19924

27182

LIBRO DE ACTAS DEL

CONGRESO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN PATATA

Vitoria-Gasteiz, 3-6 de julio de 2000

Arabako Foru Aldundia
Nekazaritza eta Ingurugiro Saila

Diputación Foral de Alava
Departamento de Agricultura y Medio Ambiente

Tanto el libro como las presentaciones deberán ser citadas de la siguiente manera:

General:
Pascualena J, Ritter E (Ed) 2000. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata 2000. 3-6 Julio. Vitoria-Gasteiz, España.

Particular:
Barrena I, Escuredo K, Menéndez C, Pérez de Anúcita A, Ritter E (2000). Hacia un mapa ultradenso en patata y su utilizacion .... - ..... en Pascualena J, Ritter E (Ed) 2000. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata 2000. 3-6 Julio. Vitoria-Gasteiz, España.

COLABORADORES:

Bayer

teknovas

EDITA
Diputación Foral de Álava
Dirección de Hacienda

IMPRIME
Imprenta de la Diputación Foral de Álava
San Miguel de Aicha, 7
01001 Vitoria-Gasteiz

D.L.
VI-343/01

1. COMITE DE HONOR

Presidente de Honor

Excmo. Sr. D. Juan José Ibarretxe Markuartu

Lehendakari del Gobierno Vasco

Comité:

Excmo. Sr. D. Ramón Rabanera Rivacoba

Diputado General de Alava

Excmo. Sr. D. Iñaki Gerenabarrena Martínez de Lahidalga

Consejero de Agricultura y Pesca del G.V.

Excmo. Sr. D. Jose Antonio Ocio Orive

Director de Agricultura y Pesca del G.V.

Ilmo. Sr. D. Gabriel Chinchetru Fernández de Alegría

Diputado de Agricultura de la D.F.A.

Ilmo. Sr. D. Alfonso Alonso Aranegi

Alcalde del Excmo. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz

Ilmo. Sr. D. Jon Arruti Olazabal

Viceconsejero de Agricultura y Pesca del G.V.

Sr. D. Pascual Jover Laguardia

Presidente de la Caja Vital Kutxa

Ilmo. Sr. D. Alvaro Iturritxa Velez de Elburgo

Director de Ordenación e Investigación del Medio Natural del D.A.P. del G.V.

Sr. D. Pedro Guerrero Valero

Director Gerente de NEIKER, A.B
Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario

Sr. D. Gregorio Alonso Vallejo

Director de Recursos de NEIKER, A.B.
Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario

Contreras A, Montaldo P (1986) Recursos genéticos Vegetales en el Norte de Chile. Bull Plant Genetic. FAO. 66: 25-27.

Contreras A, Huaman Z, Montaldo P (1986) Recolección de papas en Chile. Bull Plant Genetic. FAO. 65: 31-33.

Contreras A, Toman R (1986) Prospección de recursos fitogenéticos del norte de Chile. IDESIA 10:61-64.

Contreras A (1987) Germoplasma chileno de papas. Recolección, Mantención y Evaluación. In: Contreras, A. y J. Esquinas, A. (ed). 1987. Actas Simposio recursos Fitogenéticos, Valdivia 20-22. 1984. UACH-IBPGR: 43-75p.

Contreras A, Mancilla R (1989) Electroforesis de proteínas y esterasas como método químico de identificación en papas. Turrialba 39(2): 193-198.

Contreras A, Ciampi L, Padulosi S, Spooner D (1993) Potato germplasm collecting expedition to the Guaitecas and Chonos Archipiélagos, Chile. Potato Research 36: 309-316.

Contreras A, Alberdi M, Andrade N, Bohm L, Ciampi L, Fuentealba J, Meza L, Romero M, Seemann P (1992) Recolección, mantención, evaluación y uso potencial de la papa nativa de Chile y parientes relacionados. SIMIENTE 62(2): 61-72.

Contreras A, Spooner D (1994) Revision of *Solanum* section *Etuberosum* (subgenus *Potatoe*). *Solanaceae* Newsletter, 4(1): 13.

Macias M, Mancilla R, Contreras A (1989) Identificación de clones de papa chilena (*Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*) por electroforesis de proteínas y esterasas. Agro Sur 17(1): 56-63.

Montaldo A, Sanz C (1962) Las especies de papas silvestres y cultivadas de Chile. Agricultura técnica (2): 66- 152.

Montaldo P, Contreras A (1984) Buscando papas en Trapananda. Crece s 5: 28-29.

O' Compley C (1937) Papa chilota = Oro chilote = Riqueza chilena. Rev. Turismo Austral 3 (34): 7.

Spooner D, Contreras A, Bamberg M and JB (1991) Potato germplasm collecting expedition to Chile, 1989, and utility of the Chilean species. Amer Potato Jour 68(10): 681-690.

Sykin AG (1971) Zur Frage der Abstammung und der wildwachsenden Vorfahren chilenischer Kultur Kartoffeln Z Pflanzenzüchtung 65: 1-14.

Ugent D, Dillehay T, Ramírez C (1987) Potato remains from a late pleistocene settlement in southcentral Chile. Economic Botany 41(1): 17-27.

LA AMPLIACION DE LA BASE GENETICA DE LA RESISTENCIA A *Phytophthora infestans* EN LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENETICO DE LA PAPA EN LA ZONA ANDINA DE SURAMERICA

Estrada N[1], Núñez CE[2], Gabriel J[3]

1 Universidad Nacional de Colombia, AA.14490, Bogotá. E-mail: nerbec@col-online.com
2 Universidad Nacional de Colombia, A.A. 14490. E mail: cnunez@bacata.usc.unal.edu.co
3 PROINPA –Cochabamba (Bolivia). E mail: jgabriel@proinpa.org

SUMMARY

Emphasis is made on the importance of late bligth disease caused by Phytophthora infestans and its capacity to devolop newer and virulent biotypes that can overcome the resistance in the new potato varieties. It is thought that new estrategies will be required to obtain a durable field resistance and this will need to obtain a wider genetic base utilizing the immense material of South American cultivated varieties and, in addition, the great reservoir of wild species which include numerons clones with durable resistance and which it is due to a group of associated genes and other species may show incompatibility for the fungus growth. Valuable data are presented taken from the volume I of the Global Initiative on Late Blight Conference which was met in 1999 in Quito Ecuador and from the obtained experiences in the Andean countries during 50 years utilizing for crosses native varieties and wild species with resistance.

Key words: *durable resistenca, species, varieties, crossability, resistance degrees, ploidy level.*

RESUMEN

Se hace énfasis en la importancia del tizón causado por Phytophthora infestans y su capacidad de producir nuevos biotipos que pueden vencer la resistencia en las nuevas variedades de papa. Se considera que se requieren nuevas estrategias para lograr una resistencia de campo duradera y para ello es indispensable ampliar la base genética utilizando el inmenso material de variedades cultivadas especialmente de Sudamérica y, además, el gran reservorio de especies silvestres, entre las cuales, varias presentan la resistencia duradera que se debe a un grupo de genes y otras muestran incompatibilidad con el hongo. Se presentan datos valiosos presentados en el volumen I de la Global Initiative on Late Blight Conference reunida en 1999 en Quito, Ecuador y de las experiencias obtenidas en los

países Andinos durante 50 años utilizando variedades nativas y especies silvestres con resistencia en los cruzamientos.

Palabras claves: *resistencia duradera, especies y variedades, cruzabilidad, resistencia, ploidia*

INTRODUCCION

El tizón, causado por el hongo Phytophthora infestans es la enfermedad más destructiva para la papa en la zona Andina de Suramérica. Para su control se han producido y utilizado docenas de diferentes fungicidas. Se requiere un promedio de 10 ó más aplicaciones al follaje para cada ciclo de siembra y ello conlleva un aumento de los costos de producción de 10-15 % para el costo integral del cultivo, además de la contaminación ambiental de suelo y aguas.

El control más apropiado debe hacerse por el lado genético y ello se ha venido intentando desde comienzos del siglo XX. Hasta la fecha los resultados no han sido los mejores. Primero porque se trabajó con la resistencia monogénica, es decir, controlada por un solo par de genes, originada en la especie mexicana *Solanum demissum* y, segundo, por la capacidad del *P. infestans* para desarrollar nuevos biotipos mediante combinación sexual, parasexual, o mediante mutaciones.

Existe el apareamiento sexual de dos tipos en el *P. infestans*, producido por la combinación de los grupos A_1 y A_2, que solo se habían observado hasta hace pocos años en México Central. Sin embargo, por los descuidos cuarentenarios el grupo A_2 ya se ha encontrado en Europa, Norteamérica y varios de los países latinoamericanos. Esto le da por su variabilidad genética, una capacidad de ataque aún mayor. Afortunadamente, en algunos cultivares de *S. tuberosum ssp. andigena*, *S. phureja* y varias especies silvestres, se ha encontrado la llamada resistencia poligénica, de tipo parcial y llamada también horizontal, general o duradera que es aparentemente controlada por 4 o más pares de genes, que le da una estabilidad de resistencia a la papa en el tiempo y el espacio (Estrada 1996).

Para estos fines se comenzó a utilizar en Colombia, Bolivia y Perú, desde 1950, un grupo de cultivares nativos de la ssp *andigena* (2n-4x=48) y de *S. phureja* (2n-2x=24), además de varias especies silvestres con potencial de resistencia, por el hecho de contener genes múltiples que transmiten la resistencia horizontal o duradera o de una incompatibilidad total para el hongo en ciertos casos. En el primer caso el hongo produce daños en el follaje pero son más lentos y de acción limitada y por ello la aplicación de fungicidas puede reducirse a la mitad o menos. En el segundo caso se lograría una resistencia completa.

Varios autores están de acuerdo en que para lograr futuras variedades con resistencia duradera al tizón, debemos emplear una amplia base genética, utilizando el mayor número posible de cultivares que tengan un buen grado de resistencia duradera, así como de varias especies silvestres de *Solanum* tuberíferas que pueden mostrar resistencia del tipo incompatible con el hongo o también del tipo parcial o duradera como lo han señalado Bradshaw, Stewart y Mackay (1999), Forbes y Tolstrup (1999), Colon (1999), Huarte (1999) y otros.

Según los estudios de Guzmán 1964, los genes menores o cuantitativos que producen la resistencia duradera controlan el hongo porque: 1. Inhiben su capacidad de penetración, 2. Reducen la velocidad de esporulación, 3. Reducen el crecimiento en el huésped y 4. Producen sustancias tóxicas para el hongo.

MATERIALES Y METODOS

Para lograr los objetivos de obtener clones con resistencia duradera, se utilizó el mayor número posible de clones cultivados con buen grado de resistencia, así como de varias especies silvestres que se reportaron con resistencia, del tipo "parcial" o aún de "incompatible" con el hongo, como se ha visto en los trabajos recientes de Bradshaw, Stewart y Mackay (1999), Forbes y Tolstrup (1999), Leontine Colon (1999) y Huarte (1999).

Se trabajó en las condiciones de los Andes en Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú y, en alturas comprendidas entre 2.000 y 3.500 m sobre el nivel mar, para las evaluaciones de campo, parte en invernadero, y también para realizar los cruzamientos convenientes.

En un principio se utilizaron en cruzamientos variedades cultivadas nativas de *S. tuberosum ssp. andigena* (día neutro) e importadas de *S. tuberosum* (día largo), que mostraban cierto grado de resistencia poligénica (casos en los que se obtuvieron las variedades Monserrate, Cumbal y Parda pastusa) y, posteriormente especies silvestres reportadas con importante resistencia (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1

Especies y clones de Solanum turíferas obtenidas del proyecto NRSP-6 del USDA – University of Wisconsin y evaluados para su resistencia al tizón en Colombia en 1986

Especies	PI	Grado	Especie	PI	Grado
S. acaule	472641	3	*S. lignicaule*	310993	3
	472660	3	*S. megistacrolobum*	435072	1
	472663	3	*S. microdontium*	320313	3
				473162	9
S. boliviense	310974	1		473167	9
				473172	3
				473525	6
S. bulbocastanum	275185	6	*S. morelliforme*	275222	1
	275192	1		275223	1

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Especies	PI	Grado	Especie	PI	Grado
S. bukasovii	473494	3	*S. pinnatisectum*	275231	1
	230506	6		275233	1
S. cardiophyllum	275212	3	*S. polyadenium*	230463	1
	275213	6		275239	1
	275214	3			
	275215	1	*S. sanctae rosae*	205397	3
				218221	
S. hoagasii	161174	1	*S. iopetulum*	275181	1
				473115	1
S. jamesii	275169	3			
	458427	3			

Escala: 1. Muy alta resistencia, 3. Mediana resistencia, 6. Susceptible, 9. Muy susceptible.

Tabla 2.

Especies silvestres de papa empleadas para resistencia a P. infestans

Especies	Ploidía	Cruzabilidad	Tipo de resistencia
S. avilessi	2n-2x=24	3	poligénica
S. brachycarpum	2n-6x=72	2	poligénica
S. bulbocastanum	2n-2x=24	1	mono y poligénica
S. cardiophyllum	2n-2x=24	2	poligénica
S. demissum	2n-6x=72	4	mono y poligénica
S. hoagasii	2n-6x=72	2	monogénica
S. iopetalum	2n-6x=72	3	poligénica
S. polytrichon	2n-4x=48	3	_____
S. polyadenium	2n-2x=24	1	_____
S. stoloniferum	2n-2x=24	4	monoy poligénica
S. commersonii	2n-2x=24	1	incompatible
S. infundibuliforme	2n-2x=24	4	poligénica
S. palustre (brd)	2n-2x=24	1	poligénica

1 = muy baja 2 = baja 3 = mediana 4= buena

Tabla 3.

Especies cultivadas de papa empleadas en cruzamientos con silvestres (Estrada 1996)

Especies	Ploidía	Cruzabilidad	Tipo de resistencia
S. phureja	2n-2x=24	4	poligénica
S. thr ssp andigena	2n-4x=48	4	poligénica
S. thr ssp tuberosum	2n-4x=48	3	poligénica
S. stenotomum	2n-2x=24	4	poligénica
S. juzepczukii	2n-3x=36	1	poligénica

1. Muy baja, 2. Bajo, 3. Mediana, 4. Buena.

Posteriormente, un proyecto con la Unión Europea y bajo la dirección y directa colaboración de la profesora Lieselotte Schilde de la Universidad de Tubingen (Alemania), se iniciaron fusiones de protoplastos empleando clones de las especies *S. phureja* y *S. chaucha* y varias silvestres valiosas (Tabla 4).

Tabla 4.

Fusiones obtenidas en la Universidad de Tubingen por la Profesora Schilde

S. bulbocastanum + haploides de *S. tuberosum*.
S. bulbocastanum + *S. phureja* cv. Yema de huevo.
S. circaeifolium + haploides *S. tuberosum*
S. commersonii + *S. phureja* cv. Yema de huevo.
S. commersonii + *S. chaucha* cv. Huayro
S. okadae + *S. Phureja* cv Yema de huevo
S. pinnatisectum + *S. tuberosum ssp. andigena*.

PRUEBAS DE MATERIAL Y SELECCION

En los últimos años las pruebas de evaluación de la resistencia de los genotipos en estudio a *P. infestans* han sido de dos tipos: 1. En prefloración se recolectan foliolos de cada clon y, en condiciones de laboratorio se evalúa su resistencia a la enfermedad, utilizando inóculo de una raza compleja (H1; 9 genes de virulencia) en concentración de 10.000 esporangios/ml y 2. Evaluaciones en condiciones de campo, en el Departamento de Antioquia, en localidades de alta presión de inóculo y de alta complejidad en las razas.

La selección de clones se complementa en la cosecha por rendimiento, resistencia en el tubérculo y cualidades agronómicas de cada clon. Este proceso termina seleccionando aproximadamente un 0.1% del material que inicialmente se tiene en los ciclos de selección (40.000 plántulas aprox.). El método de mejoramiento mas empleado es la selección recurrente, incluyendo dentro del esquema procesos de retrocruzamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los programas de mejoramiento se ha utilizado con frecuencia la variedad "yema de huevo", cultivar nativo colombiano de la especie *Solanum phureja*, de alta calidad culinaria, como especie puente, con excelentes resultados de cruzabilidad y de buenos fenotipos en las progenies.

De todos ellos se resaltan 3 hibridaciones: *Solanum iopetalum* x *S. phureja* (3 clones; 88-21-1, 90-50-17, 90-50-32), *Solanum avilesii* x *S. phureja* (2 clones; 88-6-5, 92-359-2) y *Solanum stoloniferum* x *S. phureja* (2 clones; 92-367-1, 92-367-9). Los clones de la hibridación *iop x phu*, se caracterizan en general por su alta resistencia a *P. infestans*, rendimientos potenciales de tubérculo en Colombia, superiores a 25 Ton/Ha y, en el caso del

clon 90-50-32 excelentes características de calidad para procesamiento. Los clones de la hibridación *avl x phu*, presentan alto potencial de rendimiento en condiciones de páramo (mayor a 40 Ton/Ha), buena resistencia a *P. infestans* y, en el clon 88-6-5, se ha encontrado una respuesta de tolerancia a *Tecia solanivora*, importante plaga del tubérculo en la zona andina, y buenas características para procesamiento. Los clones de la hibridación *sto x phu* presentan buena resistencia a *P. infestans*, y potenciales de rendimiento superiores a 35 Ton/Ha.

Otro trabajo importante de hibridación interespecífica han sido los cruzamientos de las especies *Solanum stoloniferum x Solanum palustre* (antes *brevidens*). Los primeros cruzamientos entre estas dos especies comenzaron en 1984 y se realizaron en el CNIA Tibaitatá del ICA. Algunos cruzamientos recientes se hicieron en Bolivia en la Estación Experimental de Toralapa. En Bolivia se liberó la variedad Jaspe (*S. stoloniferum* 1866563 x *S. palustre* 218228) y, en Colombia la variedad ICA Morita del mismo cruzamiento. En Colombia, la variedad ICA-Morita ha mostrado buena resistencia a los virus, resistencia moderada a *P. infestans*, rendimientos de tubérculo en diferentes localidades del país que oscilan entre 15 y 52 Ton /Ha y excelente calidad para consumo fresco. En las evaluaciones realizadas, la variedad Jaspe muestra buena resistencia a *P. infestans*, rendimientos de tubérculo en diferentes localidades que oscilan entre 13 y 48 Ton /Ha y buena calidad para consumo fresco.

En Colombia se cuenta con otro clon sobresaliente, el 97-1-1 originado en el cruzamiento *S. sto* PI 161171.1 x *S. plx* PI 498415.1 que dio una producción de 700 gr/planta, conformada por cerca de 80 tubérculos pequeños. Este clon presenta características organolépticas desfavorables y se está usando en retrocruzamientos con cultivares nacionales y clones promisorios del programa de mejoramiento de la Universidad. Nuevas familias híbridas que involucran estas especies se encuentran en la primer generación clonal. En Bolivia adicionalmente se han liberado las variedades: Pollerita (cruzamiento de *S. iopetalun* x *S. phureja)* y Robusta (cruzamiento de Diacol Monserrate x *S. tuberosum* I-1058)

Se puede mencionar que las especies silvestres más promisorias en sus combinaciones híbridas, que han mostrado importante valor para el carácter de resistencia a *P. infestans* son: *S. avilesii*, *S. bulbocastanum*, *S. brachycarpum*,, *S. commersonii*, *S. iopetalum*, *S. stoloniferum*, *S. palustre*, *(brevidens)* y *S. acaule*.

El trabajo de mejoramiento en la región andina de Suramérica, en donde participan los autores y otros colegas de Programas nacionales, ha permitido liberar múltiples variedades: 35 en Colombia, 5 en Bolivia, 4 en Perú, 3 en Ecuador y varios clones en Venezuela. Es de resaltar el caso de la variedad Colombiana Diacol Monserrate, con buena resistencia horizontal comprobada par más de 40 años y, el caso de la variedad Ecuatoriana Catalina, en la cual uno de sus progenitores es la variedad D. Monserrate y, con respuesta de resistencia comprobada de 30 años en Ecuador. Estudios de Forbes y Tolstrup (1999) mostraron al probar 14 variedades reportadas con alta resistencia a *P. infestans*, en diversas localidades alrededor del mundo, que incluyeron Canada, USA, Dinamarca, Escocia,

Holanda, Francia, Mexico y Ecuador, que las diferencias entre variedades para resistencia al *P infestans* fueron mayores que el factor genotipo x ambiente. Hubo excepciones entre los resultados de las variedades y sitios, estando como ejemplos la cruza 148 de Mexico (pedigree desconocido) que fue muy estable y mostró resistencia en todos los sitios. La variedad Monserrate de Colombia que fue calificada resistente en todos los sitios excepto Argentina, donde fue más bien susceptible y la variedad Steerling de *S tuberosum* que resistió en varios sitios excepto en Holanda, USA y Argentina.

Una serie de clones promisorios recientemente desarrollados, especialmente en Colombia, demuestran la bondad del trabajo de ampliación de la base genética en los programas de mejoramiento genético de la papa y, no solo prometen aumentar la producción, sino que además, por su mayor resistencia a la enfermedad se aumentará la rentabilidad del cultivo. Entre estos clones se pueden destacar: 88-35-7 (cruzamiento de *tbr* (Cv. Atzimba) x (*S. acl x S. phu*), 85-87-3 (cruzamiento de Monserrate x *tbr* I–1058) x (*tbr* Greta x (*acl* x *phu*)), 82-209-2 (cruzamiento: [(*tbr* x *adg*) x *adg*] x [(*tbr* x *adg*) x [(*tbr* I-1058)], 87-602-4 (cruzamiento Monserrate x masal clones de CIP), 391679.56 (clon de CIP proveniente de población B (*adg* x *tbr*) x *tbr* y 90-64-1 (cruzamiento (*sto* x *phu*) x (*tbr* x *adg*).

AGRADECIMIENTOS

Los autores e instituciones agradecen la generosa colaboración del Proyecto NRSP-G del USDA -University of Wisconsin para el suministro de numerosas especies silvestres y la eficiente dirección de la profesora L. Schilde en el proyecto INCO (Unión Europea) en los trabajos de fusiones entre especies.

REFERENCIAS

Bradshaw JE, Stewart HE, Mackay GR (1999) New approaches to breeding for late blight resistance: objetives, sources and technology. En Proceedings Global Initiative on Late Bright Conferenfe p 43 – 46. Quito Ecuador.

Colon, Leontine T (1999) Trends in late blight resistance breeding in Western Europe. En, Proceedings Global Initiative on Late Blight Conference p. 41-42.

Estrada N (1996) Los recursos genéticos en el mejoramiento de la papa en los países andinos. En, Papas Colombianas en el mejor entorno ambiental p. 1 – 14.

Forbes GA, Tolstrup K (1999) The Genotipe x Enviroment study. En, proceding Global Initiative on Late Blight Conference p. 57 – 58.

Guzman J (1964) Nature of partial resistance of certain clones of three Solanum tuber bearing species to Phytophthora infestans. Phytopath 54: 1398 – 1404.

Huarte M (1999) Host durable resistence to late bligth: some experiences under long days in Argentina. En, Proceedings Global Initiative on Late Blight Conference p. 37.