



# COMPORTAMIENTO EN CAMPO ABIERTO DE NUEVOS HÍBRIDOS F<sub>1</sub> Y VARIEDADES DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) MULTIRRESISTENTES A VIRUS

## Behavior of new pepper (*Capsicum annuum* L.) F<sub>1</sub> hybrid and varieties with multiresistance to virus in open field conditions

Yaritza Rodríguez Llanes✉, Tomás L. Depestre Manso y Alain Palloix

**ABSTRACT.** In Cuba, we need to have new F<sub>1</sub> hybrids and varieties of pepper (*Capsicum annuum*, L.) with multiple resistances to virus diseases (virus Y of the potato PVY, virus of the engraving of the tobacco TEV); they also need to offer big fruits, climate change adaptation and possibility to grow in open field. This work had for objective validation in open field conditions of new F<sub>1</sub> hybrids and varieties with good agronomic behaviour, climate change adaptation and high yield. 13 F<sub>1</sub> hybrids and four varieties are involved and tested with commercial resistant cultivars F<sub>1</sub> Milord from France and Lical from Cuba, to which were evaluated morphological characters (long, wide and height of the plant and ramification density, leaf density and wide of the leaves) and productive (long and diameter of the fruit, grosor of the pericarp, number of fruits for plant, mass average of the fruit (g) and yield (kg.planta<sup>-1</sup> and t.ha<sup>-1</sup>). The obtained results hurtled that the hybrid RTx638, RTxLB, 638xRT, RTx625, RTx625a and 638xNv; the same as the varieties RT and 638, they manifested high yield potential and adaptation to the tropic, for open field.

*Key words:* varieties, hybrid F<sub>1</sub>, pepper, viruses, multiresistance, yield

**RESUMEN.** En Cuba, existe necesidad de contar con variedades e híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con resistencia múltiple a las principales enfermedades virales (virus Y de la papa PVY, virus del grabado del tabaco TEV), de frutos grandes y buena adaptación climática para ser explotados a campo abierto. Este trabajo tuvo por objetivo validar nuevos híbridos y variedades de pimiento a campo abierto, con atributos de buen comportamiento agronómico, adaptación climática y altos rendimientos. Se estudiaron 13 híbridos y cuatro variedades comparados con los testigos comerciales resistentes Milord F<sub>1</sub> (Francia) y Lical (Cuba), a los cuales se le evaluaron caracteres morfológicos (largo, ancho y altura de la planta y densidad de ramificación, densidad de hoja y ancho de las hojas) y productivos (largo y diámetro del fruto, grosor del pericarpio, número de frutos por planta, masa promedio del fruto (g), rendimiento (kg.planta<sup>-1</sup> y t.ha<sup>-1</sup>). Los resultados obtenidos arrojaron que los híbridos RTx638, RTxLB, 638xRT, RTx625, RTx625a y 638xNv; al igual que las variedades RT y 638, manifestaron alto potencial de rendimiento y adaptación al trópico, para campo abierto.

*Palabras clave:* variedades, híbridos F<sub>1</sub>, pimiento, virus, multiresistencia, rendimiento

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, se establece como directiva de la rama agrícola para el 2012 que ya no se importarán más semillas de pimiento para ninguno de los dos sistemas de producción (cultivos protegidos y campo

abierto), solo se trabajará con los híbridos y variedades de producción nacional con resistencia a plagas y enfermedades (1). El pimiento (*Capsicum annuum* L.) debería ocupar un lugar destacado en la producción hortícola por su preferencia en la población, debido a su exquisito sabor y elevado nivel nutricional (2). Actualmente, las estadísticas indican una producción de alrededor de 44 545,0 t, obtenidas en 5 797 ha, con rendimientos de 7,68 t.h<sup>-1</sup> (3).

La producción de pimiento en el país es estacional<sup>A</sup>, pues se desarrolla básicamente en el período seco, de noviembre a abril, en coincidencia

Yaritza Rodríguez Llanes, Investigador Auxiliar; Tomás L. Depestre Manso, Investigador Titular, Mejoramiento Genético de las Hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), carretera Bejucal-Quivicán, km 33 1/2 Quivicán, Mayabeque, Cuba; Alain Palloix, Investigador Titular, Mejoramiento Genético de las Hortalizas. Unite de Genetique et de Ameloration des fruits et legumes (Montfavet) del Centre de Recherche Agronomique de Avignon (INRA), Ministerio de Agricultura. Francia.

✉ genetica5@liliana.co.cu; Alian.palloix@avignon.inra.fr

<sup>A</sup>Cardoza, Hortencia. Estudio de la cadena productiva del tomate consumo fresco. Informe final proyecto 0618. IIHLD, La Habana, 2007. 32 p.

con la ocurrencia de las temperaturas más bajas del año donde ocurre la menor incidencia de plagas y enfermedades, con vista a garantizar y estabilizar su producción en esta etapa. Además, el país no cuenta con el germoplasma necesario para garantizar toda una producción en este cultivo, en ninguno de los dos sistemas de producción (4).

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 (5). Por lo tanto, se hace necesaria una creación varietal constante, variable y competitiva para lograr a nuevos cultivares que satisfagan los diferentes propósitos comerciales, que presenten alto potencial de rendimiento, buena adaptación climática y resistencia a las principales enfermedades en este cultivo (6).

El control genético es muy utilizado por los fitomejoradores, por constituir una de las vías más eficientes utilizadas para lograr el desarrollo de este cultivo, obteniéndose líneas de pimiento multi-resistentes a las principales enfermedades, de frutos grandes y de buena adaptación para ser utilizados como progenitores de híbridos F<sub>1</sub> más competitivos (2).

A través del mejoramiento genético se logra un ahorro en la sustitución de importaciones por concepto de compra de semillas, al disponer de híbridos y variedades de procedencia nacional con buenos rendimientos y adaptación climática. Una reducción de productos químicos ya que los nuevos cultivares posee genes de resistencia y una incorporación al Programa de Mejoramiento Genético, de genotipos promisorios de pimiento con resistencia a virus (6).

Teniendo en cuenta lo anterior, apoyar la resistencia a Potyvirus mediante el mejoramiento genético para ambos sistemas de producción en el cultivo del pimiento, a partir de fuentes de resistencia del género *Capsicum*, permitirá elevar los rendimientos. Por lo tanto, se efectuó el presente trabajo con el objetivo de evaluar los nuevos híbridos F<sub>1</sub> y variedades de pimiento a campo abierto, con buen comportamiento agronómico, adaptación climática y altos rendimientos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en áreas de campo en el Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliانا Dimitrova (IIHLD) del Ministerio de la Agricultura, ubicado a los 22°52' de longitud Norte y 82°23' de longitud Oeste, en el Municipio de Quivicán, provincia Mayabeque, a 68 m snm, en un suelo Ferralítico Rojo típico, según la nueva versión de clasificación genética

de los suelos de Cuba (7). El suelo posee un pH ligeramente alcalino, altos contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O y bajos en materia orgánica (8).

La siembra del material vegetal se realizó por el método de cepellón (bandejas de poli estireno) expandido con 247 alvéolos de 32,50 cm<sup>3</sup> de volumen. Se utilizó como sustrato una mezcla de 90 % de humus de lombriz + 10 % de cascarilla de arroz (proporción 1:1), en una instalación modelo Tropical A-12, con superficie de 180 m<sup>2</sup> y cerramiento total con malla antibemisia. El trasplante se efectuó a los 21 días de haber germinado, en el período óptimo de plantación (noviembre- febrero) 2011-2012. Se sembraron en canchales de 0,30x0,90 m, a una hilera.

Las labores culturales y control fitosanitario se realizaron según lo establecido en el instructivo técnico del cultivo (9).

En la Tabla I aparecen los genotipos evaluados de la especie *C. annuum*, con el gen de resistencia *Pvr4* a potyvirus (PVY y TEV) y de crecimiento erecto, obtenidos dentro del Programa de Mejoramiento Genético (PMG) del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), durante los años 2005-2010. El origen de los materiales en el caso de los híbridos, la selección se llevó a cabo por el método de mejoramiento por cruzamiento (genealógico o pedigree) y las variedades por selección masiva mediante autofecundaciones en diferentes generaciones. Estos se compararon con los testigos comerciales resistentes a potyvirus usados en la producción Milord F<sub>1</sub> de la firma Clouse, de Francia y la variedad Lical (PMG IIHLD, Cuba). El ciclo experimental fue de 107 días.

**Tabla I. Híbridos y variedades de pimiento ensayados en el experimento**

	Genotipos	
	Híbridos F <sub>1</sub>	Variedades
1	RTx638	1 6,3F2
2	603xRT	2 6,4F2
3	RTxLB	3 638
4	625xRT	4 RT
5	RTx672	Testigo Lical
6	625x603	
7	LicalxRT 4lob.	
8	638xRT	
9	RTx603	
10	LicalxRT 3lob.	
11	RTx625a	
12	RTx625	
13	638xNv	
Testigo	Milord	

Los cultivares se dispusieron en parcelas aleatorias (material vegetal homogéneo) con 15 repeticiones para su análisis en base a plantas individuales (método de mejoramiento por selección individual).

Para determinar la resistencia comprobada a potyvirus (TEV y PVY), se partió de dos etapas de trabajo experimental:

### COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES DE PIMIENTO FRENTE A LA INOCULACIÓN ARTIFICIAL DE POTYVIRUS (PVY Y TEV)

En esta etapa se evaluaron 13 híbridos y cuatro variedades que poseen los genes de resistencia a los virus PVY y TEV, correspondientes al PMG del pimiento para la resistencia a potyvirus que se viene desarrollando en el IHLD (Tabla I).

Las semillas fueron sembradas en octubre del 2011 sobre un sustrato en bandejas-semilleros (8), las que fueron previamente lavadas y desinfectadas con cloro al 20 % durante 30 minutos y posteriormente enjuagadas con agua común. Estas bandejas fueron colocadas en una casa de cultivo para la producción de plántulas y aisladas con malla antiinsectos.

Se tomó un gramo de hojas virosas (línea 54 Cu 32 susceptible de la población LIRA) frescas para la preparación del inóculo y se maceraron en un mortero (el cual se había mantenido en el refrigerador) en cuatro mililitros de solución tampón de maceración (Anexo 1), se añadieron 80 miligramos de carburundum. Durante la maceración y la inoculación el mortero se mantuvo dentro un recipiente con hielo (10).

#### Preparación de un inóculo viral (CMV o Potyvirus) para la inoculación mecánica.

##### Productos necesarios:

Solución Tampón Fosfato (pH 7.1-7.2)

10,8 g de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

2,18 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

Diluir esto en 100 mL de agua destilada.

Esta solución Tampón puede ponerse en el refrigerador para su conservación.

La inoculación viral de las plántulas se realizó en la etapa de aparición del primer par de hojas verdaderas, para ello se frotó con el inóculo dos veces, suavemente, cada una de las hojas cotiledonales. Dos o tres minutos después se lavaron las plántulas con agua corriente. Las bandejas-semilleros fueron colocadas nuevamente en la casa de cultivo y aisladas con malla antiinsectos.

A partir de la inoculación se observaron diariamente la aparición de síntomas de potyvirus en las plántulas de cada uno de los materiales estudiados. Estos síntomas, consistentes en un mosaico internerval, evolucionando desde ligeros a fuertes (11).

Previo al trasplante (15 días después de la inoculación, ddi), se cuantificaron dentro de cada material, el número de plantas susceptibles (S), con presencia de síntomas típicos de potyvirus, y el número de plantas resistentes (R), asintomáticas, y se calcularon los porcentajes de plantas resistentes (% R).

### COMPORTAMIENTO DE LAS LÍNEAS DE PIMIENTO, INOCULADAS ARTIFICIALMENTE CON POTYVIRUS (PVY Y TEV), EN EL CAMPO

Quince plantas resistentes de cada uno de los materiales fueron incluidas en la parcela de estudio, la cual se repitió dos veces utilizando un diseño de bloques al azar. Se excluyó la línea que presentó muy bajo porcentaje de resistencia a potyvirus y sensibilidad total, respectivamente, aunque la línea fue utilizada como patrón susceptible de comparación.

El trasplante se efectuó a los 36 días de haber germinado. Para determinar su resistencia comprobada a potyvirus (TEV y PVY), se realizó una evaluación visual (a los 50 días después de trasplantado en el campo, ddt) de acuerdo a las resistencias mostradas bajo condiciones de infección natural, expresado como sintomatología general de la planta según la escala 0= no síntomas, 1= mosaico ligero, 2= mosaico nítido y 3= mosaico fuerte (10).

El comportamiento de las variables climáticas de temperatura máxima (Tmax) y mínima (Tmin), así como la humedad relativa (HR) que incidieron durante el desarrollo del experimento se tomaron del equipo (Hygro-thermometer, digital) colocado en el campo en el momento de la evaluación.

Se midieron los caracteres morfológicos: largo, ancho y altura de la planta y densidad de ramificación, de hoja y ancho de las hojas en centímetros (cm) y se evaluaron los caracteres agronómicos: longitud del fruto (LFr) y diámetro del fruto (DFr) ambos medidos en cm, grosor del pericarpo (GrPr) en mm, número de frutos por planta (#fr/pta) y masa promedio del fruto (PFR) en g (todas estas variables determinadas por tres frutos por planta) y rendimiento ( $\text{kg.planta}^{-1}$  y  $\text{t.ha}^{-1}$ ).

Para el procesamiento estadístico se determinaron los parámetros de dispersión de la media (X), desviación estándar (ES) y coeficiente de variación (CV) a través de la hoja de cálculo *Microsoft Office Excel* (2003). Además, se valoró el cumplimiento de los supuestos básicos del análisis de varianza; la normalidad mediante  $\log_{1/y}$ , los estadígrafos de asimetría y de kurtosis para lo cual se transformaron las variables que no cumplieron con estos supuestos: peso promedio del fruto y rendimiento en  $\text{kg.planta}^{-1}$  teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 (12). Para el análisis de los datos se realizó un análisis de varianza de clasificación simple mediante el programa automatizado Statgraphics Plus 5.0. Las medias se docimaron sobre la base del test de Tukey HSD al 95 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales ensayados se sometieron a la comprobación de la resistencia a potyvirus mediante la inoculación artificial (Tabla II) antes de llevarlos al

campo. Los porcentajes de resistencia a potyvirus (PVY y TEV) encontrados a los 15 días después de la inoculación (ddi), muestran que los híbridos y variedades mostraron el 100 % de sus plantas resistentes. Ello reafirma la sensibilidad del test de resistencia a potyvirus propuesto por Palloix y Pitrat, (10) utilizado por otros mejoradores de pimiento, en la discriminación para la resistencia a potyvirus en genotipos de este cultivo. Se evidencia también la acción efectiva del gen en nuestras condiciones (13).

**Tabla II. Porcentajes de resistencia (%R) a potyvirus (PVY y TEV) en los híbridos y variedades estudiadas a los 15 ddi**

Híbridos	% R	Variedades	% R
RTx638	100	6,3F2	100
603xRT	100	6,4F2	100
RTxLB	100	638	100
625xRT	100	RT	100
RTx672	100	Lical (T)	100
625x603	100		
LicalxRT 4 lóbulos	100	línea 54 Cu 32	Susceptible
638xRT	100		
RTx603	100		
LicalxRT 3 lóbulos	100		
RTx625a	100		
RTx625	100		
638xNv	100		
Milord	100		

Los híbridos y variedades inoculadas artificialmente con potyvirus, se evaluaron en campo a los 50 días después del trasplante (ddt) manifestando el 100 % de sus plantas resistentes a potyvirus (PVY y TEV), evidenciado en un mejor comportamiento de las plantas frente a la infección natural. Esto indica el grado de homocigosis alcanzado por las mismas para este carácter.

Las fuentes de resistencia al virus del grabado del tabaco utilizadas en los programas internacionales de mejora, provienen de las variedades de *Capsicum annuum* "Florida VR2, Cayenne, SC 46252 y PI 264281 y presentan resistencia monogénica recesiva a la cepa común, se trata de una resistencia parcial que produce una reducción del nivel de multiplicación del virus en los tejidos de las plantas resistentes. El gen responsable, *et<sup>a</sup>*, se supone idéntico o estrechamiento ligado al gen *pr2<sup>2</sup>* (14), por ello, las variedades portadoras del gen

*et<sup>a</sup>* pueden mostrar también resistencia al virus Y de la papa (patotipos PVY-0 y PVY-1). Ello pudiera explicar el comportamiento exhibido por dichas líneas, ya que tales variedades han sido incluidas en un esquema de selección recurrente dentro del programa de mejora (2).

La temperatura máxima que osciló durante el experimento fue de 32,1°C con 95 % HR, y la mínima de 17,3°C con 46,7 % HR, estando en el rango permisible para la fase de crecimiento vegetativo y de floración-fructificación (la Tm 32-35°C y la Tmin de 15-18°C) (8).

La selección por adaptación a las condiciones tropicales debe tomar en cuenta los requerimientos específicos de cada región. A partir de cierta altura, 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 (15). 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. Los cultivares que poseen el tallo principal corto tienden a exponer los primeros frutos al contacto con el suelo, favoreciendo el desarrollo de pudriciones fungosas y bacterianas<sup>B</sup> (16) y es también importante en los trópicos, donde usualmente se practica el riego por gravedad (2).

En la Tabla III se muestran las características morfológicas de los híbridos seleccionados, a partir del descriptor de variedades propuesto por el Instituto de Sanidad Vegetal para este cultivo (17), lo que se demuestra que los híbridos ensayados muestran en su conjunto, una altura de planta y longitud del tallo medio, aceptable para este sistema de producción favoreciendo a que sus frutos no toquen el suelo evitando la incidencia de enfermedades y facilitando también a las labores mecanizadas a realizar durante la etapa del cultivo, así mismo poseen buena cobertura de follaje, permitiendo proteger a los frutos de los golpes de sol y de los depredadores. El tallo principal del pimiento es de crecimiento limitado y erecto, su

<sup>B</sup>Pérez, R. Estimación de parámetros genéticos para la tolerancia a sequía cora (*Capsicum annuum*, L.). [Tesis de Doctorado]. Universidad de la Colima. Tecomán, Colima, México. 2003. 133 p.

**Tabla III. Comportamiento morfológico de los nuevos híbridos de pimiento para campo abierto**

	Milord	RTx625	638xRT	RTxLB	RTx638	RTx603	RTx625a
Largo de la planta							
Longitud del tallo cm	Medio						
Altura de la planta (cm)	Medio (46-65)						
Cobertura de follaje							
Ancho de la planta (cm)	32,5	35,6	36,7	35,6	36,7	35,6	35,6
Densidad de ramificación	Densa						
Densidad de la hoja	Densa						
Ancho de las hojas cm	Media						

porte variable entre los 0,5 metros en determinadas variedades de cultivo al aire libre. El carácter cobertura del follaje es importante para la protección de los frutos de la radiación directa del sol, lo que causa manchas que desvalorizan el producto (15).

El principal objetivo en la mejora de este cultivo es la obtención de altos rendimientos y calidad aceptable. El conocimiento de las correlaciones existentes entre los caracteres de importancia económica es una herramienta útil en la selección indirecta. Muchos autores han estudiado la herencia de los componentes del rendimiento y sus correlaciones (18, 19).

Se han planteado correlaciones negativas entre el número de hojas en el tallo principal, largo de los entrenudos y altura de la planta con características productivas como el peso y ancho del fruto y grosor del pericarpio. El largo del tallo principal correlaciona positiva y significativamente con la altura de la planta (18), por lo que se sugiere como indicador de aquella en la selección.

El largo y ancho de la hoja correlaciona entre sí a escala fenotípica y genotípica (20), ambos correlacionan negativamente con el largo del tallo, largo de los entrenudos y la altura de la planta, también posee una alta correlación positiva, fenotípica y genotípica con el peso del fruto (18). Además en un estudio realizado con 29 cultivares se informó la correlación positiva y alta entre la superficie de la hoja adulta y el peso del fruto (21).

Así mismo las variedades estudiadas manifiestan un comportamiento similar al de los híbridos (Tabla IV), excepto en la variedad RT que tiene su tallo largo como medida de adaptación al trópico.

**Tabla IV. Comportamiento morfológico de las nuevas variedades de pimiento para campo abierto**

	Lical	638	RT
<b>Largo de la planta</b>			
Longitud del tallo cm	Medio		Largo
diámetro de la planta (cm)	Medio (46-65)		
Cobertura de follaje			
<b>Ancho de la planta (cm)</b>	36,8	37,5	38,0
Densidad de ramificación	Densa		
Densidad de la hoja	Densa		
Ancho de las hojas cm	Media		

Cabe señalar que para la explotación a campo abierto del pimiento, los genotipos a explotar en este medio no pueden ser de tallos largos ni de crecimiento erecto pues primeramente dificultan las labores y en segundo lugar, se ha visto que no producen frutos como medida de su adaptabilidad al medio imperante (2).

En los 13 híbridos ensayados se presentan diferencias en el rendimiento y seis de ellos mostraron los mayores resultados (Tabla V). Los híbridos RTx638, RTxLB, 638xRT, RTx625, RTx625a y 638xNv presentan buen diámetro del fruto, grosor del pericarpio y mayor número de frutos por planta, con un peso promedio del fruto entre 140 y 160 g, superiores significativamente al testigo Milord. Los frutos más pesados se encontraron en los híbridos que provienen de los progenitores RT y 638, del tipo California Wonder, caracterizados por altos valores productivos y de calidad, así como mayor número de frutos por planta con pericarpio más grueso.

Se manifiesta gran homogeneidad entre los genotipos estudiados para los caracteres longitud del fruto, grosor del pericarpio y masa promedio del fruto, que posibilita avances en la mejora, evidenciado por los valores de los coeficientes de variación entre 13-15 %.

**Tabla V. Comportamiento de los nuevos híbridos en campo con respecto a algunos caracteres agronómicos**

Híbridos	LFr (cm)	DFr (cm)	GrPr (mm)	# fr/plta	PPFr (g)
RTx638	7,62 e	9,68 a	6,6 b	6,8 bcd	160,0 b
603xRT	10,22 ab	9,62 a	5,38 c	5,4 de	123,22 g
RTxLB	9,98 bc	9,32 a	6,12 b	6,4 bcde	144,32 g
625xRT	8,36 d	7,54 b	5,32 c	5,0 e	131,24 f
RTx672	9,66 c	6,66 c	5,44 c	5,4 de	125,0 g
625x603	10,68 a	5,92 d	5,22 c	5,2 e	126,22 g
LicalxRT 4 lóbulos	7,72 e	5,82 de	5,4 c	5,8 cde	97,17 i
638xRT	9,44 c	5,78 de	7,46 a	7,8 ab	147,72 f
RTx603	7,62 e	5,64 def	5,32 c	8,6 a	124,48 g
LicalxRT 3 lóbulos	7,74 e	5,64 def	7,28 a	6,0 cde	135,14 e
RTx625a	7,64 e	5,62 def	6,36 b	7,2 abc	164,78 a
RTx625	8,5 d	5,42 ef	6,36 b	8,6 a	142,54 d
638xNv	10,5 ab	4,86 g	6,12 b	5,8 cde	144,38 d
Milord (T)	6,5 f	5,26 fg	5,06 c	7,0 bc	153,08 c
X	8,72	6,62	5,96	6,5	132,80
CV(%)	14,97	25,05	13,26	20,58	13,85
ES	0,1562	0,1984	0,0945	0,1599	2,1990

Medias con letras distintas en la misma columna en cada genotipo presentan diferencias significativas para  $p \leq 0,05$

El diámetro del fruto y el número de frutos por planta es variable entre todos los híbridos estudiados con coeficientes de variación por encima de 20 %. Por lo tanto, el éxito de un programa de mejoramiento genético depende de la variabilidad presente en el material manejado (6).

Los híbridos RTx638, RTxLB, 638xRT, RTx625a, RTx625 y 638xNv, presentan los mayores valores del rendimiento (más de 1,15 kg.planta<sup>-1</sup>), con diferencias significativas entre ellos y con el testigo (0,77 kg.planta<sup>-1</sup>) (Figura 1). De igual manera se esperan rendimientos comerciales entre 22 y 24 t.ha<sup>-1</sup>. Todos ellos se caracterizan, además, por tener mayor peso promedio del fruto y más frutos por plantas.

Diversos autores han encontrado una alta heredabilidad en cuanto al carácter rendimiento, en el pimiento<sup>c</sup> (22, 23). El rendimiento está controlado por varios genes y tiene una gran influencia del ambiente. Estos autores también han planteado que en los caracteres del pimiento, largo y ancho del fruto, número y peso de frutos, los efectos aditivos son altos. En el caso del último carácter, diferentes autores señalan la importancia de efectos aditivos en los genes en relación con la longitud del tallo y de los entrenudos y la altura de la planta (24).

<sup>c</sup>Hernández, M. A. Estimación de la heredabilidad de algunos caracteres agronómicos y fisiotécnicos en chile chilero (*Capsicum annuum*). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chihuahua. 2003. 53 p.

En las nuevas variedades se presentan diferencias significativas y dos de ellas muestran los mejores resultados (Tabla VI). La RT y 638 logran los mayores resultados para todos los caracteres. RT ofrece mayor peso promedio del fruto (232 g) y 638 mayor grosor del pericarpio y más frutos por planta, sin diferencias significativas con el testigo Lical. Resultados similares fueron encontrados por productores en Güira de Melena, Rincón y Quivicán con estos mismos materiales (sin publicar).

La variación entre los caracteres (14-21 %) aumenta las posibilidades de mejoramiento genético. La longitud del fruto, grosor del pericarpio y masa promedio del fruto son las que manifiestan una mayor variabilidad y, por ende, una mejor selección entre ellas.

Desde el punto de vista productivo, las variedades RT y 638 ofrecen los mayores rendimientos (0,98 y 1,38 kg.planta<sup>-1</sup> respectivamente), superiores significativamente al testigo Lical (Figura 2).

El rendimiento potencial del pimiento a campo abierto en Cuba, estuvo entre los 11 y 13 t.ha<sup>-1</sup> y la media histórica en 10,7 t.ha<sup>-1</sup> (2), por lo que los nuevos materiales cubanos obtenidos dentro del programa de mejoramiento genético del cultivo, superan satisfactoriamente estas cifras con valores por encima de las 20 t.ha<sup>-1</sup> referidas al testigo (21 y 24 t.ha<sup>-1</sup>).

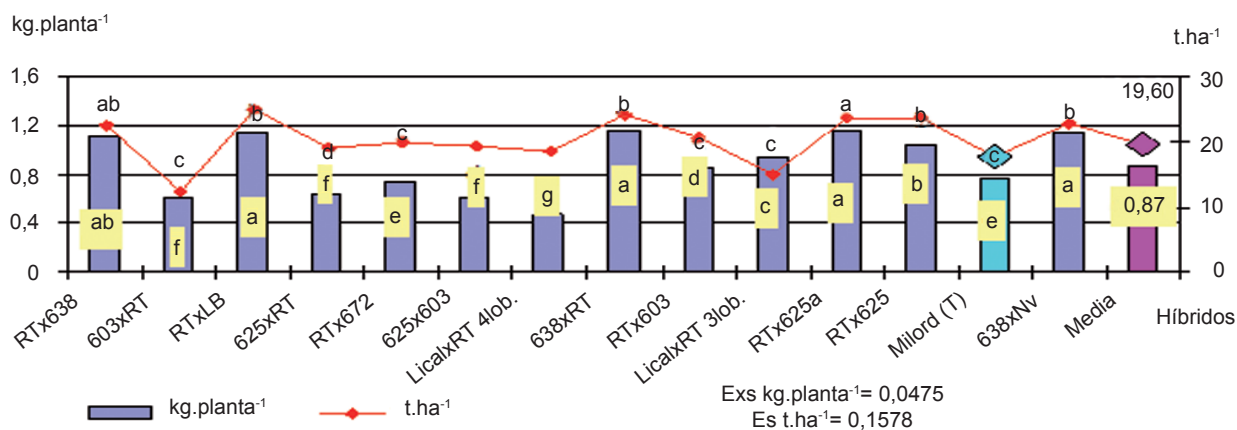
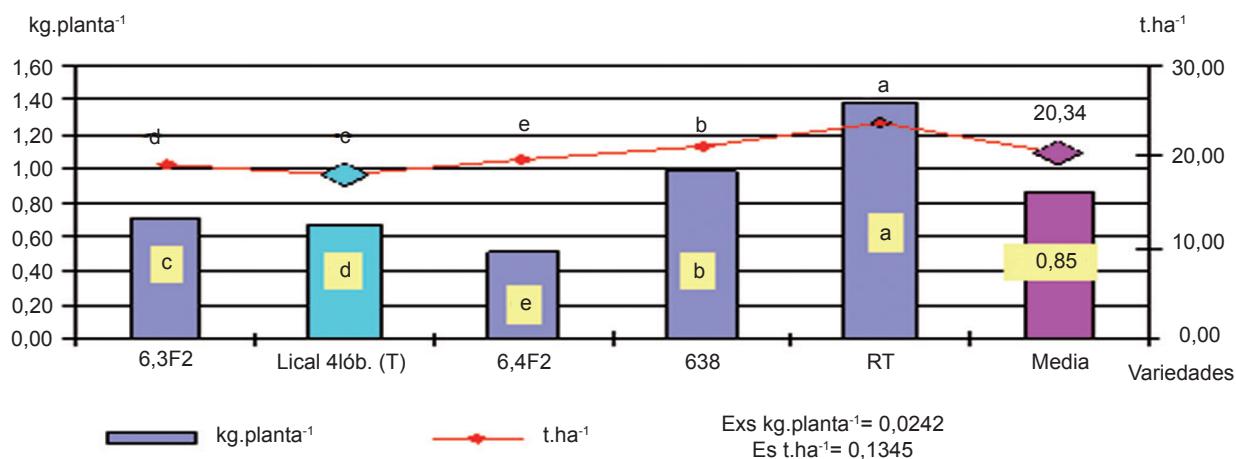


Figura 1. Comportamiento del rendimiento (kg.planta<sup>-1</sup> y t.ha<sup>-1</sup>) en nuevos híbridos de pimiento para campo abierto

Tabla VI. Comportamiento agronómico de las variedades en campo abierto

Híbridos	LFr (cm)	Dfr (cm)	GrPr (mm)	# fr/pta	PPFr (g)
6,3F2	6,48 d	5,42 e	5,4 b	5,2 ab	117,82 d
6,4F2	8,44 b	6,6 c	5,32 b	5,0 c	102,38 e
638	9,62 a	8,44 b	6,54 a	6,6 a	141,76 b
RT	9,94 a	9,35 a	6,6 a	6,0 a	232,12 a
Lical (T)	7,70 c	5,92 d	5,6 b	5,6 ab	137,5 c
X	8,43	7,14	5,6	5,8	146,31
CV(%)	15,49	21,65	10,35	14,07	5,78
ES	0,2613	0,3095	0,1178	0,1632	0,0248

Medias con letras distintas en la misma columna en cada genotipo presentan diferencias significativas para  $p > 0,05$



**Figura 2. Comportamiento del rendimiento (kg.planta<sup>-1</sup> y t.ha<sup>-1</sup>) en nuevas variedades de pimiento para campo abierto**

En Cuba, los cultivares foráneos de pimiento, provenientes de clima templado, no reúnen las características fenotípicas necesarias para obtener los mejores resultados comerciales en condiciones tropicales (25). Esto fundamentó el mejoramiento genético por adaptación a las condiciones tropicales locales, buscando calidad e incorporando resistencias múltiples a potyvirus en los cultivares. Es importante acelerar trabajos de estabilización genotípica en Cuba, con el fin de facilitar materiales más productivos (6, 26).

La selección para la adaptación a las condiciones tropicales debe tomar en cuenta los requerimientos específicos de cada región (27). La estrategia seguida en el PMG del cultivo en el IIHLD, permitió obtener híbridos y variedades de altos rendimientos, con adaptación al trópico y con resistencia a virus, así mismo, diferentes firmas extranjeras han obtenido resultados similares en la introducción de variedades e híbridos de pimiento (28, 29, 30). Con anterioridad, se informó la obtención por selección de los cultivares de pimiento de frutos pequeños 'SC 81' (31) resistentes a TMV y PVY; 'Español Liliana' (32), de frutos grandes, resistente a TMV, las que han sido ampliamente utilizadas en la producción cubana.

El empleo de los marcadores ha revolucionado los estudios de genética y mejoramiento debido a que son confiables, rápidos pero costosos, a lo que se le añade que no hay que tener conocimiento previo de la secuencia del genoma blanco. Diversos trabajos previos demuestran la utilidad de estos marcadores para determinar la multiresistencia a potyvirus (33, 34, 35). Los marcadores moleculares, entre los que se incluyen los RAPD (polimorfismo del ADN amplificado al azar) constituyen una herramienta útil para el estudio de la diversidad genética entre especies de *Capsicum* con fines mejoradores, debido a que son una técnica poderosa para la identificación de variaciones en la secuencia de ADN entre individuos (36, 37).

Finalmente se puede concluir que el Programa de Mejoramiento Genético del IIHLD cuenta con seis primeros híbridos cubanos (RTx638, RTxLB, 638xRT, RTx625a, RTx625 y 638xNv) y dos variedades (638 y RT), que se proponen para incorporarse al sistema productivo del pimiento en el país, con resistencia a potyvirus, manifestando su potencial productivo y adaptación a las condiciones climáticas imperantes en el trópico con respecto a otros materiales importados en el país.

### IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Se validaron en el campo un conjunto de híbridos obtenidos por primera vez en el país para tales condiciones, los cuales han mostrado altos rendimientos y resistencia a los principales virus que afectan este cultivo y además, cuatro variedades de polinización abierta, que permiten alargar el periodo de cosecha.

Por otra parte, el uso de cultivares resistentes a diversos patógenos posibilita la reducción de la contaminación ambiental provocada por productos químicos ya que los nuevos cultivares demandan menor cantidad de aplicaciones fitosanitarias por ser resistentes a enfermedades virales y se contribuye al aumento de la diversidad del género *Capsicum*.

### IMPACTO ECONÓMICO

Contribuye a la disminución de importación de semillas de pimiento, por su competitividad con respecto a los cultivares extranjeros. Por este concepto, el país deja de importar alrededor de 15 000 USD/kg de semilla. En el año 2011 se produjo en el IIHLD 3,0 kg de semilla híbrida comercial del híbrido nacional LPD-5 con un importe total de 13 247,61 CUC, ahorrando por concepto de sustitución de importaciones alrededor de 8500 USD.

## AGRADECIMIENTOS

Ante todo, darle las gracias por su apoyo en todo a mi técnico Carlos Michel Camejo y al Especialista Sixto Ricardo por la dedicación y desempeño en cada experimento, por su ayuda y responsabilidad en todas las labores agrícolas debido a la falta de personal en campo. A mi tutora Dra.C. Mayte Piñón Gómez por su perseverancia en mi formación. A otros compañeros como: José A. Mcdonal Cuza, Lázaro Hernández, Adalberto Felipe, Yosiel Rabelo y Odel Fajardo por su ayuda en el momento del mantenimiento del experimento y su cosecha.

## REFERENCIAS

- Pérez, J. L. Proyección Estratégica hasta el 2015. En: Programa Integral de los Cultivos Varios. La Habana, Liliانا, Cuba. 2010. 95 p, 1ra edición ISBN: 978-959-7111-55-9.
- Depestre, T. Construcción de multi-resistencia a enfermedades virales y adaptación al trópico en genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su aplicación. 2002. [En línea]. [Consultado: 21 de abril 2011]. Disponible en: <<http://www.academiaciencias.cu/paginas/presentacion/reconocimientos/premios.asp?idp=728&nsecc=Ciencias%20Agrarias%20y%20de%20la%20Pesca>>.
- ONE. Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba. 2010. [en línea]. [Consultado el 15 de mayo, 2012]. Disponible en: <<http://www.one.cu/acc.2010/esp/09-tabla-cuadro.htm>>.
- Depestre, T. L. y Rodríguez, Yaritzá. Impacto de cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.). [En CD-ROM]. Disponible en: Cultivo protegido de las hortalizas en condiciones tropicales. II Curso Internacional. Conferencias, del 23 al 27 de febrero 2004. 2da edición, La Habana, Liliانا, Cuba. ISBN: 959-7111-21-7.
- Díaz, A.; Quiñónez, M.; Arana, F.; Soto, M. y Hernández, A. Potyvirus: Características generales, situación de su diagnóstico y determinación de su presencia en el cultivo del pimiento en Cuba. *Rev. Protección Veg.*, 2010, vol. 25, no. 2, p. 69-79.
- Rodríguez, Yaritzá; Depestre, T. y Gómez, Olimpia. Eficiencia de la selección en líneas de pimiento (*Capsicum annuum* L.), provenientes de cuatro subpoblaciones, en caracteres de interés productivo. En: *Revista Latinoamericana en Ciencias de la Agricultura y Ambientales*. 2008, vol. 35, no. 1, p. 37-50. ISBN: 0304-5609.
- Hernández, A. *et al.*. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: MINAG. 2006. 26 p.
- Casanova, A.; Gómez, Olimpia; Pupo, F. R.; Hernández, M.; Chailloux, Maritza; Depestre, T. y Pupo, F. R. Manual para la producción protegida de hortalizas. MINAG-Viceministerio de Cultivos Varios-IIHLD. La Habana, Cuba. 2007, 112 p. ISBN: 959-7111-37-3.
- MINAG. Instructivo técnico del cultivo del pimiento. La Habana. Dirección Nacional de Cultivos Varios. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 1984. 29 p.
- Palloix, A. y Pitrat, M. Lutte genetique contre les virus des plantes maraicheres. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*, 1996, vol. 123, no. 3, p. 409-415.
- Palloix, A.; Daubeze, A. M.; Chaine, C. y Pochard, E. Selection pour la resistance aux virus chez le piment. *Phytoma*, 1990, vol. 422, p. 51-58.
- Statistical. Statistical Graphics Corp. 2010. [en línea]. [Consultado: 15 de mayo, 2012]. Disponible en: <<http://www.statgraphics.com>>.
- Ahmed, E. A.; Daubeze, A. M.; Lafortune, D.; Depestre, T.; Nono Wondim, R.; Duranton, C.; Berke, T.; Gaddagimath, N. B.; Nemouchi, G. y Palloix, A. Constructing multiresistant genotypes of sweet pepper for cultivation in the tropics. *EUCARPIA Capsicum and Eggplant*. 2001. p. 293-297.
- Palloix, A. y Kyle, M. Proposal revision of gene nomenclature for potyvirus resistance genes in *Capsicum* sp. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 1995, vol. 14, p. 26-29.
- Nuez Viñals, F.; Gil Ortega, R. y Costa García, J. El cultivo de pimientos chiles y ajíes. Editorial Mundi Prensa. España. 1996, 607 p.
- Esteban, M.; Arredondo, A. y Tholwerd, H. Pimiento, caracteres productivos. 2010. [En línea]. [Consultado: 11 de mayo, 2012]. Disponible en: <<http://www.buenastareas.com/ensayos/Pimiento/801556.html>>.
- IBPGR. "International Board for Plant genetic Resources". *Genetic resources of capsicum: a global plan of action*. Rome, Italy, IBPGR Secretariat. 1983, 49 p.
- Gómez-Guillamón, M. L. y Cuartero, J. Genotypic, phenotypic and environmental correlations in pepper. Proceedings of the 6<sup>th</sup> EUCARPIA Meeting on genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. Saragosa (Spain), 1986. p. 76-80.
- Richard, M. N. y Bouwkamp, J. C. Inheritance of several fruit characters in *Capsicum annuum* L. *The Journal of Heredity*, 1983, vol. 74, p. 125-127.
- Pochard, E. Donnés expérimentales sur la sélection du piment (*Capsicum annuum* L.). *Annales Amélioration des plantes*, 1966, vol. 16, no. 2, p. 185-197.
- Khaleque, M. A.; Illias, G. N. M.; Qaisuddin, M. Study of variability and correlation of some chemical characteristics in chilli (*Capsicum annuum* L.), Bangladesh. *Journal of Botany*, 1991, vol. 20, no. 1, p. 37-41.
- Cruz, N.; Sánchez, F.; Ortiz, C. y Mendoza, M. Altas densidades con despunte temprano en rendimiento y período de cosecha en chile pimiento. *Agric. Téc. México*, 2009, vol. 35, no. 1, p. 23-26. ISSN: 0568-2517.
- Sahagún Castellanos, Jaime; Rodríguez Pérez, Juan E. y Mora Aguilar, Rafael. Varianza aditiva, heredabilidad y correlación en la variedad M1-Fitotecnia de tomate de cáscara (*Physalis ixorcarpa* Brot). [Consultado: marzo/2012]. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61025301>>.
- Coutiño-Estrada, B. y Vidal-Martínez, V. A. Variance components of corn hybrids evaluated in the USA corn belt. *Agrociencia*, 2006. vol. 40, p. 89-98.



25. González, Ivonne; Arias, Yailen; Quiñones, Madelaine; Miranda, Ileana; Rodríguez, Yaritza y Peteira, Belkis. Variabilidad molecular de genotipos de pimiento (*capsicum annuum* L.) del programa de mejoramiento genético para la resistencia a Pvy. *Rev. Protección Veg.* 2011, vol. 26, no. 2, p. 69-72.
26. Gualoto, Lorena; Suquelanda, M. y Labama, M. Respuesta del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de abono de fruto. 2011. 38 p. [en línea]. [Consultado: 11 de mayo, 2012]. Disponible en: <<http://w.w.w.buenastareas.com/ensayos/Fertilización%C3B2n-or%C3%aonica-V%C3%a-la-foliar-del-pimiento/1503340.html>>.
27. Rodríguez, Yaritza; Depestre, T. y Gómez, Olimpia. Obtención de líneas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) progenitoras de híbridos F1 a partir del estudio de cuatro subpoblaciones. *Revista Latinoamericana en Ciencias de la Agricultura y Ambientales.* 2007, vol. 34, no. 3, p. 237-242.
28. Syngenta seed. Nuevas variedades de pimiento dulce. 2012. 2 p. [en línea]. [Consultado: 3 de julio, 2012]. Disponible en: <<http://www.483-syngenta-lanza-5-nuevas-variedades-de-pimiento-dulces.html>>.
29. Sakata seed. Manejo del pimiento Vikingo para la producción. 2008. 1 p. [en línea]. [Consultado: 3 de julio, 2012]. Disponible: <<http://w.w.w.345-sakata-manejo-pimiento-vikingo-para-produccion.html>>.
30. Sementes fietrin. Cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) disponíveis no mercado brasileiro. 2009. 60 p. [en línea]. [Consultado: 3 de julio, 2012]. Disponible: <<http://www.256-cultivares-pimentao-disponivel-no-mercado-brasileiro.html>>.
31. Espinosa, J.; Depestre, T. y Camino, V. Una nueva variedad resistente de pimiento. *Agricultura Tropical*, 1992, vol. 2, p. 13-14.
32. Depestre, T.; Espinosa, J. Camino, V. y González, R. Pimiento y berenjena. En. *Memorias 25 Aniversario-La Habana: Editorial Liliana. La Habana, Cuba.* 1997. p. 20-22. ISBN 959-7111-12-8.
33. Díaz, A.; Quiñones, M.; Hernández, A. y del Barrio, G. Evaluación de los parámetros analíticos para la detección molecular de potyvirus que afectan al cultivo del pimiento en Cuba. *Rev. Protección Veg.*, 2010, vol. 25, no. 2, p. 80-87.
34. Akbar, N.; Ahmad, H.; Ghafoor, S.; Begum, K.; Afridi, S. G. y Muhammad, I. Estimation of genetic diversity in *Capsicum* germplasm using Randomly Amplified Polymorphic DNA. *Asian J. Agr. Sci.*, 2010, vol. 2, no. 2, p. 53-56.
35. Bahrami Rad, M.; Hassani, M. E.; Mohammadi, A.; Lessan, S. H. y Ghazi Zade, S. Evaluation of genetic diversity in *Capsicum* spp. as revealed by RAPD markers. *Acta Hort.* (ISHS), 2009, vol. 829, p. 275-278.
36. Zheng, L.; Rodoni, B. C.; Gibbs, M. J. y Gibbs, A. J. A novel pair of universal primers for the detection of potyviruses. *Plant Pathology*, 2010, vol. 59, p. 211-220.
37. Ha, C.; Coombs, S.; Revill, P. A.; Harding, R. M.; Vu, M. y Dale, J. L. Design and application of two novel degenerate primer pairs for the detection and complete genomic characterization of potyviruses. *Arch. Virol.*, 2008, vol. 153, p. 25-36.

Recibido: 3 de julio de 2012

Aceptado: 16 de mayo de 2013

#### ¿Cómo citar?

Rodríguez Llanes, Yaritza; Depestre Manso, Tomás L. y Palloix, Alain. Comportamiento en campo abierto de nuevos híbridos y variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) multirresistentes a virus. *Cultivos Tropicales*, 2014, vol. 35, no. 2, p. 51-59.