

EVALUACION DE VARIETADES DE PAPA PARA PRODUCCION DE TUBERCULOS SEMILLA EN LOS ESTADOS DE MEXICO Y TLAXCALA*

EVALUATION OF POTATO VARIETIES FOR TUBER-SEED PRODUCTION IN THE STATES OF MEXICO AND TLAXCALA

Mateo A. Cadena Hinojosa¹, Margarita Díaz Valasis¹, Humberto López Delgado¹, Telésforo E. Zavala Quintana¹, Román Flores López², Manuel Villarreal González², Antonio Rivera Peña¹, Oswaldo Rubio Covarrubias¹, Ramiro Rocha Rodríguez²; H. Susana Azpíroz Rivero¹, José Luis Rodríguez de la O¹, Alejandro Manzo González⁵ y Sergio Barrales Domínguez⁵.

¹Dr., ²M.C., ³Ing. Investigadores titulares del Programa de Papa del Centro de Investigación de la Región Centro INIFAP-PRECODEPA. Apdo. Postal # 307 C.P. 56101 Texcoco, Edo. de Méx. México, ⁴Dr., ⁵M.C., Profesores investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo Depto. de Fitotecnia. C.P. 56230 Chapingo, Edo. de Méx. México.

RESUMEN

El uso de semilla sana de papa por parte del productor es una estrategia importante para prevenir las virosis en el cultivo. La carencia de ésta es uno de los problemas principales en las sierras de la Mesa Central de México, razón por la cual de 1993 a 1997, se evaluaron 17 cultivares y cuatro clones "libres" de los patógenos de mayor importancia que afectan al cultivo. Los tubérculos procedentes de invernadero (minitubérculos) se verificaron en su calidad fitosanitaria, mediante inspecciones visuales, pruebas serológicas y plantas indicadoras para virus y con la técnica Nucleic Acid Spot Hybridization (NASH) para viroides. En los experimentos de 1993, los rendimientos (ton ha⁻¹) oscilaron entre 16.0 en los cultivares Sangema e Ileri y 22.60 en Granola. Durante 1994, fueron de 20.75 en NAU-6 y de 38.80 en Alpha. En 1995 en San José, Tlaxcala, se registraron los siguientes: Sangema, 46.19; Norteña, 44.13; Michoacán, 38.23 Monserrat, 54.50; Marciana, 32.26; Mexiquense, 38.65; Gran Rosa, 29.88; María, 41.69; Alpha, 25.50; Gigant, 24.50; Granola, 21.06; Atlantic, 19.94 y NAU-6, 20.56. En este mismo año en Juchitepec, Edo de México, fueron: Sangema, 34.56; Norteña, 30.50 y Michoacán, 35.13. En 1996 en Calimaya, Edo. de Méx., se obtuvieron para Sangema, 48.50; Norteña,

34.25; Michoacán, 23.00; 575015, 49.70; 575047, 24.50; Sancal, 49.50; Atlantic, 37.25; NAU-6, 43.50; Granola, 36.25; Gigant, 50.25 y Alpha, 25.00. En 1997 en Calimaya, Méx., fueron: Sangema, 36.75; Norteña, 27.88; 575015, 64.63; Granola, 64.94; Gigant, 53.00; NAU-6, 57.75 y Alpha, 37.50. En el caso de la localidad de Calpulalpan, Tlaxcala, Sangema rindió 21.25; Norteña, 19.55; Sancal, 17.95; Michoacán, 9.55; Lupita, 17.45; 676008, 14.15; 676025, 16.70; 575047, 7.45; Gigant, 13.35; Alpha, 11.25 y NAU-6, 12.10. En los materiales de invernadero sembrados en el campo durante los años de investigación, la incidencia de las principales virosis en la zona (PLRV, PVY y la variante mosaico de PVX) fue de cero. Sin embargo, en la variedad Sancal, en el campo, se encontraron algunas plantas con mosaico. La incidencia de la punta morada en los tubérculos en campo osciló entre 5 y 80%, mientras que en el invernadero no se detectó ningún caso. Se considera conveniente apoyar estas zonas, mediante el desarrollo de programas de producción de semilla de calidad fitosanitaria, sobre todo en aquellos lugares de las Sierras con incidencias bajas de punta morada.

Palabras clave: Producción de semilla, enfermedades virosas, manejo integrado, punta morada.

* Fecha de recepción : 25 de agosto de 1998

Fecha de aceptación: 4 de noviembre de 1998

ABSTRACT

The use of healthy seed tubers by potato growers is a very important strategy for the prevention of virus diseases. The lack of healthy seed tubers, is one of the most important potato production problems in the "Sierras" of the central plateau of Mexico. For this reason, 17 cultivars and 4 clones "free" of the main pathogens affecting the crop, were evaluated from 1993 to 1997. The greenhouse tubers (minitubers) were tested by visual inspections, indicator plants and serological tests for virus diseases and with «NASH» (nucleic acid spot hybridization) for viroids. Field trials carried out during 1993, fluctuated in yield from 16.00 tons ha⁻¹ in Sangema and Ileri cultivars to 22.60 tons ha⁻¹ in Granola cultivar. In 1994, yield ranged from 20.75 ton ha⁻¹ in NAU-6 to 38.80 tons ha⁻¹ in Alpha. In 1995 yield (ton ha⁻¹) in San José, Tlaxcala, were: Sangema 46.188, Norteña 44.125; Michoacan, 38.225; Monserrat, 54.500; Marciana, 32.263; Mexiquense, 38.650; Gran Rosa, 29.875; Maria, 41.688; Alpha, 25.500; Gigant, 24.500; Granola, 21.063; Atlantic, 19.938 and NAU-6 20.563. Same year, yield at Juchitepec, Mexico, was: Sangema, 34.563; Norteña 30.500; Michoacan, 35.125. In 1996, yield at Calimaya Mexico, was: Sangema, 48.500; Norteña, 34.250; Michoacan, 23.000; 575015, 49.700; 575047, 24.500; Sancal, 49.500; Atlantic, 37.250; NAU-6, 43.500; Granola, 36.250; Gigant, 50.250 and Alpha, 25.000. In 1997 the yield (ton ha⁻¹) in Calimaya México was: Sangema, 36.750; Norteña, 27.875; 575015, 64.625; Granola, 64.938; Gigant-B, 53.000 y Alpha, 37.500; NAU-6, 57.750. The same year in Calpulalpan Tlaxcala, the yield was: Sangema, 21.250; Norteña, 19.550; Sancal, 17.950; Michoacán, 9.550; Lupita, 17.450; 676008, 14.150; 676025, 16.700; 575047, 7.450; Gigant, 13.350; Alpha, 11.250 y NAU-6, 12.100. In all years, the incidence of virus diseases (PLRV, PVY, and the mosaic strain of PVX) in field trials planted with greenhouse tubers, was practically 0. Incidence of potato purple top in the tuber was from 5% to 80 % and it was never detected under greenhouse conditions. It is considered expedient to support the development of programs of seed potato with good health in those regions in the "Sierras", where the incidence of potato purple top is low.

Key words: Seed production, virus diseases, integrated management, purple top.

INTRODUCCION

La insuficiencia de semilla de buena calidad fitosanitaria es un problema importante del cultivo de la papa en la región central de México (Cadena y Zavala, 1986; Piña *et al.*, 1986; Piña *et al.*, 1989). Algunas de las causas principales de esta situación son el ataque de las virosis y de la punta morada (Cadena, 1974; Cadena y Zavala, 1986; Cadena y Galindo, 1986).

Las enfermedades virósicas son un factor limitante en la producción de semilla a nivel estatal, nacional e internacional (Fribourg, 1980) y son de especial trascendencia en las sierras del Altiplano Mexicano (Cadena *et al.*, 1992; Díaz *et al.*, 1992; Piña *et al.*, 1986; Piña *et al.*, 1989). Lo anterior se debe a que, en estos lugares para la siembra generalmente se utiliza semilla de baja calidad, así como a la falta de precauciones para evitar la diseminación de virus durante el cultivo y almacenamiento de los tubérculos-semilla (Cadena y Zavala, 1986; Piña *et al.*, 1986; Piña *et al.*, 1989).

Considerando que la reproducción de la papa es en forma vegetativa, y por consecuencia la mayoría de estos patógenos pasan de una generación a otra en los tubérculos y que no existen otras fuentes de inóculo dentro o fuera del cultivo, una de las medidas recomendadas para la prevención de virosis es utilizar semilla "libre" de estos patógenos o con bajos porcentajes de los mismos (Bagnall, 1980; Bokx, 1972; Cadena y Zavala, 1986; Hooker, 1980; Hooker, 1982; Jones, 1977; López *et al.*, 1985; López *et al.*, 1988; Munro, 1980).

Son múltiples los virus y sus variantes que afectan a la papa; la importancia de cada uno depende del virus que esté atacando, de la variante, de la variedad afectada, de las condiciones ambientales y del tiempo en que ocurre la infección (Díaz *et al.*, 1996, Munro, 1980; Peters y Jones, 1980; Piña *et al.*, 1989; Salazar, 1982). Las pérdidas que afectan el rendimiento y la calidad de la producción son diversas; las virosis más importantes son: el virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV), el virus Y de la papa (PVY), el virus X de la papa (PVX) (Cadena y Zavala, 1986; Díaz *et al.*, 1997; Hooker, 1982; Piña *et al.*, 1989; Salazar, 1982), que se presentan en las principales zonas paperas de México (Cadena y Zavala, 1986; Piña *et al.*, 1989; Zavala y Cadena, 1987).

El PLRV y algunas variantes de PVY provocan reducciones de 50 a 80% en el rendimiento de las plantas afectadas (Hooker, 1980; Piña *et al.*, 1989; Salazar, 1982) y el PVX del 10% (Hooker, 1982). Este último y el virus S de la papa (PVS), llegan a multiplicarse dentro de las plantas sin presentar síntomas obvios, causando infecciones latentes, con lo cual en las variedades tolerantes es posible que actúen como fuentes de inóculo para aquéllas que son susceptibles (Bagnall, 1980; Bokx, 1972; Díaz *et al.*, 1996). Cuando dos virus se encuentran en la misma planta, las pérdidas son mayores como sucede con PVX y PVY, cuyo efecto sinérgico originan el mosaico rugoso (Bokx, 1980).

La punta morada de la papa (PMP), enfermedad posiblemente causada por un fitoplasma y transmitida por insectos del orden Homóptera, es también un problema importante en la producción de papa comercial y para semilla (Cadena, 1974; Cadena, 1987), ya que disminuye el rendimiento, causa pardeamiento interno y brotación anormal en los tubérculos infectados (Cadena, 1974; Cadena y Galindo, 1986; Cadena, 1987; Cadena, 1993). Se ha encontrado que con la aplicación de insecticidas sistémicos o de contacto disminuye su incidencia (Cadena, 1974; Cadena y Galindo, 1986; Cadena, 1987; Cadena, 1997). Aun cuando su transmisión por los tubérculos es errática y ocurre en porcentajes relativamente bajos, esta enfermedad se considera de importancia en la reproducción asexual de la papa, porque al producir la brotación anormal, impide la utilización de los tubérculos como semilla (Cadena, 1974).

Los objetivos de esta investigación fueron: a) evaluar variedades de papa para la producción de semilla "libre" de los principales patógenos, bajo las condiciones de las sierras de los estados de México y Tlaxcala, y b) determinar su comportamiento en cuanto a rendimiento y fitosanidad.

MATERIALES Y METODOS

Evaluación de variedades mexicanas resistentes al tizón tardío, clones avanzados y de variedades europeas, con tubérculos de invernadero.

Años de prueba: 1993 y 1994. El experimento se realizó en Los Pocitos, municipio de Calpulalpan, Tlaxcala, bajo condiciones de temporal y en terrenos de un productor cooperante. Durante la cuarta semana de junio se sembraron de 200 a 600 tubérculos de invernadero del Campo

Experimental Valle de México (CEVAMEX) "libres" de las principales enfermedades virosas. Los materiales utilizados en 1993 fueron: Sangema, Ileri, NAU-6, Timate, Gigant, Granola y Alpha; en 1994, Sangema, Norteña, Ileri, Monserrat, Alpha, Granola, Gigant, Gran Rosa, Atlantic y NAU-6.

Se empleó la fórmula de fertilización 60-120-30 mezclada con Volatón 5%, 20 kg ha⁻¹, y los tubérculos se asperjaron con Benlate 1 g L⁻¹. El follaje se eliminó químicamente a los 90 días después de la siembra, mediante la aplicación de Gramoxone.

En los dos años de experimentación durante la época de crecimiento se suministraron los insecticidas sistémicos Folimat, Tamaron y Thiodan para el control de los insectos vectores de virus y fitoplasmas. Para el control del tizón tardío de la papa se aplicó Ridomil-Bravo, Daconil más Oxiclورو de cobre y ocasionalmente Manzate 200. La cosecha se efectuó después de 4-8 semanas de eliminado el follaje.

Año de prueba: 1995. Este estudio se llevó a cabo en San José, Tlaxcala y Juchitepec, Estado de México, bajo condiciones de temporal. En ambas localidades, durante la segunda y tercera semana de mayo se sembraron de 100 a 500 tubérculos procedentes del invernadero del CEVAMEX, libres de los principales patógenos que afectan a este cultivo como virus, viroides, etc. Se utilizaron los genotipos Sangema, Norteña, Michoacán, Monserrat, Marciana, Mexiquense, Gran Rosa, María, Alpha, Gigant, Granola, Atlantic y NAU-6.

En los dos sitios, al fondo del surco se aplicó la fórmula de fertilización 90-180-60 sobre los tubérculos, y antes de tapar Furadán y PCNB. Asimismo, después de la emergencia se suministró Sencor para el control de la maleza.

Durante la época de crecimiento se aplicaron los insecticidas Arribo, Ethion, Monitor y los fungicidas Ridomil-Bravo y Flonex para el control del tizón tardío. El follaje se eliminó mecánicamente a los 110 días después de la siembra.

Años de prueba: 1996 y 1997. Este experimento se realizó en las faldas del Nevado de Toluca, municipio de Calimaya, Edo. de Méx. con un productor cooperante de la

zona. Durante la primera semana de junio, bajo condiciones de temporal se sembraron de 100 a 500 tubérculos del invernadero del CEVAMEX "libres" de las principales enfermedades virósicas. En 1996 se emplearon los materiales Sangema, Norteña, Michoacán, Sancal, 575047, 575015, NAU-6, ATM, Gigant, Granola y Alpha, y en 1997 Sangema, Norteña, NAU-6, Michoacán, 575015, Gigant y Alpha.

En ambos años se usó la fórmula de fertilización 90-180-30 mezclada con el insecticida Mocap. Los tubérculos se asperjaron con Monceren 2 L ha⁻¹. Durante el período de crecimiento se aplicaron los insecticidas sistémicos Imidacloprid, Metamidofos, Parathion y Thiodan para el control de los insectos vectores de virus y fitoplasmas. Para el caso del tizón tardío de la papa se administró Ridomil-Bravo y Manzate 200. El follaje se eliminó químicamente 90 días después de la siembra, con la aplicación de Gramoxone.

Año de prueba: 1997. Se aplicó la fórmula de fertilización 90-180-60 al momento de la siembra (3a. semana de mayo) y los tubérculos se asperjaron con Quintoceno para el control de *R. solani*, durante el ciclo vegetativo del cultivo se suministraron insecticidas sistémicos Ethion y Tamaron, y los fungicidas Ridomil-Bravo y Mancozeb y Eco (10 aplicaciones en total).

Generalidades metodológicas. Los materiales usados en los experimentos de campo se probaron mediante la prueba inmunológica ELISA (Clark y Adams, 1977) para PVX, PVY, PLRV, PVS, y ocasionalmente con la prueba de LATEX (Hooker, 1980) para PVX PVS, PVY, con plantas indicadoras para la detección de PVA, PVM y otros virus transmitidos mecánicamente. Para demostrar la ausencia del viroide del tubérculo fusiforme de la papa (PSTV) se utilizó la técnica de NASH (Owen y Diener, 1981; Salazar *et al.*, 1983), la cual se realizó con el apoyo del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima, Perú.

En todos los casos la distancia entre surcos fue de 92 cm y entre plantas de 10 a 20 cm. El diámetro de los tubérculos procedentes del invernadero utilizados en los experimentos osciló entre 20 y 40 mm.

Las variedades Gigant, Granola, Atlantic y el clon NAU-6, evaluados en estos experimentos, fueron resistentes al virus X de la papa (Díaz *et al.*, 1996), que es común en el área de estudio, llegando a detectarse incidencias hasta de 100% en otros materiales susceptibles (Cadena y Zavala, 1986; Cadena *et al.*, 1992; Díaz *et al.*, 1996).

Durante el período en que se realizaron las pruebas (1993 a 1997), se efectuaron lecturas semanales para determinar presencia o ausencia de virus y punta morada de la papa (PMP). En el almacén se tomaron lecturas de brotación para la incidencia final de esta última enfermedad. Las virosis se verificaron visualmente en el caso de PLRV, PVY o variantes severas de PVX, ocasionalmente se utilizó la técnica ELISA (Clark y Adams, 1997) o la de LATEX (Fribourgy Nakasima, 1980) para la comprobación del diagnóstico.

El ataque del tizón tardío de la papa (*P. infestans*) se evaluó mediante la escala internacional 1 = sin ataque y 9 = 100% de defoliación.

En el caso de agroquímicos se usó la dosis recomendada por el fabricante.

Después de 4-10 semanas de eliminado el follaje, se cosecharon cuatro repeticiones al azar, la parcela útil fue de 2 m². Con los datos se efectuó el análisis de varianza y la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Siembra de variedades mexicanas resistentes al tizón tardío, de clones avanzados y de variedades europeas, con tubérculos de invernadero.

Años de prueba: 1993 y 1994. Para 1993 se tuvo un control efectivo del tizón tardío, en los Pocitos, Tlax., ya que se presentó al final del ciclo del cultivo y sólo se observaron mínimas lesiones. El ataque fue menor de 2 en la escala internacional.

En lo que se refiere a virosis, al finalizar el período vegetativo del cultivo ninguno de los genotipos mostró plantas enfermas con PLRV, PVY o alguna variante severa PVX; así como ningún tipo de mosaico o síntoma de enfermedad virosa. La incidencia de la punta morada en el follaje fue baja, menor de 1.0%, (las plantas con síntomas se eliminaron) y en los tubérculos osciló entre 1.0 y 5.0 %.

Los rendimientos (ton ha⁻¹) de los genotipos estudiados se encontraron entre 22 y 16, los tubérculos producidos fueron principalmente de las categorías de 2a. y 3a. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de variedades resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) y variedades europeas procedentes de invernadero. Los Pocitos, Calpulalpan, Tlaxcala. 1993.

Genotipo	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	
Sangema	16.00	c
Ireri	16.00	c
NAU-6	20.00	a b c
Timate	16.50	b c
Gigant	17.00	b c
Granola	22.00	a
Alpha	20.25	a b

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

Durante 1994 en Sto. Tomás Apipilhuasco la incidencia de virosis en la etapa de crecimiento fue prácticamente 0, y al finalizar el ciclo ninguno de los materiales mostró plantas enfermas con PLRV, PVY, ni algún tipo de mosaico. Los rendimientos en ton ha⁻¹ se observan en el Cuadro 2.

Al final del ciclo se presentó un ataque de Punta Morada, que afectó la brotación de los tubérculos entre un 30.0 y 50.0%, y la lectura del tizón tardío fue de 1.5% en los genotipos resistentes y de 1.8 a 2.0% en los susceptibles.

Cuadro 2. Rendimiento de variedades y clones avanzados procedentes de invernadero bajo condiciones de las sierras de la región central de México. Santo Tomás Apipilhuasco, Tepetlaoxtoc, Texcoco, Edo. de Méx. 1994.

Genotipo	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	
Sangema	34.75	ab
Norteña	36.25	ab
Ireri	36.63	ab
Monserrat	23.63	cd
Alpha	39.88	a
Gran Rosa	29.25	bc
Gigant	29.75	bc
Granrosa	21.38	d
Atlantic	19.50	d
NAU-6	20.75	d

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

Evaluación de variedades y clones avanzados resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) procedentes de invernadero.

Año de prueba: 1995. En las localidades de Juchitepec, Edo. de Méx. y San José Tlax., la incidencia de virosis fue baja (menor a 0.5%) y el ataque del tizón tardío entre 1.5 en los genotipos resistentes a 2.0% en los susceptibles. A finales del ciclo se presentó un ataque de punta morada, que en el follaje fluctuó entre el 5.0 y el 15.0% y en los tubérculos entre 25 y 35%.

Los rendimientos promedio y las pruebas de significancia de las dos localidades se muestran en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Rendimiento de variedades y clones avanzados resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) procedentes de invernadero y campo probadas en Crucero, Cicitec, Juchitepec, Edo. de Méx. 1995.

Genotipo	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	
Sangema	34.56	a
Norteña	30.50	b
Michoacán	35.12	c

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

Cuadro 4. Rendimiento de variedades y clones avanzados resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) procedentes de invernadero en San José, Tlaxcala. 1995.

Genotipo	Rendimiento (ton ha ⁻¹)
Sangema	46.18
Norteña	44.12
Michoacán	38.22
Monserrat	54.50
Marciana	32.26
Mexiquense	38.65
Gran rosa	29.87
Maria	41.68
Alpha	25.50
Gigant	24.50
Granola	21.06
Atlantic	19.93
NAU-6	20.56

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

Año de prueba: 1996. En las faldas del Nevado de Toluca se obtuvo un control efectivo del tizón tardío, el cual se presentó al final del ciclo del cultivo y sólo se observaron unas cuantas lesiones. El ataque fue menor de 2 en la escala internacional. En lo que se refiere a virosis, al finalizar el período vegetativo del cultivo, ninguno de los genotipos mostró plantas enfermas con el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), el virus Y de la papa (PVY) o alguna variante severa del virus X de la papa (PVX); así como ningún tipo de mosaico o síntoma de enfermedad virosa. La incidencia de la punta morada en el follaje fue baja, menor del 1.0% (las plantas con síntomas se eliminaron), y en los tubérculos entre 30 y 50%.

Los rendimientos (ton ha^{-1}) por genotipo fluctuaron entre 50.25 (Gigant) y 23.00 (Michoacán) (Cuadro 5). Los tubérculos producidos fueron principalmente de las categorías de 1a. y 2a. y en menor cantidad de 3a. clase. La variedad Alpha tuvo un rendimiento menor, posiblemente debido al tamaño pequeño de brote de los minitubérculos al sembrarse en el campo, así como al potencial rendidor de la variedad.

Los genotipos: Sangema, Gigant y los clones NAU-6, 575015 y Sancal, tuvieron un buen rendimiento (Cuadro 5).

Aun cuando los rendimientos de la primera generación de los tubérculos procedentes de invernadero, generalmente

Cuadro 5. Rendimiento de variedades resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) y variedades europeas procedentes de invernadero. Faldas del Nevado de Toluca, Calimaya, Edo. de Méx. 1996.

Genotipo	Rendimiento (ton ha^{-1})*	
Sangema (Rosita)	48.50	a
Norteña	34.25	b
Michoacán	23.00	c
575015	49.70	a
575047	24.50	c
Sancal	49.50	a
Atlantic	37.25	b
NAU-6	43.50	ab
Granola	36.25	b
Gigant	50.25	a
Alpha	25.00	c

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

son menores a los provenientes de campo, los obtenidos en este experimento se consideran altos en la mayoría de los genotipos probados.

Año de prueba: 1997. En Calimaya, Estado de México se logró un control efectivo del tizón tardío, ya que se presentó al final del ciclo del cultivo y sólo unas cuantas lesiones. El ataque fue menor de 2 en la escala internacional. En cuanto a virosis, al finalizar el período vegetativo del cultivo, ninguno de los genotipos mostró plantas enfermas con el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), el virus Y de la papa (PVY) o alguna variante severa del virus X de la papa (PVX); así como ningún tipo de mosaico o síntoma de otra enfermedad virosa. La incidencia de la punta morada en el follaje fue baja (las plantas con síntomas se eliminaron), y en los tubérculos fluctuó entre 10 y 20%. La incidencia en la variedad Alpha del productor cooperante tratada con la misma tecnología osciló entre 3.0 y 8.0%.

Los rendimientos (ton ha^{-1}) por genotipo se muestran en el Cuadro 6. Aun cuando el rendimiento de la primera generación de los tubérculos procedentes de invernadero (TPI), generalmente es menor al de los provenientes de campo, los obtenidos en este experimento se consideran altos en la mayoría de los genotipos probados.

Cuadro 6. Rendimiento de variedades resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) y variedades europeas procedentes de invernadero, Faldas del Nevado de Toluca, Calimaya, Edo. de Méx. 1997.

Genotipo	Rendimiento (ton ha^{-1})
Sangema (Rosita)	36.75 b
Norteña	27.87 a
575015	64.62 a
Granola	64.93 a
Gigant	53.00 a
Alpha	37.50 b
NAU-6	57.75 a

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

En la localidad de Calpulalpan, Tlax., los rendimientos variaron entre 21.25 y 7.45 ton ha^{-1} en este caso se consideran relativamente bajos debido a que la tecnología empleada en estos lugares es generalmente limitada (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento de variedades resistentes al tizón tardío de la papa (*P. infestans*) y variedades europeas procedentes de invernadero. Calpulalpan, Maninal, Tlax. 1997.

Genotipo	Rendimiento (ton ha ⁻¹)
Sangema(Rosita)	21.25 a
Norteña	19.55 a
Sancal	17.95 ab
Michoacán	9.55 de
Lupita	17.45 ab
676008-B	14.15 bcd
676025	16.70 abc
575047	7.45 e
Gigant	13.35 bcd
Alpha	11.25 de
NAU-6	12.10 cde

Las medias unidas por la misma letra no difieren entre sí al nivel de 0.05 en la prueba de Tukey.

En ambas localidades (Cuadros 6 y 7) las variedades y genotipos evaluados tuvieron bajo porcentaje de virosis, lo que significa que el control fue eficiente, por lo cual se considera que la calidad fitosanitaria de los mismos es buena. En Calpulalpan la incidencia de la punta morada de la papa en los tubérculos, osciló entre 40 y 80%, y en Calimaya de 10 a 20%.

Aun cuando los rendimientos de la primera generación de los tubérculos para la siembra procedentes de invernadero (20-40 mm) tienden a ser menores a los procedentes de campo (35 a 55 mm), los rendimientos en el caso de este estudio fueron aceptables en el total de los años y, la mayoría de los tubérculos producidos tuvieron un diámetro mayor a los 45 y menor de 65 mm.

Al igual que en otro trabajo reportado en invernadero (Díaz *et al.*, 1996), en este estudio no se detectó ningún rompimiento en la resistencia al PVX en NAU-6, Atlantic, Gigant y Granola durante las pruebas de campo, aunque el virus estuvo presente en otras variedades susceptibles.

En la totalidad de los experimentos las variedades y genotipos evaluados registraron bajos porcentajes de virosis, lo cual significa que el control de éstas fue eficiente. Sin embargo, en la variedad Sancal, en campo, se encontraron algunas plantas con mosaico y se sabe que es susceptible a este tipo de enfermedad, por lo que se requiere tomar las precauciones necesarias para evitar su contagio.

La incidencia de la punta morada en tubérculos en campo osciló entre 5 y 80%, en tanto dentro del invernadero no se detectó ningún caso. Lo anterior confirma lo encontrado en otro estudio realizado por investigadores del INIFAP (Cadena, 1993). Dado que los tubérculos-semilla utilizados en estos experimentos estaban libres de la PMP, la incidencia de ésta en las primeras semanas de desarrollo en el campo fue 0; sin embargo, en la mayoría de las localidades evaluadas en los últimos cuatro años, la incidencia final de la PMP en los tubérculos fue alta (hasta de 80%). Esto se puede considerar como una evidencia de que los reservorios de la PMP están fuera del cultivo de la papa, a diferencia del caso de los virus que generalmente pueden ir dentro de los tubérculos-semilla y servir como fuentes de inóculo inicial para su diseminación.

CONCLUSIONES

1. Al utilizar semilla "libre" o con bajos porcentajes de patógenos que dañan al cultivo de la papa, el porcentaje de plantas infectadas por virus en el campo fue generalmente bajo.
2. Se confirmó que este método de prevención de enfermedades virosas es eficiente en las regiones de las sierras de la Mesa Central de México; sin embargo, se considera conveniente apoyar programas de producción de semilla de buena calidad fitosanitaria, en aquellos lugares en los que la incidencia de la punta morada de la papa (PMP) es moderada o baja.

LITERATURA CITADA

- Bagnall, R.H. 1980. Virus S. *In*: Hooker, W.J. (ed). Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. p. 105-106.
- Bokx, J.A. 1972. Viruses of potatoes and seed potato production. Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation. 231 p.
- Bokx, J.A. 1980. Mosaico rugoso. *In*: Hooker, W.J. (ed). Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. p. 98-100.
- Cadena H., M. A. 1974. Estudios sobre la "Punta Morada" de la papa. Tesis de maestría. Chapingo, Edo. de Méx., México, Colegio de Postgraduados, Centro de Fitopatología.

- Cadena H., M. A. y Zavala Q., T. E. 1986. Detección de virus en los materiales del Programa de Papa-INIFAP. *Agric. Téc. Méx.* 12: (2) 271-281.
- Cadena H., M. A. y Galindo A., J. 1986. Reducción de la incidencia de la "punta morada de la papa" por medio de fechas de siembra, genotipo de planta y aplicación de insecticidas. *Rev. Mexicana de Fitopatología*, 3:100-104.
- Cadena H., M. A. 1987. Efecto de genotipos de planta, aplicaciones de antibiótico e insecticidas en el control de la "punta morada" de la papa. *Agric. Téc. Méx.* 13: (1) 3-13.
- Cadena H., A.; Díaz V., M. y Rivera P., A. 1992. Estudio preliminar sobre las enfermedades virósicas de la papa silvestre en la Mesa Central de México. *Rev. Mexicana de Fitopatología* 9 (2): 126-128.
- Cadena H., M. A. 1993. La punta morada de la papa en México: incidencia y búsqueda de resistencia. *Agrociencia, Serie Protección Vegetal* 4:247-256.
- Cadena H., M.A. 1997. Potato purple top in Mexico III. Effects of genotype plant spacing and insecticide application. (Impreso, con resumen en español). 16 p.
- Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34:475-488.
- Díaz V., M.; Cadena H., M. A.; Torres V., E. y Cárdenas S., E. 1992. Identificación de los agentes causales de las manchas amarillas de la papa cultivada en la Mesa Central de México. *Rev. Mexicana de Fitopatología* 10(1):60-63.
- Díaz V., M.; Cadena H., M. A.; García E., R. y Estañol B., E. 1996. Efecto de 2 aislamientos del virus X de la papa en los principales cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) sembrados en México. *Rev. Mexicana de Fitopatología* 13:10-17.
- Díaz V., M.; Cadena H., M. A.; Azpíroz R., H. S. y Cárdenas S., E. 1997. Diagnóstico de enfermedades causadas por virus y fitoplasmas en papa. *In: 1er. Simposium Regional de Papa. Memorias de los trabajos completos 6 y 7 de Nov. 1997. Tlaxcala, Tlax., México, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Tlaxcala. p.57-70.*
- Fribourg, C.E. 1980. Historia y distribución de los virus de papa en América Latina. *Fitopatología* 15:13-24.
- Fribourg, C.E. y Nakasima, J. 1980. La prueba de aglutinación de látex como método rutinario para la detección de virus de papa. *Fitopatología* 14:45.
- Hooker, W.J. (ed.). 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 166 p.
- Hooker, W.J. (ed.). 1982. Enfermedades virósicas de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 17 p. (Boletín de información técnica 19).
- Jones, R.A. 1977. Los virus de la papa en América Latina y recomendaciones para su control. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa.
- López D., H.; Zavala Q., T. E. y Cadena H., M. A. 1985. Obtención y conservación de genotipos de papa libres de virus. Chapingo, Edo. de Méx., México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Valle de México. 16 p. (Folleto Misceláneo Núm. 3).
- López D., E.; Cadena H., M. A.; Villareal G., M. J. y Zavala Q., T. E. 1988. El Banco de Germoplasma *In vitro* del Programa de Papa del INIFAP. *Agric. Téc. Méx.* 14(1): 133-137.
- Munro, J. 1980. Mosaico latente. *In: Hooker, W.J. (ed.). Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. p. 105-106.*
- Owens, R.A. and Diener, T. O. 1981. Sensitive and rapid diagnosis of potato spindle tuber viroid disease by nucleic acid hybridization. *Science* 213:670-672.
- Peters, D. and Jones, R. C. A. 1980. Enrollamiento de la hoja de la papa. *In: Hooker, W.J. (ed.). Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa p. 95-98.*
- Piña, J. R.; Cadena H., M. A. y Hahn, P. 1986. Detección del virus del enrollamiento de la hoja de la papa (VEHP) por medio de la técnica inmunoenzimática (ELISA). *Rev. Mexicana de Fitopatología* 4:93-97.
- Piña, J. R.; Hahn, P.; Cadena H., M. A. y Rodríguez M., R. 1989. El virus del enrollamiento de las hojas de papa (PLRV) en las sierras y valles del altiplano Mexicano. *Agrociencia* 77:21-23.
- Salazar, L.F. 1982. Enfermedades virósicas de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la papa. 50 p.
- Salazar, L.F.; Owens, R. A.; Smith, D. R. and Diener, T. O. 1983. Detection of potato spindle tuber viroid by nucleic acid spot hybridization: evaluation with tuber sprouts and true potato seeds. *Am. Potato J.* 60:587-597.

Zavala Q., T.E. y Cadena H., M. A. 1987. Detección del virus Y de la papa en brotes de tubérculos. Rev. Mexicana de Fitopatología 5:32-37.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de las Fundaciones Produce Tlaxcala y México, de PRECODEPA y del Departamento de Fitotecnia de la UACH, así como la participación activa de los siguientes productores de papa de la Región Central de México: Víctor Barraza, Manuel Barraza, Manuel Villarreal, Luis Villaverde, José Gomez, R. Romero, Ezequiel Lazcano, Angel Lazcano, Baltazar Maldonado, Merced Hernández, J. Miguel Hernández, Juan Rodríguez, Valente Rodríguez, Angel Rodríguez, Cruz Rodríguez, Camilo Rodríguez, Filemón Rodríguez y Federico Rodríguez.