la primera variedad de maíz genéticamente modificada, tolerante a la sequía y que está programada para su liberación comercial en 2012. Las empresas sostienen también que los cultivos experimentales de este maíz tolerante a la sequía, en la zona occidental de las grandes planicies de Estados Unidos — una región propensa a sequías prolongadas —, “cubrió e incluso excedió” las expectativas, con incrementos en el rendimiento de entre 7 y 10%, respecto a los rendimientos promedio.⁴⁶ Monsanto está también diseñando variedades de

algodón, trigo y caña de azúcar tolerantes a la sequía.

En enero de 2010, **BASF** anunció una nueva colaboración con **KWS** (empresa alemana ubicada entre las diez principales empresas semilleras) para desarrollar remolachas (betabel) con mayor tolerancia a la sequía e incrementos en los rendimientos productivos de hasta 15%. Otro de los objetivos es el desarrollo de agrocombustibles: BASF colabora también con el Centro de Tecnología Canaveira (CTC), de Brasil para desarrollar caña de azúcar con mayor tolerancia a la sequía y un rendimiento 25% mayor.⁴⁷

Mendel Biotechnology es uno de los principales actores en el desarrollo de genes de plantas “climáticas”. Es titular de patentes sobre métodos de ingeniería genética claves para la tolerancia a la sequía en maíz y soja, y se jacta de haber sido la primera compañía en desarrollar tecnologías de tolerancia a la sequía para plantas.⁴⁸ Mendel se concentra en los factores de transcripción. Según científicos de Mendel, los más de 25 mil genes del genoma de la *Arabidopsis* están controlados por aproximadamente 1 800 factores de transcripción diferentes. Analizando la función de todos los factores de transcripción de la *Arabidopsis*, los científicos de Mendel argumentan que los factores de transcripción por sí solos pueden controlar rasgos complejos tales como la capacidad de las plantas para resistir la helada o la sequía, resistir enfermedades, utilizar el nitrógeno de manera eficiente y otros rasgos complejos. La empresa tiene una serie de patentes monopólicas exclusivas sobre factores de transcripción específicos relacionados con el estrés abiótico, como la sequía.

Según la página electrónica de Mendel, Monsanto “es el principal cliente y colaborador en nuestro negocio tecnológico”. Mendel ha colaborado con Monsanto desde 1997. Bajo los términos de su actual acuerdo, Monsanto tiene los derechos exclusivos sobre las licencias de las tecnologías de esta empresa que generan

regalías, en algunos cultivos cerealeros y de vegetales de gran extensión. Los otros grandes socios de Mendel son BP y Bayer. Mendel trabaja con Bayer para el desarrollo de productos químicos que regulan la tolerancia de las plantas al estrés. Desde 2007, Mendel ha estado trabajando con BP en una segunda generación de biocombustibles (“Semillas y materias primas vegetales para la BioEnergía”). El eje de esta colaboración es el desarrollo y comercialización de cultivos dedicados a la energía, como el pasto elefante (*Miscanthus*) y el pasto varilla (*Panicum virgatum*). Mendel colabora además con Arborgen en el diseño de árboles genéticamente modificados.

Arcadia Biosciences (Davis, California), fundada en 2002, colabora con algunas de las más grandes empresas semilleras del mundo, con el fin de desarrollar cultivos genéticamente modificados tolerantes a la sequía. Aunque Arcadia es de propiedad privada, el fondo de inversión de capital de BASF ha invertido en esa empresa desde 2005. En 2009, Vilmorin (la 4ª empresa semillera más grande del mundo) y Arcadia iniciaron una sociedad para el desarrollo de una variedad de trigo que aproveche eficientemente el nitrógeno. En mayo de 2010, Vilmorin anunció una inversión accionaria en Arcadia (7.25%). Arcadia ha firmado acuerdos con Monsanto, DuPont, Vilmorin, Advanta (India) y la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID) en proyectos relacionados con la eficiencia en el uso del nitrógeno, así como la tolerancia a la sequía y la salinidad. La empresa ha otorgado licencias para el uso de su tecnología de mejoramiento en la eficiencia del aprovechamiento del nitrógeno en las plantas, al menos 40 veces, para su uso en prácticamente todos los principales cultivos “en la mayoría de los países del mundo”.⁴⁹

Arcadia también busca la tolerancia a la sequía. En enero de 2008 anunció que había completado exitosamente su primer ensayo de campo para el tabaco manipulado genéticamente para tolerancia a la sequía (un cultivo experimental). La empresa dice que sus cultivos tolerantes a la sequía podrían ser comercializados para el año

2016. La tecnología tolerante a la sequía fue desarrollada por un equipo de investigación internacional, dirigido por la Universidad de California-Davis, que ha solicitado patentes sobre la tecnología genética.⁵⁰ La tolerancia a la sequía se logró insertando en las plantas de tabaco un gen que interrumpe la cadena bioquímica de eventos, que normalmente provoca la pérdida de las hojas de la planta cuando hay escasez de agua.⁵¹ Al suprimir genéticamente la muerte de las células de las hojas, las plantas están mejor equipadas para sobrevivir a la sequía y mantener los rendimientos.⁵²

En abril de 2008, Arcadia Biosciences anunció una investigación de cultivos múltiples y un acuerdo de licencia comercial con Mahyco en India, para las tecnologías de eficiencia en el uso de nitrógeno y tolerancia a la sal de Arcadia. Mahyco es la mayor compañía privada de semillas de la India y tiene una empresa mixta de 50 y 50 con Monsanto (Mahyco Monsanto Biotech Ltd.) para comercializar semillas transgénicas en India. Según el vocero de Mahyco, Usha Zehr, “la eficiencia en el uso del nitrógeno traerá grandes beneficios a los agricultores indios ofreciéndoles un mejor rendimiento en las condiciones existentes o logrando disminuir las aplicaciones de fertilizantes con nitrógeno en algunas zonas, manteniendo igual los rendimientos”.⁵³

Syngenta está desarrollando su “tecnología de optimización del agua” para maíz, diseñada para enfrentar tanto el exceso como la carencia de agua. El jefe del programa de fitomejoramiento de maíz para Norteamérica de Syngenta dijo a *Farm Industry News*: “Estamos desarrollando genes que resistan la sequía, que habilitarán a las plantas para utilizar mejor el agua, eliminando la baja en la productividad ocasionada por condiciones variables de agua.”⁵⁴ Syngenta dio a conocer su primera generación de maíz tolerante a la sequía (“híbridos optimizados en el consumo de agua”), en julio de 2010. La llamada “Tecnología Artesiana Agrisure” de esta empresa es el resultado de un proceso de hibridación convencional (no transgénico).

Según Syngenta, el producto ofrece “el potencial de preservar 15% del rendimiento en condiciones de sequía” y será vendido en la región occidental del “cinturón maicero” de Estados Unidos. La empresa afirma que es la primera en comercializar “una solución al estrés abiótico para ayudar a los agricultores que trabajan en condiciones de sequía”.⁵⁵ Syngenta predice que su segunda generación de maíces híbridos —modificados genéticamente para incrementar su tolerancia a la sequía— estarán disponibles en el mercado después de 2015, cuando esperan obtener los permisos regulatorios y de importación correspondientes.⁵⁶

Dow Agrosciences sigue una estrategia distinta, al concentrarse principalmente en la eficiencia de los fertilizantes. El Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable (WBCSD) —“la principal voz empresarial en las negociaciones sobre el cambio climático”—, resalta las nuevas tecnologías de Dow como “acciones de base contra el cambio climático”.⁵⁷ Dow afirma que dos de sus nuevos productos, el estabilizador de nitrógeno N-Serve® y el estabilizador de nitrógeno Instinct™, ayudarán a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con los fertilizantes. Estos productos controlan las bacterias que convierten el nitrógeno durante el proceso de nitrificación, reduciendo el volumen de nitratos desperdiciados que ingresan en la atmósfera o se infiltran en los acuíferos y los cuerpos de agua.

Biotech Carbon Credits y Corporate Subsidies for Climate Friendly Crops son dos empresas de biotecnología que esperan aprovechar los esquemas de crédito de carbono con el fin de ganar dos nuevos mercados para los cultivos diseñados con los llamados genes climáticos. En China, Arcadia Biosciences trabaja con las autoridades del gobierno de la región autónoma de Ningxia Hui para desarrollar una metodología de créditos de carbono en la que los agricultores que planten el arroz diseñado genéticamente de la compañía puedan obtener créditos de carbono.⁵⁸ La compañía asegura que su maíz genéticamente

modificado requerirá menos fertilizante porque está diseñado para absorber el nitrógeno más eficientemente. Los fertilizantes químicos hacen una contribución importante a las emisiones de gases con efecto de invernadero. El arroz de Arcadia no tiene aprobación regulatoria y no está disponible en el mercado. Si el Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático se convence de que los cultivos genéticamente modificados son “amigables” con el clima, los créditos de carbono para los agricultores del arroz harán que suba la demanda de semillas diseñadas y habrá bonanza en la industria biotecnológica. “Es una manera para que los agricultores —y nosotros— hagamos dinero, al tiempo que hacemos algo positivo por el ambiente”.⁵⁹ Hasta la fecha, los mercados globales de carbono no otorgan bonos de carbono a los cultivos genéticamente modificados. Y aunque la empresa no ha desarrollado todavía una metodología aprobada para fundamentar y sostener el alegato de que sus cultivos transgénicos reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, Rey afirma que vivimos un “momento de gran impulso” para desarrollar los mercados de carbono para la agricultura, especialmente en Estados Unidos.⁶⁰

Monsanto también espera lucrar con los sistemas de comercialización de los créditos de carbono para los agricultores que plantan los cultivos transgénicos de la empresa. Monsanto dice que sus cultivos —plantas “Roundup Ready” modificadas para resistir la aplicación de su propio herbicida (con la marca Roundup) — promueven el uso de prácticas de labranza de conservación al reducir la necesidad de labrar el suelo para controlar la maleza.⁶¹

La compañía aseguradora “Federal Crop Insurance Corporation”, del gobierno de los Estados Unidos, anunció en octubre de 2007 que comenzaría un programa piloto en 2008 que ofrece un descuento a los agricultores que cultiven las semillas de maíz “triple-stack” de Monsanto sobre tierra no irrigada, porque el maíz biotecnológico manipulado genéticamente para la tolerancia a herbicida y resistencia a dos

tipos de insectos reduce el riesgo de rendimientos más bajos cuando se los compara con híbridos convencionales.⁶² (Para fundamentar su anuncio, Monsanto utilizó sus propios datos.)

Los cultivos transgénicos resistentes al clima sin duda se venderán caro. Los agricultores de los Estados Unidos ya pagan precios mayores por semillas biotecnológicas con hasta tres rasgos genéticos. Por ejemplo, la semilla de maíz transgénico “triple-stacked” de Monsanto se vende en aproximadamente 245 dólares la bolsa –comparado con los 100 dólares de la semilla convencional de maíz.⁶³

Los sistemas comerciales de venta de carbono para cultivos transgénicos, así como la subvención a las semillas comerciales del gobierno de los Estados Unidos para el maíz de Monsanto plantean una serie de preocupaciones. ¿Los gobiernos exigirán algún día a los agricultores que adopten rasgos biotecnológicos específicos para hacer frente al cambio climático? ¿Conducirán a un “estado de emergencia tecnológica” en el cual las empresas tengan carta blanca para utilizar la ingeniería genética irrestrictamente?

Estrategia para acaparar patentes: reclamar múltiples genomas y múltiples secuencias

El enfoque genómico es particularmente atractivo para los Gigantes Genéticos ya que les da la oportunidad de hacer solicitudes de patentes que tienen un alcance mucho mayor que el de un simple cultivo y que a menudo incluyen distintos tipos de estrés. Muchas de las patentes reclaman secuencias aisladas de ADN asociadas con rasgos tolerantes al estrés abiótico. Debido a las similitudes en las secuencias de ADN entre individuos de la misma especie o entre diferentes especies –“secuencias homólogas”– **las solicitudes de patente no abarcan exclusivamente una especie de planta manipulada genéticamente para ser resistente al estrés abiótico, sino que se extiende a toda una secuencia genética sustancialmente similar en casi todas las plantas modificadas.**

Las solicitudes de patente incluyen prácticamente a cualquier gen o proteína con "identidad sustancial" asociada con la tolerancia al estrés abiótico en las plantas transgénicas, así como también métodos para el uso de secuencias genéticas aisladas para modificar la planta y su respuesta al estrés abiótico.

Así, la patente de **DuPont's** (Pioneer Hi-Bred) de noviembre de 2007, llamada "activadores transcripcionales involucrados en la tolerancia al estrés abiótico", reclama un método para expresar las secuencias genéticas en una planta que mejora su tolerancia al frío o a la sequía (Patente de EEUU No. 7 253 000, familia de patente 45, Apéndice A). Las solicitudes no se limitan a la tolerancia a la sequía o al frío en un único cultivo sino también al uso de la tecnología en monocotiledóneas transgénicas (como por ejemplo el maíz, la cebada, el trigo, la avena, el centeno, el sorgo o el arroz) y en dicotiledóneas (como la soja, la alfalfa, el cártamo, el tabaco, el girasol, el algodón o la canola). Las monocotiledóneas y las dicotiledóneas son el tipo primario de plantas de floración –y casi toda la base alimentaria mundial proviene de plantas de floración.

Muchas de las patentes de **BASF** tienen un alcance igualmente amplio. Así, la Patente No. 7 161 063 de Estados Unidos (familia de patente 6, Apéndice A) solicita una secuencia específica de polinucleótidos asociados con una mayor tolerancia al estrés ambiental encontrado en todas las células de plantas transgénicas de plantas monocotiledóneas o dicotiledóneas – incluso una planta entera, una célula de la planta, una parte de la planta o una semilla de la planta. Para reforzar la solicitud multi-genómica, la patente solicita específicamente el gen expresado en las siguientes plantas: “maíz, trigo, centeno, avena, triticale, arroz, cebada, soja, maní, algodón, colza, canola, mandioca, pimiento, girasol, tagetes, plantas solanáceas, papa, tabaco, berenjena, tomate, especies *Vicia*, arveja, alfalfa, café, cacao, té, especies *Salix*, palma aceitera, coco, pasto perenne y una planta de un cultivo forrajero”.⁶⁴ (En otras palabras, prácticamente todos los cultivos alimentarios).

También se solicita la secuencia polinucleótida aislada, cuando es utilizada como vector para la manipulación de plantas.

Una solicitud de patente de **Syngenta** (Suiza) también busca condiciones muy amplias. La solicitud US 2006 0075523A1 (familia de patente 47, Apéndice A) de EEUU reclama secuencias genéticas que confieren tolerancia al estrés abiótico –con inclusión del estrés por frío, estrés salino, estrés osmótico, o cualquier otra combinación de los mismos. La solicitud se extiende a una secuencia genética “sustancialmente similar” de una planta monocotiledónea o dicotiledónea, de un cereal (como el maíz, el arroz, el trigo, la cebada, la avena, el centeno, el mijo, el milo, la triticale, el heno, el pasto guinea, el sorgo y el césped). También se reclaman métodos para utilizar como vectores las secuencias genéticas especificadas, casetes de expresión, así como también las plantas que contengan tales polinucleótidos capaces de modificar la respuesta de una planta al estrés abiótico.

Los Gigantes Genéticos reclaman toda planta que haya sido modificada genéticamente para expresar lo que las compañías reclaman como gen o genes patentados –ese es el enfoque que en general han utilizado las empresas biotecnológicas en las dos últimas décadas. Con la apropiación de las patentes de los “genes del clima” pueden verse solicitudes mucho más amplias –que probablemente terminen en reclamos contradictorios o superpuestos. En los últimos años, las compañías de semillas más grandes del mundo se han cruzado licencias de tecnologías agrícolas como estrategia para evitar costosas batallas por patentes y para eludir las reglamentaciones antimonopólicas.⁶⁵ Dada la sociedad entre BASF y Monsanto en este campo, probablemente veamos a las principales compañías obtener licencias cruzadas de biotecnología genética, relacionadas a rasgos de estrés abiótico en plantas transgénicas.

Después de ocho años de mapear y secuenciar el ADN de los genomas de las plantas, existe todavía mucho “código” genético (bases de nucleótidos y secuencias de aminoácidos) del cual apropiarse.⁶⁶ Los

genomas de miles de organismos vivos han sido secuenciados desde 1995,⁶⁷ pero sólo una pequeña fracción de ellos corresponde a los de plantas terrestres. Ello se debe, en parte, a un obstáculo técnico inesperado: el tamaño del genoma de algunos de los principales cultivos domesticados es cinco veces más grande que el genoma humano.⁶⁸ En 2002, el primer genoma vegetal completamente secuenciado y publicado fue el de la *Arabidopsis thaliana*, una pequeña planta de la familia de la mostaza, que poseía una estructura simple y un pequeño genoma de alrededor de 120 megabases (120 Mb). Esta planta es ampliamente utilizada como planta modelo en la investigación botánica. (Nota: el tamaño del genoma se mide a menudo en millones de pares base –pares de bases de nucleótidos– o megabases).

En 2002, el arroz (*Oryza sativa*) fue el segundo genoma vegetal en ser publicado y el primer genoma de un cultivo alimentario. Ambas especies de arroz, *Oryza sativa japonica* y *Oryza sativa indica* ya han sido secuenciadas. El genoma del arroz contiene aproximadamente 466 megabases de secuencia.⁶⁹

El genoma del arroz –el primero de los principales cultivos en ser secuenciado por completo– rápidamente se convirtió en objeto de reclamos monopólicos. Aunque la información genética estaba depositada en bases de datos públicas, no había nada que impidiera su privatización.⁷⁰ La apropiación privada de las principales secuencias genéticas de los principales cultivos del mundo no es algo trivial o meramente teórico. Hace una década, las empresas genómicas y los Gigantes Genéticos presentaban, de manera rutinaria, solicitudes “genéricas” de patente sobre un gran número de secuencias de ADN y aminoácidos (esto es, proteínas), más de cien mil en algunos casos, incluso sin tener conocimiento específico de sus funciones.⁷¹



En 2006, Cambia —una organización independiente sin fines de lucro que promueve la transparencia en la propiedad intelectual—, utilizó su proyecto Patent Lens para llevar a cabo un análisis a profundidad de las patentes y las solicitudes de patente que reclamaban propiedad intelectual sobre alguna parte del genoma del arroz en Estados Unidos.⁷² Patent Lens reveló que, para 2006, aproximadamente **74%** del genoma del arroz era citado en los reclamos de patente en Estados Unidos debido, en buena parte, a que se trataba de solicitudes de patente en bloque. Descubrieron que **cada uno** de los segmentos de los 12 cromosomas del genoma del arroz era citado en las solicitudes de patente incluyendo, muchas de ellas, reclamos de patentes concurrentes. El impresionante diseño visual de Patent Lens puede consultarse en:

www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3909/2865.html.

¿Quiénes son los principales actores en los reclamos de patente sobre el genoma del arroz? No hay sorpresas: DuPont, Monsanto, Syngenta, BASF, Bayer.⁷³ Afortunadamente, el análisis de Cambia de 2006 llegó a la conclusión de que la aventura por obtener el monopolio de las patentes sobre fragmentos a nivel molecular de uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo sólo había logrado un éxito parcial — *hasta ese momento*— y que la mayor parte del genoma del arroz sigue siendo de dominio público. Ello se debe, en parte, a las decisiones tomadas recientemente (por los tribunales y las oficinas de patentes) que intentan restringir el número de secuencias de ADN incluidas en una solicitud de patente singular. El proyecto Patent Lens de Cambia se está ampliando y actualizando para cubrir todas las solicitudes de patente sobre el genoma del arroz y planea ofrecer un panorama similar al del arroz respecto a otros cultivos principales.

Nuevas decisiones intentan frenar los avances monopólicos sobre las secuencias de ADN

En 2001, la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos puso un freno a las solicitudes de patente “en bloque”, al emitir nuevas reglas que exigían que las invenciones reclamadas debían tener una utilidad “bien establecida” (uno de los criterios estándar para el otorgamiento de patentes).⁷⁴ En 2007, esa misma agencia dio un paso más para impedir las solicitudes de patente “en bloque” sobre secuencias genéticas, al publicar una notificación en la que se autorizaba a los examinadores de las solicitudes adoptar la opción de restringir las reclamaciones a sólo una secuencia de nucleótidos por cada solicitud de patente,⁷⁵ aunque el examinador tiene aún la opción de examinar más de una secuencia si él/ella lo considera adecuado. Como resultado de estos cambios, es menos probable que los examinadores de las solicitudes de patente otorguen patentes sobre más de una secuencia de ADN a la vez.

En julio de 2010, el máximo tribunal europeo — la Corte de Justicia de la Unión Europea— determinó restringir significativamente el alcance de las patentes sobre secuencias de ADN para la biotecnología agrícola y que, específicamente, afecta el monopolio de Monsanto en el caso del frijol de soya tolerante a herbicidas.⁷⁶ (Antecedentes: la decisión de la Corte Europea de Justicia se basó en la demanda interpuesta por Monsanto contra los importadores holandeses de alimento de soya de Argentina que contiene ADN patentado.⁷⁷ El frijol de soya tolerante a herbicidas de Monsanto es ampliamente cultivado en Argentina, pero la empresa no obtiene regalías porque las patentes de Monsanto no son reconocidas por la legislación argentina. En su búsqueda por obtener compensación en fases subsecuentes del ciclo de venta, Monsanto acusó a los importadores europeos de alimento a base de

soya argentino de infringir las patentes de la empresa, porque el ADN patentado de Monsanto estaba presente en la soya importada).

La decisión de la Corte deja en claro que las patentes sobre secuencias de ADN *no* se extenderán a los derivados o productos procesados, incluso en el caso de que la secuencia de ADN se encuentre presente en esos productos.⁷⁸ La Corte Europea afirmó que el propósito (función) de la secuencia de ADN debería ser publicada en la patente y que la protección de la propiedad intelectual de la secuencia está limitada a aquellas situaciones en las que el ADN esté realizando la función para la cual fue originalmente patentada.

Las recientes decisiones para restringir reclamaciones monopólicas sobre secuencias de ADN son significativas —y un fuerte revés para Monsanto—, pero ello no ha detenido la batalla por las patentes genéticas. En palabras de un abogado de patentes, “el reto para los solicitantes de patentes en esta área será encontrar caminos alternativos para proteger estos productos”.⁷⁹

Patent Lens indica que los abogados de patentes recurren rutinariamente a estrategias legales para ampliar el alcance de las solicitudes, para que éstas incluyan más que la secuencia de ADN especificadas. Las empresas están ampliando sus reclamaciones de patente recurriendo a un lenguaje altamente técnico y complejo, diseñado para incluir múltiples secuencias genéticas y/o aminoácidos que codifican las proteínas. Patent Lens ofrece ejemplos específicos de este lenguaje “amplificador” en: www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3660/3609.html#dsy3609_specify.

Por ejemplo, una corporación puede ampliar dramáticamente la cobertura de su solicitud de patente utilizando el llamado “lenguaje de porcentaje de identidad”. La solicitud incluye no

sólo a la secuencia de interés, sino a toda aquella secuencia que sea, por ejemplo 70, 80 o 90% idéntica a dicha secuencia. De acuerdo con Patent Lens, esta técnica “amplía dramáticamente la cobertura de una solicitud” al incrementar el número de secuencias individuales que cumplen con los criterios de la solicitud.

Otra estrategia para amplificar el lenguaje, según Patent Lens, consiste en proporcionar, en la solicitud de patente, el número de identificación de la secuencia (SEQ ID NO) de un aminoácido y redactar la solicitud de tal manera que cualquier secuencia de nucleótidos que codifique esa secuencia de aminoácidos quede incluida en la solicitud.⁸⁰ Las secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos —según la definición de la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos— consisten en “una secuencia no ramificada de cuatro o más aminoácidos o una secuencia no ramificada de diez o más nucleótidos”.⁸¹ (Nota: Las solicitudes de patentes que revelan secuencias de nucleótidos o aminoácidos, lo hacen en una sección de la solicitud titulada “Listado de secuencias”, y se asigna en ella un número distinto de identificación a cada secuencia (SEQ ID NO). Por efecto de un tratado internacional, el resto de las oficinas de patentes utilizan sustancialmente el mismo sistema).

Aunque algunos de los ejemplos más evidentes de solicitudes de patente de espectro amplio — identificados por el Grupo ETC— han sido encontrados en **patentes aún no otorgadas**. De acuerdo con Patent Lens, la sola presentación de una solicitud de patente puede ser usada por las empresas para atemorizar a los posibles infractores, o para lograr una posición ventajosa en negociaciones sobre licencias.⁸² Debido a los “derechos provisionales de patentes” incluso si una patente no ha sido otorgada puede desalentar

considerablemente a sus competidores. En Estados Unidos y algunos otros países, el dueño de la patente puede demandar regalías de alguien que utiliza el objeto de su solicitud si la patente se otorga más tarde. “Si los reclamos en la patente otorgada son sustancialmente idénticos a los reclamos en la solicitud, el asignatario tiene

la opción de recolectar las regalías retroactivamente a la publicación de la patente.” En otras palabras, la mera existencia de la designación “patente pendiente” puede desanimar a otros a usar, hacer o vender una tecnología que ya se menciona en una solicitud de patente.⁸³

Solicitudes de patente - ¿De qué preocuparse? Frecuentemente los Gigantes Genéticos buscan que sus solicitudes de patente abarquen el campo más amplio posible para sus “invenciones”. Hay quienes advierten que es todavía prematuro preocuparse por las solicitudes de espectro demasiado amplio, porque los abogados de patentes solicitan generalmente “el cielo y las estrellas” y después reducen su escala, modificando la solicitud inicial. Esto puede ser cierto en algunos casos, pero hay más de una razón para preocuparse. Los abogados de patentes corporativas reciben generosas recompensas por presentar solicitudes de amplio espectro que permitan a las empresas lograr el más amplio monopolio posible. Y a menudo lo logran. Una vez que una patente es otorgada, la mayoría de los regímenes de propiedad intelectual favorecen los derechos del poseedor de la patente. El Grupo ETC recuerda que llevó 13 años derrotar la patente europea sobre *todos* los frijoles de soya de Monsanto.⁸⁴ Llevó más de una década (la mitad del periodo de duración de la patente) derrotar una injusta patente otorgada en Estados Unidos sobre el frijol amarillo mexicano.⁸⁵ Todo régimen de patentes que requiera más de una década para corregir un mal evidente está dañado sin remedio y muy difícilmente podría ser considerado capaz de “autocorregirse”.

Algunos ejemplos significativos de patentes y solicitudes de patente relacionadas con genes y tecnologías “climáticos”

En febrero de 2010, Mendel Biotechnology, Inc. (Estados Unidos) obtuvo la patente estadounidense 7,663,025 “Reguladores Transcripcionales en plantas” (“Plant Transcriptional Regulators”), una patente monopólica que incluye 224 patentes individuales dentro de esta familia de patentes. En otras palabras, Mendel ha solicitado u obtenido patentes por la misma “invención” (incluyendo diferentes pasos en el proceso de aplicación) 224 veces, incluyendo las presentadas fuera de Estados Unidos: ante la Oficina Europea de Patentes (EPO), la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO), así como ante oficinas nacionales de patentes en México, Brasil, Australia, Canadá, Japón y Sudáfrica. Mendel considera, obviamente, que su tecnología es una “invención” clave; la empresa ya ha obtenido

millones de dólares en regalías. La patente reclama la propiedad intelectual sobre reguladores transcripcionales⁸⁶ (una clase de genes que controlan el grado en que otros genes de una célula son activados) que confieren mayor tolerancia en plantas genéticamente modificadas, no para un solo factor abiótico, sino para una tolerancia incrementada a la sequía, la sombra y bajas condiciones de nitrógeno. La cobertura de la patente se extiende más allá de una sola especie de planta a prácticamente cualquier planta transgénica y semilla que exprese la secuencia de ADN que codifica la secuencia de ADN especificada: “cualquier planta transgénica que comprenda un polinucleótido recombinante que codifique el SEQ ID NO: 8”.

Reclamación 8: *Una planta transgénica que comprende un polinucleótido recombinante que codifique el SEQ ID NO.*

Reclamación 9: *La planta transgénica de la Reclamación 8, dentro de la cual la expresión del SEQ ID NO: 8 en la planta transgénica confiera a la planta transgénica tolerancia incrementada al estrés hiperosmótico, sequía, condiciones bajas de nitrógeno bajas o frío, en comparación con una planta en condiciones controladas.*

Reclamación 10: *Una semilla transgénica producida a partir de la planta transgénica de la Reclamación 8.*

BASF posee la patente estadounidense (US Patent) [7.619.137](#), titulada “Proteínas de factor de transcripción relacionadas con el estrés y métodos para su uso en plantas” (Transcription factor stress-related proteins and methods of use in plants”), la cual contiene 55 patentes individuales dentro de esta “familia”. La patente afirma que esta “invención” otorga tolerancia incrementada al estrés ambiental, incluyendo salinidad, sequía y temperatura. Es un ejemplo clásico de reclamo de patente multigenómica en plantas. La solicitud extiende su reclamo de propiedad intelectual a las plantas transgénicas transformadas con secuencias aisladas de ADN que confieren mayor tolerancia al estrés ambiental, comparadas con la variedad silvestre de la misma planta. La reclamación se extiende a prácticamente todas las plantas que producen flor, es decir, a todas las plantas transgénicas que son monocotiledóneas o dicotiledóneas, incluyendo al maíz, trigo, centeno, avena, triticale (híbrido de trigo y centeno), arroz, cebada, frijol de soya, cacahuete, algodón, colza, canola, yuca, pimienta, girasol, cempasúchil, papa, tabaco, berenjena, tomate, especies del género *Vicia* (habichuelas), chícharo, alfalfa,

café, cacao, té, especies del género *Salix* (sauces), palma aceitera, coco, pastos perennes y plantas forrajeras.

Otra patente otorgada en Estados Unidos a **BASF**, la patente [7.714.190](#), es similar en sus aspiraciones multigenómicas. Las reclamaciones de la solicitud de patente se extienden a plantas (y semillas) transgénicas transformadas con secuencias aisladas de ADN que otorgan a las plantas una tolerancia incrementada al estrés ambiental (comparadas con variedades no genéticamente modificadas de la planta). Las reclamaciones de propiedad intelectual sobre secuencias aisladas de ADN que confieren una tolerancia incrementada a las plantas transgénicas se extienden a múltiples genomas de plantas, incluyendo: maíz, trigo, centeno, avena, triticale (híbrido de trigo y centeno), arroz, cebada, frijol de soya, cacahuete, algodón, colza, canola, yuca, pimienta, girasol, cempasúchil, plantas solanáceas, papa, tabaco, berenjena, tomate, especies del género *Vicia* (habichuelas), chícharo, alfalfa, café, cacao, té, especies del género *Salix* (sauc), palma aceitera, coco y pastos perennes.

Reclamaciones de patente que se extienden a materiales cosechados

El 18 de febrero de 2010, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) publicó la solicitud de patente internacional de Monsanto [WO2010019838A2](#), titulada “Plantas de cultivo transgénicas tolerantes al estrés”, la cual describe nuevas proteínas derivadas de proteínas obtenidas por medio de un shock de frío en bacterias, las cuales, al expresarse en las plantas transgénicas proporcionan a éstas una mayor tolerancia al estrés, por ejemplo, tolerancia al calor, a la sal y a la sequía. La solicitud hace reclamaciones de

propiedad intelectual, no sólo sobre las células modificadas en plantas de frijol de soya, maíz, canola, arroz, algodón, cebada, avena, alfalfa, caña de azúcar, pastos de turf y trigo, *sino también sobre los productos procesados derivados de la planta transgénica*, incluyendo “forrajes, alimentos, harinas, extractos o sustancias homogéneas, en las que dichos forrajes, alimentos, harinas, extractos u homogéneos se obtengan de al menos una parte de la planta”.

Las solicitudes de patente de Monsanto no son las únicas de amplio alcance. **Ceres, Inc.**, **presentó una solicitud de patente en abril de 2009** ([US20090094717A1](https://www.uspto.gov/patent/publications/US20090094717A1)) para secuencias de nucleótidos y polipéptidos correspondientes que son responsables de la modificación de las características de una planta. Ceres tiene un acuerdo de asociación con Monsanto y varias otras empresas e instituciones públicas y privadas. En lugar de especificar rasgos específicos de estrés abiótico, Ceres pretende apropiarse de todo el conjunto. A continuación presentamos el listado de características moduladas cuya patente se reclama en la solicitud:

Reclamación 5: El método mencionado en la reclamación 4, en el que el crecimiento modulado de la planta, el desarrollo o características fenotípicas, comprenden una modulación en cualquiera de los siguientes rasgos: tamaño de la planta, altura de la planta, fortaleza de la planta, crecimiento vegetativo, color, arquitectura de la planta, número de ramificaciones, ángulo de las ramificaciones, longitud de las ramificaciones, número de hojas por rama, número de órganos, tamaño de los órganos, forma de los órganos, forma de las hojas, estructura de las hojas, tamaño de las hojas, número de hojas, ángulo de las hojas, biomasa, esterilidad, letalidad de las semillas,

peso de las semillas, tamaño de las semillas, color de las semillas, rendimiento de las semillas, germinación de las semillas, contenido de las semillas, estructura de las semillas, contenido de carbono de las semillas, contenido de nitrógeno de las semillas, contenido en fibra de las semillas, composición de los frutos, tamaño de los frutos, longitud de los frutos, rendimiento de los frutos, longitud de la silicua, forma de la silicua, longitud de la flor, forma de la flor, tamaño de la flor, longitud de las inflorescencias, grosor de las inflorescencias, tamaño de los cotiledones, número de cotiledones, forma de los cotiledones, desarrollo del cultivo o tiempo de cosecha, tiempo de floración, senescencia, tiempo de elongación del tallo y floración, tolerancia a la sequía o al estrés, tolerancia al estrés biótico, tolerancia al estrés abiótico, tolerancia a una alta densidad de población de la planta, tolerancia a un pH elevado, tolerancia a un pH bajo, tolerancia a condiciones de bajo nitrógeno, tolerancia a condiciones de ausencia de nitrógeno, tolerancia a condiciones de alto nitrógeno, tolerancia a condiciones limitadas de nutrientes, tolerancia al estrés por oxidación, tolerancia al estrés por frío, tolerancia al estrés por calor, tolerancia al estrés por salinidad, contenido de clorofila, capacidad fotosintética, crecimiento de las raíces, absorción de nutrientes, composición química, contenido de antocianina, contenido de almidón, contenido de nitrógeno, longitud internodal, longitud de los hipocótilos, capacidad de crecimiento bajo la sombra y carencia de sombra, en comparación con las características correspondientes en una planta controlada que no contiene el ácido nucléico mencionado.

Las reclamaciones de propiedad intelectual de Ceres se extienden también a los productos alimentarios o para forraje:

Reclamación 13: “*Un producto alimentario que contenga tejido vegetativo de una planta transgénica, de acuerdo con lo estipulado en la Reclamación 9*”.

Reclamación 14: “*Un producto para forraje que contenga tejido vegetativo de una planta transgénica, de acuerdo con lo estipulado en la Reclamación 9*”.

¿Monopolio doble? Una solicitud de patente reciente, presentada por **Dow Agrosciences** ([US20090300980A1](#)), plantea el argumento inusual de que las plantas de maíz transgénico de la empresa que expresan un gen resistente a los insectos *también* aprovechan de manera más eficiente el fertilizante nitrogenado y exhiben una mayor tolerancia a la sequía. Como lo establece la patente, las plantas transgénicas resistentes a los insectos, “son, inesperadamente, más eficientes en la asimilación del nitrógeno, pero también de otros nutrientes menos valiosos como el fósforo, el potasio y micronutrientes como el zinc”.⁸⁷ ¿Inesperadamente? ¿Tiene eso alguna relación con el proceso de invención? Llama aquí la atención el uso del argumento del “nuevo uso para un producto existente”, por su similitud con la estrategia de la industria farmacéutica de proclamar nuevos usos —y, por tanto, nuevas patentes— para fármacos ya existentes.⁸⁸

Patentes para los pobres. Asociaciones Público-Privadas para el desarrollo de cultivos “climáticos”

Para publicitar su “compromiso humanitario” y lograr su tan urgida legitimidad moral, los Gigantes Genéticos como Monsanto, BASF,

Syngenta y DuPont están creando alianzas de alto nivel con instituciones del sector público, dirigidas a transferir las tecnologías patentadas a los agricultores de bajos recursos. La estrategia no es nueva: recuérdese el caso de Golden Rice, y las asociaciones están proliferando. Las asociaciones público-privadas son auspiciadas por una creciente red de instituciones sin fines de lucro en el Sur global (financiadas desde el Norte), las cuales existen para *facilitar y promover* la introducción de cultivos genéticamente modificados en los territorios de los países del Sur. El impacto inmediato de estas asociaciones es el de mejorar la imagen pública de los Gigantes Genéticos, los cuales donan genes libres de regalías a los agricultores necesitados. Sin embargo, el objetivo de largo plazo es crear los ambientes propicios (en términos de las regulaciones sobre bioseguridad, leyes de propiedad intelectual y la cobertura positiva en los medios de comunicación para promover su aceptación en la opinión pública) que apoye la introducción comercial de cultivos genéticamente modificados y sus tecnologías asociadas. Es un acuerdo en paquete —oculto detrás de una fachada filantrópica— y viene acompañado de condicionamientos. El desarrollo de la tolerancia al estrés abiótico en los cultivos (incluyendo tanto las variedades convencionales como las transgénicas) es uno de los elementos característicos de muchos acuerdos de asociación. Por ejemplo:

La **Fundación Africana para la Tecnología Agrícola (AATF)**, con sede en Nairobi, Kenia, es uno de los principales agentes promotores en el Sur. Creada en 2003, la AATF es una organización no lucrativa que promueve las Asociaciones Público-Privadas para asegurar que los agricultores africanos de escasos recursos tengan acceso, libre de regalías, a las tecnologías agrícolas patentadas de las empresas transnacionales y, con ellas, incrementar su

productividad. Los fondos iniciales de la AATF fueron proporcionados por la Fundación Rockefeller, la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID). Dos de los cinco proyectos de la AATF están dedicados al desarrollo de la tolerancia al estrés abiótico en plantas:

- 1) Maíz de consumo eficiente de agua para África (*Water efficient maize for Africa*, WEMA);
- 2) Variedades de arroz adaptadas para suelos con bajo contenido de nitrógeno y con tolerancia a la sequía y a la salinidad.

Además de su papel como promotor en África de las asociaciones público-privadas, la AATF busca “monitorear y documentar continuamente la evolución de los sistemas regulatorios para los cultivos genéticamente modificados en los países de África”. La AATF desempeña un papel importante en la *promoción y facilitación* de los regímenes regulatorios, por medio del uso de su influencia en la opinión pública, cuyo fin es “superar las concepciones erróneas sobre los organismos genéticamente modificados que entorpecen la adopción de los productos de la biotecnología” en África. Por ejemplo, en agosto de 2009, las contrapartes en el proyecto WEMA auspiciaron un taller de cuatro días sobre los acuerdos de confidencialidad del sector privado (facilitado por personal de Monsanto y los Servicios de Consulta sobre Propiedad Intelectual de CGIAR). En ese taller, el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de la Agrobiotecnología (ISAAA) —una organización de apoyo a la biotecnología, financiada por la industria—, facilitó discusiones acerca de cómo llevar a cabo procesos de comunicación “eficaces” sobre la biotecnología y de cómo manejar relaciones

“seguras” con los medios de comunicación. En enero de 2010, el proyecto WEMA auspició otro taller para periodistas del este de África, para desarrollar capacidades para elaborar reportajes sobre biotecnología.

El proyecto Maíz de consumo eficiente de agua para África (*Water efficient maize for Africa*, WEMA), es uno de los cinco proyectos de la AATF. La asociación público-privada incluye a Monsanto, BASF, el centro de investigación emblemático del CGIAR —el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, CIMMYT— y los sistemas nacionales de investigación agrícola de Kenia, Tanzania, Mozambique, Sudáfrica y Uganda. El proyecto se inició en 2008, con 47 millones de dólares en fondos donados por la Fundación Bill & Melinda Gates y la Fundación Howard G. Buffett. El objetivo del proyecto WEMA es desarrollar nuevas variedades de maíz tolerantes a la sequía, adaptadas a la agroecología africana, mediante el uso de hibridación convencional y transgénesis. Además del germoplasma patentado, de las herramientas para el cultivo avanzado y de su experiencia, Monsanto y BASF anunciaron en marzo de 2008 la donación de transgenes libres del pago de regalías —“los mismos genes para el uso eficiente de agua que están siendo desarrollados para los mercados globales”—. Monsanto describe su donativo como una “joya” dentro de su estructura tecnológica y predice que podría resultar en nuevas variedades de maíz con rendimientos incrementados entre 20 y 35% en periodos de sequía moderada. En junio de 2008, Hugh Grant, Director Ejecutivo de Monsanto escaló la retórica, prometiendo que su empresa no sólo duplicaría los rendimientos en las cosechas de maíz, soya y algodón para 2010, sino que además contribuiría a mejorar las vidas de los agricultores, “incluyendo a 5 millones de personas adicionales a las familias de los campesinos pobres de África, para 2020”.

¿Qué ha logrado WEMA desde 2008? Según la AATF, en los primeros dos años del proyecto WEMA, más de 60 científicos han colaborado para crear “los necesarios protocolos de prueba, los procedimientos regulatorios y los protocolos para la adecuada evaluación del maíz en este proyecto, en cada uno de los cinco países participantes en el proyecto”. Las variedades de maíz no transgénico de uso eficiente de agua (de hibridación convencional) están ahora en el segundo año de prueba en campo en Kenia y Uganda, y Tanzania autorizó recientemente su siembra experimental por primera vez.

Para septiembre de 2010, Sudáfrica era el único país de los cinco en que interviene el proyecto WEMA, donde se autorizó e inició la siembra experimental de maíz transgénico, tolerante a la sequía. Las primeras variedades de maíz transgénico salidas del proyecto WEMA fueron plantadas en noviembre de 2009 en Lutzville, un sitio de prueba en el Cabo Occidental de Sudáfrica, con el fin de monitorear su desempeño en la tolerancia a la sequía, bajo condiciones tanto óptimas como reducidas de nitrógeno en el suelo. Según la AATF, “en los próximos 12 meses, dependiendo de la necesaria aprobación de los permisos correspondientes, se espera que los científicos puedan proceder con la plantación de siembras experimentales de cultivos biotecnológicos en Kenia, Tanzania y Uganda. Mozambique tomará los pasos necesarios para completar el desarrollo de los sitios de prueba y las autorizaciones regulatorias pertinentes, con el fin de iniciar la siembra en 2011”.

De acuerdo con Grace Wachoro, funcionaria de comunicación social de la AATF, los científicos involucrados en el proyecto WEMA han introducido el gen tolerante a la sequía de Monsanto en líneas adaptadas de maíz africano, sobre las que se realizarán “pruebas preliminares” en Kenia y Uganda, a fines de 2010. Wachoro agregó que “la integración de los genes tolerantes a la sequía es un proceso continuo, por lo que se elaborará una ruta de desarrollo de híbridos para prueba en los países

participantes en el proyecto WEMA, a lo largo de su duración”.⁸⁹ También advirtió que todas las contrapartes en el proyecto son también contrapartes del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología y “se han comprometido a crear marcos regulatorios nacionales plenamente funcionales para el manejo de los organismos genéticamente modificados”. Al momento de la redacción del presente comunicado, sin embargo, el gobierno de Uganda no había aprobado aún una ley de bioseguridad.

Otro proyecto de la AATF relacionado con los cultivos “climáticos” pretende desarrollar variedades de arroz adaptadas a suelos con bajo contenido de nitrógeno y con tolerancia a la sequía y la salinidad. El proyecto afirma que las variedades de arroz con estos rasgos ayudarán a los agricultores africanos a incrementar sus rendimientos hasta en 30%. Entre los socios del proyecto se encuentran: **USAID**, **Arcadia Biosciences** (Estados Unidos), los sistemas nacionales de investigación agrícola de **Ghana**, **Burkina Faso** y **Nigeria**, el **Centro Internacional para la Agricultura Tropical** (Colombia) y **PIPRA** (Estados Unidos). Arcadia proporcionará una licencia para uso de la tecnología, con el fin de producir variedades de arroz, libres del pago de regalías, para los pequeños agricultores africanos.

Maíz mejorado para los suelos africanos: En febrero de 2010, **Pioneer (DuPont)**, anunció su colaboración con la Asociación Público-Privada “Improved maize for African Soils”, (IMAS), maíz mejorado para los suelos africanos, la cual pretende elevar los rendimientos en la producción de maíz en África entre 30 y 50%, por encima de los rendimientos de las variedades utilizadas actualmente, utilizando la misma cantidad de fertilizante. El proyecto es liderado por el **CIMMYT**, con donaciones por 19.5 millones de dólares de la **Fundación Bill & Melinda Gates** y **USAID**. Otros socios de esta asociación son el Instituto de Investigación Agrícola de Kenia (KARI) y el Consejo para la Investigación Agrícola de Sudáfrica. Las variedades de maíz desarrolladas con las

tecnologías y la propiedad intelectual donada por Pioneer (transgenes y marcadores moleculares asociados con el rasgo de aprovechamiento eficiente del nitrógeno) “serán puestas a disposición sin pago de regalías a las empresas semilleras que las vendan a los pequeños agricultores de la región, lo cual significa que las semillas estarán disponibles para los campesinos al mismo costo que otros tipos de semillas mejoradas de maíz”.⁹⁰

Pioneer afirma que posee “un vasto acervo” de genes para mejorar la eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno. “Al aplicar estos genes y nuestra Tecnología de Rendimiento Acelerado™ al proyecto IMAS, contribuiremos a asegurar el desarrollo de líneas de maíz mejorado para aquellos que tienen mucho que ganar por el uso de nuevas tecnologías, los pequeños agricultores”. Las tecnologías serán introducidas por etapas: durante los próximos cuatro años, el proyecto introducirá variedades de maíz convencionales (no transgénicos) que ofrezcan “una significativa ventaja en los rendimientos”. Las variedades desarrolladas utilizando tecnologías de marcaje de ADN serán introducidas en un periodo de entre siete y nueve años, y aquellas con rasgos transgénicos estarán disponibles en aproximadamente 10 años. Todo esto depende, por supuesto, “del desempeño del producto y de los permisos regulatorios pendientes provenientes de las agencias científicas y gubernamentales correspondientes”, de acuerdo con la legislación nacional vigente en cada país.

En abril de 2009, la **Fundación Syngenta para la Agricultura Sustentable** y el **Foro para la Investigación Agrícola en África (FARA)**, firmaron un acuerdo por tres años y 1.2 millones de dólares “para fortalecer la capacidad para el manejo seguro de la biotecnología” en el África Subsahariana. El proyecto es administrado por FARA y aplicado por los sistemas nacionales para la investigación agrícola de Ghana, Burkina Faso, Nigeria, Kenia, Uganda y Malawi. De acuerdo con Lucy Muchoki, miembro del Consejo de FARA, “el proyecto desarrollará la capacidad de gestión que asegurará el desarrollo

de iniciativas futuras para el apropiado despliegue de biotecnología patentada en los países seleccionados. Los países beneficiarios fungirán como mentores de países hermanos en sus respectivas subregiones, para el adecuado despliegue de la biotecnología”. Como lo reporta *Ghana Web*, FARA está urgiendo a la población ghanesa a “dar la bienvenida al uso y aplicación de la biotecnología moderna, para así resolver eficazmente el problema de la inseguridad alimentaria y el probable impacto del cambio climático sobre la agricultura”.

En 2008, **Arcadia Biosciences** (Davis, California, Estados Unidos) obtuvo un financiamiento por tres años y 3.6 millones de dólares de USAID para desarrollar variedades de arroz y trigo tolerantes a la sequía y la salinidad, así como para que aprovechen más eficientemente el nitrógeno. Arcadia se asociará con Mahyco, una empresa semillera de la India, que es parcialmente propiedad de **Monsanto**, con el fin de desarrollar y comercializar las variedades genéticamente modificadas resultantes.⁹¹ El fondo inicial servirá también para gestionar la obtención de 18.5 millones de dólares adicionales de inversión. Las empresas colaborarán con el sector público indio para “ampliar el alcance” de la tecnología. USAID también asesorará a Arcadia y Mahyco a establecer mercados en Pakistán o Bangladesh.

La investigación agrícola del sector público responde al cambio climático:

El objetivo de los cultivos “a prueba de clima” para los pobres es vigorizar los institutos internacionales de fitomejoramiento que ven su misión como la respuesta científica al hambre, la pobreza y la seguridad alimentaria en el sur global. En 2006, la red de 15 centros del programa “Cosecha del futuro” que funcionan dentro del paraguas del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) anunció planes de intensificar la investigación de cultivos “resistentes al clima” para mitigar los impactos del calentamiento global.⁹² (El CGIAR fue el primero en utilizar el

término “*climate ready*” para referirse a los intentos de fitomejoramiento para desarrollar tolerancia al estrés abiótico en los cultivos, que aquí traducimos como “resistentes al clima”. Intencional o no, es un término que enseguida se asocia con los cultivos transgénicos “Roundup Ready” de Monsanto).

En 2006, el CGIAR gastó aproximadamente 70 millones de dólares en investigación relacionada con el cambio climático (aproximadamente el 15% de su presupuesto total de 470 millones de dólares). Este trabajo incluye estudios que evalúan la vulnerabilidad de sistemas agrícolas del mundo en desarrollo ante el cambio climático. A fines de 2007 el CGIAR se comprometió a duplicar, como mínimo, la cifra destinada a la investigación en cambio climático, en especial: 1) Fitomejoramiento para resistencia a enfermedades e insectos así como estrés abiótico tal como sequía e inundación; 2) Sistemas de cultivos (manejo del suelo, diversificación de cultivos, integración de cultivos y ganadería); 3) Manejo del agua (tecnologías y políticas para aumentar la eficiencia del uso del agua).

Los científicos del CGIAR están utilizando fitomejoramiento clásico, selección asistida por marcadores e ingeniería genética para mejorar los “rasgos defensivos” en variedades de alto rendimiento de cultivo generalizado. La investigación más notoria se enfoca en cereales con resistencia al clima –especialmente maíz y arroz– para los trópicos. Actualmente, la mayoría de la investigación del CGIAR no emplea transgénicos –pero eso podría cambiar pronto. El CGIAR también señala que su atención puesta en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos no es nueva. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que trabaja en investigaciones agrícolas nacionales en el África subsahariana dice que hasta ahora ha desarrollado más de 50 variedades de maíz tolerantes a la sequía (mejoradas convencionalmente) que se cultivan en aproximadamente un millón de hectáreas en todo el mundo.

Investigación del CGIAR sobre transgenes tolerantes a la sequía y el estrés: si bien la inversión de las empresas en investigación en ingeniería genética para la tolerancia al clima excede largamente la cifra invertida por las instituciones que cuentan con fondos públicos, varios centros del CGIAR están investigando la tolerancia transgénica al estrés en cultivos –especialmente factores de transcripción (gen DREB) en trigo, arroz, maní y papas.

En la sede del CIMMYT en México, los investigadores insertaron el gen DREB1A de *Arabidopsis thaliana* en trigo. En 2004, a pesar de la controversia internacional sobre los ensayos de trigo transgénico (el trigo transgénico todavía no ha sido comercializado), el CIMMYT realizó ensayos de campo con trigo transgénico en México –y planea realizar más ensayos en el futuro.⁹³ La construcción genética, ofrecida por el Centro Japonés de Investigaciones Internacionales en Ciencias Agrícolas, conferiría al cultivo tolerancia a la sequía, a las bajas temperaturas y a la salinidad. En el Informe Anual 2004 del CIMMYT, su principal investigador en trigo tolerante a la sequía, Allesandro Pellegrineschi, declaró que de contar con la inversión adecuada, sería posible producir variedades transgénicas tolerantes a la sequía en el término de cinco años. Pellegrineschi trabaja hoy en DuPont (Pioneer).

Los investigadores del Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) en la India, también utilizan el gen DREB1A para desarrollar maníes y gandules (frijol de palo) transgénicos. Según los investigadores de ICRISAT, los cultivos transgénicos todavía no han sido probados en campo.

Más preocupaciones de bioseguridad: el CIMMYT reconoce que el desarrollo de cultivos transgénicos para la tolerancia al estrés ambiental requerirá avances sustanciales en la evaluación de la bioseguridad y la aprobación reglamentaria, que son muy diferentes a la primera generación de cultivos transgénicos comerciales...⁹⁴

El CIMMYT advierte que los cultivos manipulados genéticamente para ambientes propensos a estrés abiótico plantean nuevas interrogantes en materia de seguridad e impactos. Por ejemplo, nuevos fenotipos resultantes de la tecnología transgénica para ambientes sometidos a estrés abiótico podrían provocar una mayor competitividad si se produce una introgresión de los transgenes con poblaciones silvestres. Además, el uso de genes reguladores tales como *DREB*, podría ocasionar un efecto en cascada sobre una variedad de vías genéticas (en comparación con la primera generación de cultivos que se basaban en sistemas de un gen-un producto). Algunos de esos efectos en cascada serán intencionados, pero otros no; algunos se conocerán, pero otros serán más difíciles de definir.⁹⁵

El Nuevo paradigma de sociedad del CIMMYT: A pesar de las preocupaciones en materia de bioseguridad, el CIMMYT está dispuesto a adoptar los cultivos transgénicos tolerantes a la sequía para el África Subsahariana. Los investigadores de CIMMYT reconocen que las compañías multinacionales controlan genes fundamentales para la tolerancia a la sequía en cultivos transgénicos, y que el despliegue de transgenes patentados por el sector público podría dar lugar a cuestiones de responsabilidad si los investigadores fueran acusados de infringir genes o tecnología patentados. Como forma de evitar cuestiones de responsabilidad, los investigadores del CIMMYT proponen que un “paradigma de sociedad filantrópica público-privada dirigida por los usuarios” podría hacer posible “soluciones transgénicas” para un maíz tolerante a la sequía en el África Subsahariana.⁹⁶

Los investigadores del CIMMYT escriben: “Si este nuevo paradigma de sociedad tiene éxito, el acceso a tecnologías patentadas que pueden producir rendimientos estables de cereales en complejas zonas propensas a la sequía permitirá

que los productores de maíz africanos, pobres en recursos, la mayor parte de los años tengan una cosecha razonable que casi seguramente permitirá una mayor seguridad alimentaria, mejores condiciones de vida y mayores oportunidades de ingresar a la economía de mercado, aún para agricultores que residen en ambientes hostiles”.⁹⁷

Para que el nuevo “paradigma de sociedad” se haga realidad, los investigadores del CIMMYT proponen iniciar un diálogo facilitado con la empresa pertinente “para asegurar que esta tecnología transgénica esté a disposición de los productores de maíz carentes de recursos del África Subsahariana”. El Grupo ETC no sabe si alguna vez tuvo lugar el diálogo facilitado con la empresa pertinente. Lo que sí sabemos es que el CIMMYT y los programas nacionales de investigación agrícola de Kenia, Uganda, Tanzania y Sudáfrica están trabajando en conjunto para desarrollar maíz tolerante a la sequía. El programa está apoyado por una donación de 47 millones de dólares de la Fundación Bill & Melinda Gates.

En otras palabras, el CGIAR está eludiendo cuestiones polémicas de propiedad y control de genes tolerantes a la sequía, y al mismo tiempo facilitando y apoyando la introducción de cultivos manipulados genéticamente en el África Subsahariana. La Fundación Bill & Melinda Gates —que se está convirtiendo en un financiador importante del sistema CGIAR— influye claramente al CGIAR para que apoye su orientación de mercado en la introducción de tecnología agrícola en África. El criterio comercial de Gates finalmente redundará en semillas de alta tecnología acompañadas de leyes de propiedad intelectual, reglamentaciones para las semillas y otras prácticas que responden al agronegocio. Para los agricultores africanos, esto tiene poco que ver con la filantropía.

A cambio de la entrega de la soberanía nacional sobre la propiedad intelectual, la biomasa y la seguridad alimentaria nacional, los Gigantes Genéticos ofrecen “donar” genes patentados (de tecnologías no evaluadas ni eficacia probada). Ningún gobierno necesita reconocer las patentes de estos genes. Esta “oferta” no sólo es fácil de refutar y rechazar, sino que además llama al examen de todos los acuerdos nacionales e internacionales de patentes, en los que este tipo de propuestas han encontrado cabida.

La acción unilateral del CIMMYT implica una discusión política con la FAO. Los 15 institutos del CGIAR aceptaron hace más de una década que la supervisión de política relativa al uso de los recursos filogenéticos correspondería a la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, de la FAO, y que cualquier cambio en las políticas del CGIAR tendría que ser autorizado por la Comisión de la FAO. En la medida que los rasgos patentados de BASF/Monsanto pueden ser insertados en el germoplasma de carácter público del CIMMYT y quedar sujetos a condiciones de licencia desconocidas, se hace necesaria la autorización de la Comisión de la FAO.

La sociedad trilateral es cuestionada porque la

Alianza para una Revolución Verde para África (AGRA), de la Fundación Gates y Rockefeller, ha prometido *no* introducir semillas transgénicas durante su primer programa de 5 años. Al trabajar con investigadores agrícolas nacionales y el CIMMYT en un programa financiado separadamente para maíz tolerante a sequía (fuera del paquete del AGRA), parecería que las tres partes esconden su responsabilidad por la investigación que apoya la introducción de semillas manipuladas genéticamente en el África Subsahariana. Los grandes ganadores, por supuesto, son BASF y Monsanto, quienes ahora pueden jactarse de sus intentos filantrópicos por dar genes tolerantes a la sequía libres de regalías a los agricultores más necesitados de África – con total aval de los institutos públicos de fitomejoramiento.

“Lo que necesitamos para contribuir con eficacia ... son ambientes favorables a los negocios.”

Gerald Steiner, Executive Vice President, Sustainability and Corporate Affairs, Monsanto en audiencia ante el congreso de Estados Unidos, julio de 2010.⁹⁸

“Propiedad intelectual para los pobres”, es también un tema recurrente en el ámbito intergubernamental. En enero de 2011, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) planea lanzar una “Iniciativa Global para Responsabilidad en el Otorgamiento de Licencias” que permitiría a las corporaciones emitir licencias gratuitas de tecnologías para la seguridad alimentaria, la salud y el medio ambiente.⁹⁹ Según el Director General de la WIPO, Francis Gurry: “en esencia, una corporación estaría en la disposición, voluntariamente, de poner a disposición, libres de cargos, sus tecnologías donde éstas no tengan mercado. Por lo general, en caso de una situación humanitaria o donde no hay consumidores”.¹⁰⁰

La iniciativa de la WIPO fue desarrollada con aportes del Foro Económico Mundial y la Fundación Bill & Melinda Gates, entre otros. ¿Tal vez a esto se refiere la WIPO cuando habla de aplicar su llamada “Agenda para el Desarrollo? Al presentar el “regalo de las licencias” como un acto de magnanimidad, la iniciativa de la WIPO generará publicidad positiva a las grandes corporaciones e implícitamente otorgará legitimidad a las patentes monopólicas, incluso en los países del Sur, que no están obligados a reconocerlas. Una patente es un monopolio otorgado por el gobierno y es sólo válido dentro de sus fronteras territoriales (aunque algunos países tienen oficinas de patentes regionales).¹⁰¹ En realidad, las patentes no son obstáculos infranqueables para los países pobres. Una tecnología patentada puede ser usada donde y cuando el monopolio de la patente no esté vigente. No es necesario obtener una licencia del poseedor de la patente.¹⁰²

COMPARANDO CON LA REALIDAD: ¿DE VERDAD FUNCIONARÁN?

La complejidad técnica que requiere el desarrollo de transgénicos que resistan los estreses ambientales relacionados con el cambio climático está registrada en varios estudios. Uno de ellos, del 2010, señala: “la aclimatación de cultivos al estrés abiótico necesita una respuesta coordinada de cientos de genes.” Los autores enfatizan que la respuesta de una planta al estrés abiótico depende de interacciones complejas entre diversos factores ambientales. Deben tomarse en cuenta el tiempo en que ocurre el estrés, su intensidad y duración y la convergencia de múltiples estreses en el campo.

Retórica corporativa vs. Complejidad tecnológica

Las plantas manipuladas genéticamente para tolerar la sequía han resultado problemáticas. Seguramente no encontraremos documentos sobre esto publicados por científicos del mundo

empresarial, pero otros investigadores enfocados en la sequía sí están identificando problemas.¹⁰³

El escollo principal es lo que se denomina el “efecto pleiotrópico”.

Los investigadores que buscan la tolerancia manipulada genéticamente a la sequía se encuentran con que la expresión de los genes para la tolerancia a la sequía puede tener efectos impredecibles y no deseados sobre otros rasgos, entre ellos el rendimiento y la calidad. Al igual que una computadora abotargada con demasiados programas, los genes asociados con la tolerancia a la sequía demoran el desarrollo de la planta, dando como resultado plantas más pequeñas y con florecimiento retardado. Según un informe elaborado por *Grain Research & Development Corporation* de Australia, “**El trastorno es grave. Equivale a trasladar a los años buenos las pérdidas de rendimiento experimentadas en las estaciones secas**”.¹⁰⁴

Glosario:

Pleiotropía – La capacidad de un solo cambio genético de provocar efectos fisiológicos no intencionales en toda una planta. Las compañías enfocadas en la tolerancia a la sequía manipulada genéticamente encuentran que los genes tolerantes a la sequía pueden tener efectos indeseados sobre otros rasgos como el rendimiento y la calidad.

Los investigadores del Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT, por su sigla en inglés) en la India también informan haber experimentado reveses en su trabajo con genes receptivos al estrés en cultivos transgénicos. En un artículo de 2007 escribieron: “La evaluación de las plantas transgénicas en condiciones de estrés y la comprensión del efecto fisiológico de

los genes insertados en la totalidad de la planta siguen siendo los mayores escollos a superar”.¹⁰⁵

Contrastando con la realidad

La extrema complejidad del diseño de rasgos para la tolerancia al estrés abiótico en las plantas representa una hazaña técnica que supera, por mucho, lo que los ingenieros genéticos han logrado en los últimos 25 años. 14 años después

de que los primeros cultivos genéticamente modificados fueran lanzados al mercado, los Gigantes Genéticos sólo han comercializado dos rasgos genéticos *singulares*: la tolerancia al herbicida y la resistencia a los insectos, en sólo un puñado de países.

Haciendo a un lado los efectos ambientales y sociales adversos de estos productos, las ventajas de los cultivos genéticamente modificados —*incluso para los agricultores industriales del Norte global*— no son claros. Claro está que hasta la industria de la biotecnología admite que sus productos no ofrecen ningún beneficio a los consumidores. En octubre de 2010, el *New York Times* reconoció que los analistas de la industria se preguntaban si “la racha ganadora de Monsanto, de crear cultivos genéticamente modificados cada vez más costosos, estaba llegando a su fin”.¹⁰⁶ El más reciente producto de la empresa, el maíz “SmartStax” —cargado con ocho genes extraños para la resistencia a insectos y la tolerancia a herbicidas— fue considerado un fracaso comercial. Pero eso no es todo. Un altísimo porcentaje de la superficie global dedicada a la siembra de cultivos biotecnológicos contiene, al menos, un transgen para la tolerancia al herbicida Roundup de Monsanto, el principal agroquímico que produce esta trasnacional. Pero las malezas resistentes al Roundup están apareciendo por todo el mundo, una realidad que “ensombrece el futuro de la franquicia de los cultivos Roundup Ready”.¹⁰⁷ Para 2015, se estima que el 40% de todas las tierras plantadas con maíz y soya observarán la presencia de malezas resistentes al herbicida Roundup.¹⁰⁸ Pueden ser malas noticias para los agricultores, pero significará una bonanza para las grandes corporaciones agroquímicas, porque ante el

creciente problema de las malezas resistentes (supermalezas), las empresas productoras de pesticidas buscan la manera de diseñar cultivos que resistan herbicidas todavía más tóxicos, como el 2,4-D. Un vocero de Syngenta declaró al *Wall Street Journal*: “El negocio de los herbicidas solía ser bueno hasta que el Roundup casi lo hizo desaparecer. Ahora, nuevamente se está volviendo divertido”.¹⁰⁹

El costo de oportunidad: No se trata simplemente de si es o no técnicamente posible diseñar cultivos “climáticos”. Ronda el ambiente una pregunta mucho más importante, especialmente para las iniciativas público-privadas que están invirtiendo millones en ofrecer productos climáticos patentados a los pobres: **¿Cuál es el mejor uso posible de recursos que son limitados?** La investigación privada sobre la tolerancia al estrés abiótico obtenida mediante la ingeniería genética ya está incurriendo en la desviación de recursos económicos y científicos muy escasos que podrían ser destinados a enfoques más baratos y descentralizados para enfrentar el cambio climático. ¿Qué podrían lograr 60 científicos en África si sus esfuerzos no estuviesen dedicados al maíz transgénico?

Investigación no transgénica: si bien el CGIAR parece abrazar la promesa de transgénicos para África, la vasta mayoría del trabajo de mejoramiento del Grupo para la tolerancia a estrés abiótico todavía no implica cultivos manipulados genéticamente. La mayor parte de la investigación actual implica identificar rasgos de semillas de agricultores y utilizar el fitomejoramiento clásico y la selección asistida de marcadores para desarrollar nuevas variedades. En el cuadro a continuación se brindan dos ejemplos destacados

Diversidad de los cultivos campesinos como fuente de rasgos para la adaptación

Arroz resistente al agua: Inundaciones y precipitaciones estacionales causan actualmente pérdidas anuales multimillonarias a las granjas arroceras en el sur y el sudeste de Asia, situación que se calcula empeorará con el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos. Cuando los científicos del Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI, por su sigla en inglés) y de la Universidad de California, Davis comenzaron a buscar genes que permitieran al arroz asiático resistir las inundaciones prolongadas, ellos sabían exactamente dónde buscar: el rasgo para la tolerancia a las inundaciones proviene de una variedad de los agricultores: *Dhullaputia*,¹¹⁰ identificada hace más de 50 años en Orissa (India) como la variedad mundial de arroz más resistente a la inundación¹¹¹. Utilizando la selección asistida con marcadores (no transgénicos) los investigadores pudieron aislar el gen tolerante a la inmersión, Sub 1A, y luego transferirlo a una variedad de arroz conocida como *Swarna*, que crece en más de 5 millones de hectáreas en India y Bangladesh. La mayor parte del arroz tolera las inundaciones solo unos pocos días, pero los investigadores alegan que la nueva variedad *Swarna Sub1*, resiste la inmersión durante dos semanas, sin que la producción se vea afectada. El IRRI ha realizado pruebas de campo con la variedad de arroz resistente a la inundación en Indonesia, Filipinas, Vietnam (y tiene planes para realizar pruebas en Camboya, Tailandia, Laos, Nepal y China en 2008).¹¹²

Contra el calor: El arroz es hoy en día la fuente de alimento que crece con mayor rapidez en África subsahariana, y los científicos del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por su sigla en inglés) predicen que será el *commodity* agrícola más importante en gran parte del continente.¹¹³ El African Rice Center (WARDA) está desarrollando variedades de arroz tolerantes al calor y a la sequía, cruzando especies africanas de arroz (*O. glaberrima*) con especies asiáticas de mayor rendimiento (*O. sativa*).¹¹⁴ Como es lógico, los ambientes en África propensos a la sequía son precisamente en los que los investigadores han encontrado arroz tradicional africano resistente al calor y a condiciones de sequía. Las características de la tolerancia a la sequía del arroz africano (*O. glaberrima*) incluye, por ejemplo, raíces profundas y finas, madurez temprana, ondulamiento rápido de las hojas y mayor eficiencia en el uso del agua.

Los investigadores también identificaron rasgos en el arroz africano que lo hacen más tolerante al calor. El arroz *O. glaberrima* tiene un mecanismo que limita el nivel de transpiración –evaporación de agua de las hojas de las plantas– permitiéndole evitar el estrés del calor en las condiciones más calurosas y secas.¹¹⁵ El arroz africano también ofrece la ventaja de una floración matinal temprana, cuando la temperatura es más baja. Esto reviste especial importancia ya que el arroz es muy sensible a las altas temperaturas durante la floración (por un período de 2 a 3 semanas). Cuando las temperaturas exceden los 35°C, se reduce mucho la viabilidad del polen, provocando pérdidas en la cosecha. La hora pico del día para la floración de la mayor parte de las variedades del arroz asiático (*O. sativa*) es las 11 a.m. – momento en que la temperatura en muchas regiones arroceras de África excede los 35°C. Por el contrario, el tipo *O. glaberrima* generalmente florece de mañana temprano, alrededor de las 7 u 8 a.m. – lo cual le permite evitar las temperaturas más elevadas del día. Desplazar la floración a horas tempranas en la mañana es una estrategia que los productores adoptan para proteger el arroz de los efectos adversos del cambio climático.

RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN DE CAMPEÑINOS Y AGRICULTORES

El mundo no puede depender de “composturas tecnológicas” para solucionar los problemas sistémicos de pobreza, hambre y caos climático. Un sistema alimentario agroindustrial altamente centralizado, controlado por un puñado de corporaciones transnacionales erigidas en amos de la biomasa, es incapaz de ofrecer los cambios sistémicos necesarios para reestructurar la producción agrícola y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Entretanto, los campesinos, la sociedad civil y los movimientos sociales están activamente trabajando en la creación de sistemas alimentarios alternativos, construidos sobre la base de la resiliencia, la sustentabilidad y la soberanía.

Estrategias campesinas para hacer frente al cambio climático

“La adaptación trata en última instancia de fomentar la capacidad de los pobres del mundo para resistir y recuperarse frente a un problema creado en gran medida por las naciones más ricas del planeta”.¹¹⁶

Informe de Desarrollo Humano 2007/2008

Los científicos del sector formal no son los únicos innovadores. Incluso utilizando los modelos climáticos más sofisticados y las tecnologías más adelantadas, la realidad es que los científicos no son muy buenos para predecir lo que ocurre en todos los ámbitos locales –y en el terreno.

La diversidad genética de plantas y animales y el conocimiento y prácticas diversas de las comunidades rurales son los dos recursos más

La resiliencia climática depende, en última instancia, de la biodiversidad agrícola, de los sistemas locales de semillas y de los procesos agroecológicos que están en manos de las comunidades campesinas. Se requiere apoyo para la cría de especies de cultivos subutilizados, con una diversidad de plantas que ofrece tolerancia natural a condiciones difíciles. Las comunidades indígenas y campesinas han sido los encargados de desarrollar y manejar esa diversidad y su papel en el diseño de estrategias para la adaptación al cambio climático debe ser reconocido, fortalecido y protegido. En vez de arrojarlos al extremo receptor de las dádivas empresariales de alta tecnología, las comunidades campesinas deben estar directamente involucradas en el establecimiento de prioridades y estrategias para la mitigación y adaptación al calentamiento global.

importantes para adaptar la agricultura a las condiciones ambientales locales. La diversidad genética ha permitido a la agricultura responder a los cambios en los últimos 10.000 años, y es precisamente esta diversidad la que tendrá un protagonismo fundamental para adaptar la agricultura al caos climático en las próximas décadas.

En los sistemas locales de semillas, el énfasis primordial está puesto no en los rendimientos y

la productividad elevados sino en la resistencia y las cualidades para sortear el riesgo en condiciones hostiles, variables y a veces impredecibles. Un componente esencial en las estrategias para la adaptación es el fitomejoramiento a nivel local. La diversidad genética de los cultivos cumple una función vital para enfrentar los distintos tipos de estrés ambiental y es la piedra angular de las estrategias de sustento de los pequeños agricultores, especialmente en el Sur. Un estudio de 2008 de la FAO sobre sistemas de semilla locales en cuatro países del sur de África reveló que más del 95 por ciento de las semillas

utilizadas por los agricultores se produce localmente.¹¹⁷ Se estima que en todo el mundo mil millones de personas dependen de semillas conservadas por campesinos. El estudio de la FAO señala que los pequeños agricultores pueden beneficiarse de la introducción de materiales genéticos mejorados, pero que “la limitación del sector formal radica en su incapacidad para hacer frente a las condiciones agroecológicas variables o las necesidades y preferencias de los agricultores a pequeña escala.”¹¹⁸

“Una herramienta poderosa para lograr los objetivos de desarrollo y sustentabilidad radica en empoderar a los agricultores para que logren un manejo innovador de los suelos, el agua, los recursos biológicos, las plagas, los vectores de enfermedades, la diversidad genética, y que conserven los recursos naturales de una forma culturalmente adecuada”. (*Traducción no oficial*)

*Resumen Ejecutivo del Informe de síntesis de la Evaluación Internacional del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD, por su sigla en inglés), abril de 2008*¹¹⁹

Si bien la uniformidad genética es el sello del fitomejoramiento comercial (la uniformidad es uno de los criterios estándar para la propiedad intelectual en vegetales), los fitomejoradores campesinos crean y mantienen deliberadamente variedades más heterogéneas para resistir las diversas y adversas condiciones agroecológicas. Estas capacidades en materia de fitomejoramiento, arraigadas en realidades locales, son necesarias para adaptar la agricultura al cambio climático.

La diversidad de semillas se maneja y utiliza en un sistema dinámico y complejo. Incluye cultivos básicos tradicionales, cultivos comerciales, cultivos menores y especies vegetales silvestres. Las comunidades campesinas manejan y mantienen miles de cultivos/especies y plantas silvestres que no son parte del comercio internacional y han sido en

gran medida desestimadas o menospreciadas por el sector formal de los fitomejoradores. Los

bancos de genes tienen tan solo una pequeña fracción del germoplasma que será necesario para futuros trabajos de mejoramiento. Una de las estimaciones calcula que bastante más del 90% de la variabilidad genética útil todavía seguiría manteniéndose en estado silvestre.¹²⁰ (Por ejemplo, se estima que tan solo se ha obtenido el 35% de la diversidad genética de la casava, uno de los cultivos de raíz más importantes del mundo). De manera similar, muchos parientes silvestres de los cultivos, que la FAO identifica como especialmente importantes para la seguridad alimentaria y el sustento de las comunidades campesinas, no están representados en las colecciones de bancos genéticos.¹²¹ Los parientes silvestres de los cultivos y los cultivos menores son reconocidos ahora como una fuente valiosa y relativamente desaprovechada de rasgos para un mejoramiento en la adaptación. Ya sea en sistemas de producción intensivos, como comerciales o marginales, estudios recientes están confirmando lo que las comunidades campesinas ya saben: los agricultores son fitomejoradores que desarrollan activamente nuevas variedades de cultivos.¹²²

La diversidad de cultivos desarrollada y conservada por comunidades campesinas cumple un papel en la adaptación de la agricultura al cambio y la variabilidad climática. Y la historia demuestra que las semillas mejoradas por los campesinos pueden ser adoptadas y difundidas bastante rápidamente. En Nepal, por ejemplo, dos comunidades campesinas del mismo valle desarrollaron nuevas variedades de arroz para zonas de altura. Una de las variedades campesinas se comportó mucho mejor que las variedades de arroz introducidas por el sector formal –y por consiguiente fue adoptada por los agricultores, diseminándose ampliamente por varias zonas.¹²³ En la comunidad brasileña de Sol da Manha, los agricultores y los fitomejoradores del sector formal colaboraron en la mejora de una variedad de maíz local seleccionado para una utilización reducida de nitrógeno.¹²⁴

Lo habitual es que los agricultores y agricultoras extraigan los materiales para mejoramiento de sus propias comunidades así como del germoplasma introducido del exterior –incluso de las variedades comerciales. SEARICE, organización de la sociedad civil con sede en Filipinas, informa que durante el periodo de 10 años entre 1994 y 2004, el instituto de investigación del arroz de Filipinas liberó 55 variedades de arroz endogámico. Durante la misma década (a lo largo de un periodo de 8 años; 1998-2004) los fitomejoradores campesinos de la isla de Bohol desarrollaron 89 variedades de arroz.¹²⁵

Los modelos de clima predicen que los principales cultivos alimenticios de particular importancia para la seguridad alimentaria del Sur son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático (por ejemplo, el arroz del sudeste asiático y el maíz de África del

Sur). Una estrategia importante de adaptación para los agricultores es cambiar de cultivos muy vulnerables a cultivos menos vulnerables.¹²⁶ La diversificación de cultivos también debe incluir especies subutilizadas que ofrecen tolerancia natural a las presiones ambientales, tales como calor, sequía, frío, etc.

La adaptación al cambio climático no sólo tiene que ver con semillas sino que se refiere a sistemas agrícolas. Los agricultores pueden adaptarse a las alteraciones del clima cambiando las fechas de plantación, escogiendo variedades con distintas duraciones de crecimiento, cambiando las rotaciones de cultivos, diversificando los cultivos, utilizando nuevos sistemas de riego, etc. Los agricultores cultivan variedades de maduración temprana y tardía de los mismos cultivos para aumentar el periodo de disponibilidad de alimentos y para repartir el volumen de trabajo exigido en la época de la cosecha.

Las estrategias campesinas para sobrevivir y adaptarse al cambio climático deben ser reconocidas, fortalecidas y protegidas. Las comunidades campesinas deben participar directamente en la fijación de prioridades y estrategias para la adaptación. Toda vez que sea apropiado, los científicos del sector formal pueden trabajar con los agricultores para mejorar las tecnologías de conservación, fortalecer las estrategias de mejoramiento local y ayudar a identificar y acceder a las semillas conservadas en bancos de semillas. Esto podría implicar fortalecer y ampliar las redes entre campesinos para el intercambio y mejoramiento de cultivos y variedades que ya están bien adaptadas a los ambientes locales. También podría implicar facilitar el acceso a nuevas fuentes de germoplasma para la experimentación y el mejoramiento campesino.

Soluciones alternativas de resiliencia climática

Huertos o jardines caseros: Los campesinos manejan una buena parte de la agro-biodiversidad del mundo por medio de complejos agro-ecosistemas que han sido, o bien despreciados, o ignorados por los agricultores del sector formal. Un estudio reciente apunta que los jardines domésticos constituyen reservorios cruciales de una biodiversidad agrícola multidimensional (esto es, de plantas silvestres, semi-domesticadas y domesticadas, así como de una diversidad inter- e intra-específica).¹²⁷ Estos “focos rojos olvidados de la agro-biodiversidad y la diversidad cultural” conforman un recurso crítico del saber tradicional, de la conservación de la biodiversidad agrícola y de la adaptación al cambio climático.¹²⁸ Los jardines estudiados en Ghana, por ejemplo, revelan que los jardineros domésticos cultivan, en promedio, 45 especies; los jardineros nepaleses, mantienen unas 33 especies; los vietnamitas, 45 especies.¹²⁹ Los jardines domésticos incluyen plantas sembradas para alimento, forraje, medicina, combustible, fibra y ornamento.

Alimentos silvestres: Aunque los hábitats naturales están severamente amenazados, los pueblos indígenas y las comunidades agricultoras y de pastoreo manejan activamente plantas silvestres y animales que proporcionan una contribución importantísima —aunque no reconocida— al abasto alimentario del mundo. Un estudio reciente de Zareen Bharucha y Jules Pretty reveló que, lo mismo en los países desarrollados que en los subdesarrollados, una comunidad indígena utiliza, en promedio, unas 120 especies.¹³⁰ En 22 países de Asia y África, el uso promedio de especies es de 90 a 100 por localidad. En países como India, Etiopía y Kenia, los estimados agregados por país es de entre 300 y 800 especies.¹³¹ Bharucha y Pretty advierten que las especies silvestres de alimento “ofrecen la posibilidad de desempeñar un papel crucial para amortiguar el estrés alimentario causado por un clima cambiante” y —dada la innata resiliencia de algunas variedades silvestres— “podrían desempeñar un papel crecientemente importante durante periodos de baja productividad agrícola asociada con eventos climáticos”.¹³²

Variedades tradicionales: La Fundación Navdanya para la Investigación Científica, Tecnológica y Ecológica, con sede en Nueva Delhi, India, afirma que los cultivos tradicionales sembrados por los campesinos son la principal fuente de los rasgos genéticos para la resistencia al cambio climático en las plantas.¹³³ En su informe de 2009 —*La biopiratería y los cultivos resilientes al clima*—, Navdanya documenta la existencia de variedades de arroz resistentes a la sequía, cultivadas tradicionalmente por campesinos en Uttarakhand, Bengala Occidental, Kerala y Karnataka, así como variedades de arroz resistentes a las inundaciones en Assam, Bengala Occidental, Orissa, Kerala y Karnataka. Variedades de arroz resistentes a la salinidad son cultivadas por campesinos en los manglares del área de Sunderban, en Bengala Occidental, Orissa, Kerala, y el norte de Karnataka.

Cultivos subutilizados: Científicos del Consejo Nacional de la Investigación de Estados Unidos pidieron a expertos africanos que nombraran plantas indígenas alimentarias africanas que en su opinión tuvieran un potencial no desarrollado y que, por lo general, son despreciadas por los científicos, los políticos y el mundo en general. Recibieron mil respuestas nombrando más de 300 plantas cruciales, incluyendo más de 50 vegetales.¹³⁴ En su volumen sobre cultivos subestimados de los Andes, el Consejo Nacional de la Investigación advierte que “los cultivos tradicionales andinos han merecido poco respeto, investigación científica o impulso comercial. No obstante, entre ellos se incluyen algunos cultivos y alimentos muy adaptables, extremadamente nutritivos y muy sabrosos”.¹³⁵ La cosecha oculta, la menospreciada biodiversidad y el saber y recursos de las comunidades indígenas y campesinas del mundo deben ser incorporadas para alcanzar la seguridad climática.

Sin red de seguridad frente al clima: los efectos perjudiciales de la crisis climática no son tan solo un asunto de vulnerabilidad geográfica sino que también depende de la capacidad de una región para costear las medidas de adaptación. Para algunos agricultores de los países de la OCDE, por ejemplo, los riesgos ya están mitigados por las subvenciones agrícolas – alrededor de 225.000 millones de dólares en los países de la OCDE en 2005¹³⁶ -y a través del apoyo público a un seguro ante desastres. Los países pobres no tienen una red de seguridad

frente al clima. Carecen incluso de los recursos más básicos. África tiene actualmente una estación meteorológica por cada 25.460 km² –un octavo del nivel mínimo recomendado por la Organización Meteorológica Mundial. En contraste, Holanda tiene una estación cada 716 km².¹³⁷ La inversión en fitomejoramiento es otra medida importante de adaptación. Una encuesta realizada por la FAO entre 19 países africanos revela que el apoyo financiero al fitomejoramiento en 2005 fue menor al de 1985.¹³⁸

Cambio climático: Respuesta corporativa vs. respuesta campesina <i>In Silico vs. In situ</i> 	
Enfoque de los “Gigantes Genéticos”	Enfoque campesino
Utiliza el enfoque <i>in silico</i> (datos obtenidos por computación o robótica) para encontrar genes y rasgos de interés Utiliza la genómica funcional para identificar y sobre-expresar genes con tolerancia al estrés abiótico. Monopolio exclusivo de patentes sobre rasgos multigénicos relacionados con el estrés abiótico Obtiene subvenciones comerciales para la utilización de cultivos resistentes al clima o... convence a las autoridades gubernamentales que los agricultores deben plantar semillas resistentes al clima patentadas	Selecciona las variedades de plantas más resistentes Investiga especies subutilizadas que ofrecen tolerancia natural al estrés ambiental, como el calor, la sequía, el frío, etc. Elimina todos los obstáculos al intercambio de germoplasma, en especial la propiedad intelectual, las leyes sobre semillas inspiradas en la OMC, los falsos obstáculos al comercio, el oligopolio empresarial, etc. Participa en alianzas e intercambio de germoplasma entre agricultores, así como en sociedades adecuadas con el sector formal de obtentores vegetales

CONCLUSIÓN

Los Gigantes Genéticos apuntalan la crisis climática con el fin de ganar el control monopólico de los genes cruciales de los cultivos y, también, para lograr la aceptación pública de las semillas genéticamente modificadas. En vez de centrarse en políticas que recorten dramáticamente el consumo de combustibles fósiles y apoyen a los campesinos en el diseño de estrategias de producción de control comunitario, la agenda de las empresas se concentra en semillas patentadas de alta tecnología que no serán accesibles —ni adecuadas— para la amplia mayoría de los agricultores del mundo. Los cultivos genéticamente modificados, “adaptados al cambio climático” son una falsa solución al calentamiento global y la actual oleada de patentes debe ser detenida.

No se genera ningún beneficio social cuando los gobiernos permiten que un puñado de empresas monopolicen los rasgos climáticos y los genes de las plantas. Dos años después de nuestro estudio inicial sobre los reclamos corporativos de patentes sobre cultivos climáticos, las recomendaciones del Grupo ETC siguen siendo las mismas:

- Suspender todas las patentes sobre genes y rasgos climáticos (por ejemplo, la tolerancia al estrés abiótico) y llevar a
- .

cabo una investigación exhaustiva de las semillas transgénicas tolerantes al estrés abiótico, incluyendo sus impactos potenciales sobre el medio ambiente y la sociedad.

- Reconocer, proteger y fortalecer los cultivos, la conservación y los sistemas agroecológicos originados en el saber campesino, como una respuesta prioritaria para la supervivencia y adaptación ante el cambio climático.
- Adoptar políticas que faciliten a los campesinos el acceso a, o el intercambio de materiales para el cultivo y se eliminen las restricciones actuales que les impiden el acceso a las semillas y el germoplasma (especialmente aquellos administrados por medio de la propiedad intelectual, las leyes de semillas de inspiración agroindustrial, los regímenes comerciales y los oligopolios corporativos). En medio de una crisis alimentaria combinada con una crisis climática, las restricciones en el acceso a las semillas y el germoplasma son lo último que necesitan los campesinos en su lucha por adaptarse a condiciones climáticas rápidamente cambiantes

Grupo ETC - Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración

El Grupo ETC es una organización internacional de la sociedad civil. Trabajamos investigando los impactos ambientales, sociales y económicos relativos a nuevas tecnologías, a nivel global y particularmente sobre pueblos indígenas, comunidades rurales y la biodiversidad. Investigamos la erosión ecológica (incluyendo los aspectos de erosión cultural y derechos humanos); el desarrollo de nuevas tecnologías y monitoreamos cuestiones de gobierno internacional, como la concentración de las corporaciones y comercio internacional de tecnologías. Operamos a nivel político global y tenemos estatus consultivo en varias agencias y tratados de Naciones Unidas. Trabajamos con otras organizaciones de la sociedad civil y movimientos sociales, especialmente en África, Asia y América Latina. Contamos con oficinas en Canadá, Estados Unidos, México y Filipinas.

www.etcgroup.org

NOTAS:

- ¹ J. Kaskey y A. Ligi, “Monsanto, DuPont Race to Win \$2.7 Billion Drought-Corn Market”, *Businessweek*, 21 de abril de 2010. Disponible en: <http://www.businessweek.com/news/2010-04-21/monsanto-dupont-race-to-win-2-7-billion-drought-corn-market.html>.
- ² Departamento de Agricultura de Estados Unidos, *U.S. Biobased Products: Market Potential and Projections Through 2025*, preparado conjuntamente por la Oficina de Política Energética y Nuevos Usos, el Centro para la Investigación y Servicio Industrial de la Universidad Estatal de Iowa, Informa Economics, el Instituto de Biotecnología de Michigan y el Grupo Windmill. OCE-2008-1, 293 pp.
- ³ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008: La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido*, 2007. p.v.
- ⁴ FAO. Comunicado de prensa. “La agricultura en Oriente Próximo sufrirá por el cambio climático”. Roma/El Cairo, 3 de marzo de 2008, <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000800/index.html>
- ⁵ Centro de noticias ONU (FAO), “El cambio climático puede incrementar el número de víctimas del hambre” – NU, 26 de mayo de 2005.
- ⁶ Thornton P.K., et al., *Mapping Climate Vulnerability and Poverty in Africa*, International Livestock Research Institute, mayo de 2006. El informe concluye que muchas comunidades de África, que ya están lidiando con una pobreza extrema, están en la mira de los peores efectos adversos del cambio climático. Los más vulnerables de todos son familias de agricultores en África central y oriental, incluyendo a Ruanda, Burundi, Eritrea y Etiopía, así como Chad y Níger. En inglés en: <http://www.ilri.org/ILRIPubAware/Uploaded%20Files/Mapping%20Climate%20Vulnerability%20and%20Poverty%20in%20Africa.pdf>
- ⁷ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág.92.
- ⁸ IRRI, Comunicado de prensa, “Rice harvests more affected than first thought by global warming,” 29 de junio de 2004. El estudio fue publicado en: *Proceedings of the National Academy of Sciences*
- ⁹ Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), Comunicado de prensa, “Intensified Research Effort Yields Climate-Resilient Agriculture To Blunt Impact of Global Warming, Prevent Widespread Hunger,” 4 de diciembre de 2006. En: <http://www.cgiar.org/pdf/agm06/AGM06%20Press%20Release%20FINAL.pdf>
El título del próximo estudio es: “Can Wheat Beat the Heat?”
- ¹⁰ CGIAR, “Global Climate Change: Can Agriculture Cope?”, *Dossier* informativo en línea, 2007. En: http://www.cgiar.org/impact/global/cc_mappingthemenace.html.
- ¹¹ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág.94.
- ¹² CGIAR, “Global Climate Change: Can Agriculture Cope?”, *Dossier* informativo en línea, 2007. En: http://www.cgiar.org/impact/global/cc_mappingthemenace.html
- ¹³ Basado en información de David B. Lovell. Declaración abreviada de un encuentro realizado en Bellagio, del 3 al 7 de setiembre de 2007. “The Conservation of Global Crop Genetic Resources In the Face of Climate Change”, D.B. Lobell et al., 2008: “Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030”. En: *Science* **319**: 607-610.
- ¹⁴ J. Kaskey y A. Ligi, “Monsanto, DuPont Race to Win \$2.7 Billion Drought-Corn Market”, *Businessweek*, 21 de abril de 2010. Disponible en: <http://www.businessweek.com/news/2010-04-21/monsanto-dupont-race-to-win-2-7-billion-drought-corn-market.html>.
- ¹⁵ A la propiedad legal de una patente o solicitud de patente se le designa “asignatario”. Sin embargo, los derechos de patente pueden ser comerciados y la patente —algunos o todos sus derechos— otorgados mediante licencia a otra parte interesada. Esta información no se divulga en la documentación de las patentes.
- ¹⁶ Charlotte Eyre, “Australia gives go-ahead for GM wheat testing”, FoodUSA Navigator.com, 20 de junio de 2006. En: <http://tiny.cc/YOYRJ>
- ¹⁷ Carey Gillam, “Biotech companies race for drought-tolerant crops”, *Scientific American*, 13 de enero de 2008. www.sciam.com.
- ¹⁸ Gio Braidotti, “Scientists share keys to drought tolerance”, Corporación Australiana para el Desarrollo e Investigación de Cereales (GRDC, por su sigla en inglés), *Ground Cover* No. 72, enero-febrero de 2008.
- ¹⁹ Comunicado de prensa, “African Agricultural Technology Foundation to develop drought-tolerant maize varieties for small-scale farmers in Africa”, African Agricultural Technology Foundation, 19 de marzo de 2008.
- ²⁰ James Z. Zhang, et al. “From Laboratory to Field. Using Information from Arabidopsis to Engineer Salt, Cold, and Drought Tolerance in Crops”. En: *Plant Physiology*, junio de 2004, Vol. 135, pp. 615-621.
- ²¹ *Ibidem*
- ²² Mendel Biotechnology, Inc., solicitud de patente de EEUU No. US20070240243A9: Plant transcriptional regulators of drought stress, in “background of the invention”.

- ²³ Ver, por ejemplo, la Patente de EEUU No. 7.241.937
- ²⁴ Ver, por ejemplo, la Patente de EEUU No. 7.230.165
- ²⁵ A. Bar-Even, E. Noor, N.E. Lewis y R. Milo, "Design and analysis of synthetic carbon fixation pathways", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010. <http://www.pnas.org/content/107/19/8889>.
- ²⁶ *Ibid.*
- ²⁷ Comunicación personal con Ron Milo, Instituto Weizmann.
- ²⁸ Comunicado de prensa de DuPont, "DuPont Leader: Drought Tolerant Crops Critical to Increasing Food Production," 4 de agosto de 2010. <http://www.pioneer.com/web/site/portal/menuitem.50ccfe7db37d91e389108910d10093a0/>.
- ²⁹ Personal communication with Jeffrey Rowe, Pioneer Hi-Bred International (DuPont).
- ³⁰ *Ibid.*
- ³¹ Carey Gillam, "Biotech companies race for drought-tolerant crops," Reuters, 13 de enero, 2008.
- ³² AgBioWorld, 4 de setiembre de 2006. En: http://www.agbioworld.org/newsletter_wm/index.php?caseid=archive&newsid=2590
- ³³ Comunicado de prensa de Pioneer, "DuPont and Evogene Collaborate to Increase Drought Tolerance in Corn and Soybeans", 30 de octubre de 2007. En: www.pioneer.com
- ³⁴ <http://www.evogene.com>
- ³⁵ www.evogene.com/news.asp
- ³⁶ <http://www.evogene.com>
- ³⁷ Comunicado de prensa de Evogene, "Monsanto and Evogene Collaborate on Nitrogen Use Efficiency Research", 25 de setiembre de 2007. En: http://www.evogene.com/news.asp?new_id=45
- ³⁸ Comunicado de prensa de Monsanto/BASF, "BASF and Monsanto Announce R&D and Commercialization Collaboration Agreement in Plant Biotechnology", 21 de marzo de 2007.
- ³⁹ Los productos que surjan del trabajo conjunto serán comercializados por Monsanto. Las compañías acordaron dividir los beneficios de los productos comercializados de la siguiente manera: Monsanto recibe el 60% de los beneficios netos y BASF el 40 por ciento.
- ⁴⁰ Canon, Slate, "BASF, Monsanto expand collaboration", *Delta Farm Press*, 8 de julio de 2010. <http://blog.deltafarmpress.com/briefingroom/2010/07/08/basf-monsanto-expand-collaboration/>.
- ⁴¹ Comunicado de prensa de Monsanto, "InterGrain and Monsanto Announce New Wheat Breeding Collaboration: Monsanto to share technology, germplasm with Australian breeding leader; makes equity investment", 26 de agosto de 2010. <http://monsanto.mediaroom.com/intergrain-monsanto-new-wheat-breeding-collaboration>.
- ⁴² Clifford Carlsen, "Investors plant \$75M in Ceres" *The Deal*, 27 de setiembre de 2007. En: <http://www.techconfidential.com/news/money-in/investors-plant-75m-in-ceres.php>
- ⁴³ *Ibid*
- ⁴⁴ Simon Varcoe, "Monsanto Confident over GM Venture". En: *AGROW*, 27 de noviembre de 2007. En: http://www.agrow.com/biotech_news33.shtml
- ⁴⁵ Fraley es citado en el artículo de Simon Varcoe, "Monsanto Confident over GM Venture", *AGROW*, 27 de noviembre de 2007. En: http://www.agrow.com/biotech_news33.shtml
- ⁴⁶ Comunicado de prensa de BASF, "BASF Plant Science and Monsanto to expand their collaboration in maximizing crop yield", 7 de julio de 2010. <http://www.basf.com/group/pressrelease/P-10-350>.
- ⁴⁷ Peter Eckes, Presidente de BASF Plant Science, "A grounded approach to agricultural sustainability", Cumbre de Medios, Chicago, Illinois (Estados Unidos), 9 de junio de 2010. http://www.agro.basf.com/agr/AP-Internet/en/function/conversions:publish/upload/news_room/peter-eckes-presentation-chicago.pdf.
- ⁴⁸ Carol Potera, "Blooming Biotech", *Nature Biotechnology* 25, 963 - 965 (2007), 3 de setiembre de 2007. En: <http://www.nature.com/nbt/journal/v25/n9/full/nbt0907-963.html>
- ⁴⁹ Comunicación personal con Eric Rey, Director Ejecutivo, Arcadia Biosciences, 17 de septiembre de 2010.
- ⁵⁰ "Arcadia completes first field trial for drought-tolerant crops", *Agrow Agricultural Biotechnology News*, Lunes 7 de enero de 2008. En: http://www.agrow.com/biotech_news39.shtml
- ⁵¹ Rivero, R. M. et al., 2007. "Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant", *PNAS* 104 (49): 19.631-19.636
- ⁵² Comunicado de prensa de la Universidad de California, Davis, "New Drought-tolerant Plants Offer Hope for Warming World", 26 de noviembre de 2007. En: http://www.news.ucdavis.edu/search/news_detail.jasso?id=8439
El artículo científico que informa sobre este estudio: Rivero, R. M. et al., 2007. "Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant", *PNAS* 104 (49): 19.631-19.636. El gen es una enzima en la vía de la hormona citokinina biosintética. El gen fue aislado de la bacteria del suelo *Agrobacterium tumefaciens*, y se conoce desde hace largo tiempo. Su innovación fue vincular este gen con un promotor que aislaron de un frijol común, *Phaseolus vulgaris*. Los investigadores dicen que no hubo atraso en la floración, u otros cambios negativos en las plantas en condiciones normales.

- ⁵³ Ashok B. Sharma, “Arcadia, Mahyco in Commercial License Agreement”. *Financial Express*, 14 de abril de 2008.
En: <http://www.financialexpress.com/news/Arcadia-Mahyco-in-commercial-license-agreement/296700/>
- ⁵⁴ David Hest, “Seeds for Global Warming,” *Farm Industry News*, January 1, 2008.
- ⁵⁵ Syngenta, “2010 Half Year Analysts’ Call Script”, Basilea, Suiza, 22 de julio de 2010.
http://www.zeneca.com/en/investor_relations/pdf/07.22.2010%20Syngenta%20H1%20Script.pdf.
- ⁵⁶ Comunicado de prensa de Syngenta, “Syngenta Seeds, Inc. Launches Agrisure Artesian™ Technology, First Water-Optimized Technology for Corn Hybrids”, 27 de julio de 2010.
- ⁵⁷ http://www.wbcsd.org/DocRoot/3Eg5u08N3UAYciRKcigo/Land%20Use_220310.pdf.
- ⁵⁸ Arcadia Biosciences, “Arcadia Biosciences and Chinese Province Agree to Establish Methods for Carbon Credit Trading Based on Nitrogen Use Efficient,” Boletín de prensa, 3 de mayo de 2007.
<http://www.enn.com/agriculture/article/28856>.
- ⁵⁹ <http://www.enn.com/agriculture/article/28856>.
- ⁶⁰ Comunicación personal con Eric Rey, Director Ejecutivo, Arcadia Biosciences, 17 de septiembre de 2010.
- ⁶¹ http://www.monsanto.com/responsibility/our_pledge/healthier_environment/carbon_sequestration.asp
- ⁶² Ver en el sitio web del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por su sigla en inglés), en “frequently asked questions” sobre Biotech Yield Endorsement, 9 de octubre de 2007. En:
<http://www.rma.usda.gov/help/faq/bye.html>
- ⁶³ Carey Gillam, “Biotech companies race for drought-tolerant crops”, *Scientific American*, 13 de enero de 2008.
www.sciam.com
- ⁶⁴ Ver solicitud #7 de la Patente No. 7.161.063 de Estados Unidos: Transcription factor stress-related proteins and methods of use in plants.
- ⁶⁵ Comunicado de prensa del Grupo ETC, “Dupont y Monsanto en sinergia”, 9 de abril de 2002. En:
http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=215
- ⁶⁶ Según la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (USPTO), la base de datos “GenBank” (una colección anotada de todas las secuencias de ADN disponibles públicamente), contenía 651 millones 972 mil 984 nucleótidos en un millón 21 mil 211 secuencias, en 1996. Para febrero de 2006, la base de datos “GenBank” contenía 59 mil 750 millones, 386 mil 305 bases en 54 millones, 584 mil 635 registros de secuencias, es decir, 91 veces más nucleótidos y aproximadamente 54 veces más secuencias. Actualmente, la cifra ha rebasado los 107 mil 533 millones, 156 mil 756 bases. Puede consultarse en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>.
- ⁶⁷ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/genome>.
- ⁶⁸ http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genomes/PLANTS/PlantList.html#C_SEQ.
- ⁶⁹ http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=genomeprj&cmd=Retrieve&dopt=Overview&list_uids=9512.
- ⁷⁰ Para información detallada sobre los antecedentes, véase el Comunicado del Grupo ETC, , “Syngenta – The Genome Giant? January/February 2005. http://www.etcgroup.org/upload/publication/74/01/syngentacom86_esp.pdf.
- ⁷¹ Véase, por ejemplo, Grupo ETC, Geno-Types, “DeCodeing the Clinton/Blair Announcement,” 26 de marzo de 2000.
http://www.etcgroup.org/upload/publication/332/01/geno_decoding.pdf.
- ⁷² <http://www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3648.html>.
- ⁷³ <http://www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3662/3108.html>.
- ⁷⁴ <http://www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3663/2806.html>.
- ⁷⁵ 1316 O.G. 13, 27 de marzo de 2007.
- ⁷⁶ Richard Van Noorden, “DNA patent ruling hinders Monsanto”, *Nature*, 9 de julio de 2010.
<http://www.nature.com/news/2010/090710/full/news.2010.345.html>.
- ⁷⁷ *Monsanto Technology LLC v Cefetra BV and Others*, Case C-428/08.
- ⁷⁸ Matthew Royle, “Purpose-Dependent Protection for DNA”, *Genetic Engineering & Biotechnology News*, 1 de septiembre de 2010, p. 9.
- ⁷⁹ *Ibid.*
- ⁸⁰ http://www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3660/3609.html#dsy3609_specify.
- ⁸¹ http://www.uspto.gov/web/offices/pac/mpep/documents/2400_2422.htm.
- ⁸² <http://www.patentlens.net/daisy/RiceGenome/3660/3609.html>.
- ⁸³ *Ibid.*
- ⁸⁴ Comunicado de prensa del Grupo ETC: “Patente revocada! el Monopolio de Monsanto anulado en Munich”, 3 de mayo de 2007. www.etcgroup.org
- ⁸⁵ Comunicado de prensa del Grupo ETC, “Anulada la patente sobre el frijol Enola” 14 de julio de 2009. www.etcgroup.org.
- ⁸⁶ Los “factores de transcripción” son utilizados para activar cascadas de genes que funcionan conjuntamente para ampliar la tolerancia al estrés. Los factores de transcripción hacen referencia a una clase de genes que controlan el grado en que otros genes en una célula son activados. Los factores de transcripción reconocen y se ligan con regiones del ADN que tienen una secuencia específica en los promotores de los genes a los que regulan.

- ⁸⁷ Tomado del compendio de solicitudes de patente, US 2009/0300980 A1 (solicitud de patente). Maíz con rasgos de protección transgénica contra insectos utilizados en combinación con tolerancia a la sequía y/o insumos reducidos, particularmente fertilizante.
- ⁸⁸ “En promedio, sólo un tercio de las solicitudes de nuevos medicamentos presentadas ante la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) de Estados Unidos corresponden a nuevas entidades moleculares. La mayor parte del resto corresponde a reformulaciones o modificaciones incrementales de las drogas ya existentes, o bien, para nuevos usos “designados en la etiqueta” (que cubren condiciones de salud adicionales para las que la droga puede ser prescrita). Ninguno de esos tipos de drogas nuevas incluye un ingrediente activo nuevo, aunque las empresas deben realizar pruebas clínicas para obtener la aprobación de la FDA para los nuevos usos de esas drogas”. Fuente: Congreso de Estados Unidos, Oficina del Presupuesto del Congreso, *Research and Development in the Pharmaceutical Industry*, octubre de 2006, pp. 14-15. <http://www.cbo.gov/ftpdocs/76xx/doc7615/10-02-DrugR-D.pdf>
- 90 CYMMIT sitio Web, “Improved Maize for African Soils,” www.cimmyt.org/en/projects/improved-maize-for-african-soils
- 91 USAID, “Global Development Alliance Supports Use of Biotechnology to Improve Indian Rice and Wheat Production,” News Release, April, 8, 2009. Available online at: www.usaid.gov
- ⁹² CGIAR, “Intensified Research Effort Yields Climate-Resilient Agriculture to Blunt Impact of Global Warming, Prevent Widespread Hunger,” News release, December 4, 2006. Available online at: www.cgiar.org
- ⁹³ http://www.cimmyt.org/english/docs/ann_report/2004/pdf/preliminary_results.pdf
- ⁹⁴ Rodomiro Ortiz, M. Iwanaga, M. Reynolds, Huixia Wu y J. Crouch, “Overview on Crop Genetic Engineering for Drought-prone Environments”, Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), Vol.4, No.1 (actas del Simposio sobre Cambio Climático y Agricultura realizado en el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) en Andhra Pradesh, India, en noviembre de 2007. Disponible en: <http://www.icrisat.org/Journal/symposiumv4i1.htm>
- ⁹⁵ *Ibidem*
- ⁹⁶ *Ibidem*
- ⁹⁷ *Ibidem*
- 98 Statement of Mr. Gerald Steiner, Executive Vice President, Sustainability and Corporate Affairs, Monsanto Company, before the House Foreign Affairs Committee, July 20, 2010. Available on Monsanto’s website: www.monsanto.com/newsviews/Pages/Feed-the-Future-Initiative.aspx
- ⁹⁹ Elizabeth Gibney, WIPO Scheme to give patents to poorest”, *Research Fortnight*, 21 de abril de 2010. <http://www.aatf-africa.org/userfiles/WIPO-scheme.pdf>.
- ¹⁰⁰ *Ibid.*
- ¹⁰¹ No existe tal cosa como una “patente internacional”. En el caso de las solicitudes publicadas por la WIPO, el solicitante designa los países miembros del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) en los que dicho solicitante se reserva el derecho de presentar una solicitud de patente con la fecha original de presentación de la solicitud, sin tener que incurrir en el costo de presentar una solicitud en cada país. El solicitante tiene un periodo de al menos 20 meses desde la fecha de la solicitud original para hacer la correspondiente en el país designado. En otras palabras, las solicitudes de patente ante la WIPO sirven como “sistema de apartado”. Para obtener una patente en cualquiera de los países designados, sin embargo, la solicitud debe ser presentada ante las oficinas nacionales de patentes de cada país.
- 102 General News of Africa (GNA), “Experts urge Ghanaians to use and apply modern biotechnology,” 26 August 2010. <http://www.ghanaweb.com/GhanaHomePage/NewsArchive/artikel.php?ID=189187>. See also www.syngentafoundation.org/index.cfm?pageID=533
- ¹⁰³ Los investigadores de Monsanto informan, a saber: Donald E. Nelson, et al., “Plant nuclear factor Y (NF-Y) B subunits confer drought tolerance and lead to improved corn yields on water-limited acres,” *PNAS*, 16 de octubre de 2007. El gobierno australiano ofrece un análisis más claro en: Gio Braidotti, “Scientists share keys to drought tolerance”, Corporación Australiana para el Desarrollo e Investigación de Cereales (GRDC, por su sigla en inglés), *Ground Cover* No.72, enero-febrero de 2008.
- ¹⁰⁴ Gio Braidotti, “Scientists share keys to drought tolerance,” Australian Government Grains Research & Development Corporation, *Ground Cover* Número 72, enero-febrero de 2008.
- ¹⁰⁵ Pooja Bhatnagar-Mathur, V. Vadez, Kiran Sharma, “Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects”. En: *Plant Cell Reports*, 27(3), 2008, pág.411.
- ¹⁰⁶ Andrew Pollack, “After Growth, Fortunes Turn for Monsanto”, *New York Times*, 5 de octubre de 2010.
- ¹⁰⁷ *Ibid.*
- ¹⁰⁸ Scott Kilman, “Superweed Outbreak Triggers Arms Race”, *Wall Street Journal*, 4 de junio de 2010.
- ¹⁰⁹ *Ibid.*
- ¹¹⁰ Correspondencia por correo electrónico con David Mackill, IRRI. 29 de enero de 2008.

- ¹¹¹ Ver sitio web del Ronald Laboratory (UC Davis): http://indica.ucdavis.edu/research/research-project-overviews/submergence_tolerance
- ¹¹² Correspondencia por correo electrónico con David Mackill, IRRI. 29 de enero de 2008.
- ¹¹³ La producción de arroz de África subsahariana creció de 4.8 millones de hectáreas en 1987 a 8.5 en 2002. Reiner Wassmann y Achim Dobermann, "Climate Change Adaptation through Rice Production in Regions with High Poverty Levels", *Journal of SAT Agricultural Research*, Vol. 4, No.1, 2007.
- ¹¹⁴ B. Manneh, et al., "Exploiting Partnerships in Research and Development to help African Rice Farmers cope with Climate Variability". En: <http://www.icrisat.org/journal/specialproject.htm>
- ¹¹⁵ *Ibidem*
- ¹¹⁶ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág. 107.
- ¹¹⁷ Los cuatro países son: Mozambique, Swazilandia, Tanzania y Zimbabwe. FAO. "Diversity of Experiences: Understanding Change in Crop and Seed Diversity – A Review of Selected LinKS Studies", División de Género, Equidad y Empleo Rural, Roma, 2008.
- ¹¹⁸ *Ibid.*, p. 12.
- ¹¹⁹ http://www.agassessment.org/docs/SR_Exec_Sum_210408_Final.htm
- ¹²⁰ P. Jones, A. Jarvis, G. Hyman, S. Beebe, y D. Pachico, "Climate Proofing Agricultural Research Investments", Vol.4, No.1 (actas del Simposio sobre Cambio Climático y Agricultura realizado en el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) en Andhra Pradesh, India, en noviembre de 2007. Disponible en: <http://www.icrisat.org/Journal/symposiumv4i1.htm>
- ¹²¹ FAO, "Diversity of Experiences: Understanding Change in Crop and Seed Diversity – A Review of Selected LinKS Studies," División de Género, Equidad y Empleo Rural, Roma, 2008.
- ¹²² Para ver excelentes ejemplos del sudeste asiático: Rene Salazar, Niels P. Louwaars y Bert Visser, "On Protecting Farmers' New Varieties: New Approaches to Rights on Collective Innovations in Plant Genetic Resources", IFPRI, CAPRI Documento de trabajo #45, enero de 2006. Para conclusiones de África del sur: FAO, "Diversity of Experiences: Understanding Change in Crop and Seed Diversity – A Review of Selected LinKS Studies", División de Género, Equidad y Empleo Rural, Roma, 2008.
- ¹²³ Los ejemplos son de Rene Salazar, Niels P. Louwaars y Bert Visser, "On Protecting Farmers' New Varieties: New Approaches to Rights on Collective Innovations in Plant Genetic Resources", IFPRI, CAPRI, Documento de trabajo #45, enero de 2006.
- ¹²⁴ *Ibidem*
- ¹²⁵ Wilhelmina R. Pelegrina, "Farmers' Contribution to Conservation and Sustainable Use of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in Bhutan, Lao PDR, Philippines, Thailand and Vietnam". Artículo aún no publicado, producido por SEARICE para el evento Consultas informales de los derechos de los agricultores, que tuvo lugar en Lusaka, Zambia, del 17 al 20 de setiembre de 2007.
- ¹²⁶ David B. Lobell, et al. "Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030," *Science*, Vol. 319, 1 de febrero de 2008.
- ¹²⁷ G. Galluzzi, P. Eyzaguirre y V. Negri "Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity", *Biodiversity Conservation*, publicado en Internet, el 17 de septiembre de 2010.
- ¹²⁸ *Ibid.*
- ¹²⁹ *Ibid.*
- ¹³⁰ Zareen Bharucha y Jules Pretty, "The roles and values of wild foods in agricultural systems", *Phil. Trans. R. Soc. B*, 27 de septiembre de 2010, n. 365, pp. 2913-2926. Disponible en Internet: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/365/1554.toc>.
- ¹³¹ *Ibid.*
- ¹³² *Ibid.*
- ¹³³ Fundación Navdanya para la Investigación Científica, Tecnológica y Ecológica, *Biopiracy of climate resilient crops: gene giants steal farmers' innovation of drought resistant, flood resistant & salt resistant varieties*, Nueva Delhi, India, 2009.
- ¹³⁴ http://www7.nationalacademies.org/dsc/LostCropsVeg_Brief.pdf.
- ¹³⁵ http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=1.
- ¹³⁶ David B. Lobell, et al. "Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030", *Science*, Vol.319, 1 de febrero de 2008.
- ¹³⁷ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág.173.
- ¹³⁸ Lane, A. y A. Jarvis, "Changes in Climate will modify the Geography of Crop Suitability: Agricultural Biodiversity can help with Adaptation", *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*, Vol. 4, No.1, (actas del Simposio sobre Cambio Climático y Agricultura realizado en el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) en Andhra Pradesh, India, en noviembre de 2007. Disponible en: <http://www.icrisat.org/Journal/symposiumv4i1.htm>