

# SELECCIÓN DE PARENTALES PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA BOTÁNICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

J. L. Salomón<sup>✉</sup>, Ana Estévez, María E. González y J. G. Castillo

**ABSTRACT.** For two seasons (1996-1997 and 1997-1998), 20 foreign potato varieties were studied at the Potato Research Station, with the objective of selecting the best varieties to be used as parentals for true seed production. Some morphoagronomic and reproductive traits were evaluated: tuber number, yield, tuber quality, flowering and occurrences of the main fungal disease on foliage in Cuba. The mean values per each trait were statistically processed by main components analysis through a correlation matrix. The varieties Raja, Fontenot, Atlantic, Century Russet, Carlita, Desirée and Kondor were selected for showing the highest tuber number, good-yielding capacity, low occurrence of *Alternaria solani* and *Phytophthora infestans* fungus and good flowering under field conditions. On the other hand, Fontenot, Kondor and Desirée varieties showed the highest percentages of pollen viability. Results indicate that these varieties could be used as parents in breeding programmes for true potato seed production.

**Key words:** potato, varieties, seed, genetic breeding, selection, production

**RESUMEN.** En la Estación Experimental de Papa se estudiaron durante dos campañas de cultivo (diciembre, 1996-marzo, 1997 y diciembre, 1997-marzo, 1998) 20 variedades foráneas de papa, con el objetivo de seleccionar las mejores para su uso como parentales en la producción de semilla sexual. Se evaluaron los caracteres reproductivos y agronómicos: número de tubérculos, rendimiento, calidad de los tubérculos, floración e incidencia en el follaje por las principales enfermedades fungosas en Cuba. Se estimaron los parámetros estadísticos fundamentales y se realizó un Análisis de Componentes Principales mediante una matriz de correlaciones. Se seleccionaron las variedades Raja, Fontenot, Atlantic, Century Russet, Carlita, Desirée y Cándor, por presentar el mayor número de tubérculos, adecuado rendimiento, baja incidencia de los hongos *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* y apropiada floración en condiciones de campo. Las variedades Fontenot, Kondor y Desirée presentaron los porcentajes más altos de viabilidad del polen. Estos resultados indican que estas variedades podrían utilizarse como parentales en los programas de mejoramiento genético para la producción de semilla sexual de papa.

**Palabras clave:** papa, variedades, semilla, mejora genética, selección, producción

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*, L.) pertenece a la familia Solanácea. Algunos de los bien conocidos cultivos como el tomate, la berenjena, el tabaco, el pimiento, etc. también pertenecen a esta familia. Pero a diferencia de ellos, la papa es cultivada comercialmente a través de tubérculos. Sin embargo, esta puede ser propagada sexualmente mediante semilla sexual (SSP) o botánica (1).

El uso de SSP para la producción de papa no es una nueva tecnología, ya que los mejoradores usan este tipo de semilla para generar nuevas variedades. Los agricultores en los Andes han empleado siempre este material de siembra desde que ellos comenzaron a domesticar las papas (2), y los productores durante los siglos XVIII, XIX y XX en Europa, Norte América y Asia, también

usaron SSP para reemplazar el material degenerado, o para producir material de plantación cuando los tubérculos no estaban disponibles (2).

El mejoramiento genético constituye, aún en la actualidad, una fuente importante de obtención de progenies variables y seleccionar genotipos con características deseadas (3), pero también para obtener progenies uniformes en la reproducción de la papa a escala comercial mediante semilla sexual o botánica.

La variabilidad genética originada en las combinaciones entre variedades tetraploides cultivadas ha sido estudiada (4, 5, 6); pero esos estudios no han sido suficientes para demostrar que existe, en este nivel, suficiente variación genética para continuar explotándose en los programas de mejoramiento de este cultivo. La selección de progenitores constituye en los programas de mejoramiento un paso importante en el éxito de estos. Esta selección debe estar basada en criterios que determinen una selección adecuada con precisión. Características favorables como son: altos rendimientos, alto contenido de materia seca y resistencia de campo a *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*, y ser utilizados en programas de mejoramiento genético (7).

Ms.C. J. L. Salomón, Investigador Agregado; Dr.C. Ana Estévez; Dr.C. María E. González, Investigador Auxiliar y Ms.C. J. A. Castillo, Investigador del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

✉ salomón@inca.edu.cu

El objetivo de este trabajo es seleccionar los genotipos de mejor comportamiento y utilizarlos como parentales para la producción de semilla sexual de papa en nuestro programa de mejoramiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la Estación Experimental de Papa y Fibras del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", ubicada en el municipio de Boyeros, provincia Ciudad de La Habana. Los ensayos de campo se llevaron a cabo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado (8) en dos campañas (1996-1997 y 1997-1998) durante los meses de diciembre a marzo (época óptima de cultivo). Se realizaron las labores culturales y fitosanitarias según el instructivo técnico para el cultivo (9). El marco de plantación empleado fue de 0.90 m x 0.25 m. Se plantaron 20 genotipos promisorios de papa en parcelas de observación de 40 plantas (Tabla I).

**Tabla I. Variedades y procedencias**

No	Variedad	Procedencia	No	Variedad	Procedencia
1	Desirée	Holanda	11.	Symfonia	Holanda
2	Kondor	Holanda	12.	Florissant	Holanda
3	Atlantic	Canadá	13.	Novita	Holanda
4	Fontenot	Canadá	14.	Remarka	Holanda
5	Carlita	Holanda	15.	Dura	Holanda
6	Raja	Holanda	16.	Fianna	Holanda
7	Romano	Holanda	17.	YP 85-100	Holanda
8	Baraka	Holanda	18.	Picasso	Holanda
9	Century Russet	Canadá	19.	Impala	Holanda
10	Spunta	Holanda	20.	Kuroda	Holanda

Se evaluaron el rendimiento (kg.planta<sup>-1</sup>), número de tubérculos por planta, porcentaje de materia seca, así como la incidencia en el follaje de *Alternaria solani* (Ellis y Martín) Jones y Grout y *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary (6). Con respecto a los caracteres cualitativos en los tubérculos, se tuvieron en cuenta la forma, el color de la piel, el color de la masa y la profundidad de los ojos.

**Tabla II. Caracteres cualitativos de las flores y los tubérculos en las variedades de papa**

No	Variedad	Floración	Color piel	Color masa	Forma del tubérculo	Profundidad de los ojos
1.	Desirée	Sí (Violeta)	Rosado	Amarillo claro	Oval alargada	Superficial
2.	Kondor	Sí (Violeta)	Rojo	Amarillo claro	Oval alargada	Superficial
3.	Atlantic	Sí (Blanca)	Amarillo	blanco	Redonda	Superficial
4.	Fontenot	Sí (Morada)	Rojo	blanco	Redonda	Superficial
5.	Carlita	Sí (Blanca)	Amarillo	Amarillo claro	Oblonga	Medio
6.	Raja	Sí (Morada)	Rosado	Amarillo	Oval	Superficial
7.	Romano	No	Rosado	Amarillo claro	Oval redonda	Medio
8.	Baraka	No	Amarillo	Amarillo claro	Oval alargada	Medio
9.	Century Russet	Sí (Blanca)	Amarillo	blanco	Redonda	Superficial
10.	Spunta	No	Amarillo	Amarillo claro	Alargada	Superficial
11.	Symfonia	No	Rosado	Amarillo claro	Oval	Superficial
12.	Florissant	No	Amarillo	Amarillo	Redonda	Superficial
13.	Novita	No	Amarillo	Amarillo	Oval alargada	Superficial
14.	Remarka	No	Amarillo	Amarillo claro	Oval	Superficial
15.	Dura	No	Rosado	Amarillo claro	Oval alargada	Superficial
16.	Fianna	No	Amarillo	blanco	Oval	Superficial
17.	YP 85-100	No	Amarillo	Amarillo claro	Oval alargada	Superficial
18.	Picasso	No	Amarillo matices rojos	Amarillo claro	Oblonga	Superficial
19.	Impala	No	Amarillo	Amarillo claro	Oval	Superficial
20.	Kuroda	No	Rosado	Amarillo	Oval	Superficial

( ) Color de la flor

Para los estudios de variabilidad de polen, se colectaron flores de las variedades Desirée, Kondor, Atlantic, Fontenot, Carlita, Raja y Century Russet en horas tempranas de la mañana en el momento de la anthesis. Las flores se dejaron secar a temperatura ambiente y posteriormente se procedió a la extracción del polen con ayuda de un vibrador eléctrico. El polen de cada variedad se colocó en pequeños recipientes sellados para su conservación a 5°C, donde se contaron 200 granos con cuatro repeticiones.

Para la realización de los cruzamientos se utilizó el método de decapitación propuesto por Peloquín y Hougas (10).

Con las medias de las dos campañas de los caracteres cualitativos se realizó un Análisis de Componentes Principales, donde se utilizó una matriz de correlaciones y luego para corroborar si las agrupaciones eran correctas se procedió a un Análisis Discriminante (11). Los porcentajes de viabilidad del polen de los siete genotipos que florecieron se transformaron por  $\arcsen \sqrt{\quad}$  %; los datos se procesaron a partir de un Análisis de Varianza Completamente Aleatorizado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de las evaluaciones a los caracteres cualitativos realizadas al germoplasma de papa se observa en la Tabla II; se aprecia que algunos genotipos florecieron y otros no, lo que puede ser el efecto de la interacción genotipo-ambiente. Resultados similares se han encontrado (6, 7, 12) cuando se probaron variedades de papa de nueva introducción al país y clones cubanos, coincidiendo con lo planteado por algunos autores (13, 14) al expresar que la floración está determinada por factores genéticos y ambientales (variedad, luz, temperatura y humedad fundamentalmente). En esta misma tabla se representa la variabilidad que existe para el color de la flor así como para el color de la piel, color de la masa, forma y profundidad de los ojos en el tubérculo del germoplasma evaluado.

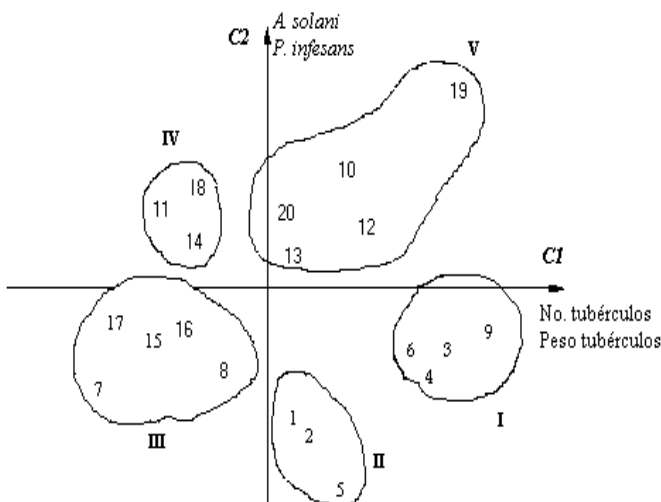
La Tabla III muestra los valores y vectores propios que corresponden a las componentes, los cuales acumularon un 62.4 % de la variación total. La primera y segunda componentes (C1 y C2) reflejaron un 37.5 y 24.9 % respectivamente de la variabilidad. En la primera componente las variables más importantes fueron el número y el peso de tubérculos por planta; en la segunda componente fueron la *Alternaria solani* y la *Phytophthora infestans*.

**Tabla III. Valores y vectores propios**

	C1	C2
Valores propios	2.25	1.49
% de contribución	37.5	24.9
% acumulado	-	62.4
Vectores propios		
No. de tubérculos/planta	<b>0.53</b>	- 0.14
Rendimiento/planta	<b>0.51</b>	0.03
% Materia seca	0.35	- 0.32
<i>Alternaria solani</i>	0.28	<b>0.63</b>
<i>Phytophthora infestans</i>	0.36	<b>0.50</b>

Dichos resultados concuerdan en gran medida con otros autores (6) al trabajar con 79 genotipos de papa, donde se encontró que en la primera componente el número y peso de los tubérculos por planta fueron las variables de mayores contribuciones.

La representación gráfica en la primera y segunda componentes (Figura 1) permitió la distribución de los 20 cultivares evaluados en cinco grupos bien diferenciados. Según algunos autores (6, 15), la variabilidad entre los genotipos es un elemento importante para la selección de los progenitores. En el eje de la primera componente, el peso y número de tubérculos aumentan de izquierda a derecha; en el eje de la segunda componente la incidencia de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* aumentan de abajo hacia arriba.



**Figura 1. Representación gráfica de los grupos formados en la primera y segunda componentes**

En el primer grupo (Tabla IV) formado por cuatro individuos, se ubicaron los genotipos con elevados rendimientos y número de tubérculos, así como individuos con baja incidencia de los hongos *A. solani* y *P. infestans*.

En el segundo grupo se presentaron solo tres genotipos caracterizados por presentar la más baja afectación ante *A. solani* y *P. infestans*, además de aceptables rendimientos y mayor número de tubérculos.

En el grupo tres se encontraban cinco genotipos caracterizados por un aceptable comportamiento ante los hongos evaluados, pero con menos tubérculos y menos rendimientos. El cuarto grupo constituido por tres individuos mostró un mal comportamiento ante los hongos, bajo número de tubérculos y los peores rendimientos. El grupo cinco formado por cinco individuos mostró el peor comportamiento ante *A. solani* y *P. infestans*; sin embargo, este grupo se caracterizó por tener genotipos con los mejores rendimientos y buen número de tubérculos. En relación con el comportamiento de las variedades ante los patógenos evaluados, se observa que aunque no se encontró inmunidad para estos patógenos, sí se apreció buen comportamiento en campo en algunas variedades. La inmunidad sobre todo para *P. infestans* es difícil de obtener, debido a la gran capacidad que ha mostrado este patógeno para producir nuevas razas (16), aunque tampoco para *A. solani* se ha encontrado inmunidad (17).

El análisis de discriminante arrojó un 95 % de confiabilidad, lo que demostró que los genotipos fueron correctamente colocados en los grupos I, II, III, IV y V.

El resultado del análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen, arribó a la existencia de diferencias significativas entre las variedades (Tabla V), con valores que oscilaron entre 13.53 y 65.15 %, destacándose las variedades Fontenot y Kondor con los porcentajes más elevados, encontrándose diferencias significativas entre ellas y con el resto. Todas las variedades presentaron porcentajes por encima del 40 %, excepto Atlantic con un valor de 13.53 %.

Los resultados encontrados de porcentaje de viabilidad de polen indican que los genotipos evaluados pueden ser utilizados como progenitor masculino indistintamente, excepto el cultivar Atlantic que por el bajo porcentaje de viabilidad podría emplearse como progenitor femenino.

Según se ha planteado (6, 15, 18), el acetocarmín sobreestima la viabilidad del polen, pero da una valiosa información; por otro lado, otros manifiestan que esta técnica permite hacer predicciones rápidas de la fertilidad masculina.

Se seleccionaron las variedades Raja, Fontenot, Atlantic, Century Russet, Carlita, Desirée y Kondor como progenitores para la obtención de semilla sexual de papa, ya que florecieron en nuestras condiciones y fueron las que presentaron el mayor número de tubérculos, adecuados rendimientos y buen comportamiento ante los hongos *A. solani* y *P. infestans*. Es importante señalar que las variedades que constituyeron el grupo cinco no fueron seleccionadas, a pesar de su elevado rendimiento y número de tubérculos por su mal comportamiento ante los hongos; además, no florecieron en condiciones de campo, elemento que limita la realización de cruces deseados en el programa de mejora genética de la papa.

**Tabla IV. Medias de los caracteres evaluados por grupos conformados**

Grupo	Variedad	Número (tubérculos.planta <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg.planta <sup>-1</sup> )	Materia seca (%)	<i>A. solani</i> (grado)	<i>P. infestans</i> (%)
I	Atlantic, Fontenot, Raja y Century Russet	9.13	0.618	18.02	4.5	38.82
II	Carlita, Desirée y Kondor	9.40	0.598	16.50	4.0	32.93
III	Romano, Baraka, Dura, Fianna y YP-85-100	6.98	0.504	15.80	4.2	39.12
IV	Symfonia, Remarka y Picasso	7.60	0.495	15.75	5.0	57.49
V	Spunta, Florissant, Novita, Impala y Kuroda	9.32	0.678	16.12	5.2	61.72

**Tabla V. Porcentaje de viabilidad del polen de variedades que florecieron**

No	Variedad	Viabilidad (%)
1	Fontenot	65.15 <sup>a</sup>
2	Kondor	55.89 <sup>b</sup>
3	Desirée	44.86 <sup>c</sup>
4	Century Russet	43.42 <sup>cd</sup>
5	Raja	42.12 <sup>cd</sup>
6	Carlita	40.68 <sup>d</sup>
7	Atlantic	13.53 <sup>e</sup>
	± Es X	1.23 <sup>***</sup>

Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan para  $p < 0.05$

\*\*\* significativo para  $p < 0.001$

Estos resultados indican la importancia de estudiar los caracteres reproductivos de los genotipos posibles a incluir como parentales, para ganar eficiencia en las polinizaciones controladas durante la producción a escala comercial de semillas híbridas de papa, obteniendo por esta vía mayores éxitos en el proceso productivo.

## REFERENCIAS

- Struik, P. y Wiersema, S. G. Seed potato technology. Wageningen : Wageningen Pers, 1999. 383 p.
- Almekinders, C. J. M. On flowering and true potato seed production (*Solanum tuberosum*, L.). Tesis de Grado; Wageningen Agricultural University, 1995. 133 p.
- Huaman, Z. Conservación *ex situ* de papa, recursos genéticos del CIP. *Circular*, 1994, vol. 20, no. 3, p. 1-13.
- Clulow, S. A.; Nicoll, J. Mc y Bradshaw, J. E. Producing commercially attractive, uniform true potato seed progenies: The influence of breeding scheme parental genotype. *Theor. Appl. Gent.*, 1995, vol. 90, p. 519-525.
- Estévez, A.; González, M. E. y Varela, M. Estudio de la variabilidad genética en un grupo de genotipos de papa del banco de genes. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 3, p. 80-83.
- González, M. E.; Estévez, A.; Castillo, J. G. y Ortiz, E. Evaluación del germoplasma de papa y selección de progenitores para el mejoramiento. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 1, p. 41-44.
- Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J. G.; Ortiz, E. y Ortiz, Ú. Selección de clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum*, L.) procedentes de familias híbridas obtenidas por el CIP. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 39-43.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Agrinfor, 1999. 64 p.
- Cuba. Minagri. Normas técnicas para el cultivo de la papa. La Habana : Ministerio de la Agricultura. 1990. 46 p.
- Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J. G.; Ortiz, E. y Ortiz, Ú. Selección de clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum*, L.) procedentes de familias híbridas obtenidas por el CIP. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no 3, p. 39-40.
- Linares, G. Análisis de datos. La Habana : Universidad de La Habana. 1990. 590 p.
- Estévez, A.; González, M. E., Castillo, J. G. y Ortiz, Ú. Estudio de interacción genotipo-ambiente en clones de papa (*Solanum tuberosum*, L.). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 59-64.
- CIP. Manual de producción de papa a partir de semilla sexual. Lima, Perú. Unidad de capacitación. 1997. p 109.
- Malagamba, P. y Cabello, R. Producción de semilla botánica de papa. En: Manual de producción de papa con semilla botánica. Lima : Centro Internacional de Papa, 1996, 25 p.
- Castillo, J. G.; Estévez, A.; González, M. E.; Moré, O.; Ortiz, E. y Ortiz, U. Selección de progenitores para el mejoramiento de la papa (*Solanum tuberosum*, L.). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 49-54.
- Beukema, H. P.; Turkensteen, L. J. y Peeten, J. M. G. Production, seed, varieties, diseases, storage, markets. En: Potato Explorer CD, the Netherlands, 2000.
- Christ, B. J. Effect of disease assessment method on ranking potato cultivar for resistance to early blight. *Plant Diseases*, 1991, vol. 75, p. 353-356.
- González, M. E. Mejoramiento por hibridación de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba. [Tesis de Doctorado]; INCA, 1998, 71 p.

Recibido: 29 de octubre del 2001

Aceptado: 21 de mayo del 2002