

El Impacto de los Organismos Genéticamente Modificados sobre la Biodiversidad en el Perú: Mitos y Realidades



Alexander Grobman PhD

***Asociación Peruana para el
Desarrollo de la Biotecnología –
PERU BIOTEC***

Universidad Ricardo Palma
Lima, 12 y 13 de mayo 2009

La biotecnología agrícola ha despertado un debate de una estridencia y vigor raramente vistos antes, aún por los estándares de controversias habidas sobre otras innovaciones tecnológicas. La intensidad y el tono confrontacional del debate pueden ser trazados a una nueva clase de activista profesional, uno que combina dinero y marqueteo con la influencia creciente de internet para movilizar la opinión pública y la aceptación pública.



Mostrado a menudo como un movimiento de raíces populares montado con presupuestos mínimos, los grupos que se oponen a la biotecnología son, mas precisamente, parte de una coalición más amplia de activistas sociales, ambientalistas sin fines de lucro, y organizaciones de inversión social, apoyados por un reservorio de fondos de fundaciones con intereses especiales.

- La biotecnología es solo el último objetivo de alto perfil atacado por los grupos activistas. Esta coalición de protesta está explotando preocupaciones actuales sobre globalización y utilizando proposiciones tan complejas como la biotecnología para propósitos que no son presentados abiertamente o fácilmente reconocibles por el público.
- Jay Byrne, *Deconstructing the Agricultural Biotechnology Protest Industry*.

Evolución de la población humana



Cambios históricos de la población mundial y la producción de granos (basado en White Paper World Population 2003 y FAO)

Pobl. Mundial x 100 millones

Produc. de granos x 1000 millones Ton



Crecimiento mundial de población y demanda de granos

Demanda y oferta de granos



- Demanda mundial, crecimiento anual 2.4%
- Oferta mundial, crecimiento anual 1.4%



La necesidad de la biotecnología moderna

- Cerrar la brecha como una herramienta muy poderosa para la producción de alimentos, luego del éxito anterior de la Revolución Verde y su extinción.
- Mejorar la nutrición humana.
- Resolver problemas de salud.
- Aplicaciones en industria, minería y petróleo y biorremediación.

MITO

- Narración de hechos sobrenaturales realizados por personajes sobrenaturales.
- Parte del sistema religioso de una comunidad, la cual los considera historias verdaderas y dan un respaldo narrativo a las creencias fundamentales de esa comunidad.
- Al entrar en competencia las explicaciones científicas con las míticas, la palabra MITO se cargó de valor peyorativo y se utilizó como *patraña* o *creencia extendida pero falsa*.

[De Wikipedia](#)

Los griegos armaron el MITO de ZEUS y los dioses del Olimpo quienes andaban de farra en farra





El Hinduismo aportó sus propios MITOS de sus dioses y la reencarnación



Millones de creyentes cristianos tienen Fe en la resurrección física de Jesús como hecho histórico. Otros millones de no creyentes lo consideran un Mito.



La Esfinge de Giza construída por Keops o Kefren, con cabeza humana y cuerpo de león, es una de las obras mitológicas mas grandes de la historia humana. Es un mito repetido en las culturas Asiria y Griega.

La construcción de un mito

El meteorito Willamette cayó en el estado de Oregon en 1902. Los indígenas Clackamas de la región consideran al objeto de 13.5 kilos “sagrado” y se oponen a la venta de un trozo de él cortado por su dueño quien trata de venderlo por US\$ 1.5 millones, tildándola de “insensitiva”.



Dos visiones básicas diferentes sobre Bioseguridad

- **AMBIENTALISTA**

- Los cultivos GMs son automáticamente peligrosos al ambiente mientras no prueben lo contrario
- Los alimentos con componentes de OGMs son peligrosos a la salud porque proceden de OGMs (no por sus componentes sino por la tecnología usada en su desarrollo)

- **DESARROLLISTA**

- Los cultivos GMs son inherentemente UTILES Y SEGUROS para la agricultura y alimentación mientras no se pruebe lo contrario..
- La seguridad de cada OGM es función del transgen, del ambiente y de los métodos de contención usados.
- La seguridad se verá “caso por caso” y con metodología científica.

El Nuevo Mito

Los Organismos Genéticamente Modificados (OGMs) tienen un efecto dañino sobre la biodiversidad (?)

Sin embargo, no se especifica la naturaleza del daño, su dirección (positiva, neutra o negativa), su magnitud y el impacto económico

El Mito del daño a la biodiversidad: como se genera

- *Conferencia de Asilomar, California (voz de alerta, pasan años pero no hay daños)*
- *Convención de biodiversidad de Rio, 1992 (alerta pero ya reconoce el potencial de la biotecnología moderna, y busca convivir)*
- *Protocolo de Bioseguridad, 2000 (busca regular solo el movimiento transfronterizo= comercio de OGMs, choca con las regulaciones de OMC y se conforma un equilibrio.*
- *Opositores a los OGMs crean el mito del daño de OGMs a la biodiversidad a ultranza y sin calificaciones. Remisión a las pruebas.*

Cuestiones de fondo

- ¿Son las variedades mejoradas incompatibles con el mantenimiento de la biodiversidad?
- ¿Son los organismos genéticamente modificados incompatibles con el mantenimiento de la biodiversidad?

Efectos de las variedades mejoradas e híbridos de plantas de cultivo

- Las variedades genéticamente mejoradas e híbridos de plantas han venido reemplazando a las variedades tradicionales (ejemplos, variedades de trigo mexicanas (origen CIMMYT) y arroz de Filipinas (origen IRRI y derivados) resultantes de la revolución verde.
- Nuevas variedades de papa en la Sierra.
- Maíz híbrido en la Costa del Perú 1956 a 1968 llegó a más de 80% del área cultivada y gran extensión de variedades cubanas en la Selva del Perú.
- Maíz híbrido en Estados Unidos de 1930 a 1950 llegó a 99% del área.
- Resultado: desplazamiento de variedades mejoradas antiguas en Costa del Perú, reemplazo de maíz nativo en zonas de colonización y desplazamiento de variedades antiguas en Estados Unidos.
- Consecuencias: erosión genética.

Efectos de las variedades mejoradas e híbridos de plantas de cultivo

- Nuevas variedades genéticamente mejoradas de maíz no penetraron en gran escala en la Sierra debido a diversas preferencias regionales y diversos tipos de uso
- Consecuencias: las variedades tradicionales se mantienen en muchos nichos de consumo y la erosión genética es muy reducida.
- Se realizaron colecciones de maíz de todas las áreas del Perú, se catalogaron, clasificaron y se guardó semillas viables en bancos de germoplasma del Perú y regional (Medellín) y un duplicado en Fort Collins, Colorado, EE.UU. En la UNAL se mantienen 3,300 colecciones de 55 razas de maíz

Efecto de un transgen sobre la biodiversidad

- Un transgen aporta un gen mas a los cerca del 50,000 del maíz, de modo que el efecto principal sobre la biodiversidad no es del transgen sino del genoma.
- Si el transgen tiene efecto positivo será seleccionado positivamente, si tiene efecto negativo será eliminado.

La FAO estima que en total 10.4 millones de hectáreas de bosque tropical fueron destruidas cada año en el periodo de 2000-2005. La tasa mencionada aumentó desde el periodo de 1990-2000, cuando se perdieron alrededor de 10.16 millones de hectáreas de bosque. Dentro de los bosques primarios, la deforestación anual aumentó a 6.26 millones de hectáreas de 5.41 millones de hectáreas en el mismo periodo

La deforestación anual del Perú es de 260,000 Has

El único país que exhibe un crecimiento neto anual de áreas forestadas es Israel

La verdad es otra:

La destrucción de la biodiversidad es el producto de la tala y quema indiscriminada de bosques de la Amazonía por la migración y colonización espontánea de pobladores andinos que escapan de la baja productividad de sus cultivos y del exceso de población



¿Pueden los OGMs afectar la Biodiversidad silvestre o agrícola?

- No se puede establecer una situación general
- Se verían caso por caso.
- Se debe establecer la naturaleza del daño si lo hay y su magnitud.
- La simple presencia de genes nuevos en poblaciones nativas no conforma daño.
- Si se encuentra daño debe ser establecido y procesado por la vía administrativa
- El daño puede ser corregido en primera instancia o si el daño es mayor se establecerá una compensación en 1^a o 2^a instancia por la vía administrativa y en instancias superiores por la vía civil peruana.

Convenio de diversidad biológica: relación con biotecnología

- Artículo 16. Acceso a y Transferencia de tecnología
- 1. Cada parte contratante, reconociendo que tecnología incluye biotecnología y que tanto acceso como transferencia de tecnología entre las Partes Contratantes son elementos esenciales para alcanzar los objetivos de esta Convención, se hace cargo, sujeto a las provisiones de este artículo a proveer y/o facilitar acceso a y transferencia a otras Partes Contratantes de tecnologías que son relevantes a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica o hacen uso de los recursos genéticos y no causan daños significativos al ambiente.

Protocolo de Cartagena: Objetivo

- Artículo 1
- OBJETIVO
- De conformidad con el **enfoque de precaución** que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo del presente Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna **que puedan tener efectos adversos** para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y **centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos**

Protocolo de Cartagena: Objetivo

- Artículo 1
- OBJETIVO
- De conformidad con el enfoque de precaución que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo del presente Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado

Desde los primeros días de negociaciones se estableció que un grupo de países del 3er mundo querían hacer que el Protocolo fuera un candado para cerrar el acceso de la biotecnología a sus países.

moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos

La posición peruana en las diversas COP-MOPs del Protocolo ha sido consistente desde la 2ª en adelante.

En Montreal 2004 la delegación peruana rompió con las demás delegaciones del grupo de los 77 + China en apoyar posiciones diferentes y soberanas.

En Curitiba 2006 la delegación peruana aliada con México y Paraguay defendió duramente una posición soberana sobre el Artículo 18b del protocolo (facturas de embarque dirán “puede contener” productos transgénicos y no precisar sus eventos específicos en cada embarque), ganando el derecho a esa política

En Bonn 2008 la delegación peruana defendió exitosamente el derecho a una legislación propia con acuerdos a determinados artículos guías no vinculantes sobre responsabilidad y compensación (art. 27 del protocolo). Panamá, Ecuador y Bolivia, fueron los únicos países del Hemisferio que se manifestaron porque el art. 27 del protocolo fuera vinculante.

Pérdida de biodiversidad agrícola

- Penetración en la agricultura de pocas variedades mejoradas superiores en varios criterios a las variedades nativas reduciendo las áreas de estas últimas pero no eliminándolas.
- El Proyecto STC-CGIAR del Ministerio de Agricultura en Perú con el CGIAR ha verificado que todas las razas de maíz descritas en 1962 aún existen y se mantienen, aunque algunas en menor área en el campo, por los agricultores.
- Como respaldo hay unas 3,300 colecciones en almacenamiento en cámara fría en La UNALM.

1. Críticas a los transgénicos

- **Son dañinos a la salud, producen tóxicos y alérgenos:** FALSO. No se ha probado científicamente ningún caso anormal o de daño.
- **Son productos nuevos y no se sabe que daños causen a largo plazo:** Ya ha pasado un cuarto de siglo de uso de transgénicos y no se vislumbran aún cuando ocurrirán los supuestos daños. Si en tanto tiempo no se ha producido daños es porque son inocuos.
- **La biotecnología moderna es una técnica imprecisa:** Al contrario es mil veces más precisa que la genética convencional; los nuevos avances prometen poner a los genes en posiciones exactas reproducibles en cada variedad en que se introduzcan.
- **Requieren de genes de antibióticos:** No es así. Los primeros OGMs han usado genes de antibióticos ligados para definir su incorporación. Los nuevos transgénicos en camino no los necesitarán. Además se han usado antibióticos diferenciales que no tienen ninguna significación médica importante actual y las resistencias ya se formaron en los hospitales en los microorganismos blanco.

2. Críticas a los transgénicos

- **Son formas de vida invasivas:** No tienen ninguna diferencia con otros organismos de la misma especie en esta capacidad.
- **Niegan a los consumidores la capacidad de selección:** No tienen diferencia los actuales productos derivados de OGMs de sus contrapartes convencionales, de modo que ¿a que diferencia deberíamos remitirnos para etiquetar? Los activistas quieren hacerlo en virtud al método tecnológico de su obtención; en ese caso habría que hacerlo con todos los productos que procedan de otra forma de desarrollo genético que crea mas alteraciones genéticas que los Transgénicos (mutaciones por irradiaciones, hibridaciones, cultivos de tejidos, cambios por transposones, etc).
- **La dependencia de semillas que son propiedad de empresas:** La producción de semillas híbridas de maíz, algodón, espárrago, tomate, alcachofa, etc ha dado lugar a grandes industrias de semillas locales e internacionales. ¿Qué tienen en contra de empresas nacionales o extranjeras que quieran entrar en ese negocio?

3. Críticas a los transgénicos

- **Proceden del robo de la diversidad biológica:** Los OGMs desarrollados hasta ahora no lo son y aparentemente los futuros en los próximos 20 o 25 años no tienen visos de serlo. Entretanto seguirá nuestra biodiversidad congelada hasta que se vuelva irrelevante dentro de poco con la capacidad de sintetizar genes, proteínas y metabolitos secundarios sin tener que extraerlos de nuestra biodiversidad. Más bien habría que acelerar su uso mediante la biotecnología moderna. La ciencia y tecnología peruanas podrían aprovechar mucho de una apertura al uso de la biodiversidad mediante la biotecnología moderna.
- **Mucha gente tiene objeciones morales y espirituales a los OGMs:** Igual sucede con muchos otros casos de controversias humanas. No por ello la tecnología debe parar. Aquellos que no la deseen son libres de no emplearla. Si uno quiere movilizarse en burro o en camello en vez de carro, porque esa fue siempre su costumbre, nadie le quitará ese derecho.
- **Los OGMs no pueden coexistir con los transgénicos:** En realidad si lo hacen en Estados Unidos (el mayor productor mundial de orgánicos), en Argentina con el 3er puesto en orgánicos y en muchos otros países sin que haya pasado nada a su producción de orgánicos y a us exportaciones.

Plan Nacional de Biotecnología e Ingeniería Genética

- Por iniciativa del Ministerio de la Producción, CONCYTEC y el CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico de la Presidencia del Consejo de Ministros) se desarrolló el Plan Nacional de Biotecnología e Ingeniería Genética que fue aprobado en 2005 como el primer plan nacional del CEPLAN.
- Es la Biotecnología también el primer Programa del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de CONCYTEC.



Plataforma de servicios del MINAG para paliar los efectos del TLC

- Ayudas directas a los agricultores por valor de US\$ 180 millones a los precios de mercado. Contrasubsidios para favorecer el consumo de productos nacionales.
- Capacitación a agricultores y apoyo para la rápida adquisición de innovaciones tecnológicas.
- Desarrollo del Centro Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal con una inversión inicial de US\$ 30 millones.



Crecimiento de las exportaciones agropecuarias del Perú

Las exportaciones agropecuarias del Perú han crecido en los últimos 5 años a una tasa anual media de 17.5% y en el último año pasó de 21.5%.

Esta tasa es 4 veces el promedio mundial.

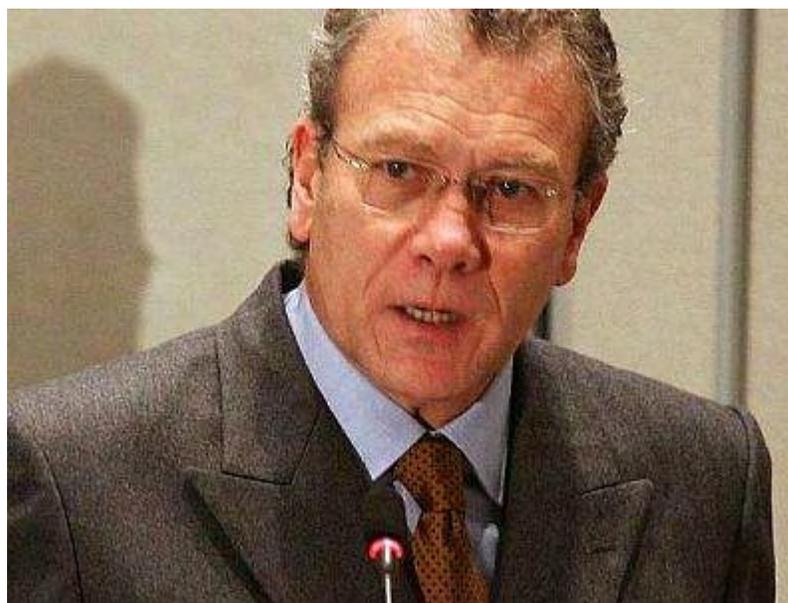


Globalización comercial y áreas de mercados



Viceministro destaca importancia de APEC tras fracaso de Ronda de Doha

Tras el fracaso de las negociaciones de la Ronda de Doha en Ginebra en julio del 2008 el Vice-Ministro de Relaciones Exteriores del Perú, Gonzalo Gutiérrez Reiné, manifestó de visita en Tailandia, que habría que renovar esfuerzos para concretar un áreas de libre comercio en la región de Asia Pacífico. (31 de julio 2008 RPP)



En la reunión de Sidney en el 2007, en el caso que las conversaciones de la Ronda de Doha fracasaran, las economías del APEC se comprometieron a examinar las opciones para crear una zona de libre comercio en la región de Asia-Pacífico, un viejo objetivo de la organización regional.

Tratados de Libre Comercio del Perú

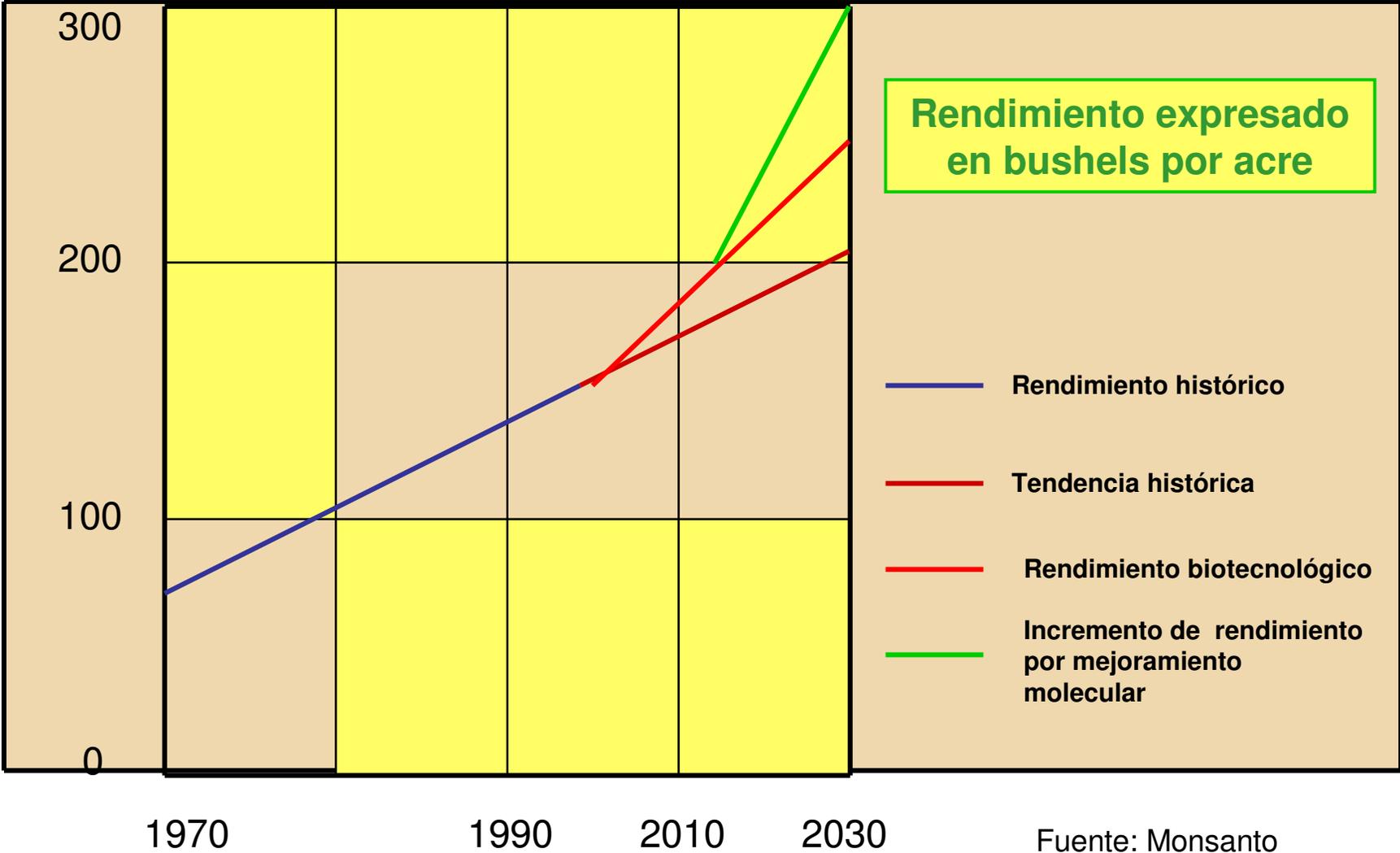
Países	Estado del Tratado
Estados Unidos	Firmado y ratificado
Canadá	Firmado y ratificado
Singapur	Firmado y ratificado
Tailandia	Firmado y ratificado
China	Firmado
Unión Europea	En negociación
México	Inicios de negociación
Chile	Acuerdo de complementación, TLC en negociación
Japón	Inicios de contactos
Corea del Sur	Inicios de contactos

Importaciones de granos por países seleccionados en 1990 y proyecciones a 2030

Fuente: Lester Brown. 1995. Who will feed China? Wake up call a small planet. New York. Citado por José Garrido Rojas, Universidad de Chile

Millones de toneladas		
Países	1990	2030
India	0	45
Bangladesh	1	9
Indonesia	3	12
Irán	6	32
Pakistán	1	26
Egipto	8	21
Etiopía y Eritrea	1	9
Nigeria	0	15
Brasil	6	4
México	6	19
Subtotal	32	190
China	6	369
Total	38	559

Potencial del crecimiento de rendimiento de maíz en EE.UU



Dependencia tecnológica

- Inversión en grandes instalaciones energéticas (petróleo, gas, solar)
- Informática – computadoras, impresoras, software (Intel, Bill Gates y Microsoft)
- Teléfonos celulares (Motorola, Nokia, Samsung, Sony-Ericsson, Telefónica, Claro, Nextel)
- Semillas de espárragos híbridos: 30,000 hectáreas sembradas con híbrido UC-157 F1 en el Perú.
- Aviones, automóviles, camiones, tractores
- Medicinas y fármacos (anticancerígenos, etc)



Apple II 1980



Impresora Ink jet



iPhone 2007 de Apple



Planta térmica solar

Medios de Protección intelectual en desarrollo de plantas

- Decisión 345 de la CAN para protección de los creadores de nuevas variedades.
- Sistema UPOV para defensa de la creación de nuevas variedades.
- Sistema de Patentes en plantas, no accesible aún en la mayoría de países de América Latina.

Caso Schmeiser

- Derecho a patente de monopolio de construcción genética en las células pero no de la planta y su “uso”.
- Caso por la contaminación de cultivos vecinos y derecho a sembrar en su propia propiedad de los agricultores.
- Monsanto es o no culpable de contaminación.
- ¿Es responsabilidad del agricultor de aislar su cultivo de los cultivos con genes de Monsanto?
- El derecho del agricultor en *Plant Breeders Rights* no fue considerado válido re. Patente.

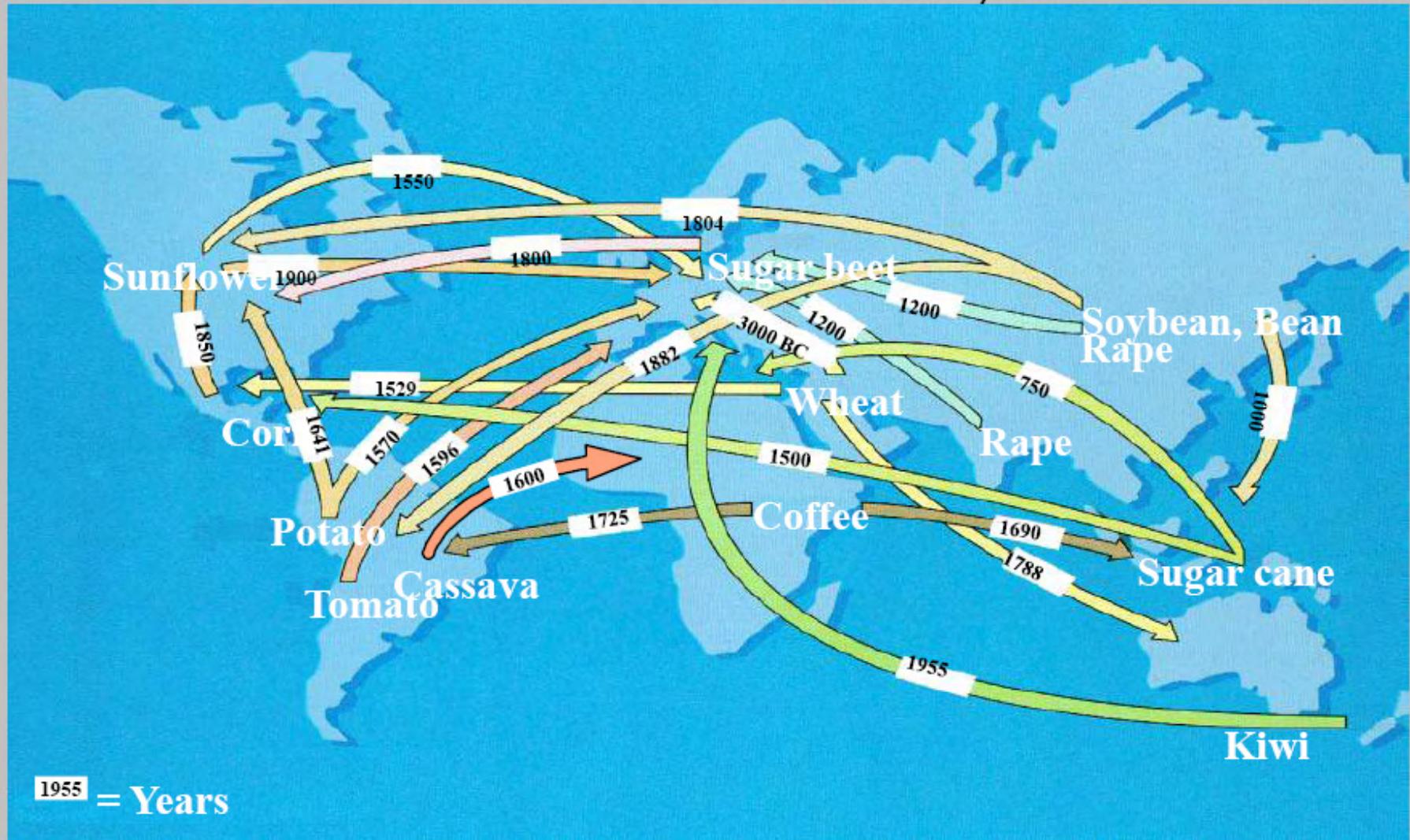
Percy Schmeiser, agricultor de Saskatchewan, Canadá y Monsanto litigaron desde 1998 hasta que en 2008 Schmeiser luego de haber perdido el primer juicio y la apelación en la Corte Suprema de Canadá, aceptó un acuerdo definitivo fuera de corte

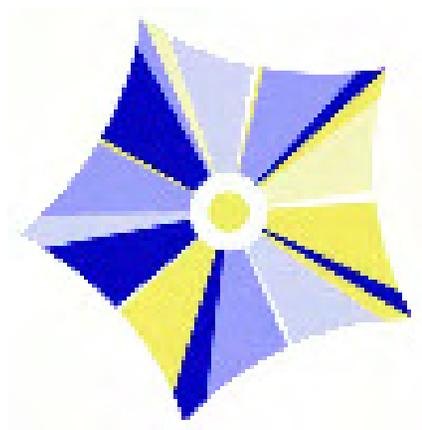


Denuncia por el Perú de la Decisión 486 de la CAN

- El tema de la Protección Intelectual (PI) bajo el sistema de patentes para desarrollos de biotecnología en plantas y animales, estaría en duda – dependiendo de la interpretación – según puntos de vista por la Decisión 486.
- Para implementar el TLC (que incluye una cláusula de biotecnología) con EE.UU. el Perú pidió en la CAN suspender la aplicación de la Decisión 486. Fue apoyado por Colombia y Ecuador pero vetado por Bolivia. Se tuvo que entrar en segunda reunión para aprobar la solicitud del Perú por mayoría de votos.

‘ New food crops ‘ have a 3000 year movement history:





The Potato Genome Sequencing Consortium



El Consorcio para el secuenciamiento de la papa está formado por instituciones de 12 países incluso el Perú. Su objetivo es secuenciar para el año 2009 los 840 millones de pares de bases de que consta el genoma de la papa. Cada país se compromete a secuenciar al menos un tercio de un cromosoma. El genoma estructural compuesto por genes conocidos pasará luego a dar lugar al genoma funcional y a la utilización de los genes para mejoramiento.



Secuenciamiento del Genoma del Tomate

Las Solanáceas (Aji, Berenjena, Papa, Tomate, Tabaco) tienen genes en común. El conocimiento del genoma del tomate sirve de referencia genómica al descubrimiento del genoma de las otras especies. El detalle molecular al nivel de ADN ha demostrado alta conservación de genes entre estas especies. La transferencia de genes de resistencia a enfermedades de una especie a otra es una posibilidad derivada de la ingeniería genética.

Uso de marcadores moleculares para conocer la variabilidad genética

Los marcadores moleculares son estructuras que se encuentran en el Genoma (ADN) de organismos vivos. Estos varían en tamaño de individuo a individuo y lo caracterizan. A base de secuenciamiento del genoma se obtiene información sobre muchos marcadores que se denominan “Micro Satélites”. Con ellos se puede obtener para cada individuo (humano, planta o animal) una caracterización como si fuera una impresión digital o una información única en un código de barras.



Con 10 marcadores se pueden genotipificar todas las variedades de caña de azúcar

Desarrollo de plantas transgénicas de soya con resistencia a sequía en el Danforth Plant Science Center



Desarrollo de sorgos azucarados para producción de etanol



Transgénicos naturales: ejemplos de selección por el hombre y de introgresión de genes entre especies

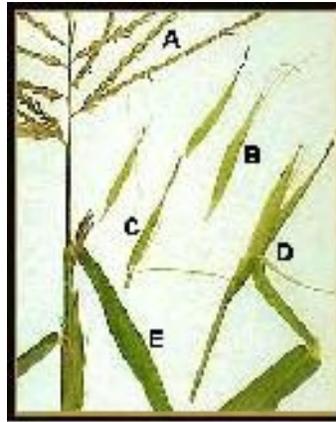
Teosinte y maíz



Brassica oleracea



Col, broccoli, coliflor, col de bruselas







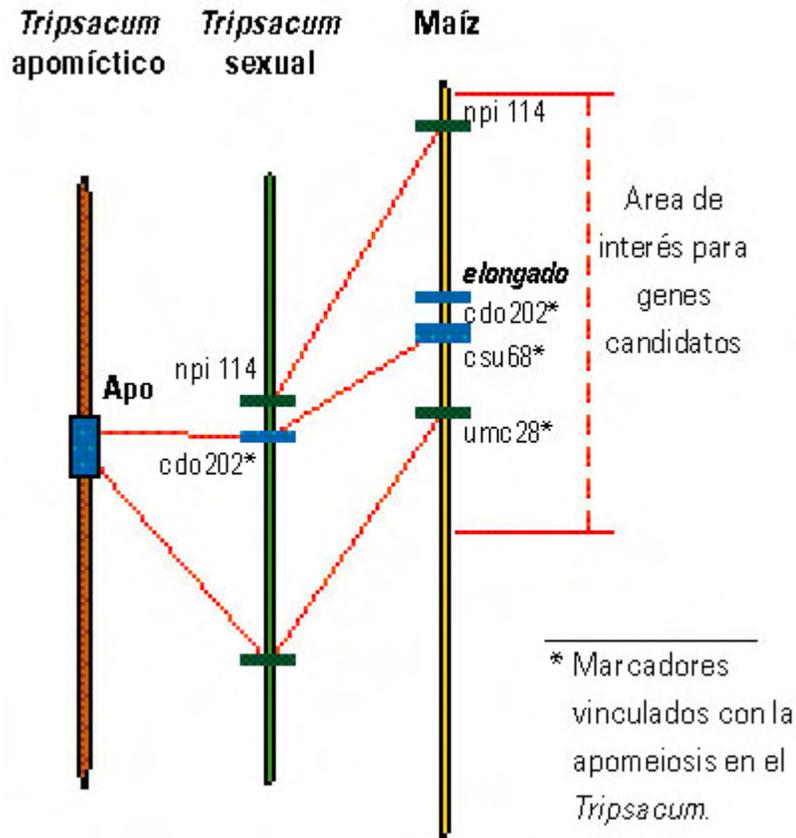








Desarrollo de maíz apomíctico por introducción de genes de *Tripsacum* en maíz en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.



Los agricultores se beneficiarán porque la semilla híbrida se podrá reciclar indefinidamente, sin perder sus características de alto rendimiento. Además, los agricultores tendrán la opción de producir y mejorar ellos mismos sus semillas. Al cruzar maíz apomíctico con sus propias variedades, los agricultores podrán ‘fijar’ la composición genética de su variedad preferida, o incluso la de una planta excepcional, durante muchos ciclos de cultivo.

Efectos sobre especies nativas en centros de biodiversidad

- Los OGMs pueden contaminar con sus transgenes a las poblaciones silvestres y a plantas cultivadas
- Los OGMs al eliminar a malezas pueden afectar a otras especies de plantas, artrópodos e insectos
- El Flujo de Genes se produce en mayor escala con plantas no transgénicas.
- La fijación de nuevos transgenes en poblaciones silvestres es muy discutible.
- Los transgenes pueden tener efectos positivos sobre las variedades cultivadas y especies silvestres.

Efectos sobre la agricultura minifundista y la cultura nativa

- La agricultura minifundista no es capaz de absorber la nueva biotecnología.
- Las semillas de las variedades nativas son conservadas y multiplicadas por pequeños agricultores; las nuevas crean dependencia externa.
- La cultura de producción de los pequeños agricultores puede ser afectada.
- 13.3 millones de agricultores en todo el mundo, 90% de ellos pequeños, sembraron cultivos GM en el mundo, 2008
- Desde la década de 1960 se estableció en el Perú el maíz híbrido, el arroz y la papa mejorados genéticamente con semilleristas especializados
- Los agricultores son libres de mantener su cultura agraria y de adoptar nuevas prácticas mediante extensión y crédito agrícola

Apropiación ilegítima de la biodiversidad

- Las comunidades andinas o de la Selva pueden no ser capaces de apropiar una parte de los beneficios de sus conocimientos sobre los usos de las plantas nativas debido a apropiación ilegítima.
- La Decisión 391 de la CAN da cierta protección a los conocimientos nativos que no son aún públicos.
- El TLC reconoce los conocimientos nativos pero no a nivel de Estado a Estado sino por negociaciones de partes interesadas como acuerdos de negocios.
- Es indispensable modificar legislación para protección dura mediante patentes de los productos que se deriven.

Dependencia en el uso y distribución de semillas

- Los pequeños agricultores guardan con esmero sus variedades y mantienen sus propias semillas
- Los GM por el hecho de su costo de desarrollo no permiten una libre competencia
- Es posible mantener una agricultura dualista con distintas preferencias de variedades con las regulaciones adecuadas
- Los agricultores pueden acceder a semillas mejoradas a mayor costo con crédito y asistencia técnica y derivar mayores ingresos y mas seguridad caso por caso.
- Mecanismos de regulación de mercado son posibles para estimular la competencia

Gestión de riesgo de OGMs

- Las autoridades locales no están capacitadas para realizar una eficiente evaluación y gestión de riesgo de la bioseguridad de cultivos GM
- Se ha capacitado a personal en evaluación y gestión de riesgo en CONAM, y en INIA, DIGESA y PRODUCE, las autoridades nacionales competentes.
- Hay acceso a las bases de datos de información de bioseguridad mantenidas en el Centro de Internacional de Intercambio de Datos en Montreal, Canadá.
- Se han preparado los Reglamentos para proceder



Bárbara Mc Clintock; Premio ó en capacitación para poder Nobel nos ayudó a definir la estructura de nudos cromosómicos en maíz en el Perú y su variación entre razas. Los nudos son zonas hetecromáticas con gran repliegue del ADN con adición de histonas.

La expresión de genes puede estar regulada epigenéticamente por las proteínas de estas regiones. Además, en el caso del cromosoma 10 de la línea W23 de maíz, una región terminal del cromosoma con mas alto repliegue de ADN es origen de una alta frecuencia de mutaciones

Bioseguridad de maíz transgénico

- Pruebas caso por caso de cada “evento” Cry
- Las pruebas de caracterización de proteínas Cry, toxicidad aguda y crónica en ratón y digestión en fluidos gástricos simulados:
 - No son parecidas a alergenicos conocidos
 - Son rápidamente degradados en el estómago del hombre y mamíferos
 - Son sensibles al calor
 - Pruebas de Alergenicidad, Digestibilidad y Toxicidad son negativas

Maíz GM tolerante a herbicidas

Herbicida	Modo de acción	Origen y ventaja
Glifosato	Inhibe la enzima EPSPS. Maíz GM tiene una enzima EPSPS diferente tolerante a glifosato	Gen de una bacteria del suelo
Glufosinato	La enzima PAT transforma la fosinotricina del glufosinato	Gen de una bacteria que codifica la enzima PAT
Imidazolinonas	Inhibe la ALS enzima básica en síntesis de algunos aminoácidos (valina, leucina, isoleucina)	Mutación de la ALS que evita su ligazón a la enzima

La acción insecticida de los genes Cry (Bt) sobre determinados insectos

Proteínas <i>Cry</i> tóxicas a los insectos vienen de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Hay 200 proteínas <i>Cry</i>
No hay receptores para las proteínas <i>Cry</i> en la superficie de las células intestinales de los mamíferos	Los humanos y el ganado no son afectados
Los insectos deben tener una digestión alcalina para que se solubilicen los cristales de la proteína <i>Cry</i>	Los mamíferos tienen digestión ácida
Solubilizados los cristales deben someterse a la acción de enzimas específicas en determinados insectos	No se libera la parte activa de la proteína en otros insectos
La parte activa debe encontrar receptores específicos en el conducto digestivo para unirse a ellos	Si eso ocurre procede la acción insecticida de la proteína <i>Cry</i>

Experimentos con papas transgénicas y efecto en ratones

- En 1998 en el Rowett Research Institute el Dr. Arpad Pusztai concluyó de sus experimentos de alimentación con papa genéticamente modificada con el gen “*snowdrop*” que se producían alteraciones en los órganos y metabolismo de ratones alimentados con esas papas.
- Sus resultados no publicados fueron expuestos en la TV
- Una auditoría externa resultó en la expulsión del Dr. Pusztai.
- Su investigación se convirtió en parte del debate público sobre si la gente debiera comer alimentos GM.
- Finalmente la Royal Society produjo un informe redactado por seis prominentes científicos que concluyó que el Dr. Pusztai no había producido evidencia científica concluyente que avalara sus posiciones.
- Días después se informó que las papas no eran transgénicas. Eran papas comunes a las que se les había pulverizado con lectina

Cambio de patrones alimenticios

- Los alimentos de origen GM son diferentes a los que actualmente se consumen dando origen a cambio en patrones alimenticios
- Los alimentos de origen GM no difieren de los convencionales sino en un único gen. Por ejemplo, en papa solo un gen en 30,000 sería diferente para resistencia a polilla de los Andes, 2 genes para añadir resistencia a nematodes y 3 genes para resistencia a virus. No cambia ni el sabor ni forma ni otros rasgo de la papa

Efectos de los alimentos GM sobre la salud humana

- Crea problemas aún desconocidos de enfermedades, que se verán en el largo plazo.
- Producen cáncer
- Son potencialmente alergénicos,
- Pueden crear bacterias resistentes a antibióticos
- Las enfermedades conocidas existen desde antes de la aparición de los OGMs y nada tienen que hacer con ellos.
- No se ha demostrado que los alimentos GM produzcan cáncer.
- No se han detectado alergias debidas a GMs
- La probabilidad de transferencia de resistencia antibióticos a bacterias es muy baja y además se están usando antibióticos antiguos y ahora nuevos marcadores que no son antibióticos, en las construcciones de transgenes

Patentes y propiedad intelectual

- No se debe aceptar patentes sobre plantas, animales o partes de ellos según la Decisión 486 de la CAN
- Los OGMs se obtienen por adición de construcciones de genes que no existen en la naturaleza y por consiguiente son inventos. Muchas veces genes naturales son modificados y se les agregan otros genes marcadores y ADN iniciador y terminal en una construcción compleja que se inserta como un todo.
- Los OGMs requieren ser muy bien evaluados para eliminar riesgo. Esto representa altas inversiones lo cual requiere protección por medio de patentes para conseguir inversión privada.

Efecto de los OGMs sobre el comercio externo

- Los consumidores se oponen a los transgénicos en los mercados externos.
- El principio precautorio vigila en la Unión Europea por la no aceptación de transgénicos.
- 75% de los alimentos procesados contienen componentes OGMs.
- La Organización Mundial de Comercio ha fallado en contra de la aplicación del principio precautorio por la Unión Europea en la disputa con Argentina, Canadá y EE.UU. a través de un panel en que participó Perú.
- Mercados de EE.UU., Canadá, México, China y APEC están abiertos con 56% de la población mundial.
- La UE está cambiando. Ya acepta el uso de soya GM para procesamiento y 5 países europeos ya siembran maíz GM.
- Ciertos OGMs no pueden desatar oposiciones

Información de Grocery Manufacturers Association de EE.UU.:

Un 75% de los alimentos procesados contienen ingredientes de organismos genéticamente modificados.

Unos 30,000 productos alimenticios procesados en un supermercado de EE.UU. tienen componentes o ingredientes de OGMs

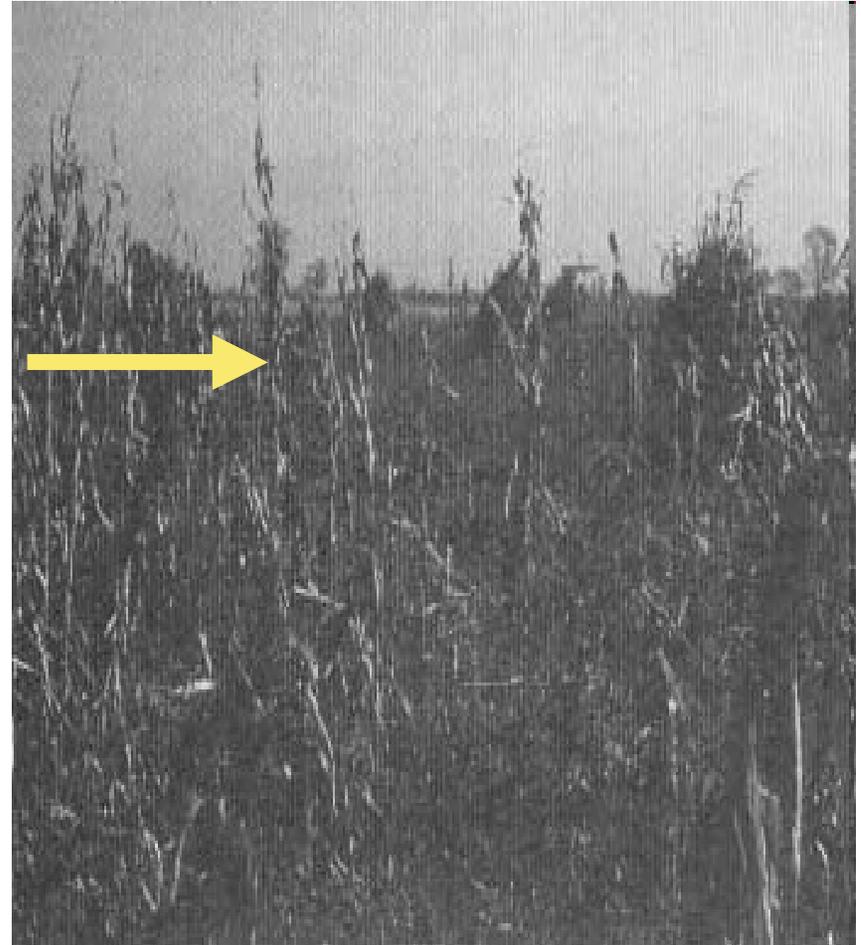
(Salsas, Colas oscuras, cervezas, chocolates, confitería, helados, harinas, corn flakes, productos de panadería y pastelería, conservas, embutidos, hamburguesas, aceites comestibles y grasas, etc).

La alta variabilidad del maíz es el producto de introgresión continua de parientes cercanos como teosinte y posiblemente de *Tripsacum* sp.



Variedades sud y meso americanas de maíz usadas por el proyecto GEM del USDA para mejorar maíz de Estados Unidos.

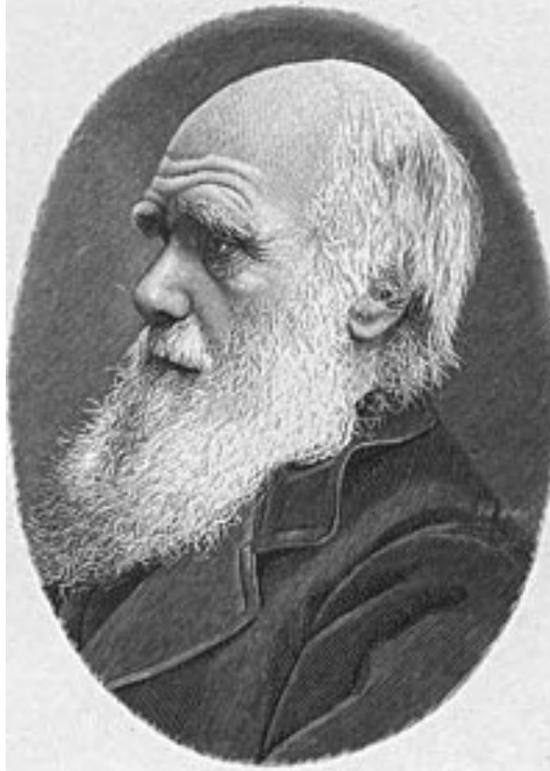
Teosinte invasor de campos de maíz en México



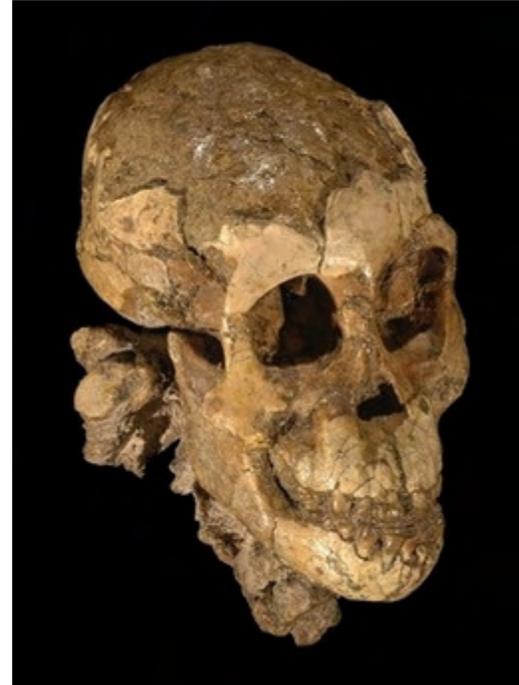
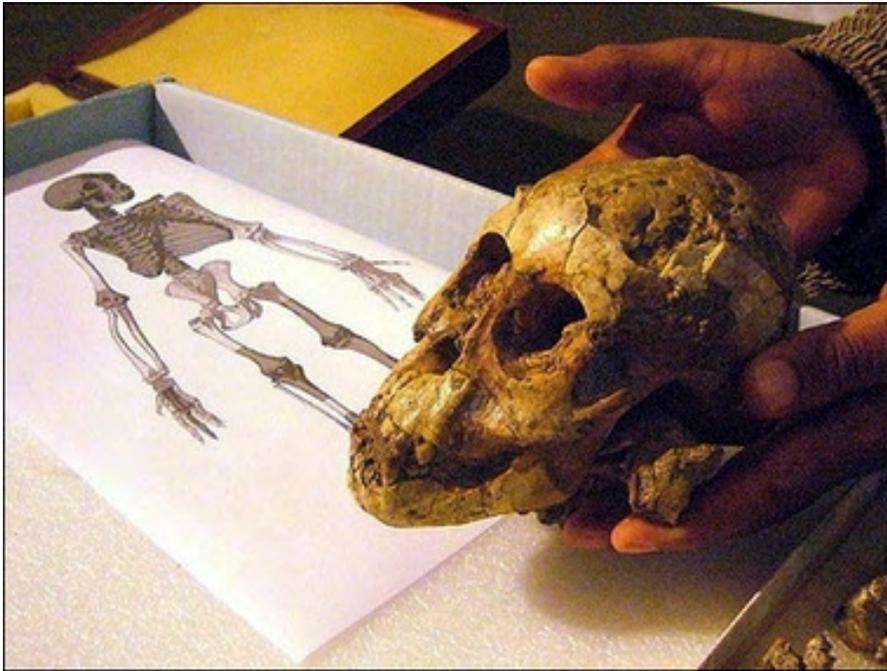
Dra. Barbara McClintock, ilustre citogenetista de maíz. Relacionó la transmisión y reordenamiento de los genes con los cromosomas. Descubridora de los transposones (genes saltarines) en maíz. Colaboradora del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina

Premio Nobel





Charles Darwin dio origen a la Teoría de la Evolución. Estuvo en el Perú, en Galápagos y sus observaciones nos sirven hoy para entender como las especies han ido cambiando a través del tiempo para darnos la biodiversidad actual. La evolución natural es ahora manejada por el hombre que le puede imprimir otra velocidad y otros destinos.



Un esqueleto casi completo de una criatura de unos 3 años de edad con una antigüedad de 3.3 millones de años de *Australopithecus afarensis* ha sido presentado en Ethiopia el 20/9/2006. Podía caminar y trepar a los árboles. Ayudará mucho a descifrar la evolución del hombre. Se le ha llamado "Selam".

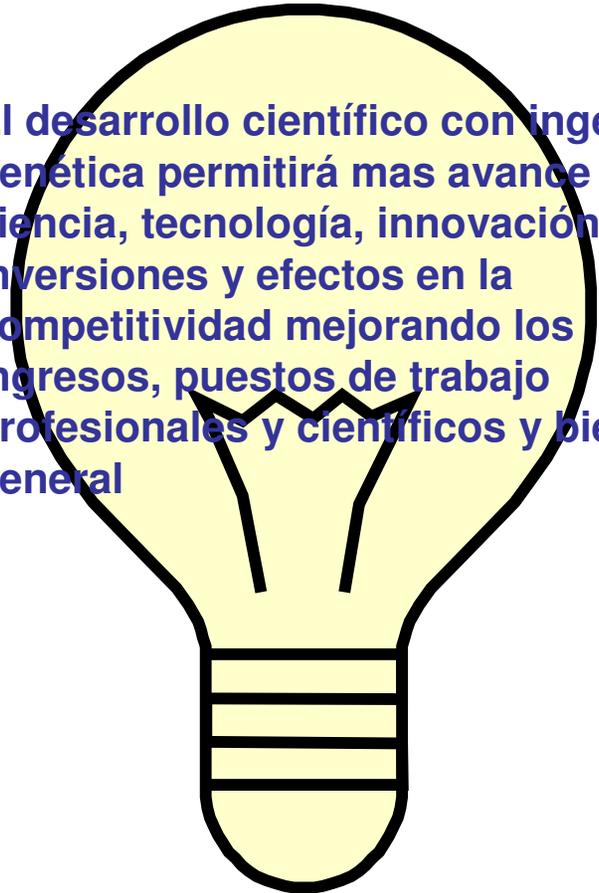
Organizaciones internacionales que se pronunciaron favorablemente a la seguridad de los transgénicos

- Organización Mundial de la Salud
- Food and Drug Administration EE.UU.
- Royal Society, United Kingdom
- Asociación de Academias de Ciencias de Alemania
- Academia de Ciencias de China
- National Academy of Sciences-National Research Council EE.UU.
- Academias Nacionales de Ciencias de India, Brasil, México
- Academia de Medicina de Francia
- Asociación de Médicos Británicos
- Asociación Americana de Toxicología
- FAO

La decisión es vital: prendemos la luz o la mantenemos apagada



**No a los transgénicos tiene un costo:
Oscurantismo científico, atraso
tecnológico y pérdida de
competitividad**



**El desarrollo científico con ingeniería
genética permitirá mas avance en
ciencia, tecnología, innovación,
inversiones y efectos en la
competitividad mejorando los
ingresos, puestos de trabajo
profesionales y científicos y bienestar
general**

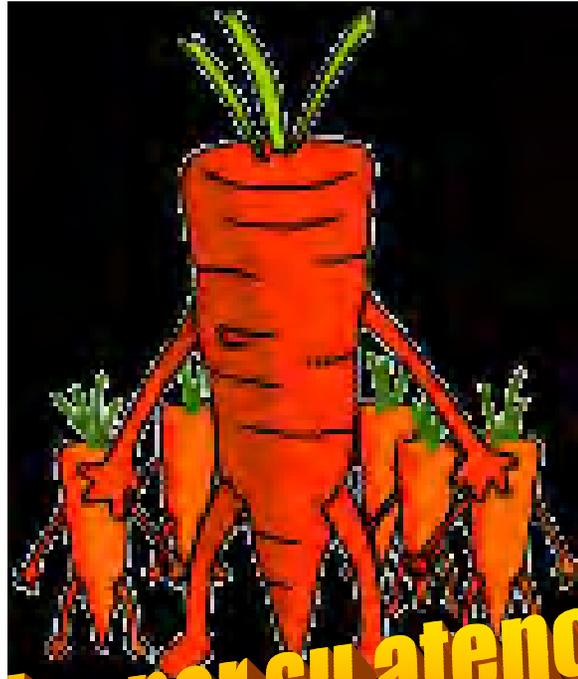
Beneficios del maíz Bt

- Protección del rendimiento
- Reducción de hongos y de micotoxinas: fumonicina y aflatoxina
- Reducción de uso de insecticidas foliares





EL ECOTERRORISMO TIENE UN NUEVO NOMBRE: GREENPEACE



Gracias por su atención

PERU BIOTEC

Alexander Grobman

agrobman@perubiotec.org

Investigaciones de resistencia a sequía en plantas C3

Genes de formaldehyde dehidrogenasa en Arabidopsis y arroz

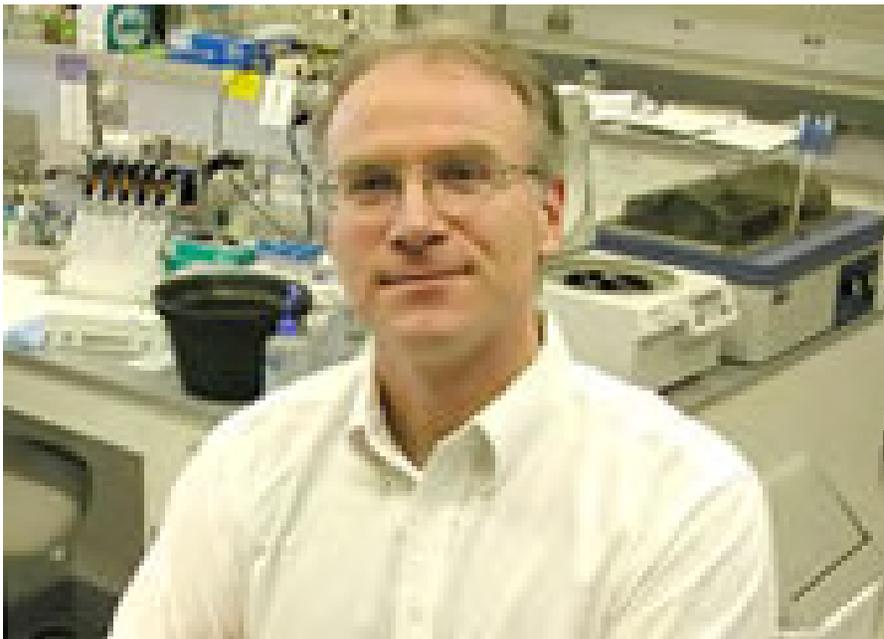
Enzima relacionada a alcohol dehidrogenasa en dominio de proteína y función catalítica.

La enzima forma parte de una ruta metabólica de un solo carbono que sirve como una ruta de desasimilación de carbono, evolucionada de asimilación de carbono en bacterias. Arranca con la producción de formaldehído por 10-formyltetrahydrofolate synthetase (THF) que es convertido a formato por formaldehyde DH. Formate dehydrogenasa luego convierte a este a carbonato que es removido por intercambio de gases.

Dr. Osterman de Universidad de Nebraska ha clonado y secuenciado a los genes de Arabidopsis para formate DH y THF. Ha usado estas secuencias como sondas para expresión en Arabidopsis y en otras plantas. Estos genes pueden ser inducidos por aplicaciones foliares de moléculas de un átomo de carbono tales como formato o metanol. Cuando estas plantas están bajo limitación de agua, pueden mantener biomasa comparadas con controles sin tratamiento, Se observa en plantas C3 pero no en C4. La localización es en mitocondrios y cloroplastos.

Contribuciones del Dr. Michael E. Fromm

El Dr. Michael E. Fromm durante su estadía en MONSANTO (1990-1997) fue el mayor responsable del desarrollo del producto Yield Gard basado en transformación con los genes Bt para resistencia a insectos. Ha sido recientemente reconocido por su importante contribución al desarrollo de la agricultura y la biotecnología moderna.



Actualmente es Director del Centro de Biotecnología en la Universidad de Nebraska y trabaja activamente en buscar resistencia a sequía y salinidad en plantas mediante el estudio de rutas metabólicas que condicionan la respuesta al estrés. Identifica kinasas y fosfatasa proteicas que interaccionan en las rutas metabólicas. Las confirma con knockout de genes usando RNAis.

Es Director no Ejecutivo de la firma FutureGene

Transformación en sorgo

79.20 905-7
034X-805-7

Agrobacterium linaje NTL4/Chry5
conteniendo al plasmido pPTN290, +

Gen Marcador nptII
Gen Observable GUS+

Frecuencia de
transformacion

1%

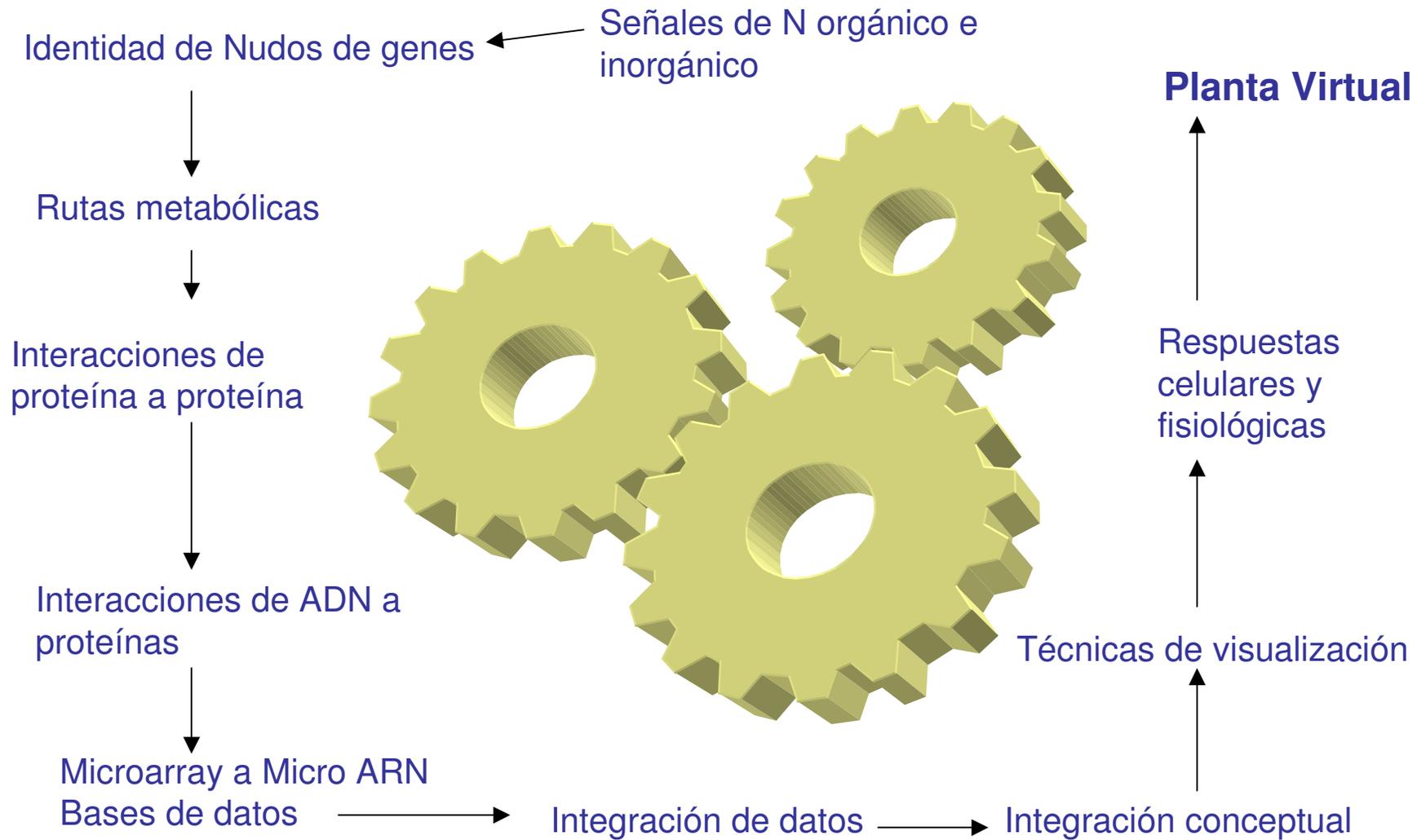
Herencia mendeliana normal en ambos grupos de
eventos transgénicos. 89% de coexpresión de ambos
marcadores

Frecuencia de
transformacion

1%

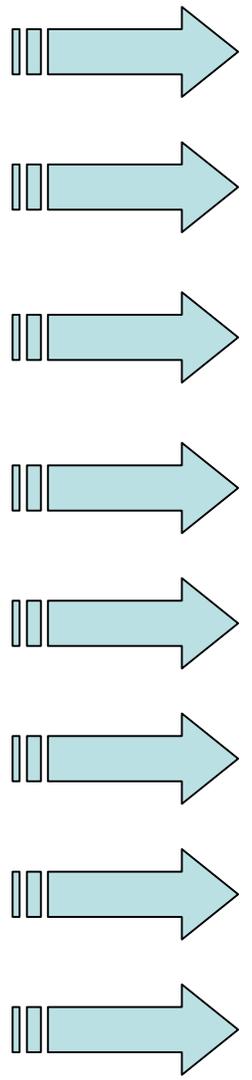
Howe, Dweikat, Sato y Fromm , Universidad de Nebraska

Biología de Sistemas



Interpretación basada en Corussi, Gutierrez, Shasha, Katari, Gifford, Poultney y Paley , New York University, Departments of Biology y Courant Institute of Math and Computer Sciences y Digital Image Designs, Inc.

ADN – Genes que codifican kinasas proteicas – 2300 en arroz /cereales



Efecto ambiental
Sequía/Calor



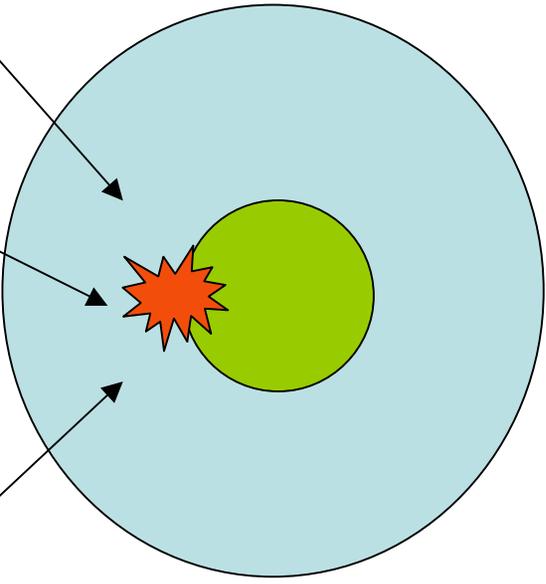
K3



K5



K8



Activación de kinasas específicas en respuesta al estímulo ambiental y efectos metabólicos siguientes

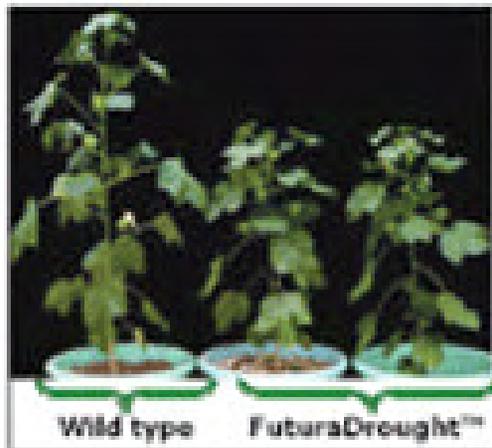
Resistencia genética a la sequía en plantas transformadas

Diversas rutas metabólicas conducen a resistencia a la sequía.

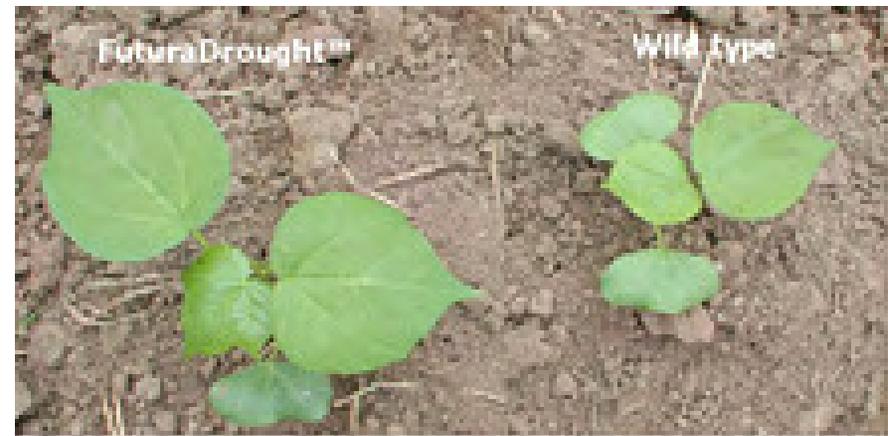
Participación de la fitohormona ácido abscísico

Control de apertura de los estomas

Adaptaciones metabólicas y morfológicas

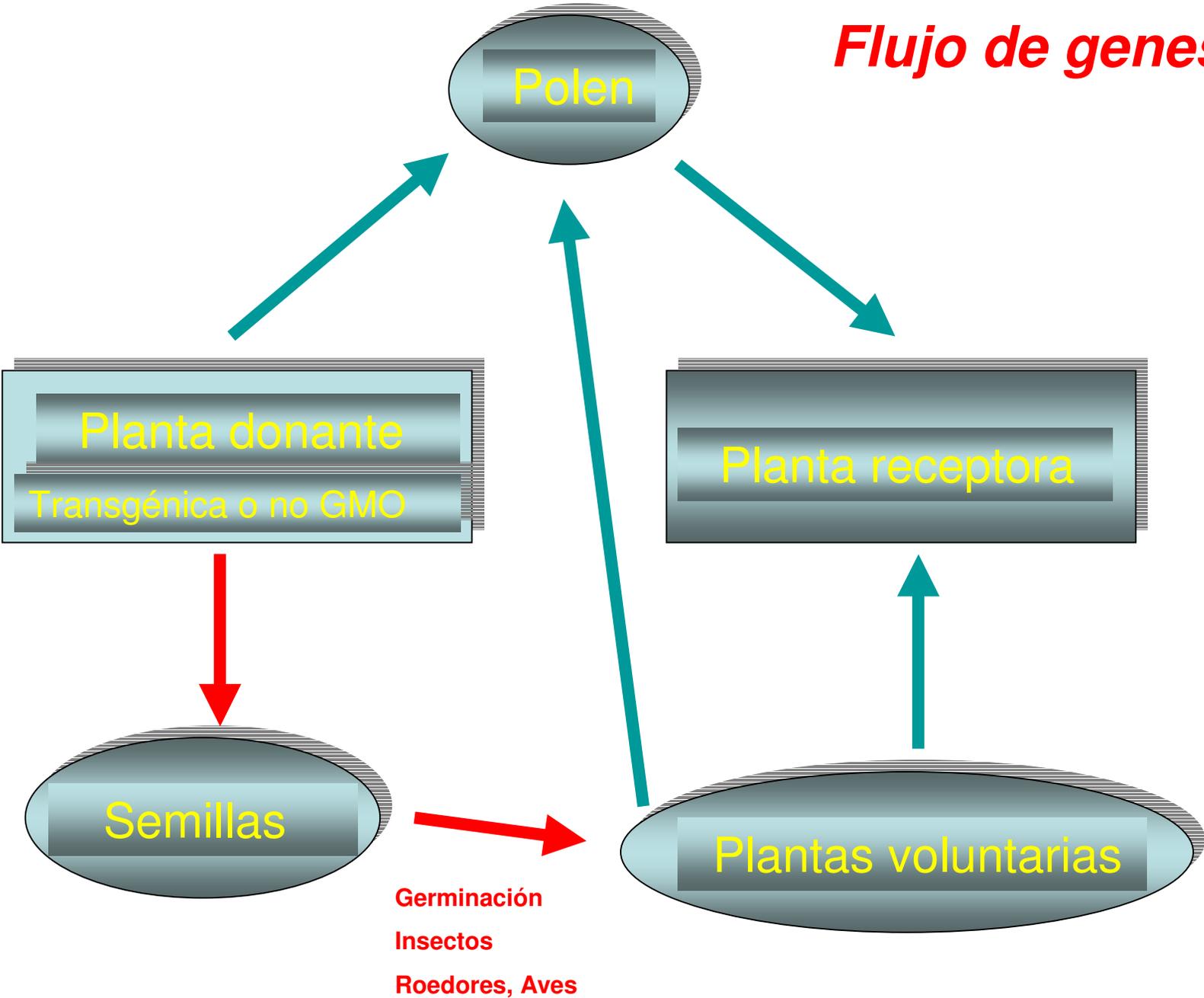


FuturaDrought™ cotton exhibits not only drought tolerance but also smaller canopy, with no yield loss.



Under drought conditions, FuturaDrought™ cotton plants grow bigger and faster than wild types

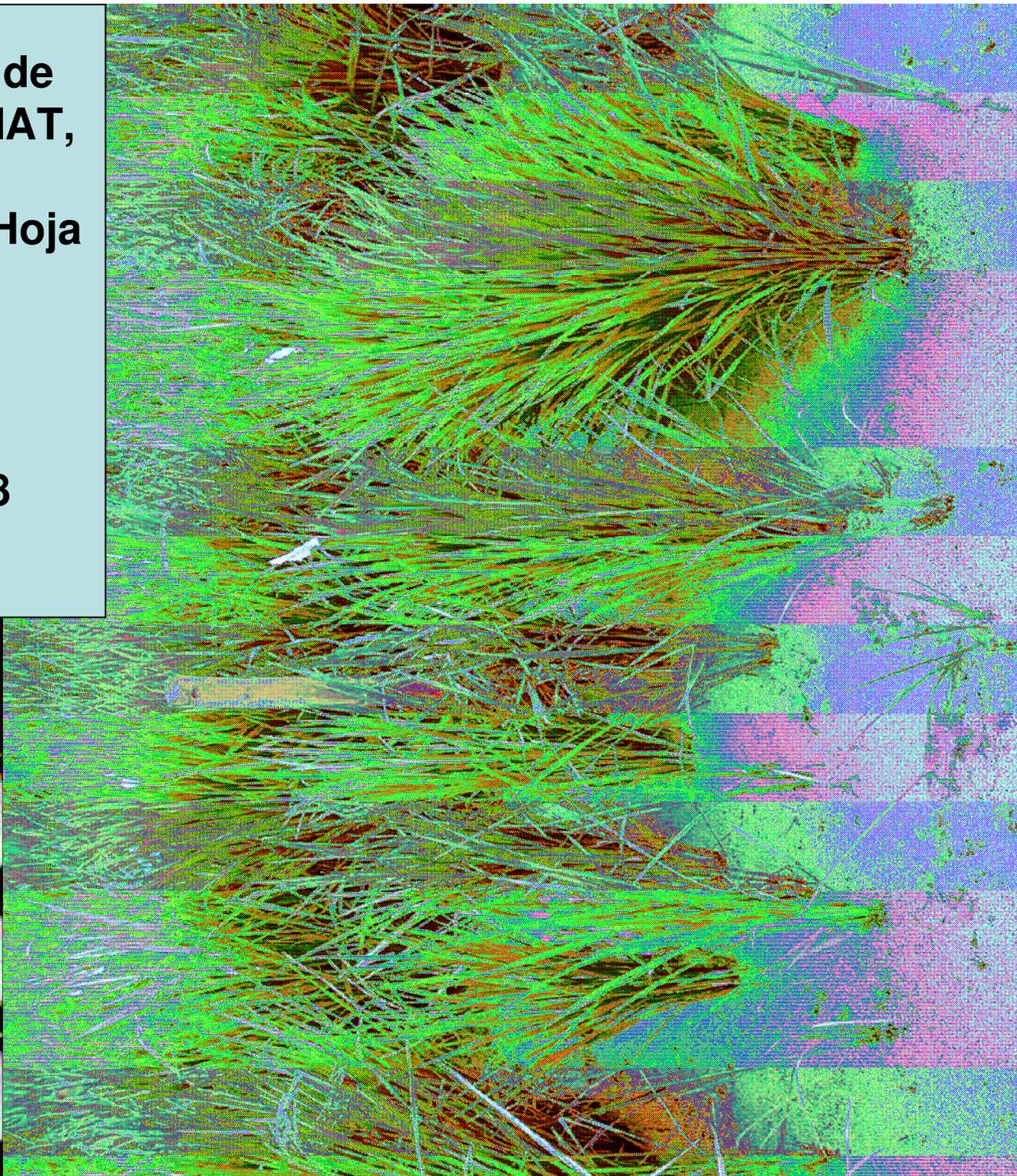
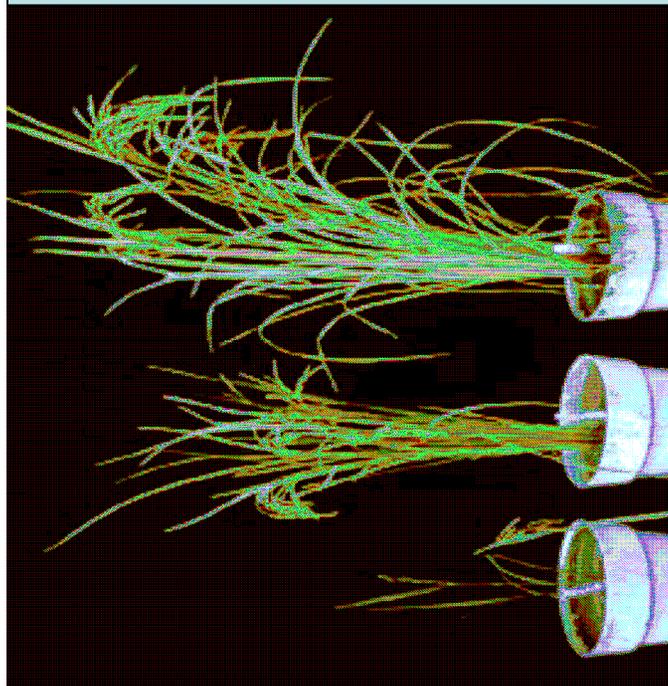
Flujo de genes



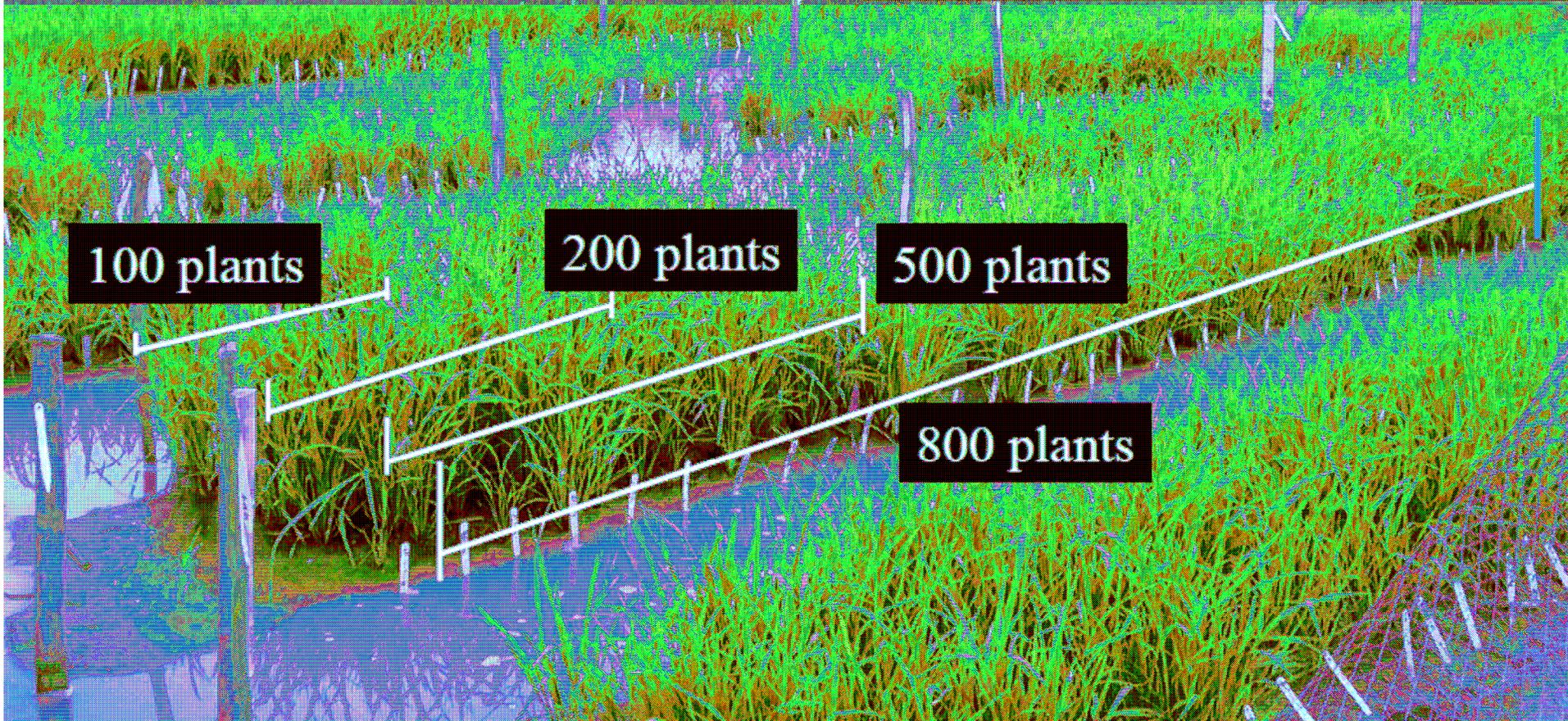
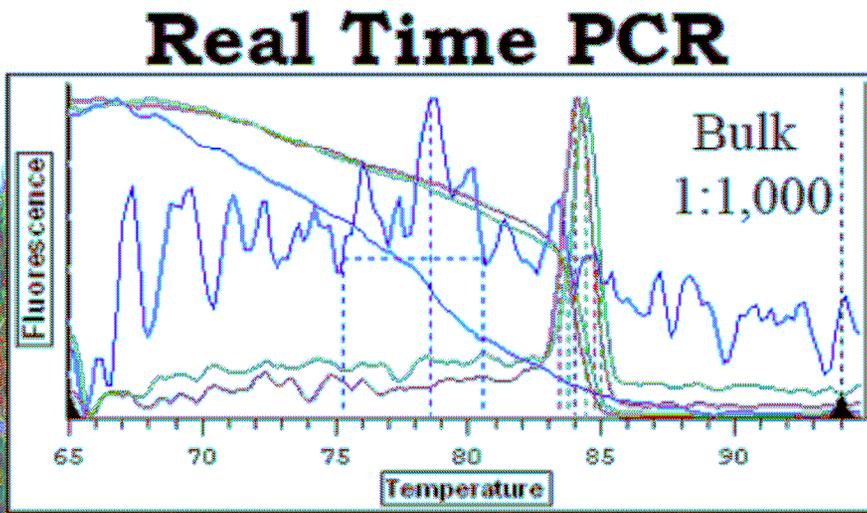
Desarrollo de variedades de arroz transgénico en el CIAT, Palmira, Colombia, para resistencia al virus de la Hoja Blanca.

Abajo: Variedad CICA 8 susceptible

Derecha: Variedad CICA 8 resistente



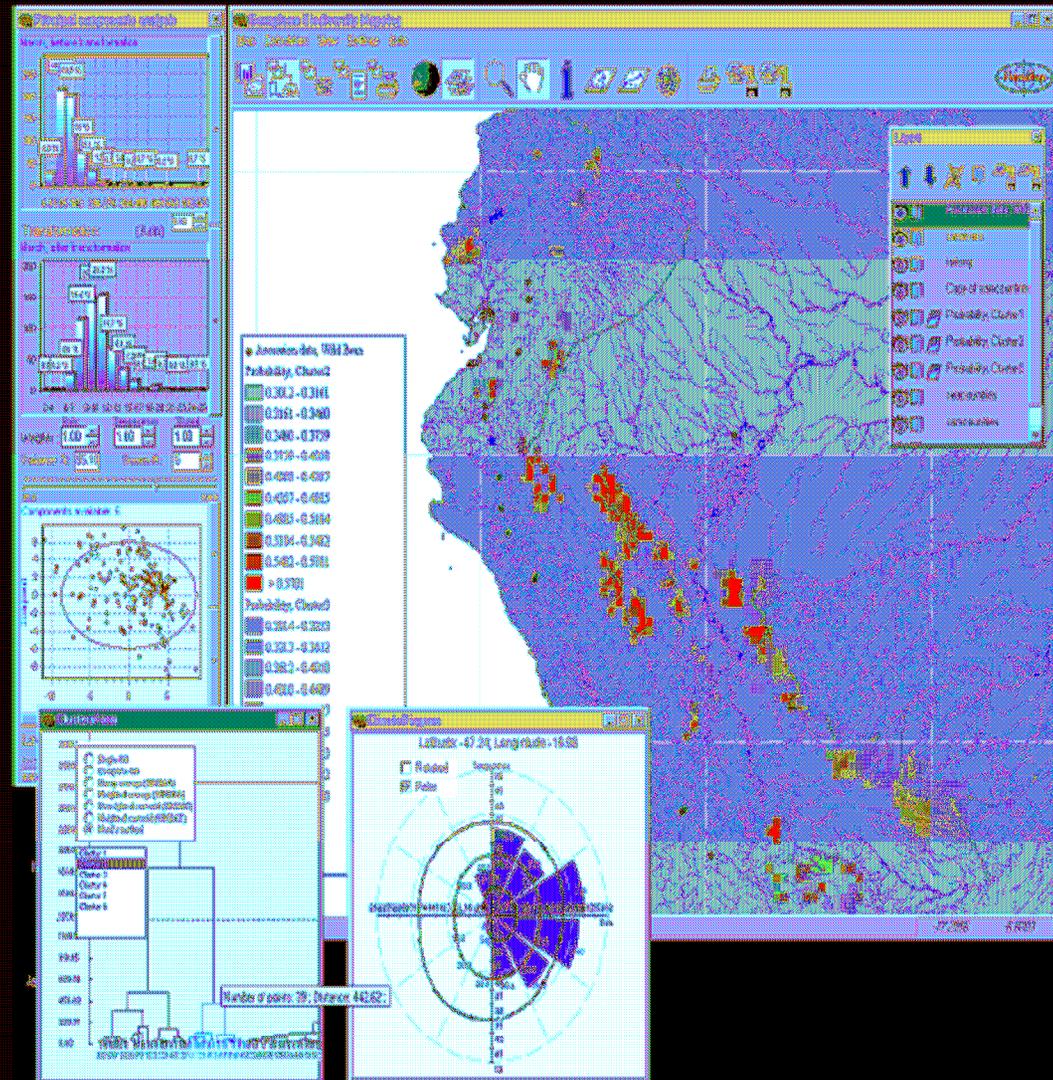
Estudios de flujos de genes en arroz- CIAT



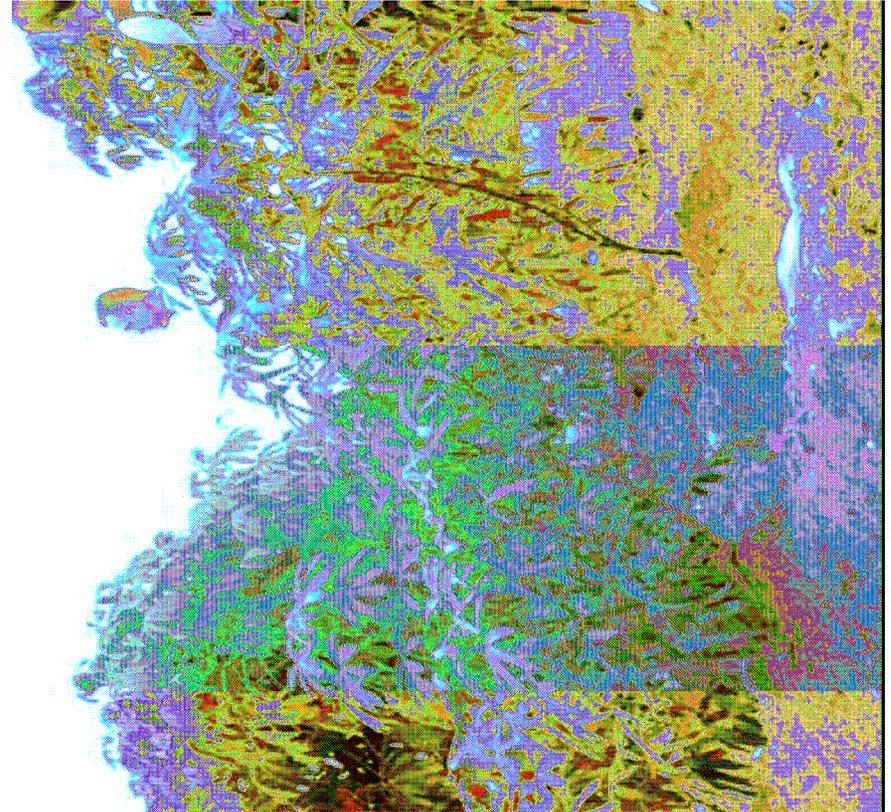
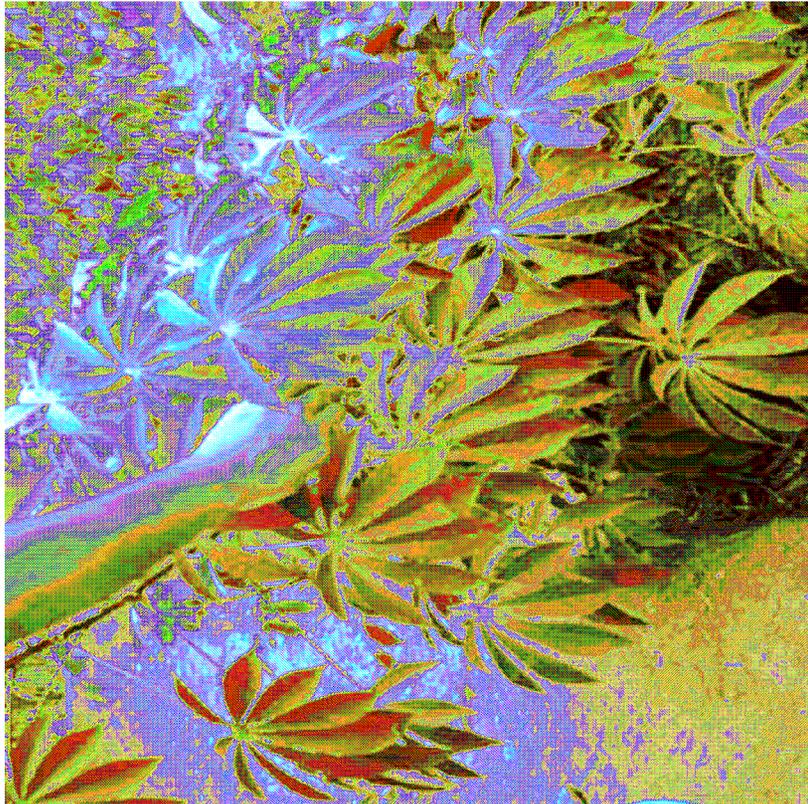
CIAT Flora Map ®

Software that uses GIS (geographical information) ecological, field collection, herbarium, and molecular characterization information data to predict location of wild/weedy specimens not collected yet.

Fine maps of distribution of crops and wild/weedy relatives to predict areas of higher chances of gene flow



Ensayos con yucas transgénicas en el CIAT



- Resistencia a insectos mediante gen Bt
- Retención de hojas (ETH)
- Bajo tenor de cianuro en raíces,(Ohio State University)

Línea transgénica de papaya 55-1 mostrando resistencia al virus PRSV HA a la izquierda, comparada con una planta de papay no transgénica infectada con el virus.

Foto original de Dennis Gonsalves, Cornell University





Vista aérea de un campo de ensayo en Puna, Hawaii. El cultivar transgénico de papaya “Rainbow” resistente al virus PRSV HA está en el centro rodeado del cultivar de papaya “Sunrise” no transgénico susceptible.