

EVALUACIÓN DE PROGENIES DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA

Lourdes González¹, Laura Niño¹, Ersley Villamizar¹, Franklin Suárez¹,
Eduardo Acevedo¹ y Luis Prieto¹

RESUMEN

La propagación de la papa mediante el uso de la semilla sexual es una tecnología alternativa importante para producir tubérculos-semilla a menor costo, que permite programar la siembra en diferentes condiciones de manejo, con ventajas para el transporte y almacenamiento. Se establecieron dos experimentos para evaluar la producción de tubérculos-semilla en almácigos a partir de semilla sexual, así como el rendimiento en campo y calidad culinaria de tubérculos de primera y segunda generación en dos localidades del estado Mérida, Venezuela. El primero se desarrolló con las progenies MF-IIxTPS-67, TPS-25xTPS-13, TPS-25xTPS-67, AchiranaxTS-4 y AchiranaxTPS-67, procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP) las cuales fueron sembradas en almácigos para evaluar la producción de tubérculos-semilla. El segundo experimento consistió en la evaluación del rendimiento en campo de los tubérculos de primera y segunda generación. La mejor progenie en cantero fue AchiranaxTPS-67 con 1674 tubérculos·m⁻². En la localidad de Mucuchíes (3100 msnm) se destacaron TPS-25xTPS-13 y AchiranaxTS-4 con rendimientos mayores a 30 t·ha⁻¹, superando a la variedad testigo Tibisay (16 t·ha⁻¹), mientras que en Musurao (3790 msnm) las progenies TPS-25xTPS-67 y AchiranaxTPS-67 presentaron buen comportamiento sin diferencias con la variedad testigo que alcanzó el mejor rendimiento. En la prueba de freído para la producción de papa en hojuelas se destacó, con cierto potencial, la progenie TPS-25 xTPS-13.

Palabras clave adicionales: Semilla botánica, tubérculos-semilla, calidad culinaria

ABSTRACT

Evaluation of true seed of potato (*Solanum tuberosum* L.) progenies in Mérida State, Venezuela

The potato propagation by using true seed is an important alternative technology to produce seed tuber at lower cost, allowing the sowing under different management conditions, with benefits to transportation and storing. Two experiments were established to evaluate the production of seed tuber from true potato seed in beds and to characterize yield and culinary quality of first and second generation tubers at two locations of Mérida State, Venezuela. The first trial was conducted with the progenies MF-IIxTPS-67, TPS-25xTPS-13, TPS-25xTPS-67, AchiranaxTS-4, and AchiranaxTPS-67, from the International Potato Center. Sowing took place in seed beds to evaluate the production of seed tubers. The second trial aimed the evaluation of yield of first and second generation tubers. The best progeny in seed beds was AchiranaxTPS-67 with 1674 tubers·m⁻². In Mucuchíes (3,100 m above sea level) TPS-25xTPS-13 and AchiranaxTS4 were relevant (yields above 30 t·ha⁻¹) thus surpassing the control variety Tibisay (16 t·ha⁻¹), while in Musurao (3790 m above sea level) progenies TPS-25xTPS67 and AchiranaxTPS-67 showed a good performance, without differences with the control variety, which had the best yield. In the fried test for the production of potato flakes, the progeny TPS-25xTPS-13 showed some potential importance.

Additional key words: Botanical seeds, mini-tubers, culinary quality

INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los rubros alimenticios básicos que más expande su superficie de cultivo en los países en desarrollo. Esto se debe a su amplia adaptación agroecológica, su gran valor nutritivo, además de sus variadas alternativas de

consumo y procesamiento (CIP, 1996). En Venezuela la papa se cultiva en diferentes zonas geográficas; no obstante, la región andina produce más del 80 % de la cosecha del país, con rendimientos promedios de 16 a 24 t·ha⁻¹. En el estado Mérida se cultivan anualmente alrededor de 10.000 ha, las cuales son cubiertas en un bajo

Recibido: Junio 15, 2009

Aceptado: Julio 30, 2010

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) CIAE Mérida. Mérida. Venezuela.
e-mail: lgonzalez@inia.gob.ve; gonzalezpl2002@yahoo.es

porcentaje por la semilla certificada producida en el país y para el resto se utiliza semilla importada o informal. Bajo estas circunstancias el desarrollo de nuevas alternativas de producción de semilla de papa se convierte en una prioridad. De allí que teniendo en cuenta la aceptación de la tecnología de semilla sexual en países en desarrollo, ésta se vislumbra como una alternativa apropiada en climas tropicales (Sarquis y López, 1999), dado su uso extensivo y abundancia de literatura de esta técnica a nivel mundial (Farooq, 2005). Una de las principales ventajas de la semilla sexual, como alternativa de propagación del cultivo de la papa, es la flexibilidad que ofrece a través de distintas formas de uso en diferentes condiciones agroecológicas (Hernández, 1999); además, no requiere de sofisticadas instalaciones de almacenamiento (las cuales son necesarias para mantener tubérculos-semilla) y pueden ser conservadas por varios años sin perder la viabilidad (Salomón et al., 2002). Esta semilla es económica, se puede transportar fácilmente y se requieren sólo 100-150 g para sembrar una hectárea de terreno (Plaisted, 1982), en comparación con las dos a tres toneladas de tubérculos-semilla requeridos al utilizar la propagación por la vía asexual. Por otra parte, permite la introducción rápida de nuevos cultivares a la producción comercial de papa (Salomón et al., 2002). En el país esta tecnología podría ganar aceptación entre los agricultores por razones técnicas y de manejo teniendo en cuenta las experiencias obtenidas en otras regiones. El objetivo de la presente investigación fue el de evaluar el comportamiento de cinco progenies de semilla sexual de papa en almácigos y comparar el rendimiento en campo junto con una variedad testigo multiplicada clonalmente, además de determinar la calidad culinaria de las progenies.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado consistió en cinco progenies de semilla sexual de papa, MF-IIxTPS-67, TPS-25xTPS-13, TPS-25xTPS-67, AchiranaxTS-4 y AchiranaxTPS-67, procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú. Las líneas parentales hembra, MFII y TPS-25 son líneas desarrolladas por el Instituto Central de Papa (ICP) en la India (Sarquis y Coria, 2005), y

la variedad Achirana proviene del INTA Argentina, tiene tolerancia a *Phytophthora infestans* y es androestéril, lo que ofrece ventajas en la producción de semilla sexual de papa porque no es necesario la emasculación. Las líneas macho TPS-13 y TPS-67 fueron obtenidas a partir de material puro del grupo Andígena en el CIP; ambas son sobresalientes por aptitud combinatoria para características agronómicas y por su elevada resistencia a *P. infestans* (Sarquis y Coria, 2005), mientras que TS-4 es un clon del CIP, con adaptación a zonas de mayor temperatura, proveniente de un cruzamiento de *S. neotuberosum* x *S. tuberosum* (Rolando Cabello, CIP. Comunicación personal).

El primer experimento consistió en la evaluación de las progenies en almácigo o cantero durante dos ciclos para la producción de tubérculos-semilla a partir de la semilla sexual, y se condujo bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los ensayos se establecieron en el Campo Experimental Mucuchíes del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Mérida, localizado a una latitud de 8° 45' N y altitud de 3094 msnm. Se utilizó un cantero de 30 m de largo x 1,3 m de ancho y 25 cm de profundidad con un sustrato compuesto por suelo mineral, abono orgánico de aves compostado (Fertipollo) y arena en proporción 4:2:1, el cual se desinfectó con Basamid a razón de 40 g·m⁻². Antes de la siembra se aplicó fertilizante a base de fósforo (Hidrofos), en dosis de 50 g·m⁻². La siembra se realizó a 10 x 10 cm colocando de tres a cinco semillas por punto; luego de la siembra se colocó una cobertura de protección la cual se retiró paulatinamente en función del crecimiento de las plántulas. Se aplicó riego para mantener condiciones adecuadas de humedad en el sustrato durante el ciclo del cultivo y se realizó fertilización química con la fórmula completa 12-12-17/2 SP en dosis de 125 g·m⁻². La cosecha se efectuó a los 150 días después de la siembra y se evaluó el número y peso de tubérculos por superficie de siembra para cada ciclo, así como el peso promedio del tubérculo.

El segundo experimento consistió en la siembra en campo de los tubérculos-semilla obtenidos en canteros para determinar el rendimiento y la calidad culinaria. En los años

2006 y 2007 se establecieron dos parcelas con tubérculos de primera y segunda generación en el Campo Experimental Mucuchíes, y en una finca particular ubicada en la localidad Musurao, municipio Miranda del estado Mérida a una latitud de 8° 52' N y altitud de 3790 msnm.

Además de las cinco progenies ya indicadas se empleó como testigo la variedad clonal Tibisay, y el experimento se condujo como un ensayo en bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Cada parcela experimental estuvo constituida de cuatro surcos de 6 m de longitud con una distancia de 0,9 m entre surcos y 0,3 m entre plantas.

La siembra se realizó cuando los tubérculos presentaban brotes vigorosos de 10 a 15 mm de longitud. La fertilización consistió en una aplicación de fórmula completa (12-12-17/2 SP) a razón de 1000 kg·ha⁻¹ al momento de siembra. Antes del aporque se aplicó sulfato de potasio y nitrato de calcio en dosis de 250 kg·ha⁻¹. Se efectuó control químico de malezas. El control de plagas y enfermedades se realizó mediante un manejo integrado, con bajo uso de plaguicidas. En el Campo Experimental de Mucuchíes el follaje se cortó a los 120 días después de la siembra y la cosecha se realizó a los 128 días, mientras que en Musurao el corte de follaje y la cosecha se realizaron a los 150 y 160 días, respectivamente. Durante la cosecha se evaluaron las plantas de los dos hilos centrales de cada parcela y se determinó el rendimiento comercial. Los resultados de ambos experimentos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias según la prueba de Tukey utilizando el programa Statistix 7.0.

Así mismo, se realizó una evaluación sensorial para lo cual se enviaron muestras de aproximadamente 10 kg de papa de cada progenie del ensayo de Mucuchíes a la empresa Snacks América Latina, en La Grita, estado Táchira, para analizar la calidad culinaria para producción de papa en hojuelas o “chips”, empleando como testigo la variedad de uso industrial Diacol Capiro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de tubérculos-semilla en almacígos

Se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre las progenies en cuanto al número

de tubérculos producidos por superficie de almacígo (Cuadro 1). La progenie AchiranaxTPS-67 produjo la mayor cantidad (1674,3 tubérculos·m⁻²), mientras que la TPS-25xTPS-13 resultó con el menor valor (639,7 tubérculos·m⁻²). Dam y Ho (1995) señalan que el número de tubérculos obtenidos a partir de semilla sexual de papa es generalmente alto y supera al obtenido en variedades comerciales.

Cuadro 1. Número y peso por unidad de superficie, y peso promedio del tubérculo de cinco progenies de semilla sexual de papa

Progenies	Tubérculos por unidad de superficie		Peso prom. (g)
	Número (m ⁻²)	Peso (kg·m ⁻²)	
MF-IIxTPS-67	1017,6 ab	8,34 b	9,73 a
TPS-25xTPS-13	639,7 b	10,71 ab	18,84 a
TPS-25xTPS-67	1248,8 ab	9,85 ab	7,89 a
AchiranaxTS-4	730,16 b	9,33 ab	13,53 a
AchiranaxTPS-67	1674,3 a	12,2 a	7,29 a
CV (%)	43,4	16,4	51,9

Medias seguidas de la misma letra en cada columna no son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Los resultados obtenidos superan ampliamente a los reportados por Sarquis y Coria (2005) quienes estudiaron siete progenies de semilla sexual también de la familia de híbridos TPS provenientes del Centro Internacional de la Papa, en condiciones cercanas a 19 ° de latitud norte, 1620 m de altitud y temperatura de 16 °C, y lograron 520 tubérculos por m⁻² en promedio para la progenie más destacada. También superan a los señalados por Salomón et al. (2002) quienes obtuvieron entre 233 y 313 tubérculos por m² para las progenies evaluadas en la Estación Experimental de Papa y Fibras, Cuba, en muy bajo piso altitudinal.

Estos grandes contrastes en la producción de tubérculos a partir de semilla sexual entre diferentes localidades se atribuyen a la interacción genotipo-ambiente, lo cual sugiere la necesidad de evaluar los materiales en cada zona de producción. Es importante destacar que en los trabajos con TPS realizados en el INIA-Mérida los resultados en forma general han superado a los obtenidos en otros países, tanto en número como en peso de tubérculos.

Con relación al peso total de los tubérculos por unidad de superficie, la progenie Achirana x TPS-67 también alcanzó el mayor valor con $12,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (Cuadro 1). Asimismo, el peso promedio del tubérculo no presentó diferencias significativas ($P>0,05$) entre progenies, lo cual se atribuyó a la alta variabilidad existente entre ellos ($\text{CV}=51,9 \%$). Sin embargo, la tendencia indicó menor peso (y tamaño) de tubérculos en la progenie con el mayor número de éstos (AchiranaxTPS-67). En general, el patrón de distribución del tamaño de tubérculos obtenidos con las progenies de semilla sexual mostró mayor cantidad de tubérculos de tamaños pequeños a medianos (80 a 96 %), y sólo una pequeña proporción de tubérculos de 40 mm o más, lo cual pudiera ser comparativo con los resultados de Sarquis y López (1999), y Sarquis y Coria (2005).

Rendimiento y calidad culinaria de tubérculos de primera y segunda generación

Todas las progenies mostraron buena adaptabilidad a las condiciones de campo, especialmente en la zona de Mucuchíes (3094 msnm). El rendimiento comercial promedio de los seis genotipos en Mucuchíes fue de 22,29 y 23,62 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en los años 2006 y 2007, respectivamente (Cuadro 2). Estos valores fueron superados por las progenies de semilla sexual AchiranaxTS-4 y TPS-25xTPS-13 en ambos años, las cuales presentaron diferencias significativas con la progenie TPS 25 x TPS 67 y la variedad testigo

(Tibisay). En la localidad de Musurao (3790 msnm) en el año 2006 la variedad testigo alcanzó el mejor rendimiento con $26,250 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ sin diferencias significativas con la progenie TPS-25 x TPS-67 y Achirana x TPS-67, pero superando a las otras tres progenies evaluadas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sarquis y Coria (2005) quienes detectaron diferencias entre genotipos al comparar el rendimiento de progenies de semilla sexual de papa con variedades clonales.

La evaluación de la calidad culinaria realizada por la Empresa Snacks (Frito Lay) mostró que cuatro de las progenies estudiadas no son aptas para producción de hojuelas o “chips”; sin embargo, se destacó la progenie TPS-25xTPS-13 la cual fue calificada con potencial en la prueba de freído ya que presentó valores bastante similares a los obtenidos por la variedad de uso industrial Diacol Capiro (Cuadro 3). Este resultado, sumado al hecho de que los tubérculos de la progenie TPS-25xTPS-13 tienen forma redondeada, ideal para hojuelas, pudiera indicar que, dependiendo de las condiciones de suelo y manejo de la fertilización, esta progenie pudiera mejorar su evaluación y lograr aceptación por la industria. Se observa que a pesar de que todas las progenies mostraron valores de materia seca (fracción de sólidos) dentro de los rangos exigidos por las empresas procesadoras, el parámetro que más influyó para considerar no aptas a cuatro de ellas fue el alto porcentaje de color indeseable que presentaron.

Cuadro 2. Rendimiento comercial ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cinco progenies de semilla sexual y una comercial de papa en dos localidades del estado Mérida

Progenies y variedades	Campo Experimental Mucuchíes		Musurao
	Año 2006	Año 2007	Año 2006
MF-IIxTPS-67	19,000 ab	21,500 ab	14,750 b
TPS-25xTPS-13	30,500 a	32,500 a	15,750 b
TPS-25xTPS-67	15,750 b	18,250 ab	20,250 ab
AchiranaxTS-4	31,500 a	31,500 a	15,250 b
AchiranaxTPS-67	24,000 ab	22,000 ab	16,250 ab
Tibisay (testigo)	13,000 b	16,00 b	26,250 a
Promedio general	22,292	23,625	18,083
CV (%)	39,36	35,30	32,63

Medias seguidas de la misma letra en cada columna no son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey ($P\leq 0,05$)

Cuadro 3. Calidad culinaria en muestras de papa de cinco progenies y dos variedades clonales en la empresa Snacks América Latina, planta La Grita, estado Táchira

Progenies y variedades	Fracción de sólidos (%)	Color indeseable (%)	Color verde (%)	Decoloración interna (%)	Decoloración externa (%)	Evaluación
MFIIxTPS-67	16,10	36,43	10,81	6,39	4,29	No apta
TPS-25xTPS-13	15,40	5,90	1,70	4,20	1,18	Con potencial
TPS-25xTPS-67	16,40	57,56	7,18	3,45	3,80	No apta
Achirana x TS-4	15,70	100,00	0,00	0,00	0,00	No apta
AchiranaxTPS-67	16,20	88,45	8,94	1,18	0,00	No apta
Tibisay	15,90	95,80	1,93	0,00	0,00	No apta
Diacol Capiro	16,50	7,21	1,18	2,59	7,58	Apta

CONCLUSIONES

Las cinco progenies de semilla sexual de papa evaluadas mostraron buena adaptabilidad durante los ensayos y entre ellas presentaron diferencias en producción tanto en almacigos como en campo. Las más prometedoras para las localidades en estudio fueron TPS-25xTPS-13 y AchiranaxTS-4, seguidas por AchiranaxTPS-67. Ninguna calificó como apta para fritura (hojuelas o chips) aunque en la evaluación se destacó la progenie TPS-25xTPS-13 como potencialmente apta.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de Venezuela, FUNDACITE Mérida y Gobernación del estado Mérida por sus valiosos aportes económicos en el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, a los agricultores de páramo andino venezolano donde se desarrollaron las evaluaciones y al Centro Internacional de la Papa por la donación de la semilla para las evaluaciones y el aporte de la tecnología.

LITERATURA CITADA

1. CIP (Centro Internacional de la Papa). 1996. EL CIP en 1995. Informe Anual del Centro Internacional de la Papa. Lima. 55 p.
2. Dam, N. y T. Ho. 1995. Potato production and TPS utilization in Vietnam. *In*: Upadhyha. Hardy, Gaur y Llangantileke (eds.). Production and Utilization of True Potato Seed in Asia. CIP and ICAR (Indian Council of Agricultural Research). New Delhi. India. pp. 55-65.
3. Farooq, K. 2005. Use of true potato seed for better yields. Tesis. University of Arid Agriculture. Rawalpindi. Pakistan. 356 p.
4. Hernández, A. 1999. La producción de papa por semilla sexual. *Cultivos Tropicales* 20(4): 57-71.
5. Plaisted, R. 1982. Potato. Fehr y Hadley (eds.). Hybridization of Crop Plants. American Society of Agronomy. Madison. WI. pp. 483-494.
6. Salomón, J., A. Estévez, M. González y J. Castillo. 2002. Comportamiento de progenies híbridadas papa (*Solanum tuberosum* L.) a partir de semilla botánica. *Cultivos Tropicales*. 23(2): 59-61.
7. Sarquis, J. y F. López. 1999. Evaluación de progenies de semilla sexual de papa en valles centrales de México. *Rev. Asoc. Latinoamericana de la Papa* 10: 12-20.
8. Sarquis, J.I. y N.A. Coria. 2005. Comparación de progenies de papa para producción de tubérculo semilla y rendimiento comercial. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28(2): 93-98.