

Mejoramiento en frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.) para resistencia al mosaico común (*Phaseolus virus* 1) y su Strain N.Y.15.¹

Claudio Cafati K.² y Mario Alvarez A.³

INTRODUCCION

El Mosaico Común del frejol (*Phaseolus virus* 1) y su strain Nueva York 15 (N.Y. 15), son las enfermedades virosas más importantes del país, debido a que se encuentran afectando en un alto porcentaje a nuestras principales variedades, tanto de consumo interno como de exportación, produciendo en ellas fuertes bajas en su producción, lo que incide en la disminución de los rendimientos totales (Alvarez, 1965, y Alvarez y Ziver, 1965).

Estos virus poseen la propiedad de transmi-

tirse a través de la semilla, por ésta y otras consideraciones se estima que el único método efectivo y económico de control, consiste en el uso de variedades resistentes (Zaumeyer y Thomas, 1957).

Por todas las razones anteriormente expuestas, el Programa Leguminosas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ha estado abocado, en gran parte, a la obtención de variedades comerciales inmunes a los virus, para lo cual se ha conducido un intenso programa de cruzamientos entre las principales variedades nacionales con variedades extranjeras resistentes.

Si bien es cierto, los programas de mejoramiento genético que se realizan en frejol, tienen como propósito principal el de obtener nuevas variedades mejoradas inmunes a los virus trasmisibles por semilla, para ser entregadas a la Agricultura Nacional, también se deben cumplir otros requisitos, como rendi-

¹Recepción originales: 8 de mayo de 1974.

²Ing. Agr., M. S., Programa Leguminosas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

Profesor de Fitopatología Especial (Fitotecnia), Facultad de Agronomía, Universidad de Chile y Universidad Católica de Chile.

³Ing. Agr., M.S., Programa Leguminosas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile. Actualmente en Davis, Universidad de California, USA, obteniendo el título de Ph. D.

miento, resistencia a enfermedades, precocidad, característica agronómica adecuada, buena calidad culinaria, etc. Sin embargo, en el caso de frejoles para consumo en seco, estos programas se ven abocados a la necesidad de crear variedades, que además de cumplir con las exigencias señaladas, presenten colores de grano que sean aceptados por determinados mercados.

En Chile, para consumo en tabla o verde se exige que las vainas tengan forma tableada, recta, color verde claro y ausencia de fibra o "hilo". Estas características las cumple muy bien la variedad Cristal Bayo, la cual ocupa aproximadamente el 80% del área sembrada de porotos destinados al consumo en estado fresco. No obstante, esta variedad, como otras variedades nacionales, tiene inconvenientes importantes: es muy susceptible a los virus transmitidos por la semilla, tiene bajo rendimiento y no posee la precocidad deseada (Ziver *et al.*, 1972).

Para consumo en grano seco, existe marcada preferencia hacia el consumo de frejoles de grano grisáceo, tipo Tórtola, siendo esta variedad la que ocupa el primer lugar en superficie de siembra y consumo interno. De esta manera, dentro de los programas de cruzamiento realizados en Chile, la variedad Tórtola ocupa un lugar preponderante, persiguiéndose obtener variedades mejoradas en varios caracteres y cuyos granos coinciden en su aspecto con los de variedad original.

Entre las variedades de exportación, Cristal Blanco, junto con las variedades "tipo arroz" (Navy Bean) son las de mayor significación en cuanto a superficie sembrada y volumen de exportación. Cristal Blanco, que por sus características de grano tiene gran aceptación en el mercado de países europeos, es una de las variedades más susceptibles a estos virus presentes en Chile, siendo normal encontrar siembras donde el 90-100% de las plantas se encuentran infestadas.

MATERIALES Y METODOS

Con el propósito de mejorar las variedades nacionales de frejoles Cristal Bayo (para consumo en "tabla" o verde), Tórtola y Cristal Blanco (para consumo en grano seco, de consumo interno y exportación, respectivamente), susceptibles al Mosaico Común y su "strain" N.Y. 15, se efectuaron cruzamientos entre estas variedades y padres mejorantes, inmunes a virus, de origen foráneo. Los trabajos se realizaron en invernadero, laboratorios y campo

de la Estación Experimental La Platina (Santiago) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Como padres mejorantes se eligieron las variedades inmunes al Mosaico Común y su "strain" N.Y. 15 de herencia dominante tipo Corbett, Idaho Refugee, Wisconsin Refugee, U.S. Nº 5 Refugee y Topcrop (Ali, 1950). Las hibridaciones se realizaron de acuerdo a la técnica recomendada por Oliver para leguminosas, bajo condiciones controladas de invernadero: temperatura de 20-27° C, humedad relativa de 60-70% y condiciones adecuadas de luminosidad. Los productos cosechados de los cruzamientos fueron sembrados en invernadero con el objeto de obtener más de una generación en el año. A partir del F₂, el material fue inoculado artificialmente con virus del Mosaico Común por el sistema de frotación mecánica. Las plantas híbridas de Tórtola y Cristal Blanco al retrocruzarse no se inocularon directamente, por cuanto bajo las condiciones de calor, humedad y luz artificial, muchas veces presenta el fenómeno llamado "topnecrosis" que mata a la planta (Zaumeier y Thomas, 1957 y 1948).

Para mayor seguridad, la inmunidad de las plantas R₁, R₂ y R₃, se probó por la técnica de reacción a virus por hipersensibilidad que permite detectar las plantas con inmunidad conferida por genes dominantes tipo Corbett (Ali, 1950). Esta técnica consistió en sembrar la semilla a probar y amputar a la planta resultante una hoja primaria, antes de aparecer las trifoliadas. Esta hoja se espolvoreó con carborundum (320 mesh) que actúa como abrasivo, y se inoculó por frotación con savia procedente de plantas infestadas, a una dilución de 1/10. La hoja inoculada se lavó para quitar el exceso de abrasivo y se colocó en un disco Petri con papel filtro en el fondo, que se mantiene húmedo durante todo el proceso. El disco Petri se puso en una cámara con luz artificial y se mantuvo a una temperatura de aproximadamente 27-30° C.

Al cabo de dos o tres días, las hojas amputadas procedentes de plantas con herencia a inmunidad comenzaron a mostrar necrosis en las venas, no presentando en cambio ninguna reacción las susceptibles. Las plantas cuyas hojas mostraron síntomas de hipersensibilidad, se retrocruzaron con su padre recurrente, Tórtola o Cristal Blanco, eliminándose las restantes.

Aquellas plantas que demostraron ser resistentes a virus fueron luego llevadas a campo

realizándose selecciones, utilizando el sistema genealógico o de pedigree. Las selecciones se efectuaron a través de varias generaciones de segregación en consideración a: resistencia a virus, tipo de vaina verde, color y tamaño del grano, aspecto y vigor de las plantas, precocidad, etc. De esta manera, una vez estabilizado el material, se seleccionó cierto número de líneas que sobresalieron en cuanto a las características antes señaladas, para ser sometidas a ensayos preliminares de rendimiento. Posteriormente, las líneas más promisorias fueron probadas en ensayos principales de rendimiento durante varias temporadas y en diferentes localidades, entre Arica y Valdivia, las líneas para verde; y entre Santiago y Curicó, las líneas para seco, que corresponde a la zona de mayor cultivo para este tipo de variedades. Las líneas de mejor comportamiento y características tipo Cristal Bayo, Tórtola y Cristal Blanco, se eligieron para su multiplicación, designándoseles con los nombres de Apolo, Tórtola-Diana y Cristal Blanco-Fénix, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de siete años de ensayos de rendimiento efec-

tuados en la Estación Experimental La Platina, y Regionales, de Apolo, que corresponde al cruzamiento en etapa F₁₁ de Cristal Bayo × Topcrop línea 21-1525, en comparación al testigo Cristal Bayo.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de 4 años de ensayos de rendimiento efectuados en la Estación Experimental La Platina, y Regionales, de Tórtola-Diana, que corresponde al cruzamiento en etapa R36 de Tórtola × Topcrop línea 882-B-1041, en comparación al testigo Tórtola.

En el Cuadro 3 se presentan los mismos resultados comparativos entre Cristal Blanco-Fénix, que corresponde al cruzamiento en etapa R38 de Wisconsin Refugee × Cristal Blanco línea 1137, con Cristal Blanco.

Los resultados presentados en los cuadros indican que las líneas seleccionadas como nuevas variedades superan en rendimiento, precocidad y resistencia a virus a los testigos. Apolo (línea 21-1525) presenta en promedio un 28% más de rendimiento en vaina verde que el testigo Cristal Bayo.

Su período vegetativo total, desde siembra a la cosecha en grano seco es de aproximadamente 110 días (Cristal Bayo, 120 días). El primer corte de vainas verdes se puede realizar a los 65 días después de la siembra, supe-

Cuadro 1 — Rendimientos acumulativos al sexto corte (ton/ha) de Apolo, en comparación con la variedad Cristal Bayo, en diferentes localidades y en siete años de experimentación.

Variedades	Nota* Virus	R E N D I M I E N T O (Ton/ha)							Promedio
		1966/67 ¹	1967/68 ¹	1968/69 ²	1969/70 ³	1970/71 ³	1971/72 ³	1972/73 ³	
Apolo	0	20,879	10,604	11,550	13,786	19,145	18,448	21,833	16,606
Cristal Bayo	3	9,712	8,653	9,711	12,557	16,055	15,917	18,245	12,979

*Nota virus = 0: libre de virus; 4: ataque total.

¹La Platina (Santiago).

²Promedio de 6 localidades (Arica, Vallenar, Vicuña, Quillota, La Platina, Chillán).

³Promedio de 5 localidades (Vallenar, San Pedro, Quillota, La Platina, Chillán).

⁴Promedio de 3 localidades (La Platina, Chillán, Valdivia).

Cuadro 2 — Rendimiento comparativo (ton/ha) de Tórtola-Diana (Línea 882-B-1041) y Tórtola, en cuatro años de experimentación.

Variedades	Nota* Virus	Período veget. días	R E N D I M I E N T O (Ton/ha)				Promedio
			1969/70 ¹	1970/71 ¹	1971/72 ²	1972/73 ²	
Tórt-Diana (882-B-1041)	0	95-100	3,009	1,860	2,681	3,152	2,675
Tórtola	3	100-110	1,522	1,621	2,319	2,429	1,972

*Nota Virus = 0: libre de virus; 4: ataque total.

¹Promedio de tres localidades: La Platina, Graneros, Chimbarongo.

²Promedio de tres localidades: La Platina, Graneros, Curicó.

Cuadro 3 — Rendimiento comparativo (ton/ha) de Cristal Blanco-Fénix (Línea 1137) y Cristal Blanco, en tres años de experimentación.

Variedades	Nota* Virus	Periodo veget. días	R E N D I M I E N T O (Ton/ha)			Promedio
			1970/71 ¹	1971/72 ¹	1972/73 ²	
Cristal-Blanco-Fénix (Línea 1137)	0	110	2,000	2,880	2,757	2,546
Cristal Blanco (Sel. La Platina)	4	120	1,909	2,755	2,298	2,320

*Nota virus = 0: libre de virus; 4: ataque total.

¹Promedio de tres localidades: La Platina, Graneros, Chimbarongo.

²Promedio de tres localidades: La Platina, Graneros, Curicó.

randó claramente en precocidad a Cristal Bayo que sólo lo hace más o menos a los 77 días. Este aspecto es de gran importancia para los agricultores ya que les permite llegar al mercado cuando los precios del poroto verde son más altos. Tórtola-Diana (línea 882-8-1041) presenta un 35% más de rendimiento que el testigo y Cristal Blanco-Fénix (línea 1137) es un 10% superior. Debe destacarse que los testigos utilizados, por ser selecciones mantenidas por varios años en la Estación Experimental, presenta mejores condiciones que la semilla normalmente utilizada por los agricultores.

CONCLUSIONES

Las características de inmunidad a virus y mayor precocidad, han sido conferidas a Apolo y Tórtola-Diana por la variedad Topcrop y a Cristal Blanco-Fénix por Wisconsin Refugee, ambas originarias de Estados Unidos de Norteamérica y con resistencia dominante tipo Corbett Refugee.

Apolo ha sido sometida a pruebas de degustación y mercado, que han permitido demostrar su amplia aceptación por el público consumidor debido a sus propiedades de vaina

verde y excelente calidad culinaria. Por otra parte, esta nueva variedad ha demostrado poseer excelente calidad tecnológica y características organolépticas, que le hacen muy apta para su utilización en conservería.

Tórtola-Diana también ha cumplido satisfactoriamente los test de degustación demostrando una excelente calidad culinaria y aceptación por el público. Por su parte, Cristal Blanco-Fénix, cumple con todos los requisitos exigidos por el mercado internacional para este tipo de frejoles.

La variedad Apolo (línea 21-1525), junto con Bayos-Titán (para grano seco) (Ziver *et al.*, 1971), fueron las primeras variedades mejoradas, inmunes a virus, obtenidas por hibridación, entregadas por el Programa Leguminosas del INIA. Recientemente, en la temporada 1972-73, se entregaron para su multiplicación Tórtola-Diana (línea 882-B-1041) y Cristal Blanco-Fénix (línea 1137), todas estas nuevas variedades cumplen con los requisitos exigidos por las Normas Internacionales de Certificación para frejoles. Apolo estará ya a disposición de los agricultores como semilla certificada a partir de la próxima temporada.

RESUMEN

Con el propósito de mejorar las variedades nacionales de frejoles Cristal Bayo (para consumo en "tabla" o verde), Tórtola y Cristal Blanco (para consumo en grano seco, interno y exportación, respectivamente) susceptibles al "Mosaico Común" (*Phaseolus virus* 1) y su strain N.Y. 15, se efectuaron cruzamientos entre estas variedades y padres mejorantes inmunes a virus (inmunidad tipo Corbett), de origen foráneo. Los trabajos se realizaron en invernadero, laboratorio y campo de la Estación Experimental La Platina (Santiago) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Las hibridaciones se realizaron de acuerdo a la técnica recomendada por Oliver para leguminosas. A partir del F₂ el material fue inoculado artificialmente con virus del Mosaico Común por el sistema de frotación mecánica. La inmunidad de las plan-

tas R_1 , R_2 y R_3 (retrocruzamientos), se probó por la técnica de reacción a virus por hipersensibilidad, que permite detectar las plantas con inmunidad conferida por genes dominantes tipo Corbett.

Las selecciones de campo, del material resistente, utilizando el sistema de pedigree, se efectuaron a través de varias generaciones de segregación en consideración a: resistencia a virus, tipo de vaina, color y tamaño de grano, precocidad, aspecto y vigor de la planta, etc. Las líneas sobresalientes fueron sometidas a ensayos preliminares de rendimiento y posteriormente a ensayos principales de rendimiento durante varias temporadas y en diferentes localidades.

Las líneas de mejor comportamiento y características tipo Cristal Bayo, Tórtola y Cristal Blanco, se eligieron para su multiplicación. Apolo (línea 21-1525), Tórtola-Diana (línea 882-B-1041) y Cristal Blanco-Fénix (línea 1137), superan en rendimiento, precocidad y resistencia a virus a los respectivos testigos.

Estas variedades, inmunes a virus, son las primeras obtenidas por hibridación entregadas por el Programa Mejoramiento Genético conducido en la Estación Experimental La Platina, del INIA, y pueden ser Certificadas bajo las normas internacionales exigidas para frejoles.

Apolo y Tórtola-Diana han sido sometidas a pruebas de degustación demostrando que en calidad culinaria son ampliamente aceptadas por el público consumidor. Por su parte Cristal Blanco-Fénix, cumple con todos los requisitos exigidos por el mercado internacional para este tipo de frejoles.

SUMMARY

BREEDING FOR RESISTANCE TO "COMMON BEAN MOSAIC" (*Phaseolus virus 1*) AND ITS STRAIN N.Y. 15 ON BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.)

On the purpose of improving chilean bean varieties of Cristal Bayo (for snap or fresh consume), Tórtola and Cristal Blanco (for dry consume, home consumption and exportation, respectively), susceptible to "Common Bean Mosaic" (*Phaseolus virus 1*), and its strain N.Y. 15, crosses between these varieties and foreign parents with improving virus resistance were made, (Corbett immunity).

This research was carried out in the greenhouse, laboratories and field at La Platina Experimental Station of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

The hybridization were made thru the method informed by Oliver for legumes. Starting from F_2 , the material was artificially inoculated with common bean mosaic virus by the rubbing method. The immunity of R_1 , R_2 and R_3 plants (back-crosses) was tested by reaction to virus by hipersensibility, which permits detecting the plants with conferred immunity by dominant genes, type Corbett.

Field selection of resistant material, employing the pedigree method was made thru various segregating generations, considering: virus resistance, pod and seed size, precocity, appearance, and plant vigor, etc.

The best lines were tested in preliminar yield trials and later on in main trials during several periods and in different localities.

Lines with better behaviour and characteristics in Cristal Bayo, Tórtola and Cristal Blanco varieties, were selected for its multiplication. Apolo (line 21-1525), Tórtola-Diana (line 882-B-1041) and Cristal Blanco-Fenix (line 1137), were superior in yield, precocity and virus resistance to their respective check varieties.

These varieties, inmunes to virus, which were handed by the Genetical Improvement Program conducted at La Platina Experimental Station, were the first ones obtained by hybridization, and can be cortified under the international patterns which are requested for bean.

Apolo and Tórtola-Diana varieties, have been submitted to taste testing showing a great acceptance among the consumers. On the other hand, Cristal-Blanco-Fenix, fulfill with all the requirements demanded by the international market for this type of bean.

LITERATURA CITADA

- ALI, M. A. 1950. Genetics of resistance to the Common Bean Mosaic Virus (*Bean virus 1*) in the bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Phytopath.* 40: 69-79.
- ALVAREZ, A. M. 1965. Determinación de la resistencia por hipersensibilidad al mosaico común del frejol *Phaseolus virus 1*. *Agricultura Técnica (Chile)*. 25 (3): 114-119.
- _____ y ZIVER, M. A. 1965. El "strain" N.Y. 15 de mosaico común del frejol en Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*. 25 (4): 171-172.
- ZAUMEYER, W. J. and THOMAS, H. R. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S.D.A. Technical Bulletin N° 868. Washington D.C. 255 p.
- _____ and _____. 1948. Shiny pod (grasy pod) virus and its identity with black rood virus. *Phytopath.* 38: 29.
- ZIVER, M. A., ALVAREZ, A. M. y CAFATI, K. C. 1971. "Titán", nueva variedad de frejol bajo para consumo en grano seco. *Simiente*. Vol. xli (3-4): 53-54. 1971.
- _____, _____ y UBILLA, R. C. 1972. "Apolo", nueva variedad de porotos para consumo en verde. *Investigación y Progreso Agrícola*. 4: 2-3.