

DESARROLLO DE CLONES HIBRIDOS DE PAPA *ANDIGENA* RESISTENTES A VIRUS

DEVELOPMENT OF HYBRIDS CLONES OF *ANDIGENA* POTATOES RESISTANT TO VIRUS

Gustavo Javier Torres¹

RESUMEN

Utilizando 19 clones F_1 de cruza dialélicas en diseño 3 y de polinización libre de cultivares de la especie de papas nativa *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* con resistencia de campo a virus: 16 a un virus y 3 a dos virus, se propuso desarrollar una progenie F_3 con mayor frecuencia de genes de resistencia a dos o más virus, mediante selección recurrente simple basada en la prueba de la progenie con ELISA. Por circunstancias adversas dicha proposición no fue probada, reduciéndose la investigación a la evaluación de la durabilidad de la resistencia de campo a virus específicos y del rendimiento de los clones F_1 . Se encontró que 15 clones presentaron una durabilidad de la resistencia de campo de 5 años a uno y dos de los virus: PVX, APMV, APLV y PLRV; un clon con resistencia a PVX y APLV sólo mantuvo la resistencia a PVX, y 3 clones perdieron su resistencia a APMV y PVY. Cinco clones con resistencia de campo a uno de los virus: PVX y APMV, y un clon con resistencia a dos virus: APMV y APLV, tuvieron un rendimiento promedio en 3 años, de más de 0,7 Kg., por planta con una desviación estándar menor a 0,35 Kg., por planta.

Palabras clave: Virus, *Solanum tuberosum*, clones, rendimiento.

ABSTRACT

Using 19 clones F_1 from diallel crosses in design 3 and from open-pollinated of the native cultivated potato species *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* with field resistance to virus: 16 to one virus and 3 to two virus, it was proposed to develop an offspring F_3 with greater frequency of resistance genes to two or more virus, through simple recurrent selection based on the progeny test with ELISA. For adverse circumstances such proposition was not tested, and the investigation was reduced to the evaluation of the durability of the field resistance to specific virus and the yield of the clones F_1 . It was found that 15 clones presented a durability of the 5-year-old field resistance to one and two of the virus: PVX, APMV, APLV and PLRV; one clone with resistance to PVX and APLV only maintained the resistance to PVX, and 3 clones lost his resistance to APMV and PVY. Five clones with field resistance to one of the virus: PVX and APMV, and one clone with resistance to two virus: APMV and APLV had an average yield in 3 years, of more than 0,7 kg, by plant with a smaller standard deviation to 0,35 Kg, by plant.

Key words: Virus, *Solanum tuberosum*, clones, yield.

¹ Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agronomía.

INTRODUCCIÓN

La obtención de tubérculos-semilla de papa libres de virus mediante termoterapia y cultivo de meristemas es un proceso lento, costoso e inestable, que no garantiza la producción de semilla libre de virus por más de dos períodos de siembra consecutivos. Se planteó que este problema puede ser enfocado de una manera más estable y económica mediante el empleo de clones híbridos F_1 derivados de cruces entre cultivares nativos de la especie *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*, con resistencia de campo a uno o más de los virus PVX, PVY, PLRV, PVS, APMV y APLV.

Suponiendo que la resistencia de campo a dichos virus está gobernada por genes de resistencia de tipo dominante, es posible incrementar la frecuencia de genes de resistencia para uno o más virus mediante selección recurrente y prueba de la progenie usando la prueba serológica de ELISA. En efecto, autofecundando clones F_1 con resistencia de campo a cierto virus, y entrecruzando las selecciones hasta la producción de la progenie F_3 , se espera encontrar en ésta, un mayor porcentaje de genotipos resistentes en estado simplexo a cuadruplexo, o de resistencia múltiple a los virus indicados. Esta proposición no fue probada por la carencia de financiamiento.

Se evaluó en término de años, la durabilidad de la resistencia de campo a los virus de los clones F_1 y de la estabilidad del rendimiento, como factores de garantía de la producción de semilla libre de un determinado virus por un largo período.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron la durabilidad de la resistencia de campo a virus y el rendimiento de 19 clones híbridos F_1 de cruces dialélicas y de polinización libre de la especie de papas nativa *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*: 16 clones con resistencia de campo a un virus y 3 a dos virus. Se incluyeron 11 clones híbridos susceptibles a la infección de los seis virus como fuentes de inóculo y como testigos del rendimiento de tubérculos. (Primera columna de Tabla 1)

Los 30 clones F_1 fueron arreglados y sembrados en experimentos bajo el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en los terrenos de la Estación Experimental del Mantaro, durante los años agrícolas de 1997-98, 1998-99 y 1999-2000.

Las parcelas consistieron de un surco de 2 m de longitud con 5 plantas. Se utilizó la fórmula de

abonamiento 160-160-120 a base de fertilizantes minerales. A los 65 días después de la siembra se tomaron muestras de 3 folíolos por planta de cada una de las parcelas para la prueba serológica de ELISA de los seis virus. Para dichas pruebas en los primeros 2 años se confió en los servicios del Laboratorio de Virología de la EEA Santa Ana del INIA, pero por razones de inoperancia institucional, dejaron que todas las muestras se perdieran. En el tercer año la prueba serológica de ELISA fue realizada en brotes de 3 tubérculos de cada uno de los 30 clones híbridos, por el Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima.

En el primer año se cosecharon bayas de 16 clones con resistencia de campo, de las que se obtuvieron un reducido número de semilla botánica. Debido a la esterilidad, 3 clones no produjeron semilla botánica. La producción de bayas por planta y la de semillas por baya parecen haber sido desminuidas por la elevación de la temperatura causado por el "Fenómeno del Niño".

Los datos recolectados para cada clon fueron los siguientes:

- Infección de cada uno de los 6 virus por tubérculos y por clon obtenida por la prueba de ELISA, las que fueron transformadas a valores porcentuales de infección por cada virus.
- Número de plantas cosechadas por parcela.
- Peso de tubérculos por parcela referida a peso de tubérculos por planta en kilogramos.
- Número de tubérculos por parcela referida a número de tubérculos por planta.
- Tamaño promedio de tubérculo por planta en gramos, resultante de la división del peso sobre el número de tubérculos por parcela.

El número de tubérculos-semilla de los 30 clones híbridos resultantes de la cosecha y selección fueron diferentes: de 5 clones se obtuvo un solo tubérculo y de 25 clones se obtuvieron entre 2 a 25 tubérculos. Este material ha sido entregado al Programa de Papa de la EEA del Mantaro, quién los ha sembrado en parcelas de conservación en Noviembre del año 2000. (Séptima columna de Tabla 1)

RESULTADOS

Los resultados de la evaluación de la durabilidad de la resistencia de campo a los virus y del rendimiento de tubérculos, tanto de los clones con resistencia a un cierto virus como de los clones infectados de los seis virus, se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados y caracteres de los clones híbridos F₁ de papas nativa andígena.

Clave	Clon	Resistencia de campo al virus	Durabilidad de 5 años de la resistencia de campo al virus:	Rendimiento promedio de 3 años Kg/planta	Color de tubérculo	Aspecto de tubérculo	Tubérculos sembrados
2	D12-36-8	APLV	APLV	0,512	Morado	Bueno	10
5	D14-09-9	Ninguno	Ninguno	0,992	Morado	Muy bueno	25
6	D18-23-9	PVX	PVX	0,292	Blanco	Bueno	15
7	D18-29-9	PVX	PVX	0,338	Blanco	Malo	5
8	D21-05-9	Ninguno	Ninguno	0,304	Morado claro	Bueno	1
11	D12-18-0	APMV	APMV	0,332	Blanco	Regular	1
13	D24-05-3	Ninguno	Ninguno	0,638	Morado claro	Bueno	15
14	D38-24-3	Ninguno	Ninguno	0,254	Morado	Bueno	5
15	D39-02-3	Ninguno	Ninguno	1,032	Blanco	Muy bueno	25
16	D41-55-3	PVX	PVX	0,289	Blanco	Regular	25
18	D01-06-5	APMV+APLV	APMV+APLV	0,685	Blanco	Regular	20
19	D13-13-5	APMV+APLV	APMV+APLV	0,900	Blanco	Bueno	15
20	D25-26-5	APMV	Infectado	0,198	Blanco	Bueno	1
22	P12-18-9	PVX	PVX	0,830	Blanco	Bueno	15
23	P13-03-9	APMV	APMV	0,307	Blanco	Regular	1
24	P13-06-9	PVX+APLV	Sólo a PVX	0,174	Rosado claro	Regular	2
25	P16-02-0	Ninguno	Ninguno	0,328	Morado	Bueno	25
27	P22-03-0	PVX	PVX	0,702	Morado	Bueno	20
29	P33-11-0	Ninguno	Ninguno	0,843	Blanco	Malo	20
31	P02-04-2	APMV	APMV	0,706	Morado rosado	Regular	15
32	P05-01-2	Ninguno	Ninguno	1,016	Morado	Excelente	25
33	P05-13-3	PVY	Infectado	0,629	Blanco	Regular	25
34	P19-03-3	APMV	Infectado	0,289	Morado	Bueno	1
36	P29-08-3	Ninguno	Ninguno	0,167	Blanco morado	Malo	2
39	P41-50-3	Ninguno	Ninguno	1,071	Blanco	Malo	14
40	P12-12-5	Ninguno	Ninguno	0,587	Blanco	Malo	25
E2	D11-05-4	PLRV	PLRV	0,597	Blanco	Bueno	20
E6	P18-08-0	PVX	PVX	1,152	Morado	Bueno	25
E7	P44-04-3	PVX	PVX	1,306	Blanco	Bueno	25
E11	P02-01-	APMV	APMV	0,562	Blanco	Regular	25

En la segunda columna de la Tabla 1 se muestra los 19 clones F₁ con resistencia de campo a uno y a dos virus, que resultaron con 0 % de infección en la prueba de ELISA efectuada durante dos años consecutivos: 1995-96 y 1996-97.

En la tercera columna se muestra la durabilidad de la resistencia de campo en el lapso de 5 años, 1995-96 a 1999-2000: 15 clones mantuvieron su resistencia de campo a uno de los virus: PVX, APMV, APLV y PLRV; un clon con resistencia a dos virus: PVX y APLV, sólo mantuvo la resistencia a PVX, y 3 clones perdieron su resistencia de campo al haber sido infectados por el virus. Se observa también, que en esta muestra de 30 clones, ninguno ha presentado resistencia de campo a los virus PVY y PVS.

En la cuarta columna se muestra el rendimiento promedio de 3 años: 1997-98 a 1999-2000, de los clones con resistencia de campo a virus y de los sin resistencia alguna. Se ha encontrado que los clones D13-13-5, P12-18-9, P22-03-0, P02-04-2, P18-08-0 y P44-04-3 con rendimientos medios mayores a 0,7 Kg, por planta y con desviaciones estándar menores a 0,35 Kg, por planta, son los clones con resistencia de campo a virus de mayor estabilidad en rendimiento.

En la quinta columna, se observa que los clones: D14-09-9, D39-02-3, P05-01-2 y P41-50-3, con diferentes grados de infección de los 6 virus, que al tener rendimientos medios mayores a 0,9 Kg, por planta con desviaciones estándar menores a 0,45 Kg

por planta, presentan una alta estabilidad en rendimiento.

En la quinta y sexta columna se muestran dos características más saltantes que distinguen la calidad comercial de las papas nativas: el color y el aspecto de los tubérculos. Se observa que de los 6 clones con resistencia de campo a virus y de mayor estabilidad en rendimiento, 3 clones presentan tubérculos de color morado y de aspecto bueno y regular, y los otros 3 presentan tubérculos de color blanco y de buen aspecto. De los 4 clones con infecciones de los 6 virus, arriba indicados, el clon P05-01-2 presenta tubérculos de color morado y de aspecto excelente; 2 clones presentan tubérculos de color blanco y aspecto muy bueno y malo; y el clon P14-09-9 presenta tubérculos de color morado y de aspecto muy bueno.

DISCUSIÓN

La durabilidad de la resistencia de campo a los virus PVX, APMV, APLV y PLRV, observada durante 5 años en 15 clones híbridos de cultivares de *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*, sugiere que dicha resistencia puede ser debida a la existencia en el genotipo de esos clones, de genes de resistencia a la infección por aquellos virus. Esta afirmación adquiere mayor fundamento al considerar que las primeras generaciones clonales de estos híbridos se obtuvieron entre los años de 1978 a 1985, y las sucesivas propagaciones clonales se efectuaron conjuntamente con una diversidad de clones con alto grado de infección a los 6 virus.

La durabilidad temporal de la resistencia de campo a los virus PVY, APMV y APLV observada durante 2 años en 4 clones, y que luego fueron infectados por dichos virus, sería debido a la reducción significativa del grado de infección por efecto de las condiciones ambientales como causante de la interacción del genotipo del clon con el virus, o a la ausencia de genes de resistencia.

La pérdida de resistencia al virus APLV, en el caso del clon con resistencia de campo a los virus PVX y APLV, estaría indicando que los genes que gobiernan la resistencia a estos virus actúan independientemente.

La ausencia de clones híbridos con resistencia de campo a los virus PVY y PVS, se debería a la reducida frecuencia de genes de resistencia a estos virus o a la ausencia de estos genes en los progenitores de papas nativas de las que se derivaron la pequeña muestra de clones híbridos evaluados.

Los 5 clones: D13-13-5 con resistencia de campo a APMV y APLV, P12-18-9 a PVX, P22-03-0 a PVX, P02-04-2 a APMV, P18-08-0 a PVX y P44-04-3 a PVX, al presentar una alta estabilidad en rendimiento, piel de color blanco los dos primeros y morado los tres restantes, y en general, de buen aspecto de tubérculos, pueden constituirse ventajosamente en nuevos cultivares comerciales de papas nativas mejoradas.

Al haberse encontrado que los clones D14-09-9, D39-02-3, P05-01-2 y P41-50-3, a pesar de haber estado infectados con los 6 virus en diferentes grados, hayan alcanzado un rendimiento alto y estable, y presentar tubérculos de muy buen aspecto, sugiere que los virus no tendrían gran influencia en el rendimiento y calidad comercial de los tubérculos producidos por determinados genotipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Javier Torres, Gustavo. Efecto de 6 virus en el rendimiento de híbridos de papas nativas *andigena*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 1996.
2. Javier Torres, Gustavo. Limpieza de 6 virus de 10 clones híbridos de papas nativas *andigena*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 1997.
3. Javier Torres, Gustavo. Detección de clones híbridos *andigena* resistentes a los virus. En Convicciones. Huancayo: Escuela de Postgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú; 2000. pp. 20-24.
4. Mihovilovich E.; Salazar L.; Saguma F; Bonierbale, M. Survey of the durability of extreme resistance to PVY derived from *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*. Impact on a Changing World · Program Report 1997-98. Lima: International Potato Center. pp. 123-128; 1999.
5. Mihovilovich E.; Alarcón L.; Pérez A.; Bonierbale, M. Discovery and evaluation of the valuable new source of resistance to PLRV: *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*. Scientist and Farmer · Partners in Research for the 21ST. Lima: Century · International Potato Center, Program Report 1999-2000. pp. 95-103.
6. Swiezynski, K. M. Inheritance of Resistance to Viruses. In: Bradshaw J. E.; Mackay, G. R. (eds.). Potato Genetics. Cambridge: CAB INTERNATIONAL. 1999. pp. 339-363.

E-mail: gjaviert@hotmail.com