

El patentamiento de los “genes climáticos” ... y la apropiación de la agenda climática

Asunto: las mayores empresas mundiales de semillas y productos agroquímicos están acumulando centenares de patentes monopólicas sobre genes de plantas, que luego pretenden comercializar como cultivos modificados genéticamente para resistir presiones ambientales tales como sequía, calor, frío, inundaciones, suelos salinos y otras. BASF, Monsanto, Bayer, Syngenta, Dupont y socios de la industria de la biotecnología presentaron 532 solicitudes de patentes (un total de 55 familias de patentes) sobre genes llamados “resistentes al clima” en oficinas de patente de todo el mundo. Frente al caos climático y a una profundización de la crisis alimentaria mundial, los Gigantes Genéticos encabezan una ofensiva para “venderse” como los salvadores del clima. El énfasis puesto en los genes llamados “resistentes al clima” es una excelente oportunidad para promocionar los cultivos transgénicos como panacea para resolver el problema del cambio climático. Pero el “arreglo técnico” que suponen las semillas patentadas no aportará las estrategias de adaptación que necesitan los pequeños agricultores para lidiar con el cambio climático. Esas tecnologías de propiedad exclusiva no harán más que concentrar el poder corporativo, aumentarán los costos, inhibirán la investigación independiente y debilitarán aún más los derechos de los agricultores a conservar e intercambiar las semillas.

La apuesta de los Gigantes Genéticos es solicitar patentes de amplio espectro sobre genes relacionados con presiones ambientales —no solamente sobre una especie única de planta modificada genéticamente sino también para una secuencia genética sustancialmente similar en prácticamente *todos* los cultivos alimentarios transgénicos. Además de Estados Unidos y Europa, las oficinas de patentes de los principales países productores de alimentos como Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, México y Sudáfrica también están inundados de solicitudes de patentes. Monsanto (la mayor compañía de semillas del mundo) y BASF (la mayor firma química del mundo) formaron una sociedad colosal de 1 500 millones de dólares para manipular genéticamente la tolerancia al estrés en plantas. Juntas, las dos empresas acaparan 27 de las 55 familias de patentes (49%) identificadas por el Grupo ETC.

Impacto: Las comunidades campesinas del Sur global —las que menos han contribuido a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero— están entre los sectores más amenazados por el caos climático creado por los países más ricos del mundo. El Sur ya sufre la gigantesca huella ecológica de carbono del Norte. ¿Acaso ahora las comunidades rurales quedarán a merced de la especulación con el cambio climático? Las patentes amplias que abarcan hasta los rasgos llamados “resistentes al clima” se están tragando fondos y recursos que bien podrían destinarse a estrategias campesinas, asequibles, para la supervivencia y adaptación al cambio climático. Después de décadas de fusiones y adquisiciones en la industria de las semillas, acompañadas de una sostenida disminución del fitomejoramiento por parte del sector público, las 10 mayores compañías de semillas controlan el 57% del mercado mundial en el rubro. A medida que se agrava la crisis del clima existe el riesgo de que los gobiernos exijan a los agricultores que adopten rasgos biotecnológicos específicos que se considerarían medidas de adaptación esenciales. ¿Los gobiernos se verán presionados a dar a las empresas biotecnológicas carta blanca para utilizar la ingeniería genética —y evadir las normas de bioseguridad— como último recurso para resolver las condiciones climáticas extremas?

Políticas: La reunión de gobiernos en el Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica en Bonn (19 al 30 de mayo) y la Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial y los Retos del Cambio Climático y la Bioenergía organizada por Naciones Unidas y la FAO (3 al 5 de junio de 2008) deben recomendar a los gobiernos que suspendan el otorgamiento de todas las patentes sobre genes y rasgos relacionados con el cambio climático. Debe haber una investigación completa, que incluya los impactos sociales y ambientales de esas variedades nuevas que no han sido sometidas a prueba. Dado el estado de emergencia mundial, el Grupo ETC exhorta a los organismos intergubernamentales a que identifiquen y eliminen políticas tales como las leyes restrictivas de semillas, los regímenes de propiedad intelectual, los contratos y los acuerdos comerciales que son obstáculos a la conservación, el mejoramiento y el intercambio campesino de semillas. Las restricciones al acceso al germoplasma es lo último que necesitan los agricultores en su lucha por adaptarse a las cambiantes condiciones climáticas. Es necesario reconocer, fortalecer y proteger las estrategias campesinas de supervivencia y adaptación al cambio climático.

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

Los científicos del clima predicen que la mayoría de los habitantes más pobres del Sur global —quienes menos contribuyeron a las emisiones de gases invernadero— sufrirán los impactos más destructivos. El *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008* de las Naciones Unidas advierte que las consecuencias del cambio climático podrían ser “apocalípticas” para millones de los habitantes más pobres del mundo.¹

El cambio climático inducido por el ser humano está desencadenando conmociones climáticas en todos los ecosistemas, que afectarán profundamente a 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 negativamente 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 2008.²

- 65 países del Sur, en su mayor parte de África, están en peligro de perder hasta 280 millones de toneladas de su producción potencial de cereales, valorada en 56 mil millones de dólares, como resultado del cambio climático.³

- 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.⁴

- 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.⁵

- 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 nocturnas⁶ 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.⁷

- 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.⁸

- 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.⁹

- 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.¹⁰ 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.¹¹

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?

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 resistentes al clima (genes asociados con distintos tipos de estrés abiótico), especialmente relacionados con la sequía y las temperaturas extremas. El estrés abiótico se refiere a los distintos tipos de estrés ambiental que sufren las plantas tales como sequía, temperaturas extremas, suelos salinos, falta de nitrógeno, etc.

El Apéndice A brinda una lista de 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. No se trata de una lista exhaustiva. El Grupo ETC encontró 55 familias de patentes (correspondientes a una única "invención" presentada para la protección de la propiedad intelectual en más de un país), que resultan en 532 documentos diferentes de patentes. BASF (la mayor compañía química del mundo) tiene 21 de las 55 familias de patentes. 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%).

Las solicitudes de patentes no muestran la viabilidad comercial de una tecnología sino dónde invierten las empresas tiempo, investigación científica y dinero considerable. La gran mayoría de las solicitudes de 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 sobreexpresados (en plantas transgénicas).¹² 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.

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”.¹³ 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”.¹⁴

(Ver en el Apéndice A una lista detallada de patentes)

¿Quién controla los genes y rasgos “resistentes al clima”?

Empresa	No. de patentes o solicitudes de patentes	Rasgos de estrés abiótico citados en la(s) patente(s)	Jurisdicciones donde se solicitaron u otorgaron patentes
BASF (Alemania)	21	Sequía; salinidad; estrés ambiental; frío; calor	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Argentina, Austria, Australia, Canadá, China, Alemania, Noruega, España
Bayer (Alemania)	5	Resistencia a: estrés; estrés ambiental; sequía; temperatura; capacidad de carga de agua o productos químicos, estrés abiótico.	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Argentina, Australia, Canadá, China, Alemania, Corea
Ceres, Inc. (EE.UU. – socios con Monsanto)	4	Sequía; frío; estrés abiótico; inundación; salinidad.	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Australia, Brasil, Canadá, China
Dow (EE.UU.)	2	Sequía; calor	EE.UU.
DuPont (Pioneer Hi-Bred – EE.UU.)	1	Sequía; frío; estrés abiótico.	EE.UU., OMPI, Argentina
Evogene Ltd. (Israel – socios con Monsanto y DuPont)	2	Estrés abiótico; salinidad; sequía; calor; frío; radiación UV	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Brasil, Canadá, China, México, Federación Rusa
Mendel Biotechnology, Inc. (EE.UU. - Monsanto tiene una participación accionaria)	3	Sequía; estrés abiótico.	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Australia, Brasil, Canadá, China, Japón, México
Monsanto (EE.UU.)	6	Sequía; estrés abiótico; eficiencia en el uso del nitrógeno; frío.	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Alemania, Japón, Corea, México, Sudáfrica
Syngenta (Suiza)	7	Sequía; estrés abiótico; frío; salinidad.	EE.UU., Oficina Europea de Patentes, OMPI, Australia, Brasil, Canadá, China

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.¹⁵

Enfoque de la Genómica Funcional: el fitomejoramiento convencional se basa en la diversidad de cultivos lograda por los propios 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 sobreexpresar los propios genes de una planta para alcanzar un resultado deseado.

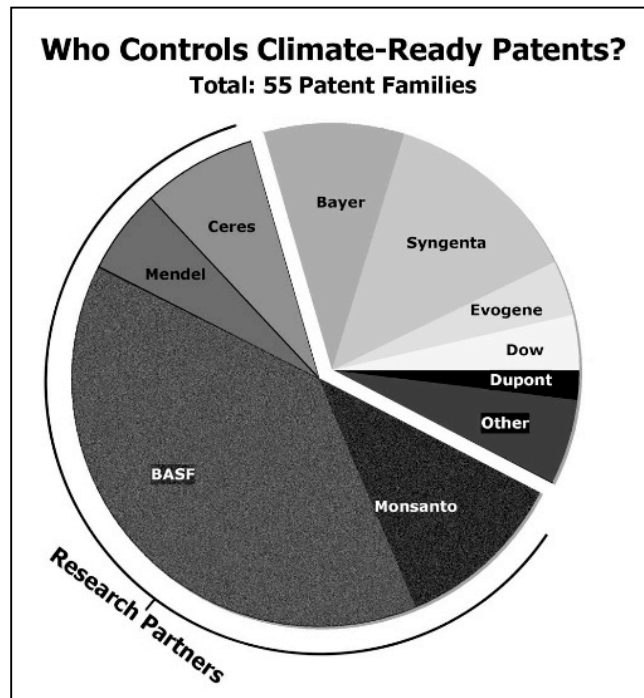
Acerca de la terminología: el término "gen" se refiere a la unidad hereditaria física y funcional. Sin embargo, la correlación entre rasgo y gen es compleja. La mayor parte de los rasgos de una planta se rigen por más de un gen. Un gen es una secuencia ordenada de nucleótidos, situados en una posición 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). La combinación de genes es una determinante importante en el desarrollo de los caracteres de una planta.

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 la información que deducen de la investigación de plantas modelo (tales como la *Arabidopsis thaliana*) para predecir la ubicación y

Comunicado del Grupo ETC
Mayo/Junio de 2008

la función de tramos similares de ADN en otras especies de plantas.

La *Arabidopsis thaliana*, miembro del género de las plantas de mostaza, con flores, es la “rata de laboratorio” de la fitobiología 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.¹⁶ 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.¹⁷ 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. Eso es importante porque piensan que lo que aprendan de la *Arabidopsis* explicará la conducta genética de otras plantas.

Factores de Transcripción: 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 (ver Apéndice A) impliquen 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”.¹⁸ 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.

Proteínas inducidas por estrés: los genes que codifican para (es decir, determinan la producción de) enzimas individuales, proteínas

que transportan hierro, u otras proteínas funcionales, también pueden afectar las vías de una planta. 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 e investigadoras 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 sobreexpresan (de hecho, cuando se aumenta su volumen) 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 sobreexpresar 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.¹⁹

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.²⁰ Los genes fueron identificados detectando los niveles de tocoferol en plantas *Arabidopsis* mutadas.

A la caza de patentes multigenómicas: El enfoque genómico es particularmente atractivo para los Gigantes Genéticos ya que les da la oportunidad de hacer solicitudes de patentes abarcativas 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”.²¹ (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.²² 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.

Verificando con la realidad:

¿Conseguirán los fitomejoradores empresariales manipular los genes para lograr tolerancia climática?

Hasta el momento, 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.²³ 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”.²⁴ (El énfasis es nuestro)

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”.²⁵

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.

Mayores empresas agroquímicas del mundo

Firma	Ventas de agroquímicos 2006 en millones de dólares	% de participación en el mercado
1 Bayer (Alemania)	\$6,700	19%
2 Syngenta (Suiza)	\$6,400	18%
3 BASF (Alemania)	\$3,850	11%
4 Dow AgroSciences (EE.UU.)	\$3,400	10%
5 Monsanto (EE.UU.)	\$3,300	9%
6 DuPont (EE.UU.) (Pioneer Hi-Bred)	\$2,150	6%

Fuente: Datos de ventas proporcionados por Agrow World Crop Protection News, agosto de 2007
Phillips McDougall, consultoría de agroquímicos con sede en el Reino Unido estima que el total del valor comercial del mercado agroquímico mundial en 2006 fue de US\$35,600 million

Mayores compañías de semillas del mundo

Firma	Ventas de agroquímicos 2006 en millones de dólares	% de participación en el mercado
1 Monsanto (EE.UU.) incluye a Delta & Pine Land	\$4446	19%
2 DuPont (EE.UU.)	\$2781	12%
3 Syngenta (Suiza)	\$1743	8%
4 Groupe Limagrain (Francia)	\$1035	5%
5 Land O' Lakes (EE.UU.)	\$756	3%
6 KWS AG (Alemania)	\$615	3%
7 Bayer Crop Science (Alemania)	\$430	2%

Fuente: Grupo ETC. Según estimaciones brindadas por Context Network, el valor del Mercado mundial de semillas comerciales fue de 22.900 millones de dólares en 2006 (incluye semillas compradas a programas públicos de fitomejoramiento). Nota: Dow también tiene intereses en semillas pero no figura entre las 10 primeras.

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

Todas 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 principalmente el maíz y la soja para regiones templadas. **DuPont** (EEUU) espera poner en el mercado un maíz resistente a sequía para el año 2012. Según el vocero de DuPont, Bill Niebur, "Tenemos a los mayores talentos de nuestra organización trabajando en esto".²⁶ 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.²⁷ DuPont tiene una empresa mixta con la compañía china de biotecnología Beijing

Communiqué del Grupo ETC
Mayo/Junio de 2008

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.²⁸ Los genes fueron identificados por "ATHLETE"²⁹, 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. El programa agrupa secuencias según una variedad de criterios y luego determina qué genes son los candidatos para seguir siendo investigados. Se trata de un proceso de exclusión informado. Las secuencias identificadas son luego sintetizadas, clonadas y utilizadas para manipular plantas modelo tales como la *Arabidopsis* y el tomate para validar la función. Si la secuencia sobreexpresada da como resultado el rasgo deseado en la *Arabidopsis*, entonces Evogene predice que la secuencia homóloga en un cultivo hará lo mismo. La empresa aduce que puede descubrir genes nuevos, probarlos en plantas modelo y luego trasladarlos a cultivos, todo dentro de la propia empresa.

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".³⁰

Evogene también colabora con **Monsanto** (EE.UU., la mayor empresa de semillas del mundo). 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.³¹ Las compañías también colaboran en el estudio de la tolerancia a la sequía.

Monsanto y **BASF** (la tercera compañía agroquímica del mundo) están invirtiendo 1 500 millones de dólares en investigación en colaboración para desarrollar cultivos de alto rendimiento que sean más tolerantes a condiciones ambientales adversas tales como la sequía.³² 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.³³

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.³⁴ "Más de lo que hubiéramos pensado", enfatizó Rob Fraley, jefe de Tecnología de Monsanto.³⁵ La compañía aduce que su maíz tolerante a la sequía logra mejorar el rendimiento llegando hasta a 30 bushels por hectárea, y promete ser un gran éxito de ventas; el producto estará disponible después de 2010.³⁶

Además de la investigación en laboratorio, Monsanto encarga el descubrimiento de genes y rasgos a empresas como **Ceres, Inc.** (California, EE.UU.) y **Mendel Biotechnology** (California, EE.UU.). 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 fitobiotecnología" de Monsanto".³⁷ La tolerancia a la sequía es apenas uno de los rasgos en proyecto.³⁸

Para que nadie lo supere, Mendel Biotech también 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.³⁹ Monsanto tiene derechos de licencia exclusiva para la tecnología de Mendel (para cultivos y vegetales de grandes superficies). 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 transcripcionales específicos relacionados con el estrés abiótico, como la sequía.

Syngenta está trabajando en una tecnología de

“optimización del agua” para el maíz, diseñada para que crezca tanto cuando hay exceso como escasez de lluvias. La compañía anuncia que, sistemáticamente, los ensayos en América del Norte y del Sur lograron resultados positivos en materia de rendimientos tanto en condiciones de secano como de riego.⁴⁰ La compañía aspira a comercializar su primer maíz tolerante a sequía en 2011. El líder del programa de Syngenta en Norteamérica para el mejoramiento del maíz declaró a la publicación *Farm Industry News* que: “Estamos desarrollando genes de la sequía que permitirán a las plantas hacer una mejor utilización del agua, eliminando o reduciendo la pérdida de rendimiento provocada por condiciones variables de agua”.⁴¹

En enero de 2008, la compañía de fitobiología con sede en California, **Arcadia Biosciences**, 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.⁴² 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.⁴³ 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.⁴⁴

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”.⁴⁵

Créditos de carbono biotecnológico y subvenciones comerciales para cultivos amigables al clima: las compañías biotecnológicas esperan explotar los programas comerciales de créditos de carbono para ganar nuevos mercados para los cultivos transgénicos con los genes llamados resistentes al clima. En China, Arcadia Biosciences, con sede en los Estados Unidos, trabaja con autoridades del gobierno en la región autónoma Ningxia Hui para desarrollar una metodología de crédito de carbono para que los agricultores que plantan el arroz transgénico de la compañía puedan ganar créditos de carbono.⁴⁶ La empresa aduce que su arroz transgénico requerirá menos fertilizante porque está modificado para absorber con mayor eficiencia el fertilizante de nitrógeno. Los fertilizantes químicos contribuyen de manera importante a las emisiones de gases de efecto invernadero. El arroz transgénico de Arcadia no ha recibido aprobación reglamentaria y todavía no está a la venta. Si se logra convencer al Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que los cultivos transgénicos son “verdes” y amigables para el clima, los créditos de carbono para los productores de arroz crearán una demanda para las semillas manipuladas genéticamente y llenarán las arcas de la industria biotecnológica.

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. En diciembre de 2007 Monsanto se sumó a la Bolsa del Clima de Chicago (CCX, por Chicago Climate Exchange), un programa estadounidense de intercambio puramente voluntario de créditos de carbono.⁴⁷ 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.⁴⁸ The Farm Bureau, una compañía de seguros, está alistando a agricultores que practican labranza cero, permitiendo comercializar créditos de secuestro de carbono en la CCX.

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 –se informa que es 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.⁴⁹ (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.⁵⁰

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 como último recurso para enfrentar el cambio climático?

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.⁵¹ (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.⁵² 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...⁵³

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.⁵⁴

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.⁵⁵

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”.⁵⁶

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 marzo de 2008, la Fundación Africana de Tecnología Agrícola anunció que Monsanto y BASF acordaron donar transgenes tolerantes a la sequía libres de regalías a los investigadores e investigadoras africanas que están trabajando con el CIMMYT.⁵⁷

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.

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.

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*,⁵⁸ identificada hace más de 50 años en Orissa (India) como la variedad mundial de arroz más resistente a la inundación⁵⁹. 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).⁶⁰ Podría estar comercialmente disponible en 2009.⁶¹

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.⁶² 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*).⁶³ 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.⁶⁴ 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.

Algunas sociedades recientes para enfrentar los impactos del cambio climático en la agricultura

Cultivo	Países involucrados	Socios	Financiadores
Variedades de cebada resistentes a la sequía y tolerantes a la salinidad (mejoramiento convencional y transgénicos)	Programas nacionales De investigación agrícola en Egipto, Argelia, Túnez		Centro internacional de investigaciones para el desarrollo (CIID-Canadá) y Nueva alianza para el desarrollo de África (NEPAD, por su sigla en inglés)
Maíz tolerante a la sequía para África (producción convencional y transgénico)	Kenia, Uganda, Tanzania, Sudáfrica	Programas nacionales de investigación agrícola en Kenia, Uganda, Tanzania y Sudáfrica, CIMMYT. Monsanto y BASF solicitarán licencia libre de regalías sobre rasgos de tolerancia a la sequía.	La Fundación Bill y Melinda Gates y la Fundación Buffett contribuyeron con US\$ 47 millones para la African Agricultural Technology Foundation (AATF) para esta iniciativa
Arroz con tolerancia al estrés	En tres años, el proyecto espera que 300 mil agricultores sur de Asia y 100 mil de África subsahariana hayan adoptado el <i>set</i> inicial de las variedades mejoradas	Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI, por su sigla en inglés) y	Fundación Bill y Melinda Gates - US\$ 19,8 millones por tres años (anuncio de enero 2008).
Maíz con tolerancia a la sequía	China, Vietnam, Filipinas, Indonesia, Tailandia	CIMMYT	Banco Asiático de Desarrollo (BAsD)
Trigo tolerante a la sequía (pruebas de campo transgénicas realizadas en México)	México	CIMMYT	El gobierno Japonés y el Centro Internacional Japonés de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias

Estrategias campesinas de resistencia 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”.⁶⁵
Informe de Desarrollo Humano 2007/2008

Las soluciones técnicas (en especial las patentadas) no brindarán las estrategias de adaptación que los agricultores pobres necesitan para asegurar la soberanía alimentaria ante el cambio climático. Pero, ¿cuáles son las alternativas?

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

El fitomejoramiento cumplirá un papel esencial en la adaptación de la agricultura a los cambios acelerados del clima. Pero 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 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.⁶⁶ 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” (*traducción no oficial*).⁶⁷

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.

“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 2008⁶⁸

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.⁶⁹ (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.⁷⁰ 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.⁷¹

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.⁷² En la comunidad brasileña de Sol da Manhã, 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.⁷³

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 nacional filipino de investigación del arroz 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.⁷⁴

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.⁷⁵ 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.

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 2005⁷⁶ –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 km².⁷⁷ 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 1985.⁷⁸

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	Selecciona las variedades de plantas más resistentes
Utiliza la genómica funcional para identificar y sobre-expresar genes con tolerancia al estrés abiótico.	Investiga especies subutilizadas que ofrecen tolerancia natural al estrés ambiental, como el calor, la sequía, el frío, etc.
Monopolio exclusivo de patentes sobre rasgos multigénicos relacionados con el estrés abiótico	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.
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	Participa en alianzas e intercambio de germoplasma entre agricultores, así como en sociedades adecuadas con el sector formal de obtentores vegetales

Conclusión y recomendaciones

Las semillas manipuladas genéticamente “tolerantes al clima” son un recurso tecnológico que distrae de las causas estructurales del cambio climático y de la necesidad urgente de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y revertir los modelos de consumo –especialmente en el Norte.

Frente al caos climático y a una profundización de la crisis alimentaria mundial, la apropiación empresarial de los genes tolerantes al clima es otro motivo más de lucro. Un pequeño grupo de compañías transnacionales de semillas y agroquímicos se ha posicionado para decidir quién obtiene acceso a rasgos genéticos clave y qué precio deben pagar. Esas tecnologías patentadas no harán más que concentrar el poder empresarial, aumentarán los costos, inhibirán la investigación independiente y socavarán aún más los derechos de los agricultores a conservar e intercambiar semillas.

El Sur ya sufre la gigantesca huella ecológica de Communiqué del Grupo ETC
Mayo/Junio de 2008

carbono del Norte. Las comunidades agrícolas corren el riesgo ahora de ser pisoteadas por una agenda comercial del clima. La investigación registrada sobre genes y rasgos con tolerancia al clima se está devorando el dinero y los recursos que podrían destinarse a enfoques descentralizados y asequibles, en especial las estrategias campesinas para la supervivencia y adaptación al cambio climático.

Los gobiernos deben responder con urgencia. Hay dos oportunidades inmediatas: 1) la Conferencia bianual de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (COP9) se reúne en Bonn, Alemania del 12 al 30 de mayo. 2) El Secretario General de las Naciones Unidas espera tener un plan amplio para hacer frente a la crisis alimentaria mundial a principios de junio, en ocasión de una reunión de emergencia de primeros ministros, ministros de agricultura y directores de los principales organismos, que se celebrará en Roma del 3 al 5 de junio.

Los gobiernos que se reúnen en Bonn y Roma enfrentan el espectro de una crisis mundial alimentaria y del hambre, fomentada por el auge de los agrocombustibles (alimentos vs.

combustible), la especulación con los *commodities*, la hegemonía empresarial y la omnipresente crisis climática

En este estado de emergencia, los gobiernos deben

Suspender todas las patentes sobre genes y rasgos relacionados con el clima (por ej., estrés abiótico) y realizar una investigación completa, que incluya los potenciales impactos ambientales y sociales de las semillas transgénicas con tolerancia al estrés abiótico.

Reconocer, proteger y fortalecer los programas campesinos de fitomejoramiento y conservación y el desarrollo de diversidad genética campesina como respuesta prioritaria a la supervivencia y adaptación al cambio climático.

Adoptar políticas que faciliten el acceso de los agricultores a los materiales mejorados y su intercambio, y eliminar las restricciones actuales al acceso a semillas y germoplasma (especialmente las impuestas por la propiedad intelectual, las leyes de semillas inspiradas en el agronegocio, los regímenes de comercio y el oligopolio empresarial). En medio de la crisis climática, el aumento abrupto de los precios de los alimentos y la escasez de alimentos, la imposición de restricciones al acceso a las semillas y el germoplasma es lo último que necesitarían los agricultores en su esfuerzo por adaptarse a las cambiantes condiciones climáticas.

Apéndice A

Muestra solicitudes de patentes y patentes otorgadas recientes sobre germoplasma/tecnologías "tolerantes al clima"

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
1.	Agrigenetics, Inc. Mycogen Seeds (Dow Agrosiences)	US7273970	Línea de maíz endogámico BE1146BMR	Sequía Calor	2007-09-25, 2003-10-03
2.	Agrigenetics, Inc., Mycogen Seeds (Dow Agrosiences)	US20050076401A1	Línea de maíz endogámico 4VP500	Sequía Calor	2005-04-07, 2003-09-15
3.	Agrinomics LLC (Empresa conjunta – Exelixis Plant Sciences y Aventis CropScience)	EP1685242A4 WO05002326A3 US20070266454A1	Generación de plantas con tolerancia mejorada a la sequía	Sequía	2007-12-12, 2004-06-23
4.	Agrinomics LLC (Empresa conjunta – Exelixis Plant Sciences y Aventis CropScience)	US20070266453A1 WO05002325A3	Generación de plantas con tolerancia mejorada a la sequía	Sequía	2007-11-15 2004-06-23
5.	BASF Plant Science GmbH y Performance Plants, Inc.	US20080072350A1 WO03012116A2 WO0216625A3 US20060037108A1 US20060031966A1 US20060021092A1 US20040219525A1 US20040010821A1 US20030204865A1 US7262338 US7172881 JP2004521610T2 EP1421197A2 EP1349946A2 CN1564869A CA2456050AA CA2420325AA BR0113512A AU0188478A5 ZA0301579A	Polinucleótidos que codifican prenil proteasas de plantas	Sequía	2008-03-20, 2007-07-17
6.	BASF Plant Science GmbH	US20080072347A1 WO0246442A3 WO0177356A3 WO0177355A3 WO0177354A3 WO0177311A3 WO0177161A3 US20070226842A1 US20070192908A1 US20070157344A1 US20070157334A1 US20070079400A1 US20040216183A1 US20040199946A1 US20040194163A1 US20040148658A1 US20040128721A1 US20040107463A1 US20030097675A1 US20020152502A1 US20020102695A1	Proteínas de factor de transcripción relacionado con el estrés y métodos de utilización en plantas	"Estrés ambiental"	2008-03-20, 2007-05-23

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		US20020069432A1 US20020066124A1 US20020059662A1 US7271316 US7259294 US7189893 US7179962 US7166767 US7161063 US6867351 US6818805 US6720477 US6710229 US6689939 US6677504 ES2279810T3 ES2277922T3 ES2272466T3 ES2272461T3 EP1881073A3 EP1795600A3 EP1783229A3 EP1760146A3 EP1760145A3 EP1728870A3 EP1373530B1 EP1335986B1 EP1311693B1 EP1294912B1 EP1268830B1 EP1268830A2 EP1268828B1 DE60131772C0 DE60126920T2 DE60126920C0 DE60126771T2 DE60126771C DE60125245T2 DE60125245C0 DE60124880T2 DE60124880C0 DE60123079T2 DE60123079C0 CA2405750AA CA2405721AA CA2405708AA CA2405703AA CA2405697AA CA2404857AA AU0243190A5 AU0155261A5 AU0155250A5 AU0155249A5 AU0153247A5 AU0149941A5 AT0380248E AT0355383E AT0354666E AT0348181E AT0346945E AT0339509E			
7.	BASF Plant Science GmbH	US20080052792A1 WO0145495A3 WO0145494C2	Proteínas de factor de transcripción relacionado con	Salinidad Sequía Temperatura	2008-02-28, 2007-05-24

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		WO0145494A3 WO0145493A3 WO0145492A3 US20070261131A1 US20070157343A1 US20050014265A1 US20040111768A1 US20040055032A1 US20030217392A1 US7235713 US7223903 US7220896 US7164057 ES2279777T3 ES2258489T3 EP1797754A1 EP1280398A2 EP1280397B1 EP1251731A2 EP1244349B1 DE60034069T2 DE60034069C0 DE60027772T2 DE60027772C0 AU0129136A5 AU0129123A5 AU0127341A5 AU0127340A5 AT0357135E AT0324780E	estrés y métodos de utilización en plantas		
8.	BASF Plant Science GmbH	US20080005808A1 WO06050038A3 EP1807523A2 EP1707145A2 CN11072877A CA2583173AA AU5302590AA	Polipéptidos de tránsito vesicular relacionados con estrés y métodos de utilización en plantas	Condiciones limitadas de agua	2008-01-03, 2005-10-27
9.	BASF Plant Science GmbH	US20070294783A1 WO06044912A2 EP1805310A2 CN11040048A CA2582304AA AU5295398AA	Polipéptidos símil scarecrow relacionados con estrés y métodos de utilización en plantas	Condiciones limitadas de agua	2007-12-20, 2005-10-19
10.	BASF Plant Science GmbH	US7303919 US7176026 WO03040171A3 US20080050820A1 US20070157345A1 US20050066396A1 US20030182692A1 EP1451326A4 CA2466412AA	Polipéptidos de proteína quinasa relacionados con estrés y métodos de utilización en plantas	"Estrés ambiental"	2007-12-04, 2006-12-12
11.	BASF Plant Science GmbH	WO07118790A3	Transportadores activos de canal de potasio (AKT) y su uso para crear plantas tolerantes a estrés	Mayor crecimiento en condiciones normales o de estrés	2007-10-25, 2007-04-03
12.	BASF Plant Science GmbH	EP1910545A2 WO07012576A3 CA2615837AA AU6274048AA AR0054509A1	Combinación de proteínas del metabolismo de los lípidos y utilizaciones	Mayor crecimiento de la planta en condiciones adversas de sequía, frío o luz	2008-04-16, 2006-07-14

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
13.	BASF Plant Science GmbH	US7220585 WO03040344A3 US20080022427A1 US20030172408A1 EP1451325A4 CA2465951AA	Polipéptidos de factor de transcripción relacionados con el estrés y métodos de utilización en plantas	Sequía, temperaturas bajas	2007-05-22, 2002-11-12
14.	BASF Plant Science GmbH	US20070111311A1 EP1615998A4 EP1654368A2 US20060137042A1 WO04092349A3 WO05014828A3 NO20054490A0 CN1813060A CA2532312AA CA2521752AA	Células de plantas y plantas con mayor tolerancia al estrés ambiental	"Estrés ambiental"	2007-05-17, 2005-10-14
15.	BASF Plant Science GmbH	EP1915452A2 WO07020198A2 AU6281420AA	Secuencias de ácidos nucleicos que codifican proteínas asociadas con respuesta al estrés abiótico y células de plantas y plantas con creciente tolerancia al estrés ambiental	Estrés ambiental	2008-04-30, 2006-08-03
16.	BASF Plant Science GmbH	WO07110314A3	Proteínas asociadas con respuesta al estrés abiótico y homólogos	Sequía, calor, frío, salinidad	2007-10-04, 2007-03-12
17.	BASF Plant Science GmbH	WO07011771A3 AU6270193AA AR0054173A1	Aumento del rendimiento en plantas que sobreexpresan los genes MTP	"Estrés ambiental"	2007-01-25, 2006-07-13
18.	BASF Plant Science GmbH	WO07011736A3 EP1907555A2 AU6270158AA AR0054170A1	Aumento del rendimiento en plantas que sobreexpresan los genes SHSRP	"Estrés ambiental"	2007-05-24, 2006-07-13
19.	BASF Plant Science GmbH	WO07011681A3 EP1907554A2 AU6270287AA AR0054167A1	Aumento del rendimiento en plantas que sobreexpresan los genes HSRP	"Estrés ambiental"	2007-08-23, 2006-07-13
20.	BASF Plant Science GmbH	WO07011625A3 EP1907552A2 AU6270321AA AR0054171A1	Aumento del rendimiento en plantas que sobreexpresan los genes ACCDP	Estrés ambiental	2007-06-07, 2006-07-13
21.	BASF Plant Science GmbH	WO06134162A3 EP1896575A2 CA2612016AA AU6259019AA AR0053638A1	Polipéptidos de proteína quinasa similar lecitina relacionada con el estrés y métodos de utilización en plantas	Sequía, bajas temperaturas	2007-03-22, 2006-06-16
22.	BASF Plant Science	EP1520028A4	Composiciones y	Sequía	2006-08-16,

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
	GmbH	US20040016016A1 WO04000015A3 CA2485689AA AU3238286AA	métodos para mejorar el desempeño de la planta		2003-06-19
23.	BASF Plant Science GmbH	WO06055631A3 US20080052794A1 EP1814378A2 CN11102665A CA2587401AA AU5307824AA AR0051503A1	Polipéptidos de caseína quinasa relacionada con el estrés y métodos de utilización en plantas	Sequía, temperatura	2006-05-26, 2005-11-17
24.	BASF Plant Science GmbH	WO06032707A3 EP1794304A2 CA2579927AA AU5286427AA	Células de plantas y plantas con mayor tolerancia al estrés ambiental	Estrés ambiental	2006-12-07, 2005-09-23
25.	BASF Plant Science GmbH	US20060064784A1 WO04018687A3 EP1529112A2 CA2494626AA AU3246349AA	Secuencias de ácido nucleico que codifican proteínas asociadas con respuesta al estrés abiótico	Estrés ambiental	2006-03-23, 2003-07-01
26.	Bayer Bioscience N.V.	WO07107326A1	Plantas resistentes al estrés	Resistentes al estrés	2007-09-27, 2007-03-16
27.	Bayer Bioscience N.V.	WO06045633A1 EP1807519A1 CN11090971A AU5298784AA	Plantas de algodón tolerantes al estrés	Estrés abiótico	2006-05-04, 2005-10-27
28.	Bayer Bioscience N.V.	WO06032469A3 EP1794306A2 US20070300322A1 KR7060128A CN11040049A CA2581257AA AU5287499AA AR0056256A1	Plantas resistentes al estrés	Tolerantes al estrés	2006-07-06, 2005-09-16
29.	Bayer CropScience GmbH	US20070124839A1 WO07062737A3 DE102005057250A1 AR0057179A1	Sustancias activas para aumentar la defensa ante el estrés en plantas para estrés abiótico, y métodos de encontrarlas	Abiótico	2007-05-31, 2006-11-27
30.	Ceres, Inc.	US7241937 WO05105836A3 US20060064785A1 EP1740705A2 MX6012262A CN1973044A CA2564807AA BRI0510155A BR0510155A AU5238475AA	Métodos y materiales para mejorar la tolerancia de la planta a la sequía	Mayor tasa de crecimiento en condiciones de sequía, mayor recuperación ante la sequía o menor índice de transpiración	2007-07-10, 2005-04-22
31.	Ceres, Inc.	US20060150285A1 WO06066193A3 US20060143735A1	Secuencias de nucleótidos y polipéptidos codificados para mejorar la tolerancia de la planta a la sequía	Estrés abiótico (por ej. temperaturas altas o bajas, sequía, inundación)	2006-07-06, 2005-12-16
32.	Ceres, Inc.	EP1831379A2 WO06066134A3 CN11115841A CA2592919AA	Secuencias de nucleótidos y polipéptidos codificados que	Estrés abiótico (por ej. temperaturas altas o bajas, sequía, inundación)	2007-09-12, 2005-12-16

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		AU5316360AA	resulten útiles para mejorar la tolerancia de la planta a la sequía		
33.	Ceres, Inc.	US20060112454A1 WO05118823A3 EP1753865A2 CA2568367AA BRI0510481A AU5250447AA	Secuencias de nucleótidos y polipéptidos codificados que resulten útiles para modificar las características de la planta	Estrés abiótico, por ej. temperaturas bajas o salinidad	2006-05-25, 2005-05-27
34.	Evogene Ltd	EP1625199A4 WO04104162A3 US20060123516A1 WO07020638A2 RU5140106A MX5012565A CN1823168A CA2526440AA BR0411182A	Métodos de incremento de la tolerancia al estrés abiótico y de la biomasa en plantas y plantas generadas de ese modo	Estrés abiótico, tal como salinidad, falta de agua, temperaturas bajas, temperaturas altas o radiación UV	2007-11-28, 2004-05-20
35.	Evogene Ltd.	WO07049275A2	Polipéptidos aislados, polinucleótidos que los codifican, plantas transgénicas que los expresan y métodos de utilización	Tolerancia al estrés	2007-05-03, 2006-10-24
36.	Mendel Biotechnology, Inc.	US20070240243A9 US20070226839A1 US20060015972A1 US20050097638A1 EP1546336A4 WO06033708A3 US7238860 US7223904 US7193129 US7135616 US6946586 US6717034 US6664446 WO05047516A3 WO05038034A3 WO05030966A3 WO04076638A3 WO04031349A3 WO03014327A3 WO03013228A3 WO03013227C2 WO03013227A3 WO02079403C2 WO02079403A3 WO02077185A3 WO0217430A1 WO0215675C1 WO0215675A1 WO0136598A1 WO0136597A1 WO0136444A1 WO0135727A1 WO0135726A1	Reguladores transcripcionales del estrés por sequía en plantas	Sequía	2007-10-11, 2003-11-13

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		WO0135725A1 WO0126459A3 US20080010703A1 US20070209086A1 US20070186308A1 US20070101454A1 US20070061911A9 US20070033671A1 US20070022495A1 US20060272060A1 US20060242738A1 US20060162006A9 US20050172364A1 US20050160493A9 US20050155117A1 US20050120408A9 US20050086718A1 US20050076412A1 US20040128712A1 US20040045049A1 US20040019927A1 US20040019925A1 US20030233680A1 US20030229915A1 US20030226173A1 US20030217383A1 US20030188330A1 US20030167537A1 US20030131386A1 US20030121070A1 US20030101481A1 US20030093837A1 US20030061637A1 US20030046723A1 US20030041356A1 US7345217 US7196245 MX3008922A MX2004884A MX2004882A MX2004881A MX2004880A MX2004878A MX2004870A MX2003669A JP2004500044T2 EP1682668A2 EP1673462A2 EP1668140A2 EP1659180A3 EP1601758A4 EP1566444A3 EP1485490A4 EP1420630A4 EP1420630A2 EP1406483A4 EP1381268A4 EP1312132A1 EP1231835A4 EP1230345A4 EP1230344A4 EP1230256A4 EP1229782A4 EP1229781A4			

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		EP1229780A4 CA2516645AA CA2456979AA CA2456972AA CA2442496AA CA2391569AA CA2391446AA CA2391443AA CA2390600AA CA2390597AA CA2390594AA CA2386170AA BR0416473A BR0415345A BR0414654A BR0407822A BR0314389A BR0208573A BR0015635A BR0015634A BR0015633A BR0015632A BR0015631A BR0015628A BR0014750A AU4290050AA AU4214935AA AU3285856AH AU3285856AA AU2313749AA AU2245718AA AU0780463B2 AU0186617A5 AU0183439A5 AU0119199A5 AU0117683A5 AU0117682A5 AU0117671A5 AU0117656A5 AU0116101A5 AU0115698A5			
37.	Mendel Biotechnology, Inc.	WO07028165C1 WO07028165A2 US20060195944A1	Tolerancia al estrés en plantas	Estrés abiótico; puede incluir salinidad, estrés hiperosmótico, calor, frío, sequía o condiciones de bajo nitrógeno	2008-04-03, 2006-08-31
38.	Mendel Biotechnology, Inc.	WO06069201A3 EP1836307A2 CA2591936AA	Tolerancia a estrés en plantas por factores de transcripción AP2 modificados	Estrés abiótico	2006-06-29, 2005-12-20
39.	Monsanto Technology LLC	US7230165 EP1546334A4 WO04013312A3 US20040045051A1 CN1681928A CA2492945AA BR0313270A AU3268083AH AU3268083AA	Genes relacionados con biosíntesis de tocoferol y usos de los mismos	Sequía	2007-06-12, 2003-08-05
40.	Monsanto Co.	WO08002480A2 US20080040973A1	Plantas transgénicas de	Estrés por déficit de agua	2008-01-03, 2007-06-23

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		US20080040972A1 US20080000405A1 US20070295252A1 US20070271636A1	cultivos con mayor tolerancia al estrés		
41.	Monsanto Technology LLC	WO07027866A3	Plantas transgénicas con rasgos agronómicos mejorados	Mayor eficiencia en el uso de nitrógeno, mayor rendimiento, mayor eficiencia en el uso de agua, mayor tolerancia al estrés por frío	2007-03-08, 2006-08-30
42.	Monsanto Technology LLC	WO05060664A3 US20050235377A1 EP1699926A4	Plantas con tolerancia al estrés y métodos de la misma	Estrés abiótico	2005-07-07, 2004-12-08
43.	Monsanto Technology LLC	WO05033318A3 US20050097640A1 EP1668141A2 MX6003596A KR6080235A JP2007507229T2 CN1886514A CA2540348AA BR0414880A AU4278752AB AU4278752AA	Métodos para mejorar la tolerancia al estrés en plantas y métodos de la misma	Estrés abiótico	2005-04-14, 2004-09-29
44.	Monsanto Technology, LLC	WO07044043A2 WO06069017A2 US20060179511A1 EP1827079A2 EP1827078A2 CA2595171AA AU5337132AA AU5319354AA AR0051856A1	Plantas transgénicas con rasgos agronómicos mejorados	Mayor eficiencia en el uso de nitrógeno, mayor rendimiento, mayor eficiencia en el uso de agua, mayor tolerancia al estrés por frío	2007-04-19, 2005-12-19
45.	Pioneer Hi-Bred International, Inc. (DuPont)	US7317141 US7253000 US20060026716A1 US20060162027A1 WO05103075A1 AR0048710A1	Activadores transcripcionales involucrados en la tolerancia al estrés abiótico	Estrés abiótico, por ej. por frío o sequía	2008-01-08, 2006-03-22
46.	Plant Research International B.V. (Universidad Wageningen)	WO07030001A1	Planta transgénica con mayor tolerancia a la sequía	Sequía	2007-03-15, 2005-09-06
47.	Syngenta Participations AG	US20060075523A1 WO03027249A3 WO03008540A3 WO03007699A3 WO03000906A3 WO03000905A3 WO03000904A3 WO03000897A3 US20070089180A1 US20070056055A1 US20050177901A1 US20050032156A1 US20040016025A1 US20040010815A1 US20030135888A1 EP1576163A4 EP1409696A2 EP1402042A2	Polinucleótidos y polipéptidos con respuesta al estrés abiótico	Estrés abiótico tal como estrés por frío, estrés por salinidad o estrés osmótico	2006-04-06, 2005-09-14

	CONCESIONARIO	PATENTE/SOLICITADA # y miembros de familias de patentes	TÍTULO	ESTRÉS SELECCIONADO	FECHA DE PUBLICACIÓN, FECHA DE ARCHIVO
		EP1402038A2 EP1399561A2 AU2345250AA AU2341542AA AU2341541AA AU2325266AA AU2316997AA AU2314417AA			
48.	Syngenta Participations AG	WO07060514A3	Métodos y composiciones para regular el crecimiento de raíces en plantas	Estrés abiótico	2007-05-31, 2006-08-04
49.	Syngenta Participations AG	US20070006344A1 EP1742527A2 WO05102034A3 CN11023175A BRI0510045A AU5235311AA	Secuencias reguladoras para expresar productos genéticos en el tejido reproductivo de plantas	Estrés abiótico	2007-06-21, 2005-04-19
50.	Syngenta Participations AG	WO05084331A3	Perfil de la expresión genética del sorgo	Estrés abiótico	2005-09-15, 2005-03-01
51.	Syngenta Participations AG	WO05021723A3 US20050097639A1	Moléculas de ácido nucleico del arroz que controlan la tolerancia al estrés abiótico	Estrés abiótico, sequía	2005-03-10, 2004-08-27
52.	Syngenta Participations AG	US7230159 WO03076597A3 US20050120410A1 AU3220146AH AU3220146AA	Moléculas de ácido nucleico que codifican el gen y promotor BOS1 de la <i>Arabidopsis thaliana</i> y utilizations de las mismas	Tolerancia al estrés biótico y abiótico, y utilizar esos ácidos nucleicos para ayudar al mejoramiento del germoplasma mediante su modificación genética	2007-06-12, 2005-01-14
53.	Syngenta Participations AG	WO03048319A3 US20040219675A1 EP1453950A4 AU2357044AH AU2357044AA	Secuencias de nucleótidos que codifican proteínas confiriendo tolerancia a estrés abiótico en plantas	Tolerancia a estrés abiótico, mayor rendimiento, resistencia a enfermedades o composición nutricional alterada	2003-06-12, 2002-11-27
54.	Ninguno (Universidad de California-Davis)	US7256326 US7250560 US7244878 US7041875 US6936750 US20060195948A1 US20030046729A1 US20050144666A1 US20050155105A1 US20050204430A1 WO9947679A3 CA2323756AA AU2821499A1	Plantas con elevado contenido salino y usos para bioremediación	Salinidad	2007-08-14, 2005-02-24
55.	Ninguno	US20050034191A1	Cultivos oleaginosos tolerantes a salinidad	Salinidad	2005-02-10, 2003-07-10

Notas

¹ 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.

² 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>

³ Centro de noticias ONU (FAO), “El cambio climático puede incrementar el número de víctimas del hambre” – NU, 26 de mayo de 2005.

⁴ 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>

⁵ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág.92.

⁶ 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*

⁷ 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?”

⁸ CGIAR, “Global Climate Change: Can Agriculture Cope?”, *Dossier* informativo en línea, 2007. En:

http://www.cgiar.org/impact/global/cc_mappingthemenace.html.

⁹ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág.94.

¹⁰ CGIAR, “Global Climate Change: Can Agriculture Cope?”, *Dossier* informativo en línea, 2007. En:

http://www.cgiar.org/impact/global/cc_mappingthemenace.html

¹¹ 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.

¹² 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.

¹³ Charlotte Eyre, “Australia gives go-ahead for GM wheat testing”, FoodUSA Navigator.com, 20 de junio de 2006. En: <http://tiny.cc/Y0YRJ>

¹⁴ Carey Gillam, “Biotech companies race for drought-tolerant crops”, *Scientific American*, 13 de enero de 2008. www.sciam.com.

¹⁵ 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.

¹⁶ 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.

¹⁷ *Ibidem*

¹⁸ Mendel Biotechnology, Inc., solicitud de patente de EEUU No. US20070240243A9: Plant transcriptional regulators of drought stress, in “background of the invention”.

¹⁹ Ver, por ejemplo, la Patente de EEUU No. 7.241.937

²⁰ Ver, por ejemplo, la Patente de EEUU No. 7.230.165

²¹ Ver solicitud #7 de la Patente No. 7.161.063 de los Estados Unidos: Transcription factor stress-related proteins and methods of use in plants.

²² 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

²³ 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.

²⁴ Gio Braidotti, “Scientists share keys to drought tolerance,” Australian Government Grains Research & Development Corporation, *Ground Cover* Número 72, enero-febrero de 2008.

²⁵ 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.

-
- ²⁶ Carey Gillam, “Biotech companies race for drought-tolerant crops”, Reuters, 13 de enero de 2008. En: <http://uk.reuters.com/article/scienceNews/idUKN1149367520080114>
- ²⁷ AgBioWorld, 4 de setiembre de 2006. En: http://www.agbioworld.org/newsletter_wm/index.php?caseid=archive&newsid=2590
- ²⁸ 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
- ²⁹ <http://www.evogene.com>
- ³⁰ <http://www.evogene.com>
- ³¹ 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
- ³² Comunicado de prensa de Monsanto/BASF, “BASF and Monsanto Announce R&D and Commercialization Collaboration Agreement in Plant Biotechnology”, 21 de marzo de 2007.
- ³³ 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.
- ³⁴ Simon Varcoe, “Monsanto Confident over GM Venture”. En: *AGROW*, 27 de noviembre de 2007. En: http://www.agrow.com/biotech_news33.shtml
- ³⁵ 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
- ³⁶ Simon Varcoe, “Monsanto Confident over GM Venture”. En: *AGROW*, 27 de noviembre de 2007. En: http://www.agrow.com/biotech_news33.shtml
- ³⁷ 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>
- ³⁸ *Ibidem*
- ³⁹ 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>
- ⁴⁰ Rebecca Debens, “Syngenta Developing Water-Efficient Maize”, *AGROW*, 4 de enero de 2007. En: http://www.agrow.com/biotech_news35.shtml (Traducción no oficial).
- ⁴¹ David Hest, “Seeds for Global Warming”, *Farm Industry News*, 1 de enero de 2008.
- ⁴² “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
- ⁴³ Rivero, R. M. et al., 2007. “Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant”, *PNAS* 104 (49): 19.631-19.636
- ⁴⁴ 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.lasso?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.
- ⁴⁵ 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/>
- ⁴⁶ Comunicado de prensa de Arcadia Biosciences, “Arcadia Biosciences and Chinese Province Agree to Establish Methods for Carbon Credit Trading Based on Nitrogen Use Efficient Rice”, 3 de mayo de 2007.
- ⁴⁷ Comunicado de prensa de Monsanto, “Monsanto Announces Commitment to Reduce Carbon Dioxide Emissions, Joins Chicago Climate Exchange”, 4 de diciembre de 2007.
- ⁴⁸ http://www.monsanto.com/responsibility/our_pledge/healthier_environment/carbon_sequestration.asp
- ⁴⁹ 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>
- ⁵⁰ Carey Gillam, “Biotech companies race for drought-tolerant crops”, *Scientific American*, 13 de enero de 2008. www.sciam.com
- ⁵¹ Comunicado de prensa de CGIAR, “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>
- ⁵² http://www.cimmyt.org/english/docs/ann_report/2004/pdf/preliminary_results.pdf
- ⁵³ 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>

⁵⁴ *Ibidem*

⁵⁵ *Ibidem*

⁵⁶ *Ibidem*

⁵⁷ Comunicado de prensa, “African Agricultural Technology Foundation to develop drought-tolerant maize varieties for small-scale farmers in Africa”, Fundación Africana de Tecnología Agrícola, 19 de marzo de 2008.

⁵⁸ Correspondencia por correo electrónico con David Mackill, IRRI. 29 de enero de 2008.

⁵⁹ Ver sitio web del Ronald Laboratory (UC Davis): http://indica.ucdavis.edu/research/research-project-overviews/submergence_tolerance

⁶⁰ Correspondencia por correo electrónico con David Mackill, IRRI. 29 de enero de 2008.

⁶¹ Comunicado de prensa de IRRI, “Nuevo arroz resistente a las inundaciones, alivio para los agricultores pobres del mundo”, agosto de 2006. En: <http://www.irri.org/media/press/press.asp?id=138>

⁶² 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.

⁶³ 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>

⁶⁴ *Ibidem*

⁶⁵ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág. 107.

⁶⁶ Los cuatro países son: Mozambique, Swazilandia, Tanzania y Zimbabue. 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.

⁶⁷ *Ibidem*, pág. 12.

⁶⁸ http://www.agassessment.org/docs/SR_Exec_Sum_210408_Final.htm

⁶⁹ 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>

⁷⁰ 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.

⁷¹ 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.

⁷² 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.

⁷³ *Ibidem*

⁷⁴ 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.

⁷⁵ David B. Lobell, *et al.* “Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030,” *Science*, Vol. 319, 1 de febrero de 2008.

⁷⁶ David B. Lobell, *et al.* “Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030”, *Science*, Vol.319, 1 de febrero de 2008.

⁷⁷ PNUD, *Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008*, pág.173.

⁷⁸ 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>