

Obtención de líneas de pimiento (*Capsicum annuum*) progenitoras de híbridos F₁, resistentes a enfermedades virales, a partir del estudio de cuatro sub-poblaciones

Yaritza Rodríguez, Tomás Depestre y Olimpia Gómez

Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, Carretera Quivicán-Bejucal, km 331/2, Quivicán, La Habana, Cuba. CP 33500.

Abstract

Y. Rodríguez, T. Depestre, and O. Gómez. 2007. Obtaining bell pepper lines (*Capsicum annuum*) resistant to viral diseases as progenitors of F₁ hybrids, based on the study of four sub-populations. Cien. Inv. Agr. 34(3):237-242. Viral diseases constitute the main obstacle to bell pepper production in the world. In Cuba, pepper plants are primarily affected by the following viruses: *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Potato virus Y* (PVY), *Tobacco etch virus* (TEV), and *Pepper venial mottled virus* (PVMV). Since controlling viruses is becoming more and more difficult, breeders have had to resort to genetic control as the most efficient means of cultivar improvement. The need for selecting well-adapted multi-resistant lines bearing large fruits is a must if they are intended to be used as progenitors of more competitive F₁s. Twenty seven lines grown on compacted ferric red soil were selected, analyzed, and cultivated following the procedures described in technical crop manuals. Four lines that were well adapted to tropical conditions, which bore large fruits, and with proven multi-resistance to the different viruses, were used as progenitors of the first F₁ Cuban pepper cultivar.

Key words: Hybrid, multi-resistance, pepper.

Introducción

Las especies de *Capsicum* fueron introducidas en Europa desde América. Son originarias de América Central y del Sur, siendo las primeras hortalizas empleadas como condimentos. Actualmente, en el comercio mundial de condimentos, ocupan el segundo lugar, tanto económica como productivamente, y se ubican después de la pimienta negra. El pimiento dulce, cultivado en todo el mundo se consume también en estado fresco. Algunos cultivares con alto nivel de pungencia (picantes), además de utilizarse como alimento, se emplean como medicamentos. Tanto el pimiento pungente como el dulce, enriquecen la dieta por sus

notables contenidos en vitaminas A y C (Depestre, 1999).

El cultivo de hortalizas tiene cada vez más importancia debido a la necesidad de diversificación y de mejorar la calidad de los productos alimenticios. El pimiento puede contribuir, no sólo al enriquecimiento nutricional de la alimentación de la población, sino también como fuente de ingresos de las familias rurales y como entrada de divisas para Cuba (Depestre, 2002). Por lo tanto, se hace necesario desarrollar cultivares, sostenibles y competitivos, para diversos propósitos comerciales, que respondan a las exigencias de los mercados existentes. Este trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar y seleccionar líneas de pimiento, caracterizados por producir frutos grandes y adaptados al clima tropical. Se espera utilizar estos cultivares como progenitores de híbridos F₁ competitivos.

Materiales y métodos

Localidad y cultivo

El presente trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, Ministerio de la Agricultura, Cuba, situado en el Municipio de Quivicán, provincia La Habana (22°23' de longitud Oeste, 11 m.s.n.m) (IIHLD, 1997).

Los trasplantes de cepellones, según el método de Casanova *et al.* (1999), se realizaron en octubre-diciembre (1999-2000), considerado como el período óptimo de plantación en Cuba. Se plantó en un suelo Ferralítico Rojo compactado en disposición espacial de 0,90 m x 0,30 m (CUBA-MINAG, 1995). Durante el cultivo, se efectuaron las labores establecidas en el instructivo técnico, a excepción del empleo de insecticidas para el control de áfidos, potenciales vectores de algunos virus (CUBA-MINAG, 1984).

Líneas experimentales y sub-poblaciones

Se evaluaron 27 líneas de pimiento (obtenidas de la población base), las que mostraron en el campo, la baja incidencia y severidad a *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Potato virus Y* (PVY), *Tobacco etch virus* (TEV) y *Cucumber mosaic virus* (CMV) durante los primeros ciclos de selección (C0-C6). Al mismo tiempo tuvieron el mayor número de frutos por plantas, peso promedio del fruto y rendimiento por planta (Cuadro 1).

Formación de la población base del programa LIRA (C₀)

La población base se formó a partir de cruzamientos en F₂ y retrocruzamientos (BC) (Depestre, 2002) (Cuadro 2). De acuerdo con la resistencia viral de sus progenitores, esta población base se dividió en cuatro sub-poblaciones para ser ensayada frente a cuatro virus: 1. La sub-población LIRAT (TMV) se probó para resistencia al TMV P(0), a dos temperaturas; 2. La sub-población LIRAP (PVY, P(1,2)) se ensayó para determinar el nivel de resistencia al PVY P(1,2) debido a que los genes que la confieren, se la otorgan

Cuadro 1. Características de las líneas de pimiento (*Capsicum annuum*) utilizadas en este trabajo.

Table 1. Characteristics of the lines of peppers (*Capsicum annuum*) used in this study.

Líneas resistentes a ¹ :			
TMV (LIRAV)	PVY (LIRAP)	TEV (LIRAE)	CMV (LIRAC)
Cu 24	Cu 16	Cu 29	Cu 2
Cu 26	Cu 17	Cu 32	Cu 5
Cu 28		Cu 33	Cu 7
		Cu 34	Cu 8
		Cu 35	Cu 9
		Cu 36	Cu 10
		Cu 37	Cu 11
		Cu 38	Cu 100
		L Cu 11	Cu 101
			Cu 102
			Cu 103
			Cu 104
			L Cu 2

¹Tobacco mosaic virus (TMV). Potato virus Y (PVY). Tobacco etch virus (TEV). Cucumber mosaic virus (CMV).

también a todos los patotipos conocidos; 3. La sub-población LIRAE (TEV) se probó para resistencia a TEV (CAU 4) y 4. La sub-población LIRAC (CMV) se estudió, a nivel de plántulas, respecto de la resistencia a CMV/N Fulton (CMV/N).

Para efectuar los cruzamientos en cada sub-población, las plantas seleccionadas como resistentes se sembraron en macetas de 4 L y se mantuvieron aisladas.

En cada sub-población, la selección de líneas se hizo de acuerdo con las resistencias mostradas bajo condiciones de infección viral natural en el campo. El nivel de infección viral (V12), se expresó como sintomatología general de la planta en escala de 0 a 3, correspondiendo 0 a planta sana, asintomática; 1, a la presencia de un tenue mosaico; 2, a mosaico nítido; y 3, a un mosaico severo (Palloix y Depestre, 1998). Posteriormente, se comprobó la resistencia de éstas líneas seleccionadas a cada virus en condiciones controladas de laboratorio (A. Palloix, Comunicación personal, 2000).

En la generación C₃ de cada sub-población, se seleccionaron futuras líneas progenitoras entre aquellas que resultaron resistentes a los virus

estudiados y presentaron los mejores valores en número de frutos por planta, peso promedio del fruto y rendimiento por planta.

La comprobación de la resistencia a TMV, PVY, TEV y CMV se efectuó en los laboratorios de la Unité de Génétique et d'Amélioration des Fruits et Légumes, INRA (Institut Nationale Reserche Agronomique, Montfavet, Francia). Esta consistió en evaluar la sub-población LIRAT para resistencia a TMV (patotipo común, P(0) a 22 y 32°C. En LIRAP se buscó resistencia al PVY (p(1,2)), pues los genes que confieren resistencia a este patotipo, también la otorgan para los otros dos virus (A. Palloix, comunicación personal, 1992). La sub-población LIRAE se evaluó para resistencia a TEV (CAU4), por cuanto el aislado CAU4 de este virus se considera el más agresivo en el pimiento en Cuba (Depestre, 2002). En LIRAC se buscó resistencia a CMV Fulton y CMV/N a nivel de plántulas; el primer virus, provoca mosaico y el segundo necrosis foliar.

Las mejores líneas de cada sub-población, seleccionadas en C_8 y autofecundadas, se utilizaron en la creación de híbridos F_1 .

Cuadro 2. Programa de mejoramiento de pimiento (*Capsicum annuum*) en Cuba: Genealogía de la población base de la sub-población LIRA.

Table 2. *Pepper* (*Capsicum annuum*) *improvement program in Cuba: Genealogy of the base population of the LIRA sub-population.*

Genealogía
F2 (SC 81 x Vania)
F2 (SC 81 x Vania)
BC1 (SC 81 x Vania) x Vania
BC1 (SC 81 x Vania)F2 x Vania
BC1 (SC 81 x Vania) x Vania
F2 (SC 81 x Yolo Wonder)
F2 (SC 81 x Samka)
F2 (SC 81 x Samka)
F1 (SC 81 x Samka)
BC1 (SC 81 x Samka) x Samka
F2 (Español x Yolo Wonder)
F2 (Yolo Wonder x Medalla de Oro)
F2 (Flambeau x Vania)
F2 (Flambeau x Vania)
BC1 (PM 949 x Vania) x Vania
BC1 (PM 949 x Vania)F2 x Vania

Evaluación

En este trabajo se evaluaron los siguientes caracteres agronómicos: 1. Número de frutos por planta (V1), 2. Peso promedio del fruto (V2), determinado como promedio de tres frutos maduros (rojos) por planta, y 3, Rendimiento por planta (V3), expresado como número de frutos multiplicado por el peso promedio del fruto.

Diseño y análisis estadísticos

El experimento fue dispuesto en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para la selección de las mejores líneas dentro de cada una de las sub-poblaciones se realizó un análisis de varianza de clasificación simple, empleando StatGraphics Plus 5.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Rokville, EUA, 2000). Las medias se separaron mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

En cada una de las sub-poblaciones, y de acuerdo con los resultados de los análisis de varianza, se seleccionaron cuatro líneas que mostraron una alta productividad con la menor incidencia de virosis en la planta. Estas líneas se emplearon como progenitoras de los primeros híbridos F_1 de pimiento en Cuba (Cuadro 3).

En el caso de la sub-población LIRAC, se seleccionó la línea Cu 103, con un promedio de 15,08 fruto-planta⁻¹, 121,27 g de peso promedio del fruto, 1,57 kg-planta⁻¹ de rendimiento y 0,9 como índice de virosis. En la sub-población LIRAE, se seleccionó la línea Cu 32 con un promedio de 18,9 fruto-planta⁻¹, frutos de 102 g, rendimiento de 1,46 kg-planta⁻¹, e índice de virosis igual a cero. En LIRAV, se seleccionó la línea Cu 17, con un promedio de 18,45 fruto-planta⁻¹, un peso de los frutos de 61,25 g, y un rendimiento de 1,13 kg-planta⁻¹. El índice de virosis fue igual a 1 y en LIRAP se seleccionó la línea Cu 28 con un promedio de 18,85 fruto-planta⁻¹, 87,12 g de peso promedio de los frutos, y rendimiento de 1,42 kg-planta⁻¹. El índice de virosis también fue 1.

El análisis anterior, permitió la selección efectiva

Cuadro 3. Líneas de cada sub-población de pimiento (*Capsicum annuum*) en la generación C8.**Table 3.** Lines of each sub-population of pepper (*Capsicum annuum*) in the C8 generation.

Líneas	Frutos fruto-planta ⁻¹	Peso promedio del fruto g	Rendimiento kg-planta ⁻¹	Índice viral ¹
<i>Sub-población LIRAC</i>				
Cu2	13,76 bc ²	114,63 b ²	1,13 bcde ²	1,9 b ²
Cu5	14,25 b	72,75 de	1,03 cde	1,0 c
Cu7	10,62 ef	114,5 b	1,21 bc	1,0 c
Cu8	11,92 bc	63,07 gh	0,75 f	3,0 a
Cu 9	16,57 a	57,0 ij	0,95 e	2,9 a
Cu10	9,97 ef	60,15 hi	0,60 fg	2,0 b
Cu11	9,92 f	55,1 k	0,54 g	1,9 b
Cu100	8,97 f	74,72 d	0,67 fg	2,9 a
Cu101	10,15 ef	72,15 def	1,23 b	3,0 a
Cu102	10,80 cd	106,52 c	1,15 bcd	0,9 c
Cu 103	15,08 ab	121,27 a	1,57 a	0,9 c
Cu104	14,67 ab	67,62 fg	0,98 de	0,9 c
Lcu2	9,95 f	68,5 ef	0,68 fg	0,9 c
<i>Sub-población LIRAE</i>				
Cu 29	14,32 de	70,46 bc	1,33 bc	0,00 d
Cu 32	18,9 abc	102,0 a	1,46 a	0,00 d
Cu 33	16,5 cd	70,77 bc	1,16 bcde	0,00 d
Cu 34	17,09 bc	60,75 e	1,11 cde	1,08 c
Cu 35	15,55 de	74,42 bc	1,2 bcd	2,93 a
Cu 36	18,9 ab	61,6 de	1,25 bc	2,98 a
Cu 37	20,72 a	72,85 bc	1,36 bc	2,98 a
Cu 38	13,37 ef	68,75 cd	0,91 de	2,0 b
LCu 11	11,9 f	76,5 b	0,86 e	0,00 d
<i>Sub-población LIRAP</i>				
Cu24	11,57 c	106,13 a	1,53 a	2,9 a
Cu26	14,36 bc	117,45 a	1,40 a	1,0 b
Cu28	18,85 a	87,12 a	1,42 a	1,0 b
<i>Sub-población LIRAV</i>				
Cu16	15,76 b	68,96 a	1,24 a	2,9 a
Cu17	18,45 a	61,25 b	1,13 a	1,0 b

¹Nivel de infección viral expresado como sintomatología general de la planta en escala de 0 a 3, donde 0 = planta sana, asintomática, 1 = presencia de un tenue mosaico, 2 = mosaico nítido y 3 = mosaico severo.

²Promedios que comparten una misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí, según la Prueba de Tukey ($p < 0,05$).

³Level of viral infection expressed as general symptomatology of the plant on a scale of 0 to 3, where 0 = healthy asymptomatic plant, 1 = presence of slight mosaic virus, 2 = clear mosaic virus and 3 = severe mosaic virus.

⁴Means followed by the same letters are not statistically different from each other, according to Tukey's test ($p < 0,05$).

de cuatro líneas de pimientos resistentes a CMV, TEV, PVY y TMV, adaptadas al trópico. Sus principales características se resumen en el Cuadro 4.

La estrategia seguida en este programa de mejoramiento permitió la mejora gradual de las resistencias a virus, conjuntamente con la de los caracteres agronómicos de interés comercial. De este modo fue posible obtener líneas promisorias de pimiento para su inclusión como progenitoras en el programa

de mejoramiento genético de esta especie. Con anterioridad, se obtuvieron cultivares de pimiento de frutos pequeños 'SC 81' resistentes a TMV y PVY (Espinosa *et al.*, 1992); 'Español Liliana' de frutos grandes resistente a TMV (Depestre *et al.*, 1997); y 'Tropical CW-3' (Muñoz de Con, comunicación personal, Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical Alejandro de Humbolt. La Habana, Cuba). Estos cultivares han sido ampliamente utilizados en la producción de pimiento en Cuba (Depestre, 2002).

La obtención de líneas de pimiento resistentes a los diferentes virus estudiados y la ocurrencia de resistencia múltiple en algunas de ellas, es un logro importante en el mejoramiento genético del pimiento en Cuba. La frecuente evolución de los patógenos en las áreas tropicales, capaces de vencer la resistencia genética en el cultivo del pimiento, hace necesario la obtención de resistencia durable (Ahmed *et al.*, 2001; Depestre, 2002; Mitidien y Polack, 2005; Rodríguez *et al.*, 2002).

Por lo tanto, la selección de líneas multi-resistentes de pimiento, y adaptadas a las condiciones tropicales que caracterizan a Cuba, representa un importante aporte al mejoramiento de esta especie hortícola. Estas líneas correspondieron a Cu 17 resistente a PVY y TMV; Cu 28 resistente a PVMV y TMV; Cu 29, Cu 32 y Cu 33 resistente TEV y TMV y Cu 103 resistente a CMV y TMV. En consecuencia, es posible utilizar estas líneas como progenitoras en programa de obtención de híbridos F₁ de pimiento (Cuadro 4).

Resumen

Las enfermedades virales constituyen el principal obstáculo para el desarrollo del

pimiento (*Capsicum annuum*) en el mundo. En Cuba, lo afectan principalmente el virus del mosaico del tabaco (TMV), el virus del mosaico del pepino (CMV), el virus Y de la papa (PVY), el virus del grabado del tabaco (TEV) y el virus del moteado de las venas del pimiento (PVMV). Dado que su control se hace cada vez más difícil, los fito-mejoradores han tenido que recurrir al control genético como vía más eficiente para lograr el desarrollo de este cultivo. La necesidad de seleccionar líneas de pimiento multi-resistentes a las principales enfermedades, de frutos grandes y de buena adaptación, cobra mayor importancia cada día, para ser utilizados como progenitores de híbridos F₁ más competitivos. Se analizaron 27 líneas de pimiento cultivadas en un suelo Ferralítico Rojo Compactado, efectuándose las labores culturales comúnmente recomendadas para este cultivo en Cuba. Se seleccionaron cuatro líneas con multi-resistencia comprobada a los diferentes virus, de frutos grandes y adaptados al trópico, las que se usaron como progenitores de los primeros híbridos F₁ cubanos de pimiento.

Palabras claves: híbridos, multi-resistencia, pimiento.

Cuadro 4. Líneas seleccionadas en las diferentes sub-poblaciones de pimiento (*Capsicum annuum*).

Table 4. Selected lines in the different pepper sub-populations (*Capsicum annuum*).

Línea	Sub-población	Características	Resistente a ¹
Cu 28	LIRAV	Número de frutos: 18,8 fruto·planta ⁻¹ Rendimiento: 1,4 kg·planta ⁻¹ Índice viral: 1,0	PVMV y TMV
Cu 16	LIRAP	Número de frutos 18,4 fruto·planta ⁻¹ Índice viral: 0,9	PVY y TMV
Cu 32	LIRAE	Largo del fruto: 6,4 cm Peso del fruto: 102,0 g Rendimiento: 1,4 kg·planta ⁻¹ Índice viral: 0,	TEV y TMV
Cu 103	LIRAC	Número de frutos: 15,8 fruto·planta ⁻¹ Largo del fruto: 9,3 cm Índice viral: 0,9	CMV y TMV

¹Resistencia de campo comprobada en el Laboratorio de la Unité de Génétique et d'Amélioration des Fruits et Légumes del INRA, Montfavet, Francia (Palloix, 2002, Comunicación personal). Tobacco mosaic virus (TMV), Potato virus Y (PVY), Tobacco etch virus (TEV), Cucumber mosaic virus (CMV) y Pepper venial mottled virus (PVMV).

¹Field resistance was confirmed by laboratory tests at the Laboratory of the Unité de Génétique et d'Amélioration des Fruits et Légumes del INRA, Montfavet, France (Palloix, 2002, Personal communication). Tobacco mosaic virus (TMV), Potato virus Y (PVY), Tobacco etch virus (TEV), Cucumber mosaic virus (CMV) and Pepper venial mottled virus (PVMV).

Literatura citada

- Ahmed, E.A., A.M. Daubeze, D. Lafortune, . Depestre; W.R., Nono, C. Duranton, T. Berke, N.B. Gaddagimath, G. Nemouchi, and A. Palloix 2001. Constructing multiresistant genotypes of sweet pepper for cultivation in the tropics. EUCARPIA Capsicum and Eggplant. Paris, Francia. p. 293-297.
- Casanova A., O. Gómez, H. Cardoza, J.C.Hernández, C. Murquido y M. León. 1999. Guía Técnica para la Producción de Tomate. IIHLD (Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova), Quivicán, La Habana, Cuba. 4 p.
- CUBA-MINAG. 1995 Instructivo Técnico de Organopónico. Ciudad Habana. MINAG (Ministerio de la Agricultura), La Habana, Cuba. 50 p.
- CUBA-MINAG. 1984. Instructivo técnico del cultivo del pimiento. La Habana. Dirección Nacional de Cultivos Varios. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana, Cuba 29 p.
- Depestre, T., J. Espinosa, V. Camino y R. González. 1997. Pimiento y berenjena. En. p. 20-22. Memorias 25 Aniversario-La Habana: Editorial Liliana. La Habana, Cuba.
- Depestre, T. 2002. Construcción de multi-resistencia a enfermedades virales y adaptación al trópico en genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su aplicación. www.cuba.cu/ciencia/acc/agrarias2002_resumen.htm. (Consultado el 3 de mayo, 2007).
- Espinosa, J., T. Depestre y V. Camino. 1992. Una nueva variedad resistente de pimiento. Agricultura Tropical 2:13 -14.
- IIHLD. 1997. Memorias 25 Aniversarios. Localización, clima y suelos. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Editorial Liliana, La Habana, Cuba. 98p.
- Mitidien, M. y Polack, L.A. 2005. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos emergentes de tomate y pimiento. Estación Experimental Agropecuaria. San Pedro. INTA, Buenos Aires, Argentina. 110 pp.
- Rodríguez, Yorman; Rangel, E., Centeno, F., Mendoza, A. y Parra, A. 2002. Virus diseases affecting sweet pepper (*Capsicum annuum*) in Quibor Valley, Venezuela. Proc. Of the 16th Int. Pepper Conference. Tampico, Tamaulipas. November, p.12-1.