

NUEVAS COMBINACIONES HÍBRIDAS DE PIMIENTO PARA EL SISTEMA DE CULTIVO PROTEGIDO EN CUBA

New hybrid combinations of pepper for cultivation system protected in Cuba

Yaritza Rodríguez✉, Antonio S. Casanova, Sixto R. Rodríguez, Carlos M. Camejo, Adalberto Felipe y Niurka Aulán

ABSTRACT. The investigation was carried out in the Institute of Horticultural Investigations “Liliana Dimitrova” (IIHLD, according its acronyms in Spanish) during the winter campaign 2014-2015, with the objective of studying the behavior of new hybrid combinations of pepper under the system of protected cultivation with good behavior agronomic and high yields, in Cuba. For this, 16 hybrid combinations of pepper were evaluated with regard to the morph agronomic behavior, comparing them with the commercial witness ‘LPD-5 F₁’ and ‘LPD-1 F₁’ of the Program of Genetic Improvement of the IIHLD and the ‘FAR-3 F₁’, of the signature Hazera. Eleven hybrid combinations of pepper, had a behavior more precocious phenologic (22 dat) that the rest of the combinations and of the rehearsed witness. All they are of the habit of growth erect and of the Lamuyo fruit type. Nine hybrid combinations, obtained the biggest values of number of fruits for plant (20 to 25 fruits) and half mass of the fruits (+ 155 g) and eight combinations reached superior values to the 2,5 kg pl. The hybrid combinations F9xBM29 F₁, F6xLB F₁, 056xLB F₁, F7xBM29 F₁, 057xLB F₁, 057xNv F₁, F7xLB F₁ and F7x330 have the 70 t ha⁻¹ under this production system.

Key words: *Capsicum annuum* L., morphagronomic behavior, yield

RESUMEN. La investigación se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD) durante la campaña de invierno 2014-2015, con el objetivo de estudiar el comportamiento de nuevas combinaciones híbridas de pimiento bajo el sistema de cultivo protegido con buen comportamiento agronómico y altos rendimientos, en Cuba. Para ello se evaluaron 16 combinaciones híbridas de pimiento con respecto al comportamiento morfoagronómico, comparándolas con los testigos comerciales ‘LPD-5 F₁’ y ‘LPD-1 F₁’ del Programa de Mejoramiento Genético del IIHLD y el ‘FAR-3 F₁’, de la firma Hazera. Once combinaciones híbridas de pimiento, tuvieron un comportamiento fenológico más precoz (22 ddt) que el resto de las combinaciones y de los testigos ensayados. Todas son del hábito de crecimiento erecto y del tipo de fruto Lamuyo. Nueve combinaciones híbridas, obtuvieron los mayores valores de número de frutos por planta (20 a 25 frutos) y masa media de los frutos (+ 155 g) y ocho combinaciones, alcanzaron valores superiores a los 2,5 kg pl. Las combinaciones híbridas F9xBM29 F₁, F6xLB F₁, 056xLB F₁, F7xBM29 F₁, 057xLB F₁, 057xNv F₁, F7xLB F₁ y F7x330 sobrepasan las 70 t ha⁻¹ bajo este sistema de producción.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., comportamiento morfoagronómico, rendimiento

INTRODUCCION

El pimiento (*Capsicum annuum* L.), ocupa un lugar destacado en la producción hortícola por su preferencia en la población, debido a su exquisito sabor y elevado nivel nutricional. Actualmente, las estadísticas en Cuba indican en el 2016, un descenso en la producción y en el rendimiento promedio para ambas épocas de siembra, bajo condiciones protegidas (1,2).

La dependencia de la importación y los altos costos de las semillas de los híbridos de pimiento necesarios para ser utilizados en la tecnología de cultivo protegido, la influencia de plagas, la dificultad de obtener los insumos y las altas temperaturas que se generan en esta tecnología, son algunas de las causas que influyen en la baja productividad en este sistema en Cuba; de ahí la necesidad del desarrollo de híbridos cubanos con mayor tolerancia a factores bióticos, tal como los *Potyvirus* (3), y a factores abióticos como es el caso de las altas temperaturas; de alto potencial de rendimiento y calidad de las semillas (4,5).

Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD),
Mayabeque, Cuba
✉ yaritza@inca.edu.cu

Las enfermedades virales (virus del grabado del tabaco (TEV), virus del moteado suave del pimiento (PepMoV), virus del mosaico del tabaco (TMV), virus Y de la papa (PVY) y virus del mosaico del pepino (CMV), causan pérdidas económicas considerables, provocando más de un 30 % de pérdidas en nuestro país, sobre todo cuando la infección ocurre en épocas tempranas del crecimiento (6,7). Por lo tanto, se hace necesaria una creación varietal constante y competitiva, para lograr nuevos cultivares que satisfagan los diferentes propósitos comerciales, que presenten alto potencial de rendimiento y resistencia a las principales plagas en este cultivo (8–10).

El control genético es muy utilizado por los fitomejoradores, por constituir una de las alternativas de manejo del cultivo más eficientes utilizadas para lograr su desarrollo, al lograr líneas de pimiento multi-resistentes a las principales enfermedades para ser utilizados como progenitores de híbridos F_1 más competitivos (11). A través del mejoramiento, se logra un ahorro en la sustitución de importaciones por concepto de compra de semillas, al disponer de híbridos de procedencia nacional con buenos rendimientos, resistentes a plagas, con adaptación al clima tropical, más precoces, con protección vegetal y permitiendo alargar su período de cosecha (12).

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario evaluar el comportamiento morfoagronómico de nuevas combinaciones híbridas de pimiento, de alto potencial productivo, en áreas del módulo de casas de cultivo protegido del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" del municipio Quivicán, provincia Mayabeque.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el IIHLD perteneciente al Ministerio de la Agricultura, ubicado en el municipio Quivicán, al sur de la provincia Mayabeque, a 22°52' de latitud Norte y 82°23' de longitud Oeste según las coordenadas Lambert Sistema Cuba Norte y a una altitud sobre el nivel del mar de 68 m s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

EL experimento se desarrolló durante la campaña de invierno 2014-2015 en los meses de noviembre a marzo, sobre un suelo Ferralítico Rojo típico, correspondiente a la clasificación genética de los suelos de Cuba (13). El suelo posee un pH neutro, altos contenidos de P_2O_5 y K_2O y bajo en materia orgánica.

El material genético empleado se describe en la Tabla I.

Tabla I. Material vegetal utilizado en la investigación bajo cultivo protegido

Nº	Combinaciones híbridas	Nº	Combinaciones híbridas
1	1X3 F_1	11	'LPD-1 F_1 ' (T)
2	1X4 F_1	12	056xLB F_1
3	2X3 F_1	13	F7x BM29 F_1
4	2X4 F_1	14	F9x330 F_1
5	Ch/13 F_1	15	057xLB F_1
6	F6xBM29 F_1	16	F6x330 F_1
7	'LPD-5 F_1 ' (T)	17	057xNv F_1
8	'FAR-3 F_1 ' (T)	18	F7xLB F_1
9	F9xBM29 F_1	19	F7x330 F_1
10	F6xLB F_1		

16 combinaciones híbridas del Programa de Mejoramiento Genético del IIHLD
tres testigos comerciales 'LPD-5 F_1 ' T y 'LPD-1 F_1 ' T (IIHLD) y 'FAR-3 F_1 ' T Hazera, Israel

La producción de plántulas se realizó por el método de cepellones (14), en una instalación modelo Tropical T–12, con una superficie de 180 m² y cerramiento total con malla anti-insectos, en bandejas cubanas de poliestireno expandido con 247 alvéolos de 32,50 cm³ de volumen. Se utilizó como sustrato una mezcla de 90 % de humus de lombriz + 10 % de litonita. El riego se efectuó dos veces al día por cinco minutos, con un sistema de microaspersión aérea y una entrega en los goteros de 36 L/h.

El trasplante se realizó a los 35 días después de la siembra de las semillas, en una casa de cultivo modelo A-12 de 540 m², en canteros de 1,80 m de ancho y 15 cm de altura, la distancia entre plantas fue de 0,30 m. El total de plantas fue de 720. La cosecha comenzó a los 75 días después del trasplante, cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica. Las atenciones culturales del cultivo bajo el sistema de cultivo protegido fueron según el manual de cultivo protegido de hortalizas (14). Los tratamientos quedaron dispuestos en un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones, para su análisis en base a plantas individuales (método de mejoramiento por selección individual). Se utilizó el descriptor de variedades propuesto por el IBPGRI (15), para la realización de las evaluaciones.

Caracteres fenológicos: a partir del momento del trasplante hasta la culminación del ciclo productivo del cultivo.

- ◆ Trasplante a la floración inicial (días)
- ◆ Trasplante a la floración masiva (días)
- ◆ Trasplante a fructificación inicial (días)
- ◆ Trasplante a fructificación masiva (días)

- ◆ Trasplante a inicio de la madurez fisiológica (días)
- ◆ Trasplante al comienzo de la madurez técnica (días)

Evaluaciones de variables de crecimiento: se midió a una muestra de cinco plantas por tratamiento y réplica.

- ◆ Altura de la planta AP (cm)
- ◆ Ancho de la planta AP (cm)
- ◆ Diámetro del tallo DT (mm)

Evaluaciones productivas: se realizaron un total de cuatro cosechas a cada variedad, con un intervalo de siete días entre ellas. Se determinó rendimiento y sus componentes:

- ◆ Largo del fruto LF (cm)
- ◆ Ancho del fruto AF (cm)
- ◆ Grosor de pericarpio GP (mm)
- ◆ Número de frutos promedio por planta NFP (No.pl)
- ◆ Masa media de los frutos MMF(g)
- ◆ Rendimiento (t ha⁻¹)

Se realizó la comprobación de la resistencia a potyvirus para ver el avance del mejoramiento, mediante la evaluación visual de la sintomatología general de la planta, según la escala 0 (no síntomas), 1 (mosaico ligero), 2 (mosaico intermedio) y 3 (mosaico fuerte) (16).

Se valoró el cumplimiento de los supuestos básicos del análisis de varianza; la normalidad mediante log₁₀y, los estadígrafos de asimetría y de kurtosis para lo cual se transformaron las variables que no cumplieron con estos supuestos: masa media del fruto y rendimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 (17).

Para el análisis de los datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple mediante el programa automatizado Statgraphics Plus 5.0. Las medias se docimaron sobre la base de la prueba de rangos múltiples Tukey HSD al 95 % para todas las variables analizadas (18). En todos los casos, previamente se chequeó la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de varianza (Bartlett) (19).

Para la interpretación de las relaciones entre caracteres y la distancia entre los grupos de combinaciones, se utilizó un análisis multivariado de conglomerados (17) empleándose el método de análisis jerárquico de Ward y, como medida de disimilaridad la Distancia Euclidiana al cuadrado del programa automatizado Statgraphics Plus 5.0. En el dendrograma resultante, fijando un umbral de distancia de 30, se determinaron los grupos de cluster para la distancia de corte establecida, para los datos productivos en cada combinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la ocurrencia de las diferentes fases fenológicas evaluadas (Tabla II), se puede apreciar que existe un grupo de combinaciones híbridas que inician la floración a los 22 ddt (días después del trasplante) (1x3 F₁, 2x3 F₁, Ch/13 F₁, F6xBM29 F₁, F6xLB F₁, 056xLB F₁, F7xBM29 F₁, F9x330 F₁, F6x330 F₁, F7xLB F₁ y F7x330 F₁) y otras a los 30 ddt ('LPD-5 F₁' T, 'FAR-3 F₁' T, F9xBM29 F₁, 'LPD-1 F₁' T, 057xNv F₁).

Tabla II. Ocurrencia de las diferentes fases fenológicas (ddt) en las nuevas combinaciones híbridas de pimiento

No	Genotipos	Floración		Fructificación		Madurez	
		Inicial	Masiva	Inicial	Masiva	Fisiológica	Técnica
1	1x3 F ₁	22	52	57	80	87	98
2	1x4 F ₁	26	56	61	83	91	106
3	2x3 F ₁	22	52	57	80	87	98
4	2x4 F ₁	26	56	61	83	91	106
5	Ch/13 F ₁	22	52	60	82	87	98
6	F6xBM29 F ₁	22	52	62	84	87	98
7	'LPD-5 F ₁ ' (T)	30	60	62	84	95	106
8	'FAR-3 F ₁ ' (T)	30	60	62	84	95	106
9	F9xBm29 F ₁	30	60	61	83	95	106
10	F6xLB F ₁	22	52	57	80	87	98
11	'LPD-1 F ₁ ' (T)	30	60	62	84	95	106
12	056xLB F ₁	22	52	57	80	87	98
13	F7xBM29 F ₁	22	52	59	81	87	98
14	F9x330 F ₁	22	52	55	78	87	98
15	057xLB F ₁	26	56	58	80	91	106
16	F6x330 F ₁	22	52	57	80	87	98
17	057xNv F ₁	30	60	62	84	95	106
18	F7xLB F ₁	22	52	57	80	87	98
19	F7x330 F ₁	22	52	57	80	87	98
	Promedio	25	55	53	82	94	101

T: Testigo

Similar comportamiento fueron observados en los mismos grupos, para la fructificación inicial a los 57 y a los 62 ddt respectivamente. Llegan a su madurez fisiológica, o sea, frutos verdes hechos entre los 87 a 95 ddt y su maduración técnica comienza a los 98 y 106 ddt respectivamente. Los tres testigos fueron más tardíos con respecto al primer grupo (22 ddt).

Es importante señalar que éste comportamiento fenológico del cultivo es dependiente de factores climáticos (temperatura), varietales y del manejo agronómico que se realice; todos los cuales pueden influir, adelantándolo o retrasándolo, según la fecha en que se plante el mismo (20,21).

El estudio de las fases fenológicas, nos permite recomendar como poder establecer una siembra escalonada a partir de los resultados obtenidos. En este caso, se propone comenzar la campaña con el grupo de los 22 ddt (1x3 F₁, 2x3 F₁, Ch/13 F₁, F6xBM29 F₁, F6xLB F₁, 056xLB F₁, F7xBM29 F₁, F9x330 F₁, F6x330 F₁, F7xLB F₁ y F7x330 F₁), por ser los más precoces entre las combinaciones ensayadas y la media del experimento. Continuar posteriormente con cualquiera de los genotipos que comienzan su floración a los 26 ddt (1x4 F₁, 2x4 F₁, 057xLB F₁) y cerrar la campaña, con los del grupo que florecen a los 30 ddt (057xNv F₁, F9xBM29 F₁, 'LPD-1' F₁, 'LPD-5' F₁ y 'FAR-3' F₁), se sabe que el ciclo del cultivo de estos cultivares son de 165 días. Esto se hace, con el objetivo de que el productor siempre tenga producto en el campo y el mercado no quede desabastecido de esta importante hortaliza. Como medida de adaptación al trópico y para proteger a los frutos de la alta radiación solar y exposición a las fuertes lluvias, se necesitan cultivares con buena cobertura del follaje para evitar escaldadura y quemaduras solares que los desvaloricen en el mercado. La selección por adaptación a las condiciones tropicales debe tomar en cuenta los requerimientos específicos de cada región (22,23).

A partir de cierta altura del tallo, el pimiento emite dos o tres ramificaciones en dependencia de la variedad y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas y así sucesivamente (22,23).

En la Tabla III, se muestran algunas variables de crecimiento de las combinaciones híbridas objeto de estudio, a partir del descriptor de variedades propuesto por el IBPGRI (15). Se puede observar, que todas las combinaciones son de hábito de crecimiento indeterminado, con altura de la planta por encima de 1 m como medida de su adaptación a las condiciones de cultivo protegido. En la variable ancho de la planta, todos las combinaciones muestran un adecuado desarrollo con valores que oscilan entre 61,20 y 76,20 cm. Sin embargo, todas las combinaciones tienen un buen grosor del tallo con valores entre 10 a 12,5 mm.

Las combinaciones híbridas F6xLB F₁, 056xLB F₁, 057xLB F₁ y 057xNv F₁, manifestaron mayor altura con más de 119 cm por encima de los controles utilizados. Con respecto al ancho de la planta y diámetro del tallo, la mayoría de las combinaciones en estudio manifiestan buenas características con respecto a estas variables. Las combinaciones F6xLB F₁, 056xLB F₁, 057xLB F₁ y 057xNv F₁, manifestaron los mejores resultados en todas las variables analizadas sin diferencias significativas con los testigos 'LPD-5 F₁' T y 'FAR-3 F₁' T, pero si difieren con el testigo 'LPD-1 F₁' T.

La explotación del pimiento bajo sistemas de cultivo protegido, exige que los cultivares a explotar en este medio tienen que tener tallos muy largos (hasta 2 m) y de crecimiento erecto, para facilitar las labores de manejo y buscar más producción por área, además de que los frutos no toquen al suelo como medida de su adaptabilidad al medio imperante. Así mismo, poseen buena cobertura de follaje, permitiendo proteger a los frutos de los golpes de sol que causan manchas que desvalorizan el producto (24,25).

El estudio de las variedades largo y ancho del fruto y grosor del pericarpio (Tabla IV), se puede decir que no existen diferencias significativas en cada una de las variables analizadas con respecto a las diferentes combinaciones evaluadas ni con los testigos ensayados. El conjunto de combinaciones revelaron valores de largo del fruto entre 11,32 a 14,95 cm, para el diámetro del fruto de 6,28 a 9,50 cm y grosor del pericarpio de 5 y 6 mm. Las dimensiones medidas se corresponden con el grupo de pimientos tipo Lamuyo, referido por varios autores (21,26,27) donde expresa un largo entre 12 a 15 cm, un ancho entre 6 a 10 cm y un grosor del pericarpio entre 3 a 7 mm.

En cuanto a la forma del fruto, existe una gran variabilidad pudiendo ser alargados, esféricos, acorazonados, prismáticos, cúbicos, etc (28). La mayor parte de las clasificaciones de los pimientos cultivados, se han hecho de acuerdo a la forma del fruto o a parámetros tales como la relación entre la longitud y la anchura del fruto o la forma de su sección. Aunque la forma del fruto no está relacionada directamente con su composición química, ni con su sabor, los pimientos gruesos, cúbicos prismáticos y acorazonados suelen ser dulces (29,30).

En el carácter tamaño del fruto, en el género *Capsicum* hay una gran variabilidad, existen cultivares que apenas miden 2 cm mientras otras sobrepasan los 20 cm de longitud. Para el consumo fresco, se prefieren los frutos grandes, de forma cúbica o prismáticos (28). Así mismo plantean estos autores, que los cultivos se diferencian no sólo en la forma, tamaño o color, sino también en su aptitud para lograr un determinado fenotipo bajo diferentes condiciones de producción.

Tabla III. Comportamiento morfológico de las nuevas combinaciones híbridas de pimiento para cultivo protegido

No	Combinaciones Híbridas	Hábito de crecimiento	AIP (cm)	AnP (cm)	DT (mm)
1	1x3 F ₁	1	97,0 c	75,4 ab	11,9 ab
2	1x4 F ₁	1	108,7 b	71,1 bc	11,0 b
3	2x3 F ₁	1	92,8 c	76,2 a	10,3 c
4	2x4 F ₁	1	118,4 ab	63,5 de	12,7 a
5	Ch/13 F ₁	1	93,6 c	69,7 cd	11,6 ab
6	F6xBM29 F ₁	1	103,8 b	65,7 de	11,7 ab
7	'LPD-5 F ₁ ' (T)	1	118,6 ab	66,4 de	11,6 ab
8	'FAR-3 F ₁ ' (T)	1	117,2 ab	67,4 cd	11,5 ab
9	F9xBm29 F ₁	1	88,8 c	66,8 de	11,5 ab
10	F6xLB F ₁	1	124,7 a	67,7 cd	12,5 a
11	'LPD-1 F ₁ ' (T)	1	81,6 c	61,2 f	10,6 c
12	056xLB F ₁	1	119,8 ab	73,0 ab	12,4 a
13	F7xBM29 F ₁	1	98,8 c	69,7 cd	11,3 ab
14	F9x330 F ₁	1	112,7 ab	72,4 bc	11,5 ab
15	057xLB F ₁	1	122,8 a	70,3 bc	12,2 a
16	F6x330 F ₁	1	108,1 b	68,7 cd	11,2 b
17	057xNv F ₁	1	128,7 a	73,8 ab	12,9 a
18	F7xLB F ₁	1	110,2 ab	70,9 bc	11,8 ab
19	F7x330 F ₁	1	103,4 b	75,8 ab	11,8 ab
	C.V. (%)		4,59	10,58	11,43
	Ex		0,0456	0,7543	0,0427

1:Hábito de crecimiento, AIP: Altura de la planta, AnP: Ancho de la planta, DT: Diámetro del tallo. Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$

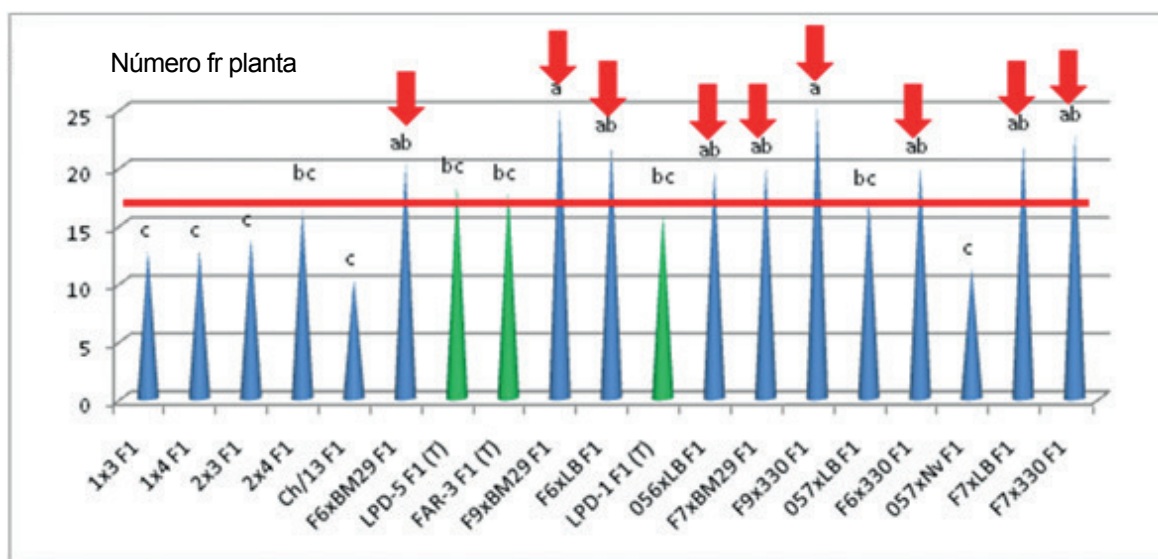
Tabla IV. Comportamiento agronómico de los genotipos de pimiento para campo abierto

No	Combinaciones Híbridas	LF (cm)	AF (cm)	GP (mm)
1	1x3 F ₁	12,03	8,50	5
2	1x4 F ₁	11,95	8,12	5
3	2x3 F ₁	12,52	8,70	5
4	2x4 F ₁	11,83	8,09	5
5	Ch/13 F ₁	11,50	8,02	5
6	F6xBM29 F ₁	14,12	7,62	6
7	'LPD-5 F ₁ ' (T)	13,0	9,12	5
8	'FAR-3 F ₁ ' (T)	12,0	9,10	6
9	F9xBm29 F ₁	13,95	9,50	6
10	F6xLB F ₁	14,95	9,12	6
11	'LPD-1 F ₁ ' (T)	12,75	9,05	5
12	056xLB F ₁	14,30	9,40	6
13	F7xBM29 F ₁	14,02	6,28	6
14	F9x330 F ₁	12,7	8,42	5
15	057xLB F ₁	14,02	6,82	6
16	F6x330 F ₁	14,40	9,50	6
17	057xNv F ₁	13,06	7,72	6
18	F7xLB F ₁	11,32	8,54	5
19	F7x330 F ₁	12,44	7,72	5
	C.V. (%)	14,97	25,05	13,26
	Ex	0,9870 ns	0,5632 ns	0,8693 ns

LF: Largo del fruto, DF: Diámetro del fruto, GP: Grosor del pericarpio, T: Testigo

Las componentes número de frutos por planta y masa media del fruto (Figura 1 y 2), evidencian que existen diferencias significativas entre todas las combinaciones híbridas. En cuanto al número de frutos por planta (NFP), se observa que muchas combinaciones híbridas tienen de 20 a 25 frutos superior a los testigos (por encima de la línea roja), con 18 frutos. El resto de las combinaciones están por debajo de los valores de los testigos utilizados. Las combinaciones F9xBM29 F₁ y F9x330 F₁ ofrecen 25 frutos por planta, respectivamente. En la masa media de los frutos (MMF) existen también diferencias significativas entre las combinaciones híbridas ensayadas los valores oscilan entre 120 a 190 g. Las combinaciones de mayor valor fueron 1x3 F₁, F6xLB F₁, 056xLB F₁, F7xBM29 F₁, F9x330 F₁, F6x330 F₁, F7xLB F₁ y F7x330 F₁ con más de 155 g superior a los testigos.

Desde el punto de vista del comportamiento del rendimiento (Figura 3), se pudo observar que existen diferencias significativas entre todas las combinaciones, donde el rango oscila entre 75 a 82 t ha⁻¹, o sea por encima de la línea roja. En este ensayo se muestra como en la época de invierno las nuevas combinaciones manifestaron un buen potencial de rendimiento superior a los testigos utilizados.

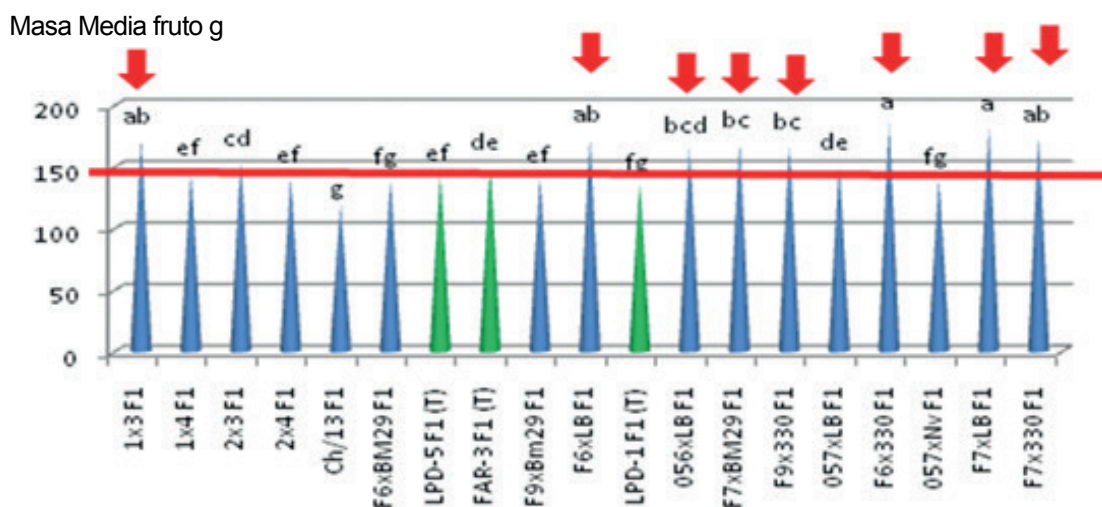


ESx NFP= 0,0282xxx

Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$

Línea roja indica el valor más alto respecto a los testigos. Por encima de esta línea están los mejores híbridos

Figura 1. Comportamiento del número de frutos por planta, en las nuevas combinaciones híbridas de pimiento para cultivo protegido



ESx MMF g= 0,0119xxx

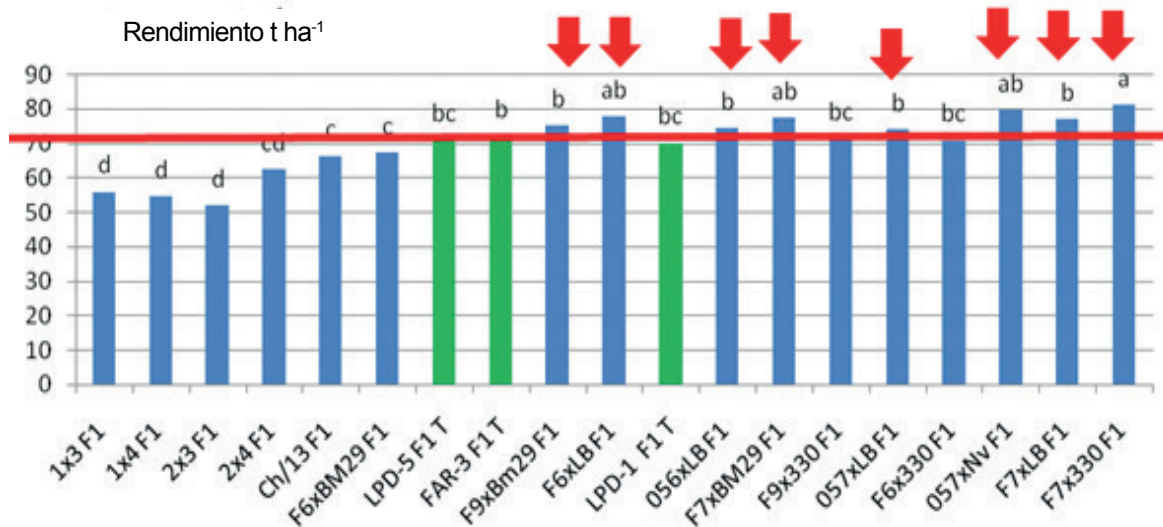
Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$

Línea roja indica el valor más alto respecto a los testigos. Por encima de esta línea están los mejores híbridos

Figura 2. Comportamiento de la masa media de los frutos (g), en las nuevas combinaciones híbridas de pimiento para cultivo protegido

Partiendo del agrupamiento de los genotipos mostrado en el análisis de conglomerado (Figura 4), se pudo determinar que los grupos de similitud entre las combinaciones de acuerdo a los parámetros fenológicos, morfológicos y productivos obtenidos en condiciones de cultivo protegido, fueron cuatro grupos. Se observó, a una distancia de corte de treinta (marcada por la línea roja), un primer grupo que comprende cinco combinaciones, un segundo

grupo con la mayoría de ellas (siete), un tercer grupo con tres combinaciones y un cuarto grupo que lo conforman los testigos utilizados más una combinación. Los grupos II y III se caracterizaron por tener las combinaciones que poseían los mayores valores productivos como número de frutos por planta, masa media de los frutos y rendimiento (kg planta^{-1} y t ha^{-1}).



ESx t ha⁻¹=+- 0,3456xxx

Medias con letras iguales no difieren significativamente para p≤ 0,05

Línea roja indica el valor más alto respecto a los testigos. Por encima de esta línea están los mejores híbridos

Figura 3. Comportamiento del rendimiento en las nuevas combinaciones híbridas de pimienta para cultivo protegido

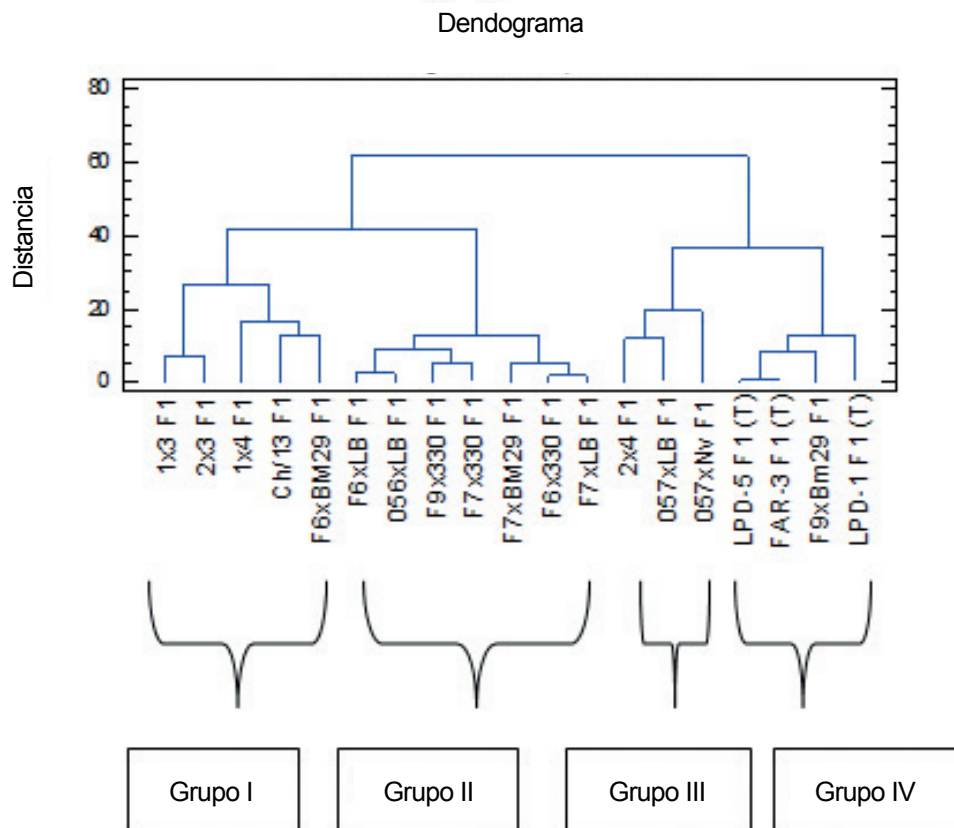


Figura 4. Dendrograma resultante del Análisis de conglomerado de las nuevas combinaciones híbridas

Varios autores establecen que el mayor impacto en el éxito alcanzado por el sistema de cultivo protegido del pimiento en la región de Almería, España (21), ha estado dado por el uso de híbridos de crecimiento indeterminado, más precoces, con alargamiento del período de cosecha, calidad del fruto y producción superior, a los cuales aún no se les ha extraído su completo potencial productivo; ellos pueden ser renovables, como producto de la fuerte creación varietal existente en dicha especie. Estos planteamientos fundamentan la validez del estudio previo de nuevas combinaciones híbridas teniendo en cuenta la integralidad de sus caracteres productivos.

Los híbridos obtenidos por primera vez en Cuba, fueron evaluados en dos períodos de siembra (2011-2012) destacándose por sus rendimientos del híbrido No 5 en el período de primavera – verano con 3,73 kg planta⁻¹ y 8,44 kg m² y el híbrido No 2 en el período de invierno con 1,6 kg planta⁻¹ y 4,0 kg m² respectivamente (31).

El rendimiento potencial del pimiento bajo el sistema de cultivo protegido en Cuba en años anteriores, ha estado por las 140 t ha⁻¹.año⁻¹ con híbridos foráneos introducidos (32). Méndez (2), informó que el año 2016 el híbrido ‘LPD-5’ F₁ de procedencia nacional (IIHLD) tuvo un rendimiento de 120 t ha⁻¹.año⁻¹ a 140 t ha⁻¹.año⁻¹. Otros autores plantean, que la variedad en cualquier cultivo que se seleccione debe tener el potencial de producir un rendimiento de frutos comerciales igual o mayor que el que se obtiene con la variedad que ya utiliza el agricultor (33).

Es importante acelerar trabajos de estabilización genotípica en Cuba, con el fin de facilitar materiales más productivos, por lo que se debe continuar el Programa de Mejoramiento Genético de este cultivo.

Según la escala para potyvirus (16) los resultados arrojan que las combinaciones híbridas ‘F9xBM29’, ‘F6xLB’, ‘056xLB’, ‘F7xBM29’, ‘057xLB’, ‘057xNv’, ‘F7xLB’ y ‘F7x330’, mostraron 100 % de resistencia al no presentar síntomas de enfermedad en condiciones de infección natural. Resultados similares describieron diferentes autores en distintas especies de *Capsicum* al no mostrar ninguna sintomatología después de inocular con potyvirus (32,34) (Tabla V).

Tabla V. Porcentaje de resistencia ante la infección natural frente a potyvirus bajo el sistema de cultivo protegido

No	Combinaciones Híbridas	% R	No	Combinaciones Híbridas	% R
1	1x3 F ₁	83	10	F6xLB F ₁	100
2	1x4 F ₁	86	11	‘LPD-1 F ₁ ’ (T)	32,7
3	2x3 F ₁	90	12	056xLB F ₁	100
4	2x4 F ₁	94	13	F7xBM29 F ₁	100
5	Ch/13 F ₁	20	14	F9x330 F ₁	96,3
6	F6xBM29 F ₁	95,6	15	057xLB F ₁	93
7	‘LPD-5 F ₁ ’ (T)	98,3	16	F6x330 F ₁	95,7
8	‘FAR-3 F ₁ ’ (T)	54,6	17	057xNv F ₁	100
9	F9xBm29 F ₁	100	18	F7xLB F ₁	100
			19	F7x330 F ₁	100

CONCLUSIONES

- ◆ Existen diferencias morfológicas entre las distintas combinaciones híbridas que posibilitan establecer una siembra escalonada bajo este sistema de cultivo.
- ◆ Todas son del hábito de crecimiento erecto y del tipo de fruto Lamuyo.
- ◆ Las combinaciones híbridas ‘F9xBM29’, ‘F6xLB’, ‘056xLB’, ‘F7xBM29’, ‘057xLB’, ‘057xNv’, ‘F7xLB’ y ‘F7x330’ sobrepasan las 70 t ha⁻¹ para el sistema de cultivo protegido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba [Internet]. ONE. 2016 [citado 26 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.one.cu/acc.2016/esp/09-tabla-cuadro.htm>.
2. Mejía GM. Evaluación del comportamiento de nueve híbridos de Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.) en alta tecnología High Tech, como respuesta a rendimiento y calidad de fruto. [Internet] [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura.]. [Saltillo, Coahuila, México]; 2016. 72 p. Disponible en: <Http://repositorio.uaaan.mx/xmlus/handle/123456789/6745>
3. Díaz de la Osa A, Quiñones Pantoja M, Hernández Rodríguez A. Estandarización de la Reacción en Cadena de la Polimerasa con Transcripción Reversa para el diagnóstico molecular de potyvirus que afectan a *Capsicum annuum* L. en Cuba. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. 2015;46(2).
4. FAO. Estadísticas Agrícolas Mundiales [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.hortoinfo-online.com/pimientos.htm>
5. Pena, E. I. Situación y retos del cultivo protegido de hortalizas en Cuba. En Congreso Científico del INCA, XVII, La Habana, Cuba; 2010.
6. Díaz A, Quiñones M, Hernández A, del Barrio G. Evaluación de los parámetros analíticos para la detección molecular de potyvirus que afectan al cultivo del pimiento en Cuba. Revista de Protección Vegetal. 2010;25(2):80-7.
7. González I, Arias Y, Quiñones M, Miranda I, Rodríguez Y, Pereira B. Variabilidad molecular de genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) del programa de mejoramiento genético para la resistencia a pvy. Revista de Protección Vegetal. 2011;26(2):69-73.
8. Gobena D, Roig JM, Galmarini CR, Hulvey J, Lamour K. Genetic diversity of Phytophthora capsici isolates from pepper and pumpkin in Argentina. Mycología . 2012;23(3):14711–719.
9. Rubio L. Una nueva virosis en cultivos de tomate y morrón. Revista INIA. 2013;(33):49-52.
10. Fonseca-Boiteux, ME, Piñón M, Rodríguez Y, González-Arcos M, Arruabarrena A, Boiteux LS. Allelic diversity for a genomic segment encompassing a functional marker associated with the sw-5 locus in wild tomato species and tomato breeding lines. En Arraial D’Ajuda, Porto Seguro-BA, Brazil; 2014. p. 162.

11. Depestre T. Construcción de multi-resistencia a enfermedades virales y adaptación al trópico en genotipos de pimiento (*Capsicum annum* L.) y su aplicación. 2002; Disponible en: <http://www.academiaciencias.cu/paginas/presentacion/reconocimientos/premios.asp>
12. Rodríguez Y, Depestre T, Gómez O. Eficiencia de la selección en líneas de pimiento (*Capsicum annum*), provenientes de cuatro sub-poblaciones, en caracteres de interés productivo. Ciencia e Investigación Agraria. 2008;35(1):37-50. doi:10.4067/S0718-16202008000100004
13. Hernández, A, Pérez J, Castro, N, Bosch, D. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA; 2015. 91 p.
14. Casanova AS. Manual para la producción protegida de hortalizas. 2da ed. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova; 2007. 112 p.
15. IBPGRI. Genetic resources of Capsicum: a global plan of action. Rome, Italy: IBPGR Secretariat; 1992. 49 p.
16. Palloix, A, Daubeze, A. M, Chaine, C, Pochard, E. Selection pour la resistance aux virus chez le piment. Phytoma. 1990;422:51-8.
17. Statistical. Statistical Graphics Corp [Internet]. 2010. Disponible en: <http://www.statgraphics.com>
18. Tukey JW. One Degree of Freedom for Non-Additivity. Biometrics. 1949;5(3):232. doi:10.2307/3001938
19. Cochran, W.G, Cox. G.M. Diseños Experimentales. México, D.F: Trillas México; 1965. 661 p.
20. Yáñez P, Balseca D, Rivadeneira L, Larenas C. Características morfológicas y de concentración de Capsaicina en cinco especies nativas del género *Capsicum* cultivadas en Ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida. 2015;22(2).
21. Nuez, F, Gil O R, Costa J. El cultivo de pimientos, chile y ajíes. Reimpresión. Barcelona España: Ediciones Mundiprensa; 2003. 611 p.
22. Aviléz Alvear, Alvaro Alejandro. Evaluación agronómica de híbridos de pimiento con la aplicación de fertilizantes de liberación controlada más activadores fisiológicos, en la zona de Baba. [Internet] [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura.]. [Babahoyo, los Ríos, Ecuador]: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.; 2016. 67 p. Disponible en: <Http://dispace.utb.edu.ec/handle/49000/3198>
23. MINAG. Lineamientos para el desarrollo del Sistema Productivos de Cultivos Protegidos. La Habana ,Cuba: Liliana. IIH "Liliana Dimitrova; 2010. 32 p.
24. Figueroa Cares IE, Martínez Damián MT, Rodríguez Pérez JE, Cruz Álvarez O, Beryl Colinas León MT, Valle Guadarrama S, et al. Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morron (*Capsicum annum* L.). Interciencia [Internet]. 2015 [citado 26 de marzo de 2018];40(10). Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=33941643008>
25. Montes S, López P, Ramírez M. Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México [Internet]. México: Campo experimental Bajío, INIFAP; 2010. Disponible en: <Http://biodiversidad.gob.mx>
26. Valdéz FJ. Manejo del cultivo de Chile pimiento morrón [Internet] [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura]. [Saltillo, Coahuila, México]: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narra; 2011. 45 p. Disponible en: <Http://repositorio.uaaan.mx/xmlus/handle/123456789/5083>
27. Martínez VJ. Evaluación de la aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes en tres genotipos de chile (*Capsicum annum* L.) a nivel de plántula [Internet] [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura.]. [Saltillo, Coahuila, México]: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narra; 2011. 47 p. Disponible en: <Http://repositorio.uaaan.mx>
28. Occhiuto PN, Peralta IE, Asprelli PD, Galmarini CR. Characterization of Capsicum germplasm collected in Northwestern Argentina based on morphological and quality traits. Agriscientia. 2014;31(2):63-73.
29. Ortíz M J. La campaña hortofrutícola arranca con un incremento del cultivo de tomate, pimiento y judía en torno al 10%. [Internet]. Economía Negocios y Finanzas. 2012. Disponible en: <http://www.europapress.es/andalucia/almeria-00350/noticia-campana-hortofruticola-arranca-incremento-cultivo-tomate-pimiento-judia-torno-10-20121025164515.html>
30. González F. Evaluación agronómica del híbrido de pimiento Quetzal *Capsicum annum* L. Con aplicaciones de cinco niveles de fosfito de potasio [Internet] [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura.]. [Babahoyo, los Ríos, Ecuador]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2015 [citado 26 de marzo de 2018]. 93 p. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7351>
31. Rodríguez Llanes Y, Depestre T, Palloix A. Comportamiento en campo abierto de nuevos híbridos F1 y variedades de pimiento (*Capsicum annum* L.) Multirresistentes a virus. Cultivos Tropicales. 2014;35(2):51-9.
32. Rodríguez Y, Depestre T, Gómez O. Obtención de líneas de pimiento (*Capsicum annum* L.) progenitoras de híbridos F1 a partir del estudio de cuatro subpoblaciones. Revista Latinoamericana en Ciencias de la Agricultura y Ambientales. 2007;34(3):237-42.
33. Antonini A, Robles W, Tessoroli J, Kluge R. Capacidad productiva de cultivares de berenjena. Horticultura Brasileira. 2012;20(4):646-8.
34. Bosland PW, Votava EJ. Peppers: Vegetable and Species Capsicums. 2.ª ed. USA: CABI Publishing.; 2012. 23-28. p.

Recibido: 23 de diciembre de 2016

Aceptado: 11 de diciembre de 2017