

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE PROGENIES HÍBRIDAS DE PAPA CON SEMILLA SEXUAL Y TUBÉRCULOS-SEMILLA

J. L. Salomón[✉], J. G. Castillo, Ana Estévez y R. Cabello

ABSTRACT. Some trials with true potato seed (TPS) and seed tubers were planted during 2003-2004 seasons at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), with the objective to study phenotypic uniformity and agronomic characteristics in seven hybrid combinations. Yields, tuber number per m² and tuber color as well as shape uniformity were evaluated. It was verified that the offsprings Zolushka, MFI x TPS-67, Serrana x TPS-67 and the control Atzimba x TPS-13 showed the best behavior for tuber number and weight per m², when they were reproduced by true seed in nursery beds; when they were studied through seed tubers, the offsprings Zolushka, Atzimba x TPS-13 and the control Desirée reached superior yields to 35 t.ha⁻¹. As for tuber color and shape uniformity, all the offsprings studied were classified as standards, except Atzimba x TPS-13, that showed a poor tuber shape uniformity.

RESUMEN. Durante las campañas 2003-2004, en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), se desarrollaron experimentos con semilla sexual de papa (SSP) y tubérculos-semilla provenientes de SSP de la campaña anterior, con el objetivo de estudiar caracteres agronómicos y la uniformidad fenotípica en siete combinaciones híbridas. Se evaluaron el rendimiento y número de tubérculos por m², así como la uniformidad del color y forma del tubérculo. Se pudo constatar que las progenies Zolushka, MFI x TPS-67, Serrana x TPS-67 y el control Atzimba x TPS-13 fueron las de mejor comportamiento en cuanto al número y peso de tubérculos por m², cuando se reprodujeron por semilla sexual en cantero; cuando se estudiaron a través de tubérculos-semilla las progenies Zolushka, Atzimba x TPS-13 y el control Desirée alcanzaron rendimientos superiores a 35 t.ha⁻¹. En cuanto a la uniformidad para el color y la forma de los tubérculos, se clasificaron como uniformes todas las progenies estudiadas, a excepción de Atzimba x TPS-13, que fue poco uniforme para la forma del tubérculo.

Key words: progeny, tubers, seed, phenotypes, potatoes

Palabras clave: progenie, tubérculos, semilla, fenotipos, papa

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la producción comercial de papa (*Solanum tuberosum*, L.) en el mundo está casi completamente basada en la propagación vegetativa (tubérculos-semilla); se plantan estos tubérculos y producen nuevas plantas y tubérculos con el genotipo idéntico al de la planta madre. Por varias razones, la papa ha sido tradicionalmente propagada plantando tubérculos-semilla: estos son fáciles de plantar y las plantas crecen rápida y vigorosamente. Los tubérculos cosechados son uniformes y los rendimientos son generalmente altos. A pesar de estas claras ventajas, la propagación por tubérculos-semilla ha limitado, en cierta manera, la adopción y expansión del cultivo de la papa, especialmente en países en desarrollo.

La papa también se puede reproducir a través de su semilla verdadera o botánica, o sea, semilla sexual de papa (SSP), ya que los tubérculos-semilla es el insumo más costoso, por lo que para países en desarrollo, la producción de papa a base de semilla botánica se está convirtiendo en una alternativa promisorio frente al método tradicional de propagarla vegetativamente (1).

En estudio reciente sobre el caso particular de la India, se proyectó que el área cultivada con SSP alcanzará las 250 000 hectáreas para el 2015. De manera similar, aunque no en términos tan formales, existen cifras estimadas para Bangladesh, Egipto y Filipinas (1, 2, 3).

Las papas producidas de semilla sexual son llamadas tuberculillos o minitubérculos; estos pueden ser producidos por diferentes métodos de siembra y transplante. La SSP puede ser sembrada directamente en el campo o en canteros, y las plántulas pueden ser cultivadas en esos espacios o ser transplantadas (1, 3, 4).

La tecnología más usada en el presente es la producción de tuberculillos en canteros. Cuando la SSP es utilizada en canteros, los altos requerimientos de condiciones para una buena germinación y crecimiento de las plántulas pueden ser mucho más fáciles. Además, la producción de

Ms.C. J. L. Salomón, Investigador Auxiliar; Ms.C. J. G. Castillo, Investigador Agregado y Dra.C. Ana Estévez, Investigadora Titular del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700; Ms.C. R. Cabello, Investigador del Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú

✉ salomon@inca.edu.cu

tuberculillos no requiere altos insumos para trasplante, las plantas no sufren estrés y el manejo es mejor controlado en pequeñas áreas protegidas que en el campo (2, 3, 4).

El objetivo del trabajo consistió en evaluar la producción de tubérculos de papa en diferentes progenies híbridas, utilizando como material de siembra semilla botánica y tubérculos-semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

En condiciones de campo abierto en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se sembraron dos experimentos, uno el día 12 de diciembre de 2003 utilizando semilla sexual de papa (SSP); la siembra se realizó sobre un suelo Ferralítico Rojo (5) en canteros confeccionados de 1.20 m de ancho en el plato, 1.60 m de base y 0.20 m de altura. Se empleó el marco de siembra de 10 x 20 cm con dos plantas por nido garantizando 100 plantas por m². El área de cálculo fue de 32 m². Las labores culturales se realizaron según la guía técnica para el cultivo de papa (6). Las plántulas se ralearon entre los 20-30 días después de la siembra, para garantizar la densidad poblacional con las plántulas más vigorosas. Inmediatamente después del raleo se realizó el primer aporque. En todo momento se garantizó una humedad adecuada en los canteros y el control fitosanitario establecido para el cultivo de la papa. La cosecha fue manual, se calibraron los tubérculos según el diámetro en mayores y menores de 20 mm. Se utilizó un diseño de bloque al azar con cuatro réplicas y un análisis de varianza, empleando la prueba de Duncan en los casos de diferencias significativas.

En el segundo año (campaña 2004-2005) se seleccionaron tubérculos-semilla de calibre 35-45 mm de las siete progenies cosechadas en los canteros, se plantaron el 15 de diciembre de 2005. Se utilizó un diseño de bloques al azar en surcos con cuatro repeticiones, representadas por 40 plantas cada una. La cosecha se efectuó a los 90 días de plantado el experimento. Para la selección se evaluaron el rendimiento y sus componentes (número y masa promedio de los tubérculos). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza simple y, en caso de diferencia significativa, a una prueba de rangos múltiples de Duncan.

En la Tabla I se muestran las procedencias de las progenies híbridas y la variedad Desirée importada, que fue empleada como control en el experimento con tubérculos-semilla y la progenie Serrana x TPS-67 como control en el experimento con SSP.

Tabla I. Procedencia del material empleado

No.	Progenie y variedad	Procedencia
1	Zolushka	INIA (Chile)
2	Serr x TPS-67 (control)	CIP (Perú)
3	MFI x TPS-67	CIP (Perú)
4	Achr x TPS-67	CIP (Perú)
5	Catalina	INIA (Chile)
6	MFII x TPS-67	CIP (Perú)
7	Atz x TPS-13	CIP (Perú)
8	Desirée (Control)	Stet Holland (Holanda)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla II se muestra la comparación de medias en los caracteres evaluados en siete progenies híbridas de papa; el análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre las progenies para todos los caracteres evaluados por m², excepto para el carácter número de tubérculos menores de 20 mm de diámetro, donde no se encontró diferencia estadística.

Para el caso del número de tubérculos mayores de 20 mm de diámetro, se observó que la progenie Zolushka alcanzó el mayor valor con 193 tubérculos, difiriendo del resto de los materiales incluyendo al control Serrana x TPS-67; también la progenie Zolushka alcanzó el mayor peso de tubérculos en el calibre mayor de 20 mm con 2.70 kg, existiendo diferencias estadísticas entre las progenies. Resultados similares fueron registrados al estudiar el comportamiento de progenies procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP) de Perú (7, 8), donde se obtuvieron entre 2 y 4 kg.m⁻² de tubérculos; también resultados similares se alcanzaron al estudiar materiales de semilla sexual en Vietnam y México, en años y climas donde la temperatura era adecuada para el cultivo de papa (9, 10). Al obtener el número y peso mayores de 20 mm de tubérculos, se puede alcanzar buena población y plantaciones uniformes.

El carácter número de tubérculos menores de 20 mm no reflejó diferencias significativas entre las progenies; sin embargo, los mayores valores se lograron en las progenies Achirana x TPS-67 y el control Serrana x TPS-67 con 140 y 132 tubérculos. Resultados similares se alcanzaron al estudiar el número de tubérculos, donde se obtuvieron entre 120 y 240 tubérculos.m⁻² (7, 8).

En el carácter peso de los tubérculos menores de 20 mm, se observaron diferencias significativas entre las progenies, donde MFII x TPS-67 alcanzó 0.226 kg sin diferencia significativa con Catalina (0.203 kg). En la progenie Zolushka se registró el mayor valor de número de tubérculos totales.m⁻² con 313.3, sin diferencia significativa con el control Serrana x TPS-67 (275.3 tubérculos). En el peso total de tubérculos.m⁻² se destacó la progenie Zolushka con 2.95 kg, difiriendo del resto de las progenies.

Resultados similares se presentaron cuando se estudiaron la uniformidad y el comportamiento de caracteres agronómicos en diferentes progenies híbridas (4, 11, 12).

La Tabla III refleja valores medio de caracteres evaluados, cuando se utilizaron tubérculos-semilla provenientes de progenies híbridas de papa y la variedad control Desirée.

En el carácter número de tubérculos comerciales por planta, la progenie Zolushka logró el mayor valor con 9.5 tubérculos, sin diferencia significativa con MFII x TPS-67 (8.0 tubérculos), el control Desirée (7.9 tubérculos) y Serrana x TPS-67 (7.6 tubérculos); los demás materiales alcanzaron entre cinco y seis tubérculos. El control Desirée y Atzimba x TPS-13 obtuvieron los mayores valores de peso comercial por planta, con 0.800 y 0.763 kg respectivamente, seguido de la progenie Zolushka con 0.686 kg y sin diferencia significativa.

Tabla II. Número y peso de los tubérculos en las progenies a partir de semilla botánica

No.	Progenies	No. tubérculos >20 mm.m ⁻²	Peso tubérculo >20 mm.m ⁻² (kg)	No. tubérculos < 20 mm.m ⁻²	Peso tubérculos < 20mm.m ⁻² (kg)	No. tubérculos totales.m ⁻²	Peso tubérculos totales.m ⁻² (kg)
1	Atzimba x TPS-13	160.0 b	2.16 b	108.6	0.256 b	268.6 bc	2.42 b
2	MFII x TPS -67	109.3 de	1.23 d	131.0	0.226 a	240.3 bc	1.46 c
3	MFI x TPS -67	132.0 cd	1.90 b	131.0	0.250 b	263.0 bc	2.15 b
4	Zolushka	193.6 a	2.70 a	119.6	0.253 b	313.3 a	2.95 a
5	Catalina	116.6 de	1.36 cd	128.3	0.203 ab	245.0 bc	1.57 c
6	Achirana x TPS-67	92.3 e	1.20 d	140.6	0.290 b	233.0 bc	1.49 c
7	Serrana x TPS-67 (C)	143.6 bc	1.76 bc	132.0	0.296 b	275.3 ab	2.06 b
	ESX	23.21 **	5.256**	N.S	0.233 *	51.18 **	4.65 **

Tabla III. Rendimiento y sus componentes evaluados en las progenies a partir de tubérculos-semilla

No.	Progenie y variedad	No. tubérculos comerciales/planta	Peso tubérculos comerciales/planta (kg)	No. de tubérculos total/planta	Peso tubérculos total/planta (kg)	Masa promedio (kg)	Rendimiento comercial (t.ha ⁻¹)	Rendimiento total (t.ha ⁻¹)
1	Atzimba x TPS-13	6.7 ab	0.763 a	8.3 c	0.797 a	0.0853 a	33.9 ab	35.4 ab
2	MFII x TPS-67	8.0 ab	0.476cd	17.1 a	0.640 bc	0.038 e	21.2 bc	28.4 bc
3	MFI x TPS-67	6.7 ab	0.430 cd	12.4 abc	0.513 c	0.045 de	19.1 c	22.8 c
4	Zolushka	9.5 a	0.686 ab	17.2 a	0.846 a	0.049 de	30.6 ab	37.6 a
5	Catalina	5.2 b	0.440 cd	7.4 c	0.493 c	0.069 bc	19.6 c	21.9 c
6	Achirana x TPS-67	5.6 b	0.373 d	8.1 c	0.463 c	0.055cd	16.6 c	20.5 c
7	Serr x TPS-67 (C)	7.6 ab	0.546 bc	14.0 ab	0.657 abc	0.048 de	24.3 bc	29.2 abc
8	Desirée (C)	7.9 ab	0.800 a	10.4 bc	0.853 a	0.083 ab	35.6 a	37.9 a
	ES X	3.03*	7.898 **	7.379**	1.435 **	0.007 **	19.43 **	21.90 **

Letras iguales no difieren significativamente, para $p < 0.05$

El carácter número total por planta reflejó que los mayores valores se presentaron en las progenies Zolushka y MFII x TPS-67 con 17.2 y 17.1 respectivamente, sin diferencias significativas entre sí y con Serrana x TPS-67 y MFI x TPS-67 (14.0 y 12.4 respectivamente), las cuales superaron al control Desirée que alcanzó 10.4 tubérculos. Se obtuvieron en el control Desirée, Zolushka y Atzimba x TPS-13 los mayores pesos de tubérculos por planta con 0.853, 0.846 y 0.797 kg respectivamente, sin diferencia significativa entre sí, a su vez sin diferencia significativa con la progenie Serrana x TPS-67, donde se alcanzó un peso de 0.657 kg; el resto de las progenies obtuvieron valores inferiores al control. Los mayores valores de masa promedio de los tubérculos se observaron en las progenies Atzimba x TPS-13 (0.085 kg), sin diferencia estadística con la variedad control Desirée (0.083 kg); en el resto de los materiales evaluados se observó diferencia significativa. Resultados similares se obtuvieron al estudiar el comportamiento de progenies híbridas frente a diferentes variedades comerciales utilizadas como controles (8, 13, 14).

La Tabla IV muestra la evaluación realizada de dos caracteres externos de calidad del tubérculo. Para el color de la piel se observó que la variedad Desirée alcanzó el máximo valor en la escala con 9 grados, resultados a esperar por ser una variedad reproducida clonalmente; sin embargo, en progenies obtenidas de reproducción sexual y posteriormente reproducidas asexualmente, se alcanzaron grados altos de uniformidad en el color de los

tubérculos como son Catalina (8.3), MFI x TPS-67 (8.0) y Zolushka (8.0); también se consideran uniformes el resto de las progenies, por alcanzar valores superiores a 7 grados de la escala. Resultados similares se presentaron cuando se estudiaron diferentes progenies procedentes del programa de mejoramiento para TPS del CIP (11).

En el caso de la forma del tubérculo, se observó que progenies como Catalina y MFI x TPS-67, con 7.8 y 7.6 grados en la escala, alcanzaron mayores valores que la variedad Desirée; también se consideran uniformes para la forma del tubérculo el resto de las progenies a excepción de Atzimba x TPS-13, que obtuvo un valor por debajo de 7 grados, resultado que podría ser debido a que esta progenie es susceptible a los estrés, ya sean de temperatura, riego o agrotecnia.

Tabla IV. Evaluación de la calidad externa de los tubérculos

No.	Progenies	Uniformidad del tubérculo	
		Color piel*	Forma*
1	Zolushka	8.0	7.5
2	Serr x TPS-67 (C)	7.8	7.3
3	MFI x TPS-67	8.0	7.6
4	Achr x TPS-67	7.6	7.5
5	Catalina	8.3	7.8
6	MFII x TPS-67	7.5	7.2
7	Atz x TPS-13	7.4	6.8
8	Desirée (Control)	9.0	7.5

*Escala de uniformidad de tubérculos: 1=Desuniforme, 9=Muy uniforme

Estos resultados concuerdan con otros (4, 7, 8, 10, 15) al estudiar el comportamiento de progenies híbridas ya extendidas comercialmente en diferentes países y con variedades de papa comerciales.

Las progenies Zolushka, Serr x TPS-67 y Atz x TPS-13 poseen caracteres agronómicos, para ser valoradas en la estrategia varietal de la producción.

CONCLUSIONES

- * Las progenies Zolushka, MFI x TPS-67, Atzimba x TPS-13 y el control Serrana x TPS-67 fueron las de mejor comportamiento en cuanto a número de tubérculos mayores de 20 mm por m² con 193, 160 y 143 respectivamente.
- * Los mayores valores de peso de tubérculos por m² se alcanzaron en las progenies Zolushka, MFI x TPS-67, Atzimba x TPS-13 y el control Serrana x TPS-67 con 2.7, 2.16 y 1.76 kg respectivamente.
- * Las progenies Zolushka, Atzimba x TPS-13 y el control Desirée alcanzaron rendimientos superiores a 35 t.ha⁻¹ cuando se emplearon como material de siembra de tubérculos-semilla.
- * Se clasificaron como uniformes fenotípicamente, para el color y la forma de los tubérculos, todas las progenies estudiadas a excepción de Atzimba x TPS-13, que fue poco uniforme para la forma del tubérculo.
- * Se seleccionaron las progenies Zolushka, MFI x TPS-67, Atzimba x TPS-13 y Serrana x TPS-67, por alcanzar los mejores comportamientos empleando tanto semilla botánica como tubérculos-semilla.

RECOMENDACIONES

- * Estudiar el comportamiento de las progenies Zolushka, MFI x TPS-67, Atzimba x TPS-13 y el control Serrana x TPS-67 en condiciones de producción.
- * Continuar estudiando nuevas progenies híbridas de papa.

REFERENCIAS

1. CIP. Manual de producción de papa a partir de semilla sexual. Unidad de capacitación. Lima, Perú. 1997. 109 p.
2. Almekinders, C. J. M. On flowering and true potato seed production (*Solanum tuberosum*, L.) PhD. Thesis. Wageningen Agricultural University. Wageningen, Netherlands. 1996. 133 p.
3. Struik, P. y Wiersema, S. G. Seed potato technology. Wageningen Pers (Ed), Wageningen, The Netherlands. 1999. 383 p.
4. Potato Products International Ltd (2001). Introduction to potato hybrids. [Consultado 3-11-2006]. Disponible en: <<http://www.bejoseeds.com/potato>>.
5. Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64 p.
6. Cuba. Minagri. Guía técnica para el cultivo de la papa. La Habana, 2000. 46 p.
7. Salomón, J. L. Estudio y selección de progenies híbridas de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum*, L.) en Cuba [Tesis de Maestría], INCA. 2001.
8. Salomón, J. L.; Estévez, A.; González, M. E. y Castillo, J. G. Comportamiento de progenies híbridas de papa (*Solanum tuberosum*, L.) a partir de semilla botánica. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 2, p. 59-61.
9. Nga, D. B.; Liem, P. X. y Smidieche, P. Results of true potato seed progeny evaluation from 1991 to 1995 in Vietnam. Workshop on the progress of the ADB financed TPS project for Vietnam. Hanoi, 1998.
10. Sarquiz, J. y López, F. Evaluación de características en planta, tubérculo y rendimiento para progenies de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum*, L.) en Valle Alto del centro de México. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 1999, vol. 11, no. 1, p. 26-39.
11. Cabello, R.; Chujoy, E. y Upadhya, M. Heterosis y endogamia en la producción de la semilla sexual de papa (TPS) y en el rendimiento del tubérculo. *Revista Latinoamericana de la Papa; Suplemento especial*. 2004.
12. Ortíz, R. y Golmirzaie, A. Genetic parameters for agronomic characteristics, I. Early and intermediate breeding populations of true potato seed. *Hereditas*, 2003, vol. 139, no. 3, p. 212.
13. Estrada, N. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. (ed) Bill Hardy y E. Martínez. Lima, CIP. 2000. 372 p.
14. Castillo, J. G.; Estévez A.; González, M. E.; Salomón, J. L.; Ortiz, E. y Ortiz, Ú. Comportamiento de cruces entre progenitores tetraploides de papa (*Solanum tuberosum*, L.) para su uso en un programa de semilla sexual en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 2, p. 71-75.
15. Manrique International Agrotech (2000). Potentials and realities of true potato seed. Tropag Noytes. [Consultado 3-6-2006]. Disponible en: <<http://www.lava.net/manrique>>.

Recibido: 2 de noviembre de 2005

Aceptado: 16 de noviembre de 2006