

Papa transgénica en el centro de origen: Riesgos e implicaciones

Georgina Catacora, Tierra Viva
2006

Documento publicado en la Gaceta Oficial del Parlamento Andino Año 3 No 012 del XXIX Período Ordinario de Sesiones en Bogotá D.C. en Noviembre del 2006, como documento de sustento del Proyecto de Decisión No. PD 002-1006 sobre la declaración de la Región Andina Libre de Papa Transgénica, y remitido desde la Oficina de la Representación Parlamentaria Nacional de la República de Ecuador por la Red por una América Latina Libre de Transgénicos (RALLT).

ORÍGENES Y DIVERSIDAD DE LA PAPA

Los orígenes de la papa se localizan en la Región Andina, donde en inmediaciones del Lago Titicaca (sur del Perú y norte de Bolivia) su domesticación inició hace aproximadamente 10,000 años atrás y su cultivo hace 7,000. En esta región, es aún posible encontrar parientes silvestres de la papa y desde allí, el cultivo de este tubérculo se ha propagado hasta ocupar una amplia área geográfica que se extiende desde Venezuela hasta Chile (Hawkes, 1994).

La papa posee una enorme diversidad genética compuesta por especies cultivadas y silvestres; siendo la mayoría cruzables entre sí (Estrada *et al.*, 1994). La Región Andina alberga alrededor de 4,400 cultivares de papas nativas de las cuales 182 son especies domesticadas (Brack, 2003). La mayoría de los cultivares nativos son originarios de Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Argentina; y a pesar que muchas de ellas se encuentran custodiadas por el Centro Internacional de la Papa (más del 80%), la mayor diversidad en la Región Andina es mantenida en los campos de los agricultores (Huamán, 1994).

IMPORTANCIA ECONÓMICA Y CULTURAL EN LA REGIÓN ANDINA

La Región de los Andes acoge, a nivel mundial, la mayor diversidad genética vegetal que resulta de su gran diversidad de ecosistemas. Las comunidades nativas y locales se han adaptado a ello basando sus estrategias alimenticias y agricultura tradicional en esta variedad genética con el fin de asegurar la provisión de sus alimentos (Iriarte *et al.*, 1999) y otros insumos.

La papa en la Región Andina es un ejemplo de esta sinergia entre la riqueza biológica y dinámica socio-cultural. La papa y sus diferentes variedades cumplen importantes funciones socio- económicas y culturales en la vida cotidiana de las familias campesinas andinas.

A nivel socio-económico, la papa es uno de los cultivos que más dinamiza el empleo rural (producción y comercialización). Además de ello, es la base de la alimentación en las zonas andinas. Esta importancia en la alimentación ha permitido la conservación de variedades nativas como estrategia de provisión de estabilidad a la producción y equilibrio a la dieta familiar. En esta relación diversidad-alimentación, la participación de la mujer es muy importante debido a que ella influye en el tipo de variedades nativas a sembrar ya que busca la seguridad alimentaria y el balance nutricional provisto por diferentes variedades (Iriarte *et al.*, 1999).

Es así, que la mayoría de papas nativas producidas en la Región Andina son destinadas al autoconsumo. Por ejemplo, es un estudio realizado en una comunidad de Bolivia se encontró que de un total de 19 variedades de papa sembradas, todas son destinadas al autoconsumo, 5 son exclusivas para el mercado y 1 para labores culturales (descanso) (Iriarte *et al.*, 1999). Otro ejemplo es del Ayllu Majasaya Mujlli, también de Bolivia, donde se cultivan 82 variedades de papas amargas, semi-amargas y dulces; de las cuales 10% son variedades comerciales y el restante 90% para consumo familiar (Saravia *et al.*, 2002).

La papa es también un elemento importante en el intercambio de productos y el alcance de la seguridad alimentaria. Por tanto, la importancia socio-económica de la papa no sólo se basa en que es la base alimenticia de la zona andina, sino también que por medio del trueque y venta, que son la fuente principal de provisión de otros alimentos. El intercambio entre diferentes pisos ecológicos de variedades de papa también ha influido en la conservación, renovación del material genético y movimiento de la semilla (Iriarte *et al.*, 1999; Saravia *et al.*, 2002).

La semilla de la papa – especialmente nativas, siguen una dinámica de movimiento entre las familias, comunidades y regiones. Los flujos intercomunales tienen como vehículo los matrimonios de cónyuges con diferentes orígenes con el fin de intercambiar productos y principalmente variedades nativas (García, 1994). En adición, la migración temporal de las familias campesinas son estrategias de seguridad y diversificación alimenticia y económica. Estas migraciones son el vehículo de diferentes variedades de papa (Iriarte *et al.*, 1999).

Esta condición, también ha resultado en el desarrollo y aplicación de diferentes estrategias de uso, selección, adaptación y conservación de la biodiversidad local, como es el caso de las diversas variedades de papa nativa. Es por ello que el conocimiento y prácticas alrededor de las diferentes variedades de papa en la Región Andina han sido desarrollados a lo largo de los años y poseen fuertes connotaciones socio-económicas y culturales. Por ejemplo la herencia, intercambio y comercialización en ferias campesinas, intercambios entre familias, obsequios, cosecha comunitaria de papa (*minka*), siembra “en compañía”, son estrategias sociales de conservación de variedades nativas de papa. Sin embargo, el flujo genético también se da a través de la “mezcla” involuntaria de una variedad de papa con otras durante la compra o intercambio; y también a través de los remanentes de cosecha que quedan en las parcelas (Saravia *et al.*, 2002).

La conservación de variedades de papa en cada familia también tiene connotaciones culturales fuertes. La conservación está en relación con su adaptación espacio y tiempo,

a su comportamiento en los almacenes y a su respuesta según indicadores tradicionales como ser los dietéticos con el fin de realizar combinaciones de papas nativas que permitan un mayor tiempo de digestibilidad, absorción de nutrientes, calorías y energía. Es así que las papas *runas* (alargadas) son catalogadas como “frescas” y las papas *imillas* (redondeadas) como “cálidas” (Iriarte *et al.*, 1999; García, 1994).

El manejo de las papas nativas además de espacial (en diferentes piso ecológicos), también es temporal con el fin de proveer a la cosecha de características específicas útiles para equilibrar la dieta (p.e. siembra en terrenos sin riego para el autoconsumo debido a que cáscara engrosan y no se deshidratan fácilmente, haciendo que período de almacenaje sea mayor y son para el autoconsumo; siembra en terrenos con riego son destinadas al mercado) (Iriarte *et al.*, 1999).

Finalmente, las variedades de papa nativa son elementos importantes en la ritualidad a la *Pachamama* (Iriarte *et al.*, 1999).

Por tanto, la importancia de la diversidad de variedades nativas de papa en la Región de Origen no sólo es biológica en el sentido que representan una fuente importante de material genético. Sino también, tiene una importancia socio-económica muy relevante ya que influye en la dinámica económica, relaciones sociales (p.e. selección de cónyugue), seguridad y soberanía alimentaria (autoconsumo), participación de la mujer en la producción e incluso organización comunitaria. El valor socio-económico y cultural de las variedades de papa nativa tiene una influencia muy importante en la conservación genética (Iriarte *et al.*, 1999).

PAPA TRANSGÉNICA EN EL CENTRO DE ORIGEN

Definición

Los organismos genéticamente modificados (OGMs) o transgénicos son aquellos cuyo material genético ha sido modificado artificialmente por medio de técnicas y métodos de la biotecnología moderna a través de la ingeniería genética, dando origen a organismos que naturalmente no ocurrirían (Riechmann, 2004; Manzur, 2001).

Descripción general de la producción de transgénicos

Todos los seres vivos poseen almacenados en sus células los genes que determinan todas sus características genéticas y fenotípicas (o físicas). En la construcción de transgénicos intervienen los genes de diversos organismos, los cuales son “cortados” para ser “transportados” y “pegados” en otro organismo receptor. Por ejemplo, para trasladar el gen de resistencia a heladas de un pez lenguado del Polo Norte en la papa para producir una papa transgénica resistente a heladas se requiere seguir el siguiente procedimiento general:

- Identificación y “corte” de los genes que codifican la resistencia a temperaturas bajas (que sería en gen de interés);

- Introducción del gen de interés en las células de la planta de papa a través de un vehículo o “vector”, el cual habitualmente es la bacteria *Agrobacterium thumefaciens*;
- Utilización un gen “promotor” que indique al gen de interés introducido cuándo activarse y desactivarse en el nuevo organismo. Los promotores más usados son virus, especialmente el Virus del Mosaico de la Coliflor (VMoCa);
- Debido a que todo el proceso de construcción de los transgénicos es realizado en gran medida al azar, sin conocer con exactitud las células que lograron introducir el gen de interés, se requiere identificar los casos exitosos de inserción utilizando un gen “marcador”. Los genes marcadores más utilizados provienen de las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus* sp. (Vélez, 2000).

Los genes utilizados en la construcción de transgénicos son genes “desnudos” (sin su habitual capa proteica de protección), haciendo que estos sean altamente inestables y re-combinables. Al llevar una semilla transgénica al campo, esta da lugar al cultivo de transgénicos, exponiendo los genes inestables y re-combinables que lo constituyen a todo el entorno biológico.

IMPLICACIONES DE PAPA GENÉTICAMENTE MODIFICADA EN LA REGIÓN ANDINA

Las nuevas tecnologías desarrolladas por la agroindustria vienen promoviendo el ingreso de variedades mejoradas y modificadas de papa que tienen el propósito de incrementar la productividad de este tubérculo dirigido a los mercados urbanos. Esto sucede sin considerar las costumbres, organización comunal y familiar alrededor de las variedades nativas (Iriarte *et al.*, 1999).

Por otro lado, la introducción de variedades modificadas implica la producción bajo sistemas de monocultivo caracterizados por el alto uso de agroquímicos que ocasionan el deterioro de los ecosistemas andinos y la pérdida de la biodiversidad local, además de la contaminación de alimentos (Saravia *et al.*, 2002).

De manera general, la introducción de semillas y variedades transgénicas en los agroecosistemas, fundamentalmente en los centros de origen, provoca la desestabilización de los “complejos equilibrios naturales y sociales existentes” (Riechmann, 2004; p. 79) bajo el propósito de controlar ciertas propiedades de los organismos vivos, siendo que “la vida es esencialmente incontrolable” (Riechmann, 2004; p. 79).

Implicaciones ecológicas

Los cultivos y alimentos transgénicos tienen la capacidad de interferir en los procesos ecológicos, evolutivos y biológicos, especialmente cuando se trata de cultivos de alta difusión para la producción y consumo como la papa en la Región Andina. Dicha interferencia resulta de la inestabilidad genética de los cultivos transgénicos, los cuales

al ser liberados en el medio no pueden ser controlados en su comportamiento ni influencia en otros organismos (incluyendo el ser humano), dando así lugar a procesos en cadena en los ecosistemas y agroecosistemas sin marcha atrás (Vélez, 2000); como ser la contaminación y erosión genética. Este riesgo se torna mucho más significativo al considerar que la mayoría de la riqueza biológica de la papa se conserva en los campos de producción.

Como menciona Estrada *et al.* (1994), la mayoría de las variedades nativas de papa son cruzables entre sí. A esto deben añadirse los siguientes factores que favorecen al flujo de genes en papa: 1) Coincidencia de floración; 2) Presencia de polinizadores; 3) Sobrevivencia de semilla sexual en los campos de cultivos; 4) Habilidad de propagación mediante cruces naturales entre especies silvestres y cultivadas dando lugar a semilla fértil; y 5) La germinación y sobrevivencia espontánea que da lugar a variaciones en especies silvestres y cultivadas e introgresión (Scurrah *et al.*, 2005). A estos, debe añadirse el riesgo de transferencia genética horizontal (es decir, intercambio genético entre variedades de papa con otras plantas, animales y microorganismos, facilitados ante la existencia de transgénicos en el medio natural) (Vélez, 2000).

A pesar que algunas pruebas de campo bajo condiciones controladas pretenden demostrar la ausencia del riesgo de contaminación genética de las variedades nativas de papa (cultivadas o silvestres) con material transgénico, el riesgo de contaminación es muy amplio por los factores de flujo de genes mencionados, los cuales se exacerban en la complejidad ecológica y social existentes en la Región Andina (Huamán, 2005).

La liberación de variedades de mejoradas o genéticamente modificadas estériles para evitar el flujo y contaminación genético sugerido por algunos científicos (Celis *et al.*, 2004) no representan una solución; al contrario, implican una mayor probabilidad de erosión genética por la liberación de polen y óvulos estériles que pueden ocasionar la inviabilidad de variedades nativas de papa. A ello debe sumarse el efecto negativo del material reproductivo estéril en la dinámica de las especies de fauna silvestre que dependen del néctar, polen y semillas, fauna que a su vez influyen en la dinámica de la flora silvestre (Huamán, 2005).

Por ello, la introducción y expansión de la papa transgénica en el centro de origen representa una amenaza de contaminación y erosión genética para la biodiversidad local y específicamente para las diversas variedades nativas de papa y sus parientes silvestres y semidomesticados.

El potencial de contaminación genética en países megadiversos como Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador es particularmente preocupante por ser centros de origen y distribución de la papa, entre muchos otros, debido a la capacidad incontrolada de reproducción, mutación, evolución y colonización de los transgénicos.

Finalmente, debe considerarse el potencial de contaminación química en los recursos naturales y alimentos y la destrucción de hábitat naturales que implica la producción de transgénicos (Vélez, 2000; Riechmann, 2004).

A nivel socio-económico

El incremento de la productividad es uno de los argumentos más populares para la promoción de transgénicos. Sin embargo, los ellos han protagonizado fracasos agrícolas debido a la inestabilidad de su genoma modificado (Riechmann, 2004). Este es el caso de la papa transgénica "New Leaf" de la compañía estadounidense Monsanto modificada con la toxina del microorganismo *Bacillus thuringiensis* o Bt resistente a insectos Lepidóptera. Esta papa fue plantada en Georgia (ex URSS) en 1996 y causó la pérdida de hasta dos tercios de la cosecha y endeudamiento de los productores debido a su inadaptación al medio y vulnerabilidad ante la enfermedad causada por *Phytophthora*. Resultados similares de pérdida se registraron con otros cultivos como el tomate GM FlavrSavr, Algodón Bt, entre otros (Anderson, 2002).

La reducción de la biodiversidad agropecuaria que implica la producción de transgénicos en general, reduce las posibilidades productivas y alimenticias, es decir, la soberanía alimentaria debido a los cambios en las relaciones de propiedad de la tierra y poder de decisión en la producción que implican (Riechmann, 2004). La producción de transgénicos producen ganancias a corto plazo para los sectores con capacidad e inversión pero insostenibilidad a mediano y largo plazo para los sectores productivos pequeños y medianos (Rissler, 1991)

Sin embargo, el problema real de los transgénicos a nivel socio-económico no son sólo la inadaptación al medio y propensión al fracaso productivo; sino el debilitamiento de la soberanía alimentaria y los riesgos en la salud humana y animal.

Las tecnologías relacionadas a la producción de transgénicos son muy costosas por los insumos que requiere, especialmente semilla patentada, agroquímicos y maquinaria pesada, haciendo que sea accesible a productores con alta capacidad de inversión, producción a gran escala y la consecuente desplazamiento y exclusión de los pequeños productores. Todo ello, incompatible con el entorno socio-económico y productivo de los países de la Región Andina (Vélez, 2000).

En adición, los transgénicos conllevan serios riesgos en la salud humana y animal. Como se describió anteriormente, en la construcción de transgénicos intervienen una serie de genes de microorganismos peligrosos:

- Los genes marcadores usados para la identificación de los casos exitosos en la transferencia de genes son resistentes a antibióticos, los cuales no pueden desintegrarse fácilmente durante la preparación de alimentos ni en el tracto digestivo. Este es el caso de los genes marcadores provenientes de la *Escherichia coli* (causante de la diarrea) el *Staphylococcus* sp., que poseen una resistencia múltiple a antibióticos. La *Escherichia coli* y el *Staphylococcus* sp. son resistentes a 21 de los 22 fármacos más comunes y a 31 fármacos diferentes, respectivamente. Además, los genes resistentes a antibióticos incrementan en 100 veces la transferencia genética horizontal entre especies (Ho, 1998).
- El Virus del Mosaico de la Coliflor (VMoCa), cuyos genes son usados como promotores en los transgénicos, es un pararetrovirus relacionado al virus de la

Hepatitis B y el Virus de Inmunodeficiencia Adquirida (VIH). Por otro lado, posee la capacidad de saltar barreras físicas entre especies y derivar en otros virus más infecciosos.

- Inclusión de proteínas provenientes de proteínas que nunca fueron parte de la dieta humana (por ejemplo, escorpiones y ratas, entre otros), lo que deriva en propensión a desórdenes fisiológicos, especialmente alergias (Anderson, 2002)

A través de pruebas científicas se ha podido comprobar que los genes de los organismos transgénicos provenientes de bacterias y virus patógenos y resistentes tienen la capacidad de traspasar las barreras naturales de las células y bloquear su sistema inmunológico, resultando en mutaciones y recombinaciones que originan patógenos mucho más resistentes y agresivos; de lo que resultan alteraciones fisiológicas que varían desde alergias hasta trastornos severos como cáncer (Vélez, 2000; Riechmann, 2004).

Por tanto, los riesgos socio-económicos de la introducción de papa transgénica en la Región Andina implica serios desequilibrios en la dinámica productiva y laboral local, además de riesgos en la salud humana impredecibles e incontrolables debido a la masiva difusión de la papa como base alimenticia.

A pesar de todas las implicancias negativas de los organismos genéticamente modificados y particularmente de los riesgos que de papa transgénica en el centro de origen, desde la década de los noventa se han realizado diversas pruebas con papas modificadas, de las cuales se posee información incompleta sobre sus resultados y estado actual de investigación (Anexo).

CONCLUSIÓN

La biodiversidad nativa de la papa en el centro de origen es un elemento biológico, social y cultural fundamental en la dinámica productiva y socio-económica de la región. La introducción de variedades de papa genéticamente modificadas conlleva serios riesgos en el bienestar social y estabilidad biológica.

Los resultados en laboratorio y campos de experimentación de los transgénicos no dan certeza sobre los efectos en el medio natural ni social por la complejidad de los ecosistemas agrícolas y sociales existentes en la Región Andina. Por tanto, la introducción de papa transgénica en el centro de origen no es social ni ecológicamente justificable, no está de acuerdo con el principio de desarrollo sostenible y tiene efectos potencialmente dañinos en la salud y medio ambiente.

LITERATURA CONSULTADA

- Anderson, L. "Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente". RAAA. Lima.
- Brack, A. 2003. "Perú: Diez mil años de domesticación". Ed. Bruño. Lima.
- Estrada, N.; Carrasco, E.; García W.; Gabriel, J. 1994. "Utilización de varias especies silvestres y cultivadas para el mejoramiento genético de la papa" *en* Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- García, J.A. 1994. "Estrategias campesinas en el manejo de la biodiversidad de papas nativas en comunidades de Raqaypampa" *en* Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- Hawkes, J. 1994. "El papel histórico y social de la papa" *en* Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- Huamán, Z. 1994. "Conservación y utilización de cultivares de papa nativos en América Latina en el CIP" *en* Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- Huamán, Z. 2005. "Panorama de los transgénicos (OGMs) en el Perú: Posibles efectos en la biodiversidad". VII Congreso de la RAAA. Arequipa.
- Iriarte, L.; Lazarte, L.; Franco, J.; Fernández, D. 1999. "El rol del género en la conservación, localización y manejo de la diversidad genética de papa, tarwi y maíz". BIOSOMA, FAO, IPGRI. Cochabamba.
- Manzur, M. I. 2001. "Biotecnología y bioseguridad: La situación de los transgénicos en Chile". Fundación Sociedades Sustentables. Santiago.
- Manzur, M.I. 2004. "Investigación biotecnológica en Chile orientada a la producción de transgénicos". Fundación Sociedades Sustentables, Programa Chile Sustentable, GRAIN, Foundation for Deep Ecology.
- Medrano, G.; Ghislain, M. 2005. "Aporte de los OVMs en la agricultura". CIP. Lima
- Riechmann, J. 2004. "Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica". Pensamiento Crítico. Bogotá.
- Rissler, J. 1991. "Biotechnology and pest control: Quick fix vs. sustainable control". Global Pesticide Campaigner. Vol 1. No.2 pp.6-8 *En* L. Anderson "Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente". RAAA. Lima.
- Saravia, G. 1994. "La importancia de la biodiversidad en la sostenibilidad de la agricultura en la Zona Andina. El caso del Ayllu San Antonio de Mujlli" *en* Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
- Saravia, G.; Chila, M.; Torrico, D.; Mariscal, J.C. 2002. "Estrategias campesinas en la gestión y conservación de la diversidad agrícola de papa. El caso del Ayllu Majasaya Mujlli, Provincia Tapacari". AGRUCO. Cochabamba.
- Scurrah, M.; Chumbiaca, S.; Salas, A.; Canto, R.; Arcos, J.; Celis, C.; Visser, R.; Cowgill, S.; Atkinson, H. 2005. "Dinámica del flujo de genes en el cultivo de papa y sus parientes silvestres en el Perú. El Caso de variedades transgénicas con resistencia a nemátodos". VII Congreso de la RAAA. Arequipa.
- Vélez, G. 2000. "Los organismos transgénicos. Riesgos e impactos en el medio ecosistémico, la agricultura y la salud humana" *En* Seminario encuentro latinoamericano Protección y Control de Recursos Genéticos realizado del 13 - 17 de Noviembre en Buga Valle, Colombia. MAELA. Ed. Delgado *et al.* Cochabamba.
- Villarroel, S. 2003. "Cultivos transgénicos, ¿qué esconden detrás?". ProCampo No 90, Agosto 2003. pp. 21-23.

ANEXO - Solicitudes de papa transgénica registradas en la Región Andina a partir de los 90.

País	Solicitante	Característica de la papa GM	Características de la investigación	Fuente
Bolivia	PROINPA	Papa Deseere con genes de resistencia a heladas de pez lenguado	Suspensión de la pruebas por protestas sociales en el 2000 Resultados: Comportamientos erráticos en la tolerancia a heladas, deformación de la planta y tubérculo. Rendimientos no mayores al testigo	Villarroel (2003)
Colombia	Instituto de biotecnología de la Universidad de IBUN	Papa criolla (<i>Solanum phureja</i> var. Yema de huevo) que expresa el gen de la Cápside del Virus de enrollamiento de la hoja (PLRV) Papa var. Diacol capiro que contengan el gen C.P. y de la replicasa Transformación vía <i>A. tumefaciens</i>	Clones potencialmente transgénicos en etapa de evaluación	Riechmann (2004)
	Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB)	Plantas de papa resistentes al ataque de las polillas Transformación vía <i>A. tumefaciens</i>	Investigación en laboratorio	Riechmann (2004)
	Grupo de Ingeniería Genética, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia	Plantas de papa criolla (<i>Solanum phureja</i> var. Yema de huevo) resistente a insectos Gen que codifica para un inhibidor de proteasas (<i>mir1 2</i>) derivado del pomelo	Investigación en laboratorio	Riechmann (2004)

País	Solicitante	Característica de la papa GM	Características de la investigación	Fuente
Chile	Universidad Católica de Chile			Manzur (2004)
	INIA	Papas resistentes a insectos, virus, bacterias patógenas y nematodo dorado		Manzur (2004)
	Eric von Baer	Papa con alto contenido de almidón		Manzur (2001)
	Eric von Baer	Resistencia <i>Erwinia carotovora</i>		Manzur (2001)
Perú	CIP	Tizon tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Péptidos antimicrobianos: Defensina de maca Gen RGA2 Genes via glucosinolatos de mashua	Medrano y Ghislain (2005)
	CIP	Virus (PVX, PVY, PLRV)	Gen CP del PRLV Silenciamiento post-transcripcional de PLRV	Medrano y Ghislain (2005)
	CIP	Bacterias (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	Genes lisozima T4, c2 Glucosinolatos	Medrano y Ghislain (2005)
	CIP	Insectos (PTM)	Genes Bt, inhibidores de proteasas	Medrano y Ghislain (2005)
Argentina	Tecnoplant S.A	Resistente a virosis (evento Sy 233)	Prueba de campo	
	Tecnoplant S.A	Resistente al virus PVY (56 eventos)	Prueba de campo	
	Tecnoplant S.A	Tolerante a herbicida (13 eventos de transformación)	Prueba de campo	