

## Caracterización de genotipos de papa de Europa y Latinoamérica por resistencia a tizón y propiedades culinarias

J. Gabriel<sup>1</sup>, F. Forqueda<sup>1</sup>, G. Plata<sup>1</sup>, E. Fernández-Northcote<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar 34 clones y/o variedades de papa de origen europeo y latinoamericano por su resistencia a tizón (*Phytophthora infestans*) y sus propiedades culinarias bajo condiciones de campo y laboratorio en tres campañas agrícolas. Los genotipos India (testigo), Chota Ñawi, Cordillera, Robusta, Jaspe y Yema de huevo (phu), mostraron altos niveles de resistencia en campo con baja Area Bajo la Curva de *P. infestans* (ABCPPI = 203–541). Los genotipos 387660-10, Torridón, SH-83-92-488, 90-145-6, 94-70-2502, 89T-117-10, Pampeana, DB-226(70) y Pollerita-V mostraron buenos niveles de resistencia en campo (ABCPPI=674–1.273). Los genotipos Libertas, 89T-123-3, Robjin, 92T-114-76, Teena, 92T-120-16 y Pollerita mostraron resistencia moderada (ABCPPI=1.362–1.656). Los genotipos Sani Amarilla, Clalo, Oka y Desirée, fueron los más susceptibles (ABCPPI=2.413–4.528). Los genotipos más resistentes fueron Chota Ñawi, Robusta, India (testigo), 89T-123-3 y Jaspe, que también mostraron buenos rendimientos (0,65–0,78 kg/planta). Los rendimientos mas bajos (0,08–0,15 kg/planta) se observaron en los genotipos Libertas, 590016-7, Yema de huevo, Sani Amarilla, SH-83-92-488, 88030.2, 90130.1, 88009-2 y 90145-6(9). Los genotipos DB-226(70), Libertas, Yema de huevo y Torridón mostraron bajos contenido de glucosa (20–40 mg · dL<sup>-1</sup>) y alto contenido de materia seca de 22 a 29 %. El menor avance de verdeo se observó en Pollerita, Yema de huevo, 590016-7 y DB-226(70) con 0%. Sobre la base de estos resultados se podría indicar que las variedades recomendadas para Bolivia son Robusta, Jaspe e India que ya se cultivan y los clones franceses 89T-123-3, 92T-114-76 y 92T-120-16.

**Palabras clave:** *P. infestans*, severidad, materia seca, ABCPPI

## Characterization of potato genotypes from Europe and Latin-American by resistance to late blight and culinary properties

### ABSTRACT

The objective of the present research was to characterize 34 clones and varieties of potato of the Europe and Latin-American origin by their resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) and culinary properties under field and laboratory conditions during three years. The genotypes India (check), Chota Ñawi, Cordillera, Robusta, Jaspe and Yema de huevo showed high resistance levels on field with low audpc (203–541). Genotypes 387660-10, Torridón, SH-83-92-488, 90-145-6, 94-70-2502, 89T-117-10, Pampeana, DB-226(70) and Pollerita-v showed good levels of resistance on field (audpc=674–1.273). Genotypes Libertas, 89T-123-3, Robjin, 92T-114-76, Teena, 92T-120-16 and Pollerita showed moderate resistance (audpc=1.362–1.656). Genotypes Sani Amarilla, Clalo, Oka and Desirée were the most susceptible in field (audpc=2.413–4.528). The most resistant genotypes were Chota Ñawi, Robusta, India (check), 89T-123-3 and Jaspe besides having good yield values (0,65–0,78 kg/plant). Lower yield values

---

<sup>1</sup> Fundación PROINPA, C. P. 4285, Cochabamba, Bolivia. Correo electrónico: [j.gabriel@proinpa.org](mailto:j.gabriel@proinpa.org)

<sup>2</sup> CONAM, Unidad de Biodiversidad y Bioseguridad, Lima 41, Lima - Perú

(0,08–0,15 kg/plant) were obtained with genotypes Libertas, 590016-7, Yema de huevo, Sani Amarilla, SH-83-92-488, 88030.2, 90130.1, 88009-2 and 90145-6(9). The genotypes DB-226(70), Libertas, Yema de huevo and Torridón showed low glucose levels ( $20\text{--}40\text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ), and contain from 22 to 29 percent of dry matter. The levels of advance of lower greening are expressed by genotypes Pollerita, Yema de huevo, 590016-7 and DB-226(70) with value of 0 %. Over basic of these resultants could be indicate that recommended varieties for Bolivia are Robusta, Jaspe and India; they are cultivating and the French clones 89T-123-3, 92T-114-76 y 92T-120-16.

**Key words:** *P. infestans*, severity, dry matter, AUDPC

## Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos alimenticios más importantes, por ser superior a todos los demás cultivos en la producción de proteína por unidad de tiempo y superficie, y en la producción de energía (Estrada, 2.000). La papa ocupa el cuarto lugar en producción mundial después del trigo, arroz y maíz. En cuanto al consumo humano ocupa el quinto lugar. Es cultivada en siete departamentos de Bolivia, considerándose un alimento fundamental en la dieta diaria de la población, se produce en diferentes nichos ecológicos, desde 1.600–4.250 msnm, es cultivada en más de 130.000 ha. El consumo per cápita es de 80 a 100 kg/año y es la principal fuente de alimento e ingresos de alrededor de 200.000 familias de pequeños agricultores (Estrada *et al.*, 1994; Zeballos, 1997; Fernández-Northcote *et al.*, 1999).

La producción de papa es afectada por diversas enfermedades. Hooker (1980) menciona 25 virus, 38 hongos, 6 bacterias, 2 micoplasmas y un viroide; además de 68 especies de nematodos, y 128 insectos-plaga, totalizando 266 patógenos y plagas. También diezman la papa factores abióticos como las heladas y la sequía. Pero de las más importantes es *Phytophthora infestans* que causa el tizón tardío. Esta enfermedad generalmente se controla con fungicidas, que inciden significativamente en los costos de producción, afectan al medio ambiente y la salud humana, además inducen a la aparición de razas de nuevas razas del patógeno que son resistentes a fungicidas. Por lo que es necesario considerar otras medidas de control, como el empleo de variedades resistentes, que además posean altos rendimientos y calidad culinaria aceptable para

el mercado (Andrade y Revelo, 1994; Pineda y Corzo, 1994; Egúsuiza, 1994).

A pesar de la gran diversidad genética disponible en las especies silvestres de este género, sólo un pequeño número de ellas han sido utilizadas para la introgresión de caracteres de resistencia en las variedades. Se estima que apenas un 5% han sido utilizados en programas de fitomejoramiento (Gabriel *et al.*, 1995; Colque, 1996; Estrada, 2000; Gabriel *et al.*, 2001; Coca y Montealegre, 2006). Esto se debe, por un lado, a los problemas que existen entre determinadas especies al cruzarse. El potencial de hibridación de la papa depende, en primera instancia, de la ploidía que presente la especie silvestre o cultivada y del número de balance del endospermo (EBN). *S. tuberosum* presenta una ploidía/EBN = 4x (4EBN), y el potencial de hibridación es mayor con las especies 4x (4EBN) y 6x (4EBN), mientras que presenta un potencial de hibridación menor con especies 4x (2EBN) y con especies 2x (2EBN) (Spooner y Hijmans, 2001). Por otra parte en los cruzamientos, se produce la introgresión de caracteres silvestres no deseados junto con los caracteres de resistencia. Esto conlleva el desarrollo de múltiples ciclos de retrocruzamientos para eliminarlos.

Existen papas nativas cultivadas originarias de los Andes que presentan una gran variabilidad genética, entre las que se encuentran resistencias a factores abióticos (helada, sequía) y bióticos (hongos, bacterias, virus, nematodos); además de factores de calidad. La introgresión en este germoplasma ha sido mínima y es posible que la evolución de estos cultivares continúe *in situ* (Gabriel y Carrasco, 1998; Ugarte *et al.*, 1994; Estrada, 2000; Gabriel *et al.*, 2007).

Con el objetivo de caracterizar en Bolivia, clones y variedades de papa de origen europeo y latinoamericano, se estudió durante tres campañas agrícolas (2.001 – 2.003) la resistencia al tizón tardío bajo las condiciones de campo y laboratorio, las características agronómicas, el comportamiento en almacén, y la calidad culinaria (materia seca y contenido de azúcares reductores) de 34 genotipos y/o variedades de papa provenientes de Holanda, Inglaterra, Francia, Argentina, Uruguay y Bolivia.

### Materiales y métodos

La investigación se realizó en la comunidad de Chullchunq'ani, provincia Carrasco del departamento de Cochabamba ubicada en el km 108 sobre la carretera antigua Cochabamba-Santa Cruz. Geográficamente ubicada a 17°32'54" de latitud sur y 65°21'19" de longitud oeste, a una altitud de 2.970 msnm, con una temperatura media anual de 15 °C, precipitación media anual de 629 mm y humedad relativa promedio del 90%, la zona es montañosa con una topografía muy accidentada.

Los análisis de materia seca, azúcares reductores y verdeo se realizaron en el laboratorio de la Fundación PROINPA. Los tubérculos analizados fueron almacenados en el Centro Toralapa, ubicado en la provincia Tiraque, a 71 km de la ciudad de Cochabamba con una altitud de 3.430 msnm, temperatura de 8 a 15 °C y 640 mm de precipitación promedio anual.

#### Material vegetal

Se utilizaron 34 genotipos resistentes de papa provenientes de los programas de mejoramiento genético de Holanda (CPRO-DLO), Francia (INRA), Inglaterra (SCRI), Argentina (INTA), Uruguay (INIA) y Bolivia (Fundación PROINPA). Cada país aportó con seis genotipos, la excepción fue Argentina que aportó cuatro (Tabla 1).

#### Siembras

En enero de 2.001, en Chullchunq'ani, Cochabamba (3.200 msnm), fueron transplantadas plántulas *in vitro* de 32 genotipos y dos testigos susceptibles, en el terreno de un

agricultor para su evaluación preliminar de resistencia al tizón (*Phytophthora infestans*) bajo condiciones naturales de infección y para la caracterización agronómica. Las 34 accesiones fueron transplantadas en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 14 plántulas y cuatro repeticiones. Se sembró cebada entre y alrededor de los bloques para aislar la fuente de inóculo. Cuarenta y cinco días después del transplante los primeros síntomas fueron observados y posteriormente, los genotipos fueron evaluados durante 11 semanas cada siete días con una escala porcentual. En la cosecha los genotipos fueron evaluados por rendimiento y tamaño de tubérculo.

En Noviembre de 2.001, en Chullchunq'ani, Cochabamba, fueron sembrados 31 genotipos y cuatro testigos (dos resistentes y dos susceptibles) bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones, entre cada repetición se sembró cebada como barrera viva. Se realizó una sola aplicación de fungicida al 80% de emergencia (Fitoraz) durante todo el ciclo del cultivo, las plantas fueron observadas semanalmente hasta la aparición de los primeros síntomas (77 dds). Se evaluó el avance de la enfermedad utilizando la escala internacional, donde 1=0 % de daño y 9=100 % de daño.

Se realizaron nueve evaluaciones, datos que sirvieron para calcular el Area Bajo La Curva de Progreso de *P. infestans* (ABCPPI). A la cosecha se evaluó el rendimiento y se caracterizaron los tubérculos (tamaño, color de la piel, color de carne, profundidad de ojos, uniformidad, etc.). Se tomó cinco tubérculos de cada genotipo y se evaluó el contenido de materia seca y azúcar. En almacenamiento se evaluó el verdeo.

En diciembre de 2.003 en Chullchunq'ani fueron sembrados 31 genotipos y cuatro testigos (dos resistentes y dos susceptibles) en el terreno de un agricultor para evaluar su resistencia al tizón bajo condiciones naturales de infección y evaluación de caracteres agronómicos. Los 35 genotipos fueron sembrados en diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) en dos surcos con 20 tubérculos por genotipo y cuatro

repeticiones por genotipo. Alrededor de cada repetición se sembró cebada, para asegurar el aislamiento entre parcelas. Cuarenta y cinco días después de la siembra fueron observados los

primeros síntomas sobre los testigos susceptibles, luego fueron evaluadas todas las accesiones durante nueve semanas en porcentaje de área de follaje afectado.

**Tabla 1.** Genotipos de papa provenientes de Europa y Latinoamérica

	Genotipos	Origen *	2n	
1	CPRO-DLO (HOLANDA)	Robjin	tbr (Rod Star x Preferent, 1926)	4x = 48
		Libertas	tbr (Record x (Souvenir x Bato), 1946)	4x = 48
		94-6-147	(axh x tbr) x tbr	2x = 24
		94-70-2502	tbr x (tbr x ber)	2x = 24
		DH 84-22-2076	tbr	2x = 24
		SH 83-92-488	tbr	2x = 24
2	INTA (ARGENTINA)	Pampeana	MPI 59.789/12 X Huinkul MAG	4x = 48
		Serrana	MPI 59.703/21 x B 2.63	4x = 48
		OKA	<i>S. chacoense</i>	2x = 24
		CLALO	<i>S. chacoense</i>	2x = 24
3	INRA (FRANCIA)	INRA 89T.117.10	CFQ 69.1 * INRA 74. 5. 48	4x = 48
		INRA 89T.123.3	65 Z A5 * INRA 74. 5. 48	4x = 48
		INRA 92T.109.24	INRA 73. 44 127 * ASN 69.1	4x = 48
		INRA92T.114.76	ARK 69.1 * Pentland Dell	4x = 48
		INRA92T.118.5	CEW 69.1 * Van Gogh	4x = 48
		INRA92T.120.16	CFQ 69.1 * INRA 73. 44. 127	4x = 48
4	SCRI (INGLATERRA)	Stirling	8318(6) x 8204a(4)	4x = 48
		Torridón	8373a(17) x G5833(5)	4x = 48
		Teena	G5299(1) x Pentland Ivory	4x = 48
		7683a12	5010(13) x 3641 <sup>a</sup> (81)	4x = 48
		PDH247	<i>S. tuberosum</i>	2x = 24
		DB226	<i>S. phureja</i>	2x = 24
5	INIA (URUGUAY)	88030.2	Nishiyutaka x 38228416	4x = 48
		88009.2	Cupids x CIP Bulk	4x = 48
		90130.1	Fredza x L. Roll Bulk	4x = 48
		90145.6	Iporá x Blight Bulk	4x = 48
		387660.10	Y 84.012 x Maine 47	4x = 48
		590016.7	7xy.1	2x = 24
6	PROINPA (BOLIVIA)	Jaspe	(sto x bre) x (tub x phu)	4x = 48
		Robusta	(tbr x adg) x tbr	4x = 48
		Pollerita	iop x phu	4x = 48
		Chota Ñawi	tbr x (sto x bre)	4x = 48
		Cordillera	(tbr x adg) x (ajh x stn)	4x = 48
		Yema de huevo	phu	2x = 24

\* tbr = *S. tuberosum*, ber = *S. berthaultii*, axh = *S. arnezii* x *hondelmannii*, sto = *S. stoloniferum*, bre = *S. brevidens*, adg = *S. andigena*, phu = *S. phureja*, iop = *S. iopetalum*, ajh = *S. ajanhuiri*, stn = *S. stenotomum*.

#### *Variables de respuesta*

#### Área Bajo la Curva de Progreso de *Phytophthora infestans* (ABCPPI)

Se hicieron evaluaciones de severidad de ataque del tizón de cada genotipo a partir de la primera observación de los síntomas. Setenta y siete días después de la siembra (dds) en la campaña

2.001–2.002 y 45 días después de la siembra (dds) en la campaña 2.002–2.003. Se observaron los primeros síntomas en las variedades susceptibles, los genotipos se evaluaron durante nueve semanas a intervalos de 7 días, según la escala de evaluación descrita anteriormente. Con los datos de severidad se realizó el cálculo de

ABCPPI (Área Bajo la Curva de Progreso de *Phytophthora infestans*), como medida del avance de la enfermedad a través del tiempo (Shanner y Finney, 1977).

#### Evaluación en cosecha y poscosecha

El segundo año de evaluación se cuantificó el número de plantas por tratamiento y para la selección de los genotipos se observaron caracteres morfológicos de uniformidad, tamaño de tubérculos, profundidad de ojos, color de piel, color de carne y sanidad de tubérculos. Se evaluó el peso (kg/planta) y número de tubérculos por categoría (primera, segunda, tercera y cuarta categoría) de cada genotipo evaluado (Tabla 2).

**Tabla 2.** Clasificación de tubérculos por categorías según tamaño y peso

Categoría	Tamaño (mm)	Peso (gr)
Primera (Colque)	> 50	> 80
Segunda (Murmu)	40-50	60-80
Tercera (Chili)	30-40	40-60
Cuarta (Chili murmu)	< 30	< 40

Fuente: Fundación PROINPA, 1992.

Luego se seleccionó cinco tubérculos por tratamiento (de tamaño uniforme), que fueron colocados en sobres manila para posteriormente hacer los análisis de materia seca y verdeo en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Fundación PROINPA en Cochabamba.

Una vez almacenados los tubérculos se hizo la evaluación de verdeo. Para esto se utilizó una tabla calorimétrica, tomando en cuenta el porcentaje de verdeo, intensidad de verdeo y homogeneidad en el parénquima del tubérculo. Para la determinación del avance del verdeo se usaron muestras de tubérculos cosechados, de tamaño mediano homogéneo y sin rastros de enfermedad.

#### Análisis combinado de ABCPPI

Para el análisis combinado del ABCPPI se consideró los datos de porcentaje de severidad de tizón de tres campañas agrícolas, y se hizo el análisis de varianza para un diseño de bloques

completos al azar bajo un modelo de experimentos en serie.

#### Evaluación de materia seca

Para la determinación de la materia seca, se usaron muestras de tubérculos cosechados, previamente seleccionados de tamaño mediano homogéneo y sin rastros de enfermedad. Se utilizó el método de Peso Constante, que consiste en el empleo de un horno de desecación donde se introducen las muestras previamente pesadas varias veces hasta que los dos últimos valores de peso de la misma muestra pesada sean constantes a una temperatura estándar. Para este procedimiento se utilizó 4 g de muestra de cada tubérculo divididos en dos crisoles puestos en horno de desecación a 105 °C de temperatura inicialmente durante una hora, posteriormente se repitió el procedimiento por espacio de media hora y una media hora final, pesando las muestras consecutivamente después de haber retirado las muestras del horno comparando los dos últimos pesos que deben permanecer constantes.

#### Determinación del contenido de azúcares

Para la determinación del contenido de glucosa (en mg · dL<sup>-1</sup>) se realizaron mediciones con cintas de Glucostix (que sirven para medir el contenido de azúcar en la sangre), se procede a hacer un raspaje en la parte media y laterales del tubérculo para posteriormente colocar una pajilla de Glucostix en el tubérculo debajo de la muestra raspada, al cabo de 30 segundos se retiró la pajilla y se colocó en medio del papel secante presionando ligeramente durante 1 a 2 segundos. Posteriormente se esperó 90 segundos más para leer los resultados comparando con la cartilla de colores del envase. Los resultados se leyeron a simple comparación de coloración de la pajilla con la cartilla de colores expresados en mg · dL<sup>-1</sup> ó mmol · L<sup>-1</sup>.

Los análisis de varianza y la comparación de medias fueron realizados utilizando el Proc GLM de SAS para cada una de las variables evaluadas (SAS Users Guide, 1996).

## Resultados y discusión

### Análisis de varianza para ABCPPI y rendimiento

En la campaña agrícola 2.000-2.001, el análisis de varianza para ABCPPI (Tabla 3) y rendimiento (kg/planta), mostró diferencias altamente significativas entre genotipos y testigo

( $p < 0,01$ ) para ambas variables. Los genotipos Clalo, Oka, SH-83-92-488, 92T-118-5 y Torridón fueron los más susceptibles. Los tres últimos genotipos fueron resistentes en la evaluación de folíolos, pero en campo fueron susceptibles.

**Tabla 3.** Análisis de varianza para ABCPPI y rendimiento (kg/planta). Chullchunq'ani, Cochabamba, 2.000 - 2.001

Fv	g.l.	ABCPPI		Rendimiento (kg/planta)	
		C.M.	F	C.M.	F
Genotipo	34	3804699,46	3,22**	0,0091	2,90**
Repetición	3	84882,18	0,07 ns	0,0015	0,48 ns
Error	71	1182340,27		0,0031	
Total	108				

\*\* Significativamente diferente al  $Pr < 0,01$  de probabilidad

Los genotipos DB-226(70), 387660-10, Yema de huevo, Jaspe, Chota Ñawi, Robusta y Cordillera mostraron buenos niveles de resistencia en campo, así como en evaluaciones de laboratorio. En la campaña agrícola 2.001-2.002, el análisis

de varianza para ABCPPI (Tabla 4) y rendimiento (kg/planta), mostró diferencias altamente significativas para ambas variables ( $p < 0,01$ ) entre genotipos y testigo.

**Tabla 4.** Análisis de varianza para ABCPPI y rendimiento (kg/planta). Chullchunq'ani, Cochabamba, campaña agrícola 2.001-2.002

Fuente	g.l.	ABCPPI		Rendimiento (kg/planta)	
		C.M.	Valor F	C.M.	Valor F
Genotipo	34	3827910,68	19,97**	0,14	0,5**
Repetición	3	531652,80	2,77 ns	0,80	ns
Error	97	191679,86		0,02	
Total	134				
R-Cuadrado		0,88		0,70	
C.V.		18,49		47,7	

\*\*Significativamente diferente al  $Pr < 0,01$  de probabilidad

Los genotipos Chota Ñawi, Jaspe, India (testigo), Yema de huevo, Robusta y Cordillera mostraron altos niveles de resistencia en campo con ABCPPI bajos (201–1.209), lo cual coincide con la evaluación en laboratorio.

De acuerdo con evaluaciones en laboratorio e invernadero se encontraron más genotipos resistentes en las pruebas de campo usando

tubérculos semilla y no así en plántulas *in vitro* debido a que el efecto varietal y el comportamiento del hongo no es el mismo bajo condiciones controladas que bajo condiciones de campo y su respuesta por lo tanto, está determinada por los factores ambientales que son complejos a lo largo del desarrollo y determinan el tipo de respuesta de la planta.

Los genotipos 590016-7, 89T-123-3 y Robjin mostraron buenos niveles de resistencia en campo (ABCPPI = 1.700–1.915). Estos genotipos mostraron diferencias significativas

( $p < 0,01$ ) con relación al anterior grupo (Tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis de las medias de ABCPPI de las tres campañas agrícolas evaluadas en la comunidad de Chullchunq'ani, Cochabamba, Bolivia

Clones	Medias de ABCPPI*		
	Campaña 2.000-2.001	Campaña 2.001-2.002	Campaña 2.002-2.003
Desirée**	4762 A	4071 AB	1231 ABCD
Clalo	4554 AB	4822 A	-
SH-83-92-488	4512 AB	2267 EFGHIJK	340 CDE
Oka	4278 AB	4294 AB	331 DE
92T-118-5	4110 ABC	2635 CDEFGHI	294 DE
Torridón	3978 ABCD	2653 CDEFGHI	387 CDE
7683a(12)	3976 ABCDE	2638 CDEFGHI	544 BCDE
Pollerita	3855 ABCDE	3170 BCDEFG	556 BCDE
94-70-2502	3668 ABCDE	2125 FGHIJKL	897 BCDE
92T-114-76	3515 ABCDEF	2577 CDEFGHI	372 CDE
Sani Amarilla**	3511 ABCDEFG	3140 BCDEFGH	1919 A
Stirling	3496 ABCDEFG	3385 BCDEF	842 BCDE
90130-1	3484 ABCDEFG	2648 CDEFGHI	587 BCDE
92T-12016	3482 ABCDEFG	1700 IJKLM	452 BCDE
89T-123-3	3452 ABCDEFG	1897 HIJ LM	1292 ABC
590016-7	3444 ABCDEFG	1748 IJKLM	-
Serrana	3175 ABCDEFGH	3475 BCDE	927 BCDE
PDH 247	3094 ABCDEFGH	-	-
Libertas	3076 ABCDEFGH	2795 CDEFGHI	1090 ABCDE
Robjin	2973 ABCDEFGH	1915 GHIJ LM	986 ABCDE
92T-109-24	2862 ABCDEFGH	2781 CDEFGHI	936 BCDE
Teena	2757 ABCDEFGH	2644 CDEFGHI	477 BCDE
88030-2	2669 ABCDEFGH	3679 ABC	407 CDE
88009-2	2450 ABCDEFGH	3557 ABCD	-
Pampeana	2331 BCDEFGHI	2324 DEFGHIJ	765 BCDE
89T-117-10	2066 CDEFGHIJ	2403 DEFGHIJ	436 BCDE
Cordillera	1832 DEFGHIJ	1209 JKLMN	653 BCDE
Robusta**	1677 EFGHIJ	1041 KLMN	451 BCDE
387660-10	1418 FGHIJ	2323 DEFGHIJ	1371 AB
Chota Ñawi	1329 FGHIJ	201 N	209 E
Jaspe	1270 GHIJ	680 N	662 BCDE
Yema de Huevo	1202 GHIJ	1015 KLMN	392 CDE
DH-84-22-2076	1078 HIJ	-	-
DB-226(70)	662 IJ	2168 FGHIJKL	524 BCDE
India**	938 LMN	-	278 DE
Pollerita-V**	-	2322 DEFGHIJ	503 BCDE
90145-6(9)	-	2680 CDEFGHI	298 DE

Valores seguidos por letras diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas entre medias de acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). \*ABCPPI = Área Bajo la Curva de Progreso de *Phytophthora infestans*.

\*\*Testigos locales

Desde el genotipo DB-226(70) hasta Libertas se encontraron diferentes niveles de resistencia (ABCPPI = 2.168–2.795). El primer genotipo mostró buen nivel de resistencia en campo y en laboratorio en un ensayo anterior. Estos genotipos mostraron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) con el anterior grupo. No se encontraron diferencias significativas entre ellos (Tabla 5).

Los genotipos Clalo, Oka y Desirée fueron los más susceptibles en campo (ABCPPI = 4.822, 4.294 y 4.071 respectivamente), coincidiendo estos resultados con el ensayo realizado en la campaña 2.000–2.001.

Los genotipos más resistentes Chota Ñawi, Robusta, India (testigo), 89T-123-3 y Jaspe mostraron buenos rendimientos (0,605–0,708 kg/planta). Los rendimientos más bajos fueron desde 0,15 a 0,08 kg/planta, en los genotipos Libertas, 590016-7, Yema De Huevo, Sani Amarilla, SH-83-92-488, 88030.2, 90130.1, 88009-2 y 90145-6(9) (Tabla 6).

En la Campaña Agrícola 2.002–2.003, hubo diferencias altamente significativas ( $Pr < 0,01$ ) entre los genotipos y los testigos para ABCPPI en Chuulchunq'ani (Tabla 5), con coeficiente de variación de 46,80% y R-Cuadrado de 0,68. Los genotipos OKA, 90-145-6(9), 92T-118-5, India (testigo) y Chota Ñawi mostraron altos niveles de resistencia al tizón en campo con bajo ABCPPI (209–331).

Los genotipos 88030-2, Yema De Huevo, Torridón, 92T-114-76 y SH-83-92-488 mostraron buenos niveles de resistencia en campo (ABCPPI=340–407). Estos genotipos mostraron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en relación al anterior grupo.

Los genotipos Robjin, 92T-109-24, Serrana, 94-70-2502, Stirling, Pampeana, Jaspe, Cordillera, 90-130-1, Pollerita, 7683<sup>a</sup>(12), DB-226(70), Pollerita(V), Teena, 92T-120-16, Robusta y 89T-117-10 mostraron resistencia moderada en campo (ABCPPI=436–986).

**Tabla 6.** Análisis de las medias de rendimiento (kg/planta) de dos campañas agrícolas evaluadas en la comunidad de Chullchunq'ani, Cochabamba, Bolivia (\*Testigos locales).

Clon	Campaña	
	2.000-2.001	2.001-2.002
Desirée*	0,025	0,248
Clalo	0,000	-
SH-83-92-488	0,015	0,140
Oka	0,021	0,000
92T-118-5	0,012	0,328
Torridón	0,015	0,218
7683 <sup>a</sup> (12)	0,009	0,242
Pollerita	0,037	0,226
94-70-2502	0,024	0,176
92T-114-76	0,020	0,272
Sani Amarilla*	0,064	0,145
Stirling	0,024	0,296
90130-1	0,022	0,099
92T-12016	0,034	0,368
89T-123-3	0,022	0,624
590016-7	0,009	0,149
Serrana	0,032	0,404
PDH 247	0,026	-
Libertas	0,013	0,152
Robjin	0,056	0,337
92T-109-24	0,071	0,242
Teena	0,034	0,192
88030-2	0,090	0,139
88009-2	0,097	0,087
Pampeana	0,012	0,251
89T-117-10	0,049	0,292
Cordillera	0,168	0,547
Robusta	0,181	0,708
387660-10	0,082	0,201
Chota Ñawi	0,182	0,605
Jaspe	0,089	0,621
Yema de Huevo	0,110	0,148
DH-84-22-2076	0,154	-
DB-226(70)	0,101	0,427
90145-6(9)		0,083
Pollerita-V*		0,211
India*		0,662

Los genotipos Sani Amarilla, 387660-10, 89T-123-3, Desirée, Libertas y Robjin fueron los más susceptibles en campo (ABCPPI=1919 y 1090 respectivamente).



Estos resultados reflejan el efecto de la variedad y además el grado de adaptación de los tubérculos a condiciones de severidad en campo que se mantuvieron estables en las tres evaluaciones, confirmando así su nivel de resistencia a *Phytophthora infestans*.

#### Análisis combinado del ABCPPI

El anova combinado demostró diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) para genotipos (G), años (A) e interacción GxA para ABCPPI (Tabla 7), con C.V. de 39,25% y  $R^2$  de 0,88.

**Tabla 7.** Análisis combinado del ABCPPI para tres años

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
Genotipo	37	156390356,51	4226766,39	12,66	0,0001
Repetición	3	1613555,02	537851,67	1,61	0,1876
Año	2	281005868,39	140502934,20	420,68	0,0001
Genotipo x Año	61	103142679,21	1690863,59	5,06	0,0001
Error	243	81158984,72	333897,59	17,83	0,0001
Total	346	694571427,97			
R-Cuadrado			0,88		
C.V.			39,25		

Diferencias significativas al  $Pr < 0,01$  de probabilidad

Los genotipos India (testigo), Chota Ñawi, Cordillera, Robusta, Jaspe y Yema de huevo confirmaron su alto nivel de resistencia en campo con bajo ABCPPI de 203 a 541 (Tabla 8). De acuerdo con las pruebas de laboratorio e invernadero, se encontró un mayor número de genotipos con resistencia marcada que en anteriores ensayos de campo donde se utilizaron tubérculos-semilla (pruebas en plántula).

En la Tabla 8, a pesar que los genotipos desde Pollerita-v a 387660-10 mostraron buenos niveles de resistencia en campo (ABCPPI=674–1.273). Estos genotipos mostraron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) con relación al grupo anterior.

De Libertas a Pollerita mostraron resistencia moderada a tizón (ABCPPI=1.362–1.656). Estos genotipos mostraron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) con el grupo anterior.

No se encontró ninguna diferencia significativa entre ellos. Los genotipos Sani Amarilla, Desirée, Oka, 89-123-3 y Clalo fueron los más susceptibles en campo (ABCPPI=2.413–4.528). Estos genotipos también fueron susceptibles en los tres años anteriores.

Análisis realizados con datos reportados por Francia, Inglaterra, Holanda, Bolivia, Argentina y Uruguay, sobre los mismos genotipos del presente trabajo mostraron que los genotipos más estables sin considerar el efecto ambiental fueron Robusta, Chota Ñawi, 89T-117-10, Jaspe y 95T-109-24.

#### Tamaño y peso de tubérculos

El análisis de varianza para tamaño y peso de tubérculo (Tabla 6), mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre tratamientos, para tamaño y peso de tubérculos, lo que indica que los genotipos evaluados son diferentes, por lo que existen genotipos superiores para los dos factores analizados comparados con los testigos.

Se observó que los tratamientos testigo formaron tubérculos de primera categoría (Chota Ñawi, India, Pollerita y Jaspe), de igual forma que los genotipos 89T-123-3 y 92T-12016, a diferencia del resto de los genotipos evaluados.

Las medias para el número de tubérculos arrojaron diferencias significativas entre genotipos. Los testigos con valores más bajos son iguales estadísticamente a los genotipos 90145-6(9), 88009-2, Oka y Clalo (estos dos

últimos no llegaron a formar tubérculos). El genotipo JASPE destacó con 103 tubérculos, con mayor porcentaje de tubérculos de segunda y tercera categoría. Los genotipos Yema de huevo y Chota Ñawi mostraron buen número de tubérculos (63 a 70).

El análisis de medias de la primera categoría evidenció que el genotipo Chota Ñawi fue altamente significativo (15 tub/tratamiento) respecto de los demás genotipos. Los genotipos

Clalo, Teena, Torridón y Yema de huevo fueron los que obtuvieron los valores más bajos en este grupo. En la segunda categoría el genotipo Chota Ñawi obtuvo la media más alta, al igual que en la categoría anterior e igual a Jaspe seguidos del genotipo 92T-12016 con valores de 30,25; 29,00 y 23,75 tub/tratamiento respectivamente. Los genotipos Robusta, India y Cordillera obtuvieron resultados sobresalientes, mientras que los genotipos Clalo, 90145-6(9), 590016-7 y OKA obtuvieron los valores más bajos.

**Tabla 8.** Análisis combinado de las medias para ABCPPI en tres campañas agrícolas

Genotipos	Medias de ABCPPI*	
Clalo	4.528	A
Oka	2.868	B
Desirée**	2.822	BC
Sani Amarilla**	2.413	BCD
88009-2	2.212	BCDE
88030-2	2.178	BCDE
Serrana	2.154	BCDEF
92T-109-24	2.032	BCDEF
7683 <sup>a</sup> (12)	1.982	BCDEF
90-130-1	1.802	BCDEFG
Stirling	1.766	BCDEFGH
590016-7	1.734	CDEFGH
92T-118-5	1.701	CDEFGH
Pollerita	1.656	DEFGHIJ
89T-123-3	1.565	DEFGHIJ
Robjin	1.518	DEFGHIJ
92T-114-76	1.513	DEFGHIJ
Teena	1.441	DEFGHIJ
92T-120-16	1.378	DEFGHIJ
Libertas	1.362	DEFGHIJ
387660-10	1.273	DEFGHIJK
Torridón	1.227	DEFGHIJK
SH-83-92-488	1.195	EFGHIJK
90-145-6	1.155	EFGHIJK
94-70-2502	1.095	EFGHIJK
89T-117-10	1.036	FGHIJK
Pampeana	774	GHIJK
DB-226(70)	718	GHIJK
Pollerita-V**	674	HIJK
Yema de Huevo	541	IJK
Jaspe	540	IJK
Robusta	532	IJK
Cordillera	468	JK
Chota Ñawi	446	JK
India**	203	K

Valores seguidos por letras diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas entre medias de acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). \*\* Testigos locales

Para el análisis de número de medias de tubérculos en la tercera categoría se observa que el genotipo JASPE obtuvo el valor más alto con respecto al resto de los genotipos (64,75 tubérculos/tratamiento). Los genotipos Yema de huevo, DB-226(70), 387660-10, Robusta, Robjin y Cordillera mostraron ser significativamente diferentes, mientras que los genotipos 8809-2, Clalo y Oka obtuvieron los valores más bajos.

En la cuarta categoría, el genotipo Yema de huevo obtuvo mayor número de tubérculos (30,75 tub/tratamiento), en tanto que los genotipos 387660-10 y 90130.1 formaron buen número de tubérculos respecto del resto de los genotipos. Los genotipos Pollerita-v, 90145-6(9), Clalo y Oka obtuvieron los resultados más bajos para esta categoría.

Las diferencias entre genotipos para la variable de peso de tubérculos, mostró que genotipo Chota Ñawi, tuvo una media alta para peso de tubérculos (0,78 kg), seguido de Robusta, India, 89T-123-3 y Jaspe demostrando la alta resistencia de los genotipos locales al ataque del tizón, presentando los demás genotipos valores intermedios pero significativos en rendimiento.

El análisis de medias para la primera categoría mostró que el genotipo Chota Ñawi arrojó resultados sobresalientes en rendimiento para peso de tubérculos (3,49 kg/tratamiento). Los genotipos 89T-123-3, India y Pollerita mostraron diferencias significativas respecto a los demás genotipos que no llegaron a formar tubérculos y fueron significativamente iguales entre sí.

Los genotipos Chota Ñawi y Jaspe destacaron en peso de tubérculos de segunda categoría obteniendo promedios significativos (3,10 y 2,51 kg/tratamiento) respectivamente, respecto de las medias del resto de los clones evaluados. Los genotipos ROBUSTA, 92T-12016 y 89T-123-3 obtuvieron valores sobresalientes al resto de los genotipos. Los genotipos Sani Amarilla, 94-70-502, Yema de huevo, SH 83-92-488 y 90130.1 obtuvieron los valores más bajos en rendimiento.

Para la tercera categoría los genotipos Jaspe, DB-226(70), India y Robusta obtuvieron los

valores más altos (2,05; 1,33; 1,32 y 1,28 kg/tratamiento) respectivamente. Los genotipos SH 83-92-488, 88009-2, Clalo, Oka mostraron los valores más bajos para este grupo.

Como conclusión general se puede indicar que Yema de huevo, DB226 son variedades diploides ( $2n=2x=24$ ) y pertenecen a la especie *Solanum phureja*. Se sabe que tienen una baja resistencia horizontal al tizón y sus rendimientos son bajos. Similar situación se observó con los clones DH 84-22-2076, SH 83-92-488, PDH247 y 590016.7 que son dihaploides de *S. tuberosum* ( $2n=2x=24$ ). Oka y Clalo son dos especies diploides silvestres de *S. chacoense*, que han sido reportados con resistencia a tizón, pero bajo las condiciones de Bolivia fueron susceptibles y además no produjeron tubérculos. En cambio, Jaspe, Chota Ñawi, Robusta, Cordillera e India, son mejoradas tetraploides ( $2n=4x=48$ ) con resistencia al tizón y de alto rendimiento, que han sido liberadas en Bolivia en el año 1.995 (Gabriel *et al.*, 2001).

Los genotipos de franceses fueron los que mejor adaptación y resistencia mostraron bajo las condiciones de Bolivia y no así los otros clones evaluados que mostraron bajos rendimientos. Esto podría deberse posiblemente a que varios de los materiales evaluados fueron generados para condiciones de día largo y este aspecto influyó significativamente en el rendimiento. Los agricultores en Bolivia desean variedades de color rojo o rosado, por lo cual varios de los clones franceses cumplen este requisito y no así varios de los clones evaluados que en general son de color crema, por lo que estos no podrían ser cultivados; sin embargo podrían ser utilizados como progenitores en cruzamientos.

Los genotipos Sani Amarilla (*Solanum andigena*), 387660-10, 89T-123-3, Desirée, Libertas y Robjin fueron los más susceptibles al tizón tardío.

#### *Análisis de verdeo*

Los niveles de avance de verdeo más bajos (0 %) se encontraron en los genotipos Pollerita, Yema de huevo, 590016-7 y DB-226(70) a los treinta

días después de la cosecha. Estos genotipos pueden ser almacenados por más tiempo. El verdeo está íntimamente relacionado a la producción de clorofila y solanina, que son sustancias químicas que se producen en el tubérculo a consecuencia del almacenamiento bajo condiciones de temperatura (8-10 °C), luz (difusa a oscura) y humedad apropiadas (90% de humedad), como a la producción de glicoalcaloides que son sustancias tóxicas que impiden su consumo y evitan el ataque de plagas. Cuando las condiciones mencionadas se alteran, sobre todo la humedad, pueden ser susceptibles al ataque de polillas, hongos como

el t'octo o k'anura, pudrición seca y pudrición blanda (Gull y Isenberg, 1960).

Los genotipos 92T-109-24, Teena, Robjin, 94-70-2502, Robusta, Torridón, 387660-10, 88009-2, India, Stirling, 7683<sup>a</sup>(12), Pampeana, Desirée, 88030.2, 90130.1 y 89T-123-3 mostraron niveles intermedios del avance de verdeo (50%), manteniendo sus características para consumo por un periodo razonable y manteniendo su disponibilidad y viabilidad para próximos periodos agrícolas. Los genotipos 92T-118-5, 90145-6(9) y Jaspe, mostraron un avance de verdeo del 100%.

**Tabla 9.** Contenido de glucosa ( $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ) y porcentaje de materia seca en tubérculos después de dos semanas de la cosecha

Genotipo	Glucosa ( $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ )	% de materia seca	P. E. (kg)
92T-109-24	800	28,75	1,14
DB-226(70)	20	28,75	1,14
Robjin	400	26,00	1,11
Libertas	20-40	25,50	1,10
SH-83-92-488	> 800	23,25	1,09
Chota Ñawi	800	22,75	1,09
Jaspe	140	22,50	1,10
Cordillera	70-100	22,25	1,09
Torridón	20-40	22,00	1,09
94-70-2502	800	21,50	1,09
Yema de Huevo	20	21,50	1,09
90130-1	40-70	21,25	1,09
92T-12016	110	21,25	1,09
Teena	250	21,00	1,09
Pampeana	250	21,00	1,09
Robusta	40-70	21,00	1,09
92T-114-76	400-800	20,75	1,08
387660-10	140	20,75	1,08
88009-2	250-400	20,50	1,08
Desirée	140	20,25	1,08
88030-2	800	20,00	1,08
90145-6(9)	110	19,75	1,08
89T-117-10	250	19,25	1,08
590016-7	400-800	19,25	1,07
7683 <sup>a</sup> (12)	70-110	18,75	1,07
Pollerita	40	18,50	1,07
Pollerita-V	110	18,50	1,07
India	180	18,50	1,07
92T-118-5	800	17,50	1,07
Serrana	250-400	17,25	1,07
Stirling	180	16,75	1,06
89T-123-3	800	16,00	1,06
Sani Amarilla	400-800	14,00	1,06

P.E. = Peso específico, ( $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ) = miligramos por decilitro

### Análisis de glucosa y materia seca

Los genotipos DB-226(70), Libertas, yema de huevo y Torridón mostraron los niveles más bajos de glucosa ( $20-40 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ) lo que demuestra su potencial para ser procesados en la agroindustria como la fabricación de hojuelas o papas fritas (Tabla 9).

Los niveles altos de glucosa fueron encontrados en los genotipos 92T-109-24, 92T-118-5, Serrana, 92T-114-76, SH83-92-488(9), Chota Ñawi, 88030.2, 590016-7 y Sani Amarilla ( $400-800 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ). Los contenidos intermedios de glucosa ( $40-70 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ) se encontraron en los genotipos Pollerita, Robusta y 90130.1.

El análisis de materia seca mostró que los genotipos DB-226(70), Libertas, Yema de huevo y Torridón contienen 22 a 29% que coincide con los niveles más bajos de glucosa. Los genotipos 92T-109-24, 92T-118-5, Serrana, 92T-114-76, SH83-92-488(9), Chota Ñawi, 88030.2, 590016-7 y Sani Amarilla poseen un porcentaje de materia seca entre 18 a 21. También se pudo evidenciar que el peso específico mostró resultados igualmente altos, con valores de ( $1.086-1.142 \text{ kg/tub}$ ) en los mismos genotipos DB-226(70), Libertas, Yema de huevo y Torridón. Los valores intermedios de peso específico homólogos a los genotipos desde 92T-109-24 hasta Sani Amarilla arrojaron valores de  $1.065-1.086 \text{ kg/tub}$ .

Estudios recientes en Bolivia con los cultivares Robusta, India, Cordillera y Jaspe mostraron buenas características culinarias para su transformación en agroindustria.

DB-226(70) y Yema de huevo pertenecen a la especie diploide *S. phureja*, por lo que sus rendimientos son muy bajos, tal como se observó en los tres años de evaluación. En cambio Libertas de Holanda y Torridón de Inglaterra, si bien son tetraploides, tuvieron bajos rendimientos y baja resistencia al tizón, esto posiblemente debido a que estas variedades fueron generadas para días largos y no para las condiciones de día corto, que es el caso de Bolivia.

### Agradecimientos

A la Unión Europea que financió el proyecto ECOPAPA [Enrichment of Potato Breeding Programs in Latin America and Europe with Resistance to Late Blight, *Phytophthora infestans* (ERBIC18 CT98 0318)], ejecutado en Bolivia y otros países, cuyos resultados se reportan en el presente documento.

### Literatura Citada

Andrade H. y Revelo, J. 1994. Breve diagnóstico de la Problemática del cultivo de la papa con énfasis en Resistencia a Enfermedades. En: Broers, L.H.M. (ed.). Resistencia Duradera en Cultivos Alto Andinos. Memorias 1er taller sobre Resistencia Duradera. Mayo 30-Junio 10 de 1.994. Quito, Ecuador. p. 79-83.

Coca, M. y Montealegre, N. 2006. Short communication. Resistance to *Phytophthora infestans* in populations of wild potato species in the Sorata microcentre of genetic diversity, La Paz, Bolivia. Spanish Journal of Agricultural Research 4(2): 156-160

Colque, C. 1996. Caracterización de genes de virulencia en poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, que infectan a la papa y determinación de la resistencia en *Solanum spp.* Univ. Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 223 p.

Egúsquiza, R. 1994. Resistencia Genética Duradera en el Cultivo de la papa en el Perú. En: Broers, L.H.M. (ed.). Resistencia Duradera en Cultivos Alto Andinos, Memorias 1er taller sobre Resistencia Duradera. Mayo 30-Junio 10 de 1.994. Quito, Ecuador. p. 89-93.

Estrada, R.N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la Papa. Centro Internacional para el Desarrollo (CID), PROINPA, CIP. La Paz, Bolivia. 372 p.

Estrada, R.N. 1974. Mejoramiento genético de la papa resistencia a enfermedades. En: Nuevos enfoques para el mejoramiento genético en papa

para la Subregión Andina, Quito, Ecuador. p. 46-55

Fernández-Northcote, E.; Navia, O. y Gandarillas, A. 1999. Bases de las Estrategias de Control Químico del Tizón Tardío de la Papa Desarrolladas por PROINPA en Bolivia. *Revista ALAP* 1 (11): 1-25.

Fernández-Northcote, E. y Plata, G. 1998. Bases para una resistencia duradera al tizón mediante la utilización de cultivares de papa con genes-R vencidos dentro de un manejo integrado. *En: Compendio de exposiciones de la XVIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Cochabamba, Bolivia. p. 83-84.

Gabriel, J. y Carrasco, E. 1998. Evaluación preliminar de la resistencia durable al tizón *Phytophthora infestans* en cultivos nativos de papa del banco de germoplasma boliviano. *En: Danial, D. (ed.). Segundo Taller de Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la zona Andina "PREDUZA" 22 al 24 de sep.* Cochabamba Bolivia. p. 153-158

Gabriel, J.; Carrasco, E.; García, W., Equize, H.; Thiele, G.; Torrez, R.; Ortuño, N.; Navia, O.; Franco, J. y Estrada, N. 2001. Experiencias y Logros sobre Mejoramiento convencional y selección participativa de cultivares de papa en Bolivia. *Revista ALAP* 1: 169-192

Gabriel, J., Castillo, F., Sosa, C. y Rivera-Peña, A. 1995. Resistencia de híbridos interespecíficos de papa resistentes al tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary). *Revista de Agricultura* 26: 38-40

Gabriel, J.; Coca, A.; Plata, G. y Parlevliet, J.E. 2007. Characterization of the resistance to *Phytophthora infestans* in local potato cultivars in Bolivia. *Euphytica* 153:321-328

González-Herrero, F. 2000. Producción de Patatas. *En: Pascualena, J. y Ritter, E. (ed.)*

Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata 2.000, Julio 3-6, 2.000, Vitoria-Gasteiz. España. p. 378-395

Gull, D. e Isenberg, M. 1960. Chlorophyll and solanine content and distribution in four varieties of potatoes tuber. *Am. Soc. Hort. Sci.* 75:546-556.

Hooker, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Nematodos parásitos de la papa. CIP. Lima. Perú. p. 131-134.

Pineda, R. y Corzo, P. 1994. Desarrollo y Mejoramiento Genético del cultivo de la papa en Colombia. *En: Broers, L.H.M. (ed.). Resistencia Duradera en Cultivos Alto Andinos, Memorias 1er taller sobre Resistencia Duradera.* Mayo 30-Junio 10 de 1.994. Quito, Ecuador. p. 83-89.

SAS Institute Inc. 1996. SAS/STAT Users Guide, Version 6, Fourth Edition, Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, N.C.

Shanner, G. y Finney, R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051-1056.

Spooner, D.M. y Hijmans, J. 2001. Potato systematics and germplasm collecting, 1989-2.000. *American Journal of Potato Research* 78: 237-268.

Ugarte, M. L.; Estrada, N.; García, W. y Carrasco, E. 1994. Identificación, evaluación, caracterización y conservación del germoplasma de papa, raíces y tubérculos andinos en Bolivia. *En: Céspedes, L., Perpich, C. (ed.). Primera Reunión Internacional de Recursos genéticos de papa, raíces y tubérculos andinos.* IBTA. p. 295

Zeballos, H. 1997. Aspectos Económicos de la Producción de papa en Bolivia. COSUDE, CIP (Centro Internacional de la Papa). Lima, Perú.