



Evaluation of the behavior of common bean cultivars and promising lines under natural virus infection

Evaluación del comportamiento de cultivares y líneas experimentales de poroto común frente a infecciones naturales de virus

Rodríguez Pardina P.E¹, Reyna, P¹⁻², Campos R.E¹, Varela, G³, Peña Malavera A⁵., Gerónimo, L.M⁴

1-Instituto de Patología Vegetal (IPAVE), Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

2-Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),

3-INICSA-CONICET Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba.

4-Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS) Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

5 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba

Autor para correspondencia: Patricia Rodríguez Pardina. IPAVE-CIAP-INTA Camino 60 cuadras Km 5,5; X5020ICA, Córdoba, Argentina. rodriguez.patricia@inta.gob.ar.

Recibido: 12/07/2018

Aceptado: 20/11/2018

ABSTRACT

Rodríguez Pardina P.E, Reyna, P, Campos R.E, Varela, G, Peña Malavera A., Gerónimo, L.M. 2018. Evaluation of the behavior of common bean cultivars and promising lines under natural virus infection. Horticulture Argentina 37 (94): 13 – 23.

Viral diseases can affect the stability of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production, therefore it was considered of interest to evaluate the behavior of different cultivars and promising lines obtained by the INTA breeding program against natural virus infection. Symptoms severity, incidence and relative concentration of *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Soybean mosaic virus* (SMV) and

geminiviruses were evaluated for 14 bean cultivars during three growing seasons. SMV and AMV were found in very low incidence during the three years. Differences in cultivar response were observed: L24 and L15 were tolerant to begomoviruses, while CR8, CR5, L22 (cranberry and white bean types) were susceptible. The most severe symptoms were found during the 2013 growing season, when a high incidence of begomovirus and CpMMV were observed. No differences between cultivars were found for CpMMV incidence, but a higher relative concentration of virus was detected in CR5, CR8 and L17. Although L15 was tolerant to geminiviruses, it was the most susceptible to CMV, a fact that must be taken into account because this virus is

transmitted by seeds and might become a serious problem in bean production.

Additional Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., viruses, incidence, disease severity.

RESUMEN

Rodríguez Pardina P.E, Reyna, P, Campos R.E, Varela, G, Peña Malavera A., Gerónimo, L.M. 2018. Evaluación del comportamiento de cultivares y líneas experimentales de poroto común frente a infecciones naturales de virus. *Horticultura Argentina* 37 (94): 13 – 23.

Las enfermedades virales pueden afectar la estabilidad de la producción de poroto común (*Phaseolus vulgaris* L.), por lo que es de interés evaluar el comportamiento de diferentes cultivares y líneas avanzadas del programa de mejoramiento de IIACS INTA, frente a infecciones naturales. Se trabajó, durante tres campañas agrícolas con 14 cultivares, evaluándose severidad de síntomas, incidencia y concentración relativa de los virus *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Soybean mosaic virus* (SMV) y geminivirus. Se

encontró muy baja incidencia de SMV y AMV en las tres campañas. Se hallaron diferencias en comportamiento entre los cultivares evaluados: L24 y L15 fueron tolerantes a begomovirus, mientras que CR8, CR5 y L22 (poroto tipo cranberry y blancos) exhibieron susceptibilidad. Los síntomas más severos se observaron en el 2013, cuando hubo una alta incidencia de begomovirus y CpMMV. No existieron diferencias entre cultivares para incidencia de CpMMV, pero se encontró una mayor concentración relativa de virus para CR5, CR8 y L17. L15, aunque tolerante a geminivirus, fue el más susceptible a CMV, hecho a tener en cuenta porque esta virosis se transmite por semilla y puede llegar a afectar significativamente la producción de poroto.

Palabras claves adicionales: *Phaseolus vulgaris* L., virosis, severidad, incidencia.

1. Introducción

El poroto (*Phaseolus vulgaris* L) es uno de los cultivos más antiguos (Prececerámico) y hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana. Esta especie es de origen americano y parece haber sido domesticada independientemente, en al menos dos regiones: México y América Central por un lado y los Andes centrales de Sudamérica (Perú y noroeste de Argentina) por el otro. Se utiliza como alimento básico que suministra proteínas, calorías, vitaminas y sales minerales y es cultivado en los cinco continentes, siendo América y África los mayores productores y consumidores de esta leguminosa (Hernández-López *et al.*, 2013).

La zona más importante de producción de poroto en Argentina es la región del noroeste. Originalmente, el cultivo estaba concentrado entre Metán (Salta) y Trancas (Tucumán), en una banda que no superaba los 100 kilómetros de largo, pero en la actualidad se encuentra expandido desde el límite con Bolivia hasta el norte de la Provincia de Córdoba (De Bernardis, 2014). Durante la campaña agrícola 2016, se alcanzó una producción de 366.586 t en una superficie de 361.135 ha (FAOSTAT, 2016) Entre el 85% y el 90% de esta

producción se exporta: el poroto negro se dirige principalmente a países latinoamericanos y africanos, mientras que el poroto blanco tipo Alubia, de alta calidad y valor, es destinado a países europeos del Mediterráneo.

Entre los factores que afectan la estabilidad de la producción de poroto, podemos mencionar las enfermedades de etiología viral, que en general ocasionan reducción de rendimiento y de la calidad de semilla y, en casos severos, muerte de plantas. En Argentina, hasta el presente, se han detectado los siguientes virus, patógenos de poroto: *Bean common mosaic virus*-BCMV, *Cucumber mosaic virus*- CMV, *Alfalfa mosaic virus*- AMV *Cowpea mild mottle virus*- CpMMV (Rodríguez Pardina, 2016, Rodríguez Pardina *et al.*, 2004) y varias especies de begomovirus (Zumelzu & Docampo, 1984, Vizgarra, 1995, Rodríguez Pardina *et al.*, 2011, Varela *et al.*, 2018), siendo los últimos los que pueden ocasionar mayores daños a la producción.

Existen diversas medidas de control de las enfermedades ocasionadas por los virus citados; entre ellas podemos mencionar el manejo de la fecha de siembra para evitar el pico de vectores durante estadios tempranos de desarrollo de la planta. En otros casos, como el de begomovirus que se transmiten de manera persistente por moscas blancas, el control de la virosis puede efectuarse aplicando insecticidas. También se recomienda el control de malezas, ya que algunas constituyen importantes reservorios del virus y hospedantes alternativos del vector (Lapidot *et al.*, 2014, Rojas *et al.*, 2018).

En casos de virus que se transmiten por semilla como BCMV y CMV, es fundamental la evaluación de la sanidad de las mismas. Sin embargo, la mejor forma de control de estas enfermedades es la utilización de cultivares resistentes. Todos los materiales genéticos utilizados en la actualidad, salvo Alubia Cerrillos, presentan resistencia al BCMV, la que está conferida por cuatro genes, un gen helper raza no específico, bc-u y tres genes recesivos, raza específicos bc-1 bc-2 y bc-3 que, en combinación, confieren resistencia a todas las razas conocidas del patógeno (Mavric & Šustar-Vozlic, 2004, Feng *et al.*, 2018); por el contrario, para los otros virus, la búsqueda de resistencia o tolerancia resulta complicada. Así, por ejemplo, no se ha encontrado resistencia al CMV en *P. vulgaris*, aunque se mencionan cultivares con buenos niveles de tolerancia a la infección viral y a la transmisión por semilla (Griffiths, 2004, Azizi & Shams-bakhsh, 2014).

Por otro lado, para begomovirus, existen diversos genes de resistencia, que han sido utilizadas para desarrollar líneas avanzadas (Singh *et al.* 2000, Blair *et al.*, 2007, Soler *et al.*, 2017, Anaya-López *et al.*, 2018), pero la resistencia conferida por los mismos es poco duradera, por lo que actualmente se está trabajando con materiales que poseen resistencia parcial o tolerancia, lo que permite un rendimiento aceptable, aún en presencia de altos títulos de viriones en los tejidos. Debido a lo mencionado, se consideró de interés evaluar el comportamiento de diferentes cultivares y líneas avanzadas de poroto común, obtenidas a través del programa de mejoramiento del Instituto de Investigación del Chaco Semiárido (IIACS) INTA, frente a infecciones naturales de los cinco virus detectados en Argentina.

2. Materiales y métodos

Durante tres campañas agrícolas (2013, 2015 y 2016) se analizaron 13 cultivares de poroto común y una línea avanzada (Expo 08) (Tabla 3). Los ensayos se llevaron a cabo bajo secano, según diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. Los mismos estaban ubicados en lotes experimentales del Instituto de Investigación Animal del Chaco

semiárido IIACS-INTA, Leales, Tucumán (27° 11'34'' S; 65° 14'47''O y 290 m.s.n.m). En dicha localidad se registra una temperatura media anual de 20°C, precipitación media anual de 969 mm y HR media de 82%. La unidad experimental estuvo representada por una parcela de cuatro surcos de 4 m de largo, y 0,70 m entre hileras; de los cuales se evaluaron los dos centrales. En todos los casos, se utilizó al cultivar Alubia Cerrillos como testigo susceptible. Durante los ensayos se realizó una aplicación de fungicida (carbendazim) y graminicida (fenoxaprop).

En estado de floración, se realizó una evaluación visual del comportamiento sanitario para cada cultivar/repetición, según escala propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1987) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala general de evaluación para enfermedades virales

Calificación	Síntomas	Incidencia (%)
1	Ausentes	0
2	Dudosos	1-10
3	Débiles	11-25
4	Moderados	26-40
5	Intermedios	41-60
6	Generales	61-75
7	Intensos	76-90
8	Severos	91-99
9	Muerte	100

Paralelamente se recogieron muestras de 10 plantas por parcela tomadas al azar, consistentes en una hoja de la parte superior de la planta. Todas las hojas fueron analizadas mediante DAS-ELISA (acrónimo del inglés “Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay”: ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas’) (Clark *et al.*, 1986) para *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), y por “Plate Trapped Antigen” (PTA-ELISA) (Converse & Martin, 1990) para *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV) y *Soybean mosaic virus* (SMV). En todos los casos se utilizaron seis testigos sanos y un enfermo por placa. Las reacciones se cuantificaron en espectrofotómetro Thermo Labsystem Multiskan MS y las muestras se consideraron positivas cuando la Abs₄₀₅ era superior a 0,100 o a la media de los testigos sanos más tres veces el desvío estándar (Punto crítico) (Rodríguez Pardina *et al.*, 1997). Para el caso de begomovirus, las muestras se evaluaron mediante sondas de hibridación molecular según el protocolo descrito por Rodríguez Pardina *et al.* (2011). Se utilizó una temperatura de hibridación de 65°C y se realizaron tres lavados a temperatura ambiente con *saline sodium citrate* (SSC) 5X, y tres a 65°C con 2X SSC (condiciones de baja especificidad) y dos testigos sanos y uno enfermo por cada membrana. La reacción, en este caso, se cuantificó solo por observación visual de intensidad de color.

La concentración relativa de virus (calculada través de la A₄₀₅ de lecturas de ELISA/punto crítico) y la incidencia (porcentaje de plantas enfermas, tomada con respecto a las 10 muestras/parcela, evaluadas por serología o hibridación molecular) se analizaron según modelos lineales con estructura de varianza dada por un Varident para cultivar, y lineal generalizado bajo distribución binaria, respectivamente (Di Rienzo *et al.*, 2011).

3. Resultados

La incidencia de los distintos virus evaluados varió de acuerdo a la campaña. Así, durante 2013, hubo un mayor porcentaje de plantas con CpMMV y begomovirus. En el 2015 sólo se observó incidencia de CMV en el orden del 27% y en el 2016 de CMV y begomovirus en el orden del 36 y 15 % respectivamente (Tabla 2). Los demás virus analizados manifestaron, en las tres campañas, ausencia o baja incidencia, por ello la evaluación del comportamiento varietal sólo fue factible de realizar con los virus de mayor incidencia, la que, además, fue variable según la campaña considerada.

Tabla 2. Incidencia promedio de las virosis de poroto estudiadas, durante las tres campañas evaluadas.

	Plantas enfermas (%)		
	2013	2015	2016
<i>Alfalfa mosaic virus</i>	0	0	0,6
<i>Cucumber mosaic virus</i>	9,4	27	36,4
<i>Cowpea mold mottle virus</i>	63,2	0,4	1,8
<i>Soybean mosaic virus</i>	0	0	1,5
Begomovirus	28,5	2,1	15,5

En cuanto a la manifestación de síntomas durante el 2013 los síntomas fueron severos, con acortamiento de entrenudos, enanismo, necrosis y marcado arrugado de hojas en algunos cultivares (Figuras 1c y d), coincidentes con una alta incidencia tanto de begomovirus como de CpMMV, por lo que no puede descartarse una acción sinérgica entre ambos tipos de virus, fenómeno que se produce cuando ocurre una doble infección viral en las plantas y que frecuentemente resulta en una intensificación en la severidad de los síntomas y en una mayor acumulación viral. En cambio, en la campaña 2015 se observaron síntomas suaves de clorosis y deformación de hojas, típicos de infección con CMV, virus transmitido por pulgones y prevalente en ese año (Figuras 1a y b).



Figura 1. Síntomas de virosis en poroto común: (a) clorosis suave (Cultivar leales B 30 INTA), (b) clorosis generalizada (Cultivar CR5 INTA), (c) acortamiento de entrenudos, enanismo y necrosis (Cultivar Alubia Cerrillos) y (d) marcado arrugado de hojas (cultivar C1).

Los genotipos más susceptibles, de acuerdo a la manifestación de síntomas, fueron CR8, CR5 y R4, Anahí, L22 y L17 con grado de severidad entre 7,3 y 8 (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación visual, en estado de floración, del comportamiento de distintos cultivares y líneas avanzadas de poroto común frente a infección natural de virus, según escala del CIAT.

Cultivar	Tipo de grano	Grado de severidad			Síntomas
		2013	2015	2016	
CR8	Cranberry	8	S/D*	S/D	Enanismo marcado clorosis, arrugado de hojas
L17	Blanco	7,3	S/D	6,6	Enanismo, acortamiento de entrenudos, marcado arrugado de hojas, clorosis y necrosis.
L22	Blanco	8	S/D	S/D	Enanismo, clorosis, marcada disminución del tamaño de los folíolos.
L15	Negro	2	S/D	4	Mosaico y leve ampollado de hojas.
L24	Negro	2	S/D	S/D	Mosaico y ampollado suave.
L30	Blanco	4,3	5	7,3	Clorosis y arrugado de hojas, algunas plantas con mosaico dorado.
L40	Blanco	5,3	S/D	6,6	Acortamiento de entrenudos, nudos, clorosis y necrosis, en algunos casos mosaico cálico.
CR5	Cranberry	8	3,7	6,6	Enanismo, clorosis marcado arrugado de hojas, necrosis en algunas plantas.
C1	Canela	4	4,3	S/D	Clorosis amarilla generalizada, en algunas mosaico y ampollados de hojas.
R4	Rojo	7	3	6,3	Acortamiento de entrenudos, clorosis, arrugado de hojas y necrosis de folíolos.
Expo 08	Cranberry	S/D	3,3	S/D	Clorosis generalizada.
Anahí	Rojo	S/D	4	7	Clorosis generalizada.
Escarlata	Rojo	S/D	3,6	6	Clorosis y deformación de hojas en algunas plantas.
Paloma	Blanco	S/D	S/D	6,3	Clorosis, parches cloróticos, deformación y/o arrugado de hojas, mosaico cálico, disminución del tamaño de las plantas.
Alubia Cerrillos	Blanco	9	6,3	8	Marcado enanismo, necrosis, muerte de plantas.

*Referencias: S/D=sin datos.

Durante la campaña 2013, al analizar el comportamiento de los diferentes cultivares frente al CpMMV, no se hallaron diferencias estadísticas en cuanto a la incidencia del virus, pero sí con respecto a su concentración relativa ($p= 0,0257$), encontrándose que los cultivares CR5, CR8 y L17 fueron los más susceptibles a este virus (Figura 2).

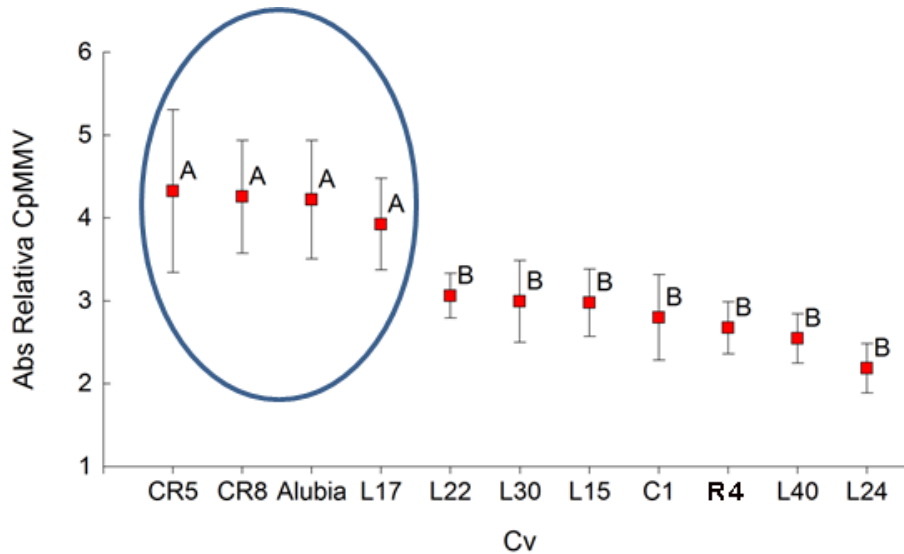


Figura 2. Comparación de la concentración relativa del *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV) (cuantificada a través de la Abs405 de lecturas de ELISA) de diferentes cultivares y líneas avanzadas de poroto común. Campaña 2013. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (DGC, $P > 0.05$)

Para begomovirus, se realizaron evaluaciones durante las campañas 2013 y 2016. Se encontraron diferencias significativas en la incidencia, en los dos años ($p < 0,0001$ y $p = 0,0012$, respectivamente). En el 2013, los cultivares CR8 y L22 fueron los más susceptibles en cuanto a la incidencia de virus, y se diferenciaron estadísticamente del resto. Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los otros cultivares, se puede considerar que L17, R4 y CR5 tuvieron un comportamiento intermedio, mientras que L30, L40, C1, L24 y L15 fueron tolerantes a begomovirus (Figura 3a). Durante la campaña 2016 se observaron dos grupos: susceptibles, con incidencia entre 16 y 26% (Alubia, CR5, L30, L17, Anahí y R4) y tolerantes, con incidencia entre 3-13% (Paloma, L40, Escarlata, L15 y C1) (Figura 3b).

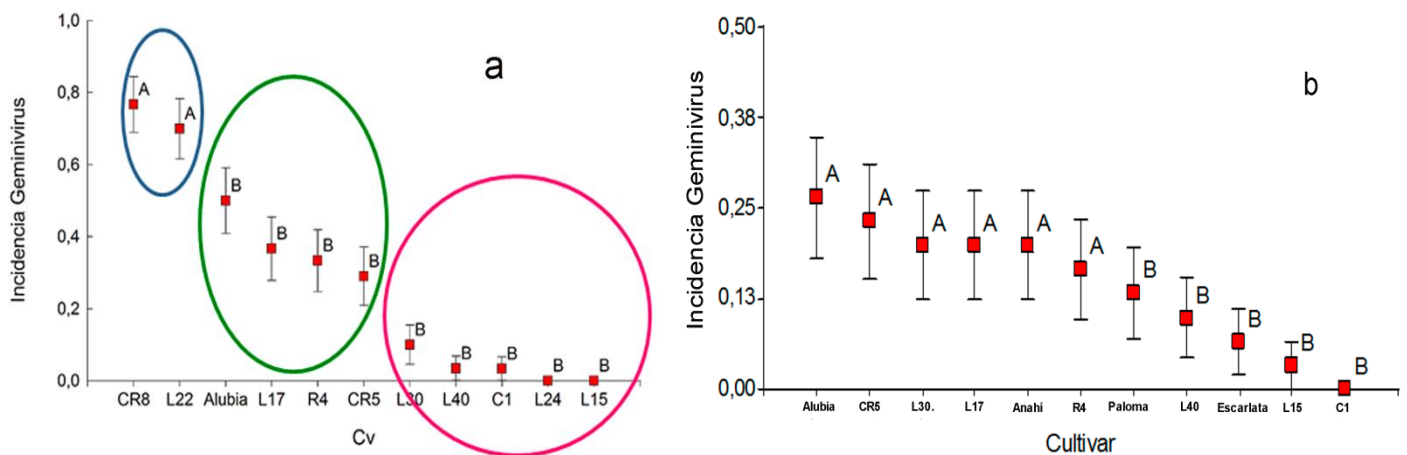


Figura 3. Incidencia (porcentaje de plantas enfermas) de begomovirus en diferentes cultivares de poroto común. Campañas 2013 (a) y 2016 (b). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (DGC, $P > 0.05$). Los círculos indican cultivares tolerantes (rojo), moderadamente susceptibles (verde) y susceptibles (azul).

Por último, en la evaluación frente a CMV, realizada durante 2015 y 2016, también se hallaron diferencias en la incidencia de virus entre cultivares ($p=0,0008$ y $p=0,064$), siendo L15 el más susceptible, con 73% de incidencia, y C1 y Anahí los más tolerantes (Figuras 4a y b). Cabe destacar que el cultivar R4, durante el 2015 tuvo una incidencia de 60%, comportándose como susceptible, pero en el 2016, la misma fue menor (23%).

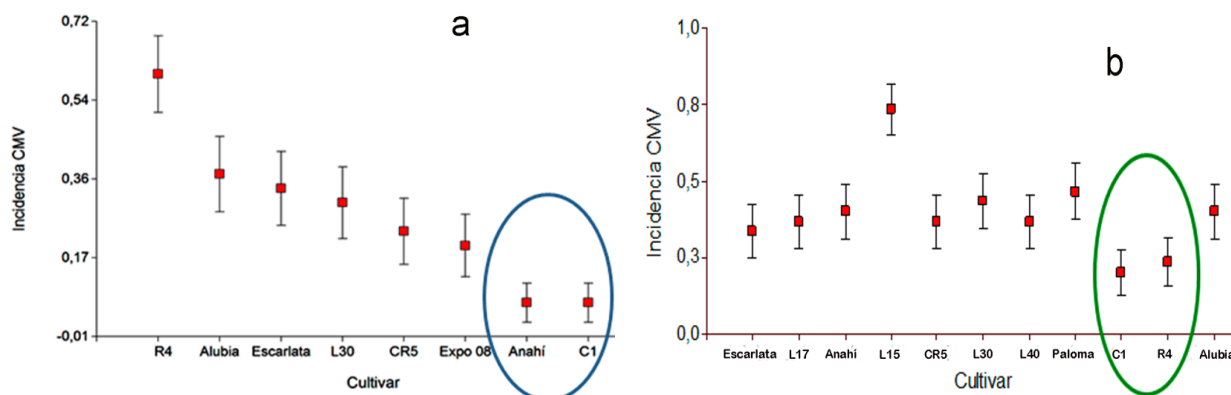


Figura 4. Incidencia (porcentaje de plantas enfermas) del *Cucumber mosaic virus* (CMV) en diferentes cultivares y líneas avanzadas de poroto común. Campañas 2015 (a) y 2016 (b). En círculo están indicados los cultivares que se comportaron como tolerantes.

La concentración relativa de virus se analizó sólo durante la campaña 2016 y se hallaron también diferencias significativas entre cultivares ($p=0.0002$) y, al igual que para incidencia, el cultivar L15 fue el más susceptible (Figura 5).

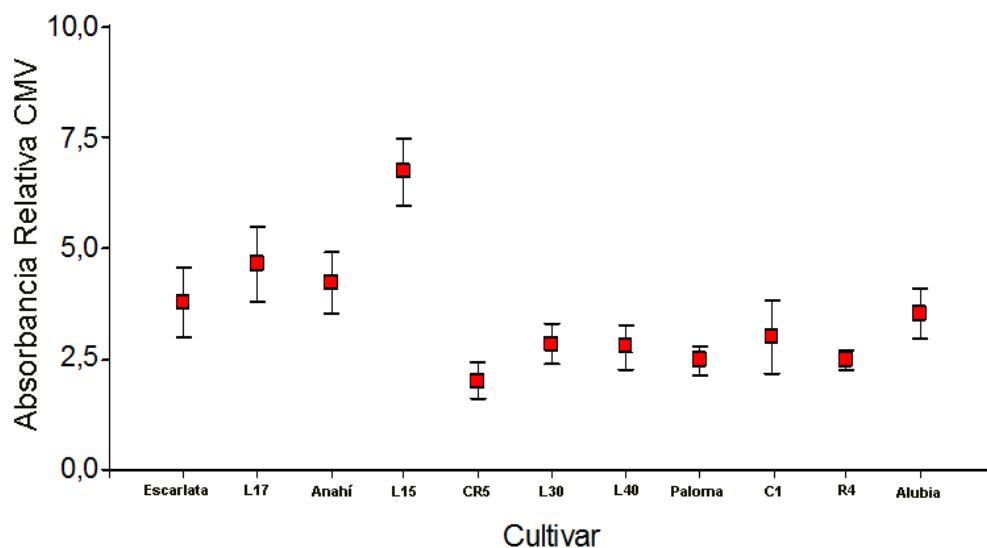


Figura 5. Concentración relativa del *Cucumber mosaic virus* (CMV) (cuantificada a través de la Abs405 de lecturas de ELISA) en diferentes cultivares de poroto común. Campaña 2016.

4. Conclusiones

Se encontraron diferencias en el comportamiento de los distintos cultivares analizados, frente a la infección viral, durante los tres años evaluados. Los menos susceptibles a begomovirus fueron los de grano negro (L15 y L24), con grado de severidad de síntomas 2 y menor incidencia. Por otro lado, CR8 y L22 se comportaron como muy susceptibles, con niveles de incidencia que superaron el 60% durante la campaña 2013. El resto de los cultivares evaluados fueron moderadamente susceptibles a esta virosis. L24, junto con R4 y L40 fueron los más resistentes a CpMMV, ya que alcanzaron la menor concentración relativa de virus, mientras que CR5, CR8 y L17 expresaron los mayores grados de susceptibilidad. En cuanto a CMV, el más susceptible tanto en incidencia, como en concentración relativa de virus, fue L15; mientras que C1, CR5 y R4 se comportaron como tolerantes. La única línea avanzada que participó en los ensayos (Expo 08) solo se evaluó para CMV durante la campaña 2015, mostrándose moderadamente resistente.

Cabe destacar que durante este estudio no se evaluó el nivel de producción de los materiales genéticos, por lo que debe tenerse en cuenta que algunos de ellos, aún con síntomas severos, pueden tener niveles de producción aceptables, comportándose por lo tanto como tolerantes. En ensayos posteriores se prevé incorporar la medición de caracteres componentes del rendimiento en el análisis.

5. Bibliografía

- Anaya-López, J.L., Garrido-Ramírez, E.R., Chiquito-Almanza, E., Tosquy-Valle, O.H., Ibarra-Pérez, F.J. & López-Salinas, E. 2018. Identificación de líneas recombinantes de frijol negro opaco resistentes a BCMV, BCMNV y BGYMV mediante marcadores moleculares. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9: 601-614.
- Azizi, A. & Shams-bakhsh, M. 2014. Impact of cucumber mosaic virus infection on the varietal traits of common bean cultivars in Iran. *Virus Disease* 25: 447-454.
- Blair, M.W., Rodríguez, L.M., Pedraza, F., Morales, F. & Beebe, S. 2007. Genetic mapping of the bean golden yellow mosaic geminivirus resistance gene *bgm-1* and linkage with potyvirus resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 114: 261-271.
- CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Clark, M.F., Lister, R.M. & Bar-Joseph, M. 1986. ELISA techniques. *Methods in Enzymology* 118: 742-766.
- Converse, R.H. & Martin, R.R. 1990. Elisa methods for plant viruses. In, *Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens*. p:179-196.(R. Hampton, E. Ball and S. d. Boer ed.).
- De Bernardis, L., 2014. Informe de legumbres argentinas campaña 2013-2014. TodoAgro.com.ar.
- Di Rienzo, J.A., Macchiavelli, R.E. & Casanoves, F. 2011. Modelos lineales mixtos: aplicaciones en InfoStat p. 93. Grupo Infostat, Córdoba.
- FAOSTAT, 2016: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Feng, X., Orellana, G.E., Myers, J.R. & Karasev, A.V. 2018. Recessive Resistance to *Bean common mosaic virus* Conferred by the bc-1 and bc-2 Genes in common bean (*Phaseolus vulgaris*) Affects long-distance movement of the virus. *Phytopathology* 108: 1011-1018.
- Griffiths, P. 2004. Breeding snap beans for *Cucumber mosaic virus* (CMV) resistance. in Proceedings of the 101st annual international conference of the American Society for Horticultural Science. Austin, Texas,
- Hernández-López, V.M., Vargas-Vázquez, M.L., Muruaga-Martínez, J.S., Hernández-Delgado, S. & Mayek-Pérez, N. 2013. Origen, domesticación y diversificación del frijol común. *Avances y perspectivas. Revista Fitotecnia Mexicana* 36: 95-104.
- Lapidot, M., Legg, J.P., Wintermantel, W.M. & Polston, J.E. 2014. Chapter Three -Management of whitefly-transmitted viruses in open-field production systems. In, *Advances in Virus Research*. p:147-206.(G. Loebenstein and N. Katis ed.).
- Mavric, I. & Šustar-Vozlic, J. 2004. Virus diseases and resistance to Bean common mosaic and Bean common mosaic necrosis potyvirus in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Agriculturae Slovenica* 83: 181-190.
- Rodríguez Pardina, P. 2016. Otros virus que afectan al cultivo de poroto. En, *Manual técnico del cultivo del poroto para el Noroeste Argentino. Tucumán*. p:151-159.(O. N. Vizgarra, C. M. Espeche and L. D. Ploper ed.).
- Rodríguez Pardina, P., Hanada, K., Laguna, I.G., Zerbini, F.M. & Ducasse, D.A. 2011. Molecular characterization and relative incidence of bean- and soybean-infecting begomoviruses in northwestern Argentina. *Annals of Applied Biology* 158: 69-78.
- Rodríguez Pardina, P., Arneodo, J., Truol, G., Herrera, P. & Laguna, I.G. 2004. First report of *Cowpea mild mottle virus* in bean crops in Argentina. *Australasian Plant Pathology* 33: 129-130
- Rodríguez Pardina, P., Giménez Pecci, M.P. & Laguna, I.G. 1997. Wheat: a new natural host for the mal de río cuarto virus in the endemic disease area, Río Cuarto, Córdoba Province, Argentina. *Plant Disease* 82: 149-152.
- Rojas, M.R., Macedo, M.A., Maliano, M.R., Soto-Aguilar, M., Souza, J.O., Briddon, R.W., Kenyon, L., Bustamante, R.F.R., Zerbini, F.M., Adkins, S., Legg, J.P., Kvarnheden, A., Wintermantel, W.M., Sudarshana, M.R., Peterschmitt, M., Lapidot, M., Martin, D.P., Moriones, E., Inoue-Nagata, A.K. & Gilbertson, R.L. 2018. World Management of Geminiviruses. *Annual Review of Phytopathology* 56: 637-677.
- Singh, S.P., Morales, F.J., Miklas, P.N. & Terán, H. 2000. Selection for Bean Golden Mosaic Resistance in Intra- and Interracial Bean Populations Published as Idaho Agricultural Experiment Station Journal Article No. 00706, Univ. of Idaho, College of Agriculture, Moscow, ID 83844. *Crop Science* 40: 1565-1572.
- Soler, A., Lobaton, J.D., Macea, E., Grajales, M., Raatz, B. & Beebe, S., 2017. Single Nucleotide Polymorphism (Snp) marker discovery and genetic mapping associated with resistance to Bean golden yellow mosaic virus. *Publications from USDA-ARS / UNL Faculty*.
- Varela, G., Avalos, V., Reyna, P., Laguna, I.G. & Rodríguez Pardina, P.

2018. Identification, molecular characterization and relative incidence of begomoviruses infecting bean crops in northwestern Argentina: an update. *Australasian Plant Pathology* 47: 343-350.
- Vizgarra, O. 1995. Epidemiología y control integrado de las virosis del poroto transmitidas por mosca blanca en el Noroeste de Argentina. *Avance Agroindustrial* 16: 33-34.
- Zumelzu, G. & Docampo, D.M. 1984. Partículas icosaédricas asociadas al achaparramiento del poroto (*Phaseolous vulgaris*). Tipo Alubia y el moteado presente en otros cultivares. En *Actas VII Reunión Nacional y I Internacional de la Sociedad de Olericultura*, Buenos Aires, Argentina.

Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 2.5 Argentina.