

Artículo original

Rendimiento de ocho cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la provincia Granma y su comportamiento frente a Begomovirus

Elio Lescay-Batista^{1*} 

Dariel Molinet-Salas¹ 

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, carretera Bayamo a Manzanillo km 16½, Gaveta Postal 2140, Bayamo 85 100, Granma, Cuba

*Autor para correspondencia: lescaybatistaelio@gmail.com

RESUMEN

Se desarrollaron dos experimentos en las campañas 2016-2017 y 2017-2019 sobre un suelo Fluvisol en la Estación Experimental Agrícola, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, para determinar el rendimiento en ocho cultivares de tomate en la provincia Granma y su comportamiento frente a begomovirus. Estos se plantaron en surcos individuales de 10 m de largo, en un diseño de bloques al azar con tres réplicas. La distancia de plantación fue de 1,40x0,25 m por tratamiento. Se aplicó análisis de varianza factorial en la incidencia de la mosca blanca y severidad del virus y de clasificación doble en el rendimiento. La comparación múltiple de medias se realizó por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$. Los resultados mostraron que tanto la incidencia de Mosca blanca, como la severidad del virus, expresaron valores bajos, entre 3,0 y 10,2 insectos por planta en el primero y entre 1,02 y 1,31 % de plantas afectadas en el segundo. Los cultivares que mostraron mayores rendimientos fueron HC-2580, HC-7880 y Rilia con valores de 31,4, 31,0 y 29,6 t ha⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: geminivirus, mosca blanca, daños, virosis, TYLCV

Recibido: 30/10/2019

Aprobado: 23/09/2021

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza de mayor importancia económica en todo el planeta y uno de los vegetales más consumidos en el mundo ⁽¹⁾. Su fruto constituye un componente esencial para la alimentación de millones de personas ⁽²⁾. El consumo fresco y la industria son los dos principales destinos de producción ⁽³⁾. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio ⁽⁴⁾.

Los rendimientos alcanzados en el cultivo del tomate en Cuba son bajos, al igual que en la gran mayoría de los países tropicales. Esto se debe al efecto negativo que ejercen los factores climáticos y la alta incidencia de plagas en el cultivo ⁽⁵⁾.

Entre las principales plagas que afectan al tomate en Cuba y que ocasionan pérdidas en el rendimiento, de hasta un 100 %, están los comúnmente denominados “geminivirus” ⁽⁶⁾. Estos constituyen una de las familias de virus que infectan vegetales, con ADN como material genético. Entre los géneros que conforman la familia Geminiviridae, el que más afectaciones provoca es el begomovirus, transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabacci* (Genn.) ⁽⁷⁾.

En las zonas tropicales y subtropicales, del área de Mesoamérica y el Caribe, generalmente se presentan infecciones por más de un geminivirus. Algunos begomovirus han cobrado importancia debido al insecto vector y pueden producir pérdidas en campos de un 80-90 % ⁽⁸⁾.

Esta temática ha sido poco estudiada en el territorio, por ello se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de determinar el rendimiento en ocho cultivares de tomate en la provincia Granma y evaluar su comportamiento frente a begomovirus en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el periodo noviembre-marzo en las campañas 2016-2017 y 2017-2018, sobre un suelo Vertisol mullido ⁽⁹⁾, en la Estación Experimental Agrícola perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", en el municipio Bayamo, provincia Granma.

Se evaluaron los cultivares: HC-3880, FL-5, L-316, HC-2580, Rilia, Selección 1, Buena Ventura e I-10-7.

Los datos de las principales variables climáticas durante el período en que se desarrolló el experimento, se obtuvieron del registro de la Estación Meteorológica de Veguita, perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Comportamiento de los principales factores climáticos durante el periodo experimental

Campaña	Meses	Temperatura (° C)			Humedad Relativa (%)	Precipitaciones (mm)
		Máxima	Mínima	Media		
2016-2017	Noviembre	34,0	13,3	24,1	79,9	7,7
	Diciembre	35,2	15,3	25,3	77,7	3,1
	Enero	35,5	12,6	23,6	76,0	9,2
	Febrero	36,9	14,4	25,5	72,5	9,5
	Marzo	37,5	15,2	24,6	78,4	47,8
2017-2018	Noviembre	35,1	19,0	25,2	90,3	9,8
	Diciembre	34,9	16,2	24,0	87,9	23,4
	Enero	33,7	17,0	23,5	90,1	14,3
	Febrero	33,6	14,9	24,0	80,8	2,5
	Marzo	36,4	12,8	24,7	84,8	34,8

La siembra del semillero se realizó en la última semana de octubre, en canteros de 10 m de largo por 1 m de ancho. Se utilizó como sustrato suelo de la capa arable y materia orgánica de ganado ovino en una proporción 3:1. La conducción de este se realizó mediante indicaciones técnicas para el cultivo ⁽¹⁰⁾.

Se utilizaron semillas de alta calidad, procedentes de la colección de trabajo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov".

A los diez días después de la emergencia de las plantas, se realizó un raleo para evitar que las plántulas se ahilaran y fueran débiles para el trasplante. El riego se realizó diariamente, de forma manual, en horas de la tarde y los canteros se mantuvieron libres de arvenses hasta el momento del trasplante.

Las posturas se extrajeron a los 25 días después de germinadas las semillas, cuando tuvieron entre 10 y 12 cm de altura, tres a cuatro hojas sanas y desarrolladas, grosor del tallo alrededor de 3 mm, color verde brillante y raíz desarrollada.

La fertilización fue orgánica con estiércol ovino, aplicada de forma manual en el fondo del surco en el momento del trasplante, a razón de 5 t ha⁻¹. El trasplante se realizó en un marco de plantación de 1,40 m entre surcos y 0,25 m entre plantas. El control de arvenses se realizó de forma manual con azada, manteniendo el experimento libre de plantas indeseables durante su ejecución.

Se utilizaron surcos individuales para cada cultivar de 10 metros de longitud, distribuidos en un diseño de bloques al azar con tres réplicas.

En ambos lados del experimento, se sembraron dos surcos adicionales para contrarrestar el efecto de borde. También en el momento de la cosecha se desecharon dos plantas de los extremos de los surcos, con el mismo objetivo.

El riego fue de forma manual en el momento del trasplante, la floración y fructificación. El resto de las atenciones culturales se realizaron, según el instructivo técnico para Organopónicos y Huertos Intensivos, establecido para el tomate ⁽¹¹⁾.

Se evaluaron diez plantas al azar, por cada parcela. Se determinó la incidencia de *B. tabaco* (número de adultos por plantas) y la severidad de la enfermedad (% del área de las hojas necrosadas por plantas), en cuatro muestreos realizados cada siete días después del trasplante. Para determinar la incidencia de la plaga se registró el número de adultos de *B. tabaci* en cada planta y los datos se procesaron a través de la siguiente fórmula:

$$I = n/N$$

donde:

N: es el número de adultos

N: el número de plantas observadas

Para evaluar la severidad de la enfermedad en los ocho cultivares estudiados se utilizó la escala de severidad propuesta por Lapidot *et al.* (2006) citado por otros autores ⁽¹²⁾, donde 0: plantas sin síntoma; 1: plantas con síntomas de amarilleamiento ligero en el margen de los folíolos de las hojas apicales; 2: plantas con síntomas de amarilleamiento y encrespamiento menor de los folíolos apicales; 3: plantas con gran rango de síntomas de amarilleamiento de las hojas, encrespamiento y acucharamiento, con alguna reducción del tamaño, pero las plantas siguen creciendo; 4: plantas con síntomas de amarilleamiento severo y retraso del crecimiento, encrespamiento y acucharamiento, se detiene el crecimiento de las plantas.

Con los datos obtenidos se calculó la severidad a través de la fórmula:

$$S = \Sigma a.b/X.N^{(13)}$$

donde:

S= severidad

a=número de plantas en cada grado

b= valor de la escala

X= valor mayor de la escala

N= número total de plantas

Al final de las cosechas se estimó el rendimiento de cada parcela, mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{MFP}{AP} \times 10000$$

donde:

R: rendimiento (t ha⁻¹)

MFP: masa de frutos por parcela (t)

AP: área de la parcela (m²)

Para los datos correspondientes a la incidencia de *Bemisia tabaci* y severidad de la enfermedad se utilizaron las transformaciones $\log(X+1)$ y $\sqrt{(x+1)}$, respectivamente. Los datos de incidencia de la plaga y severidad del virus se procesaron mediante un análisis de varianza factorial (cultivares y muestreos) y el rendimiento se estimó a través de un análisis de varianza de clasificación doble. Las Pruebas de Rangos Múltiples de Medias se realizaron por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), a través del programa statgraphics centurión sobre Windows, versión xv⁽¹⁴⁾.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza factorial se presentan en la Tabla 2. En el número de adultos por planta se observó diferencias significativas entre cultivares, entre muestreos y en la interacción entre ambos factores. En el porcentaje de plantas afectadas las diferencias estadísticas se presentaron entre los cultivares y los muestreos, mientras que en el rendimiento agrícola solo se apreció diferencias significativas entre los cultivares.

Ninguna de las variables evaluadas mostró diferencias significativas entre los años, ni en ninguna de las interacciones donde estos intervinieron, lo cual indica que las variaciones existentes entre ambos periodos no influyeron en el comportamiento de dichas variables en ninguno de los cultivares objeto de estudio.

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza factorial.

Fuentes de variación	Número de adultos por planta	Cuadrados medios	
		Plantas afectadas (%)	Rendimiento agrícola (t ha ⁻¹)
Año (A)	0,301 ns	0,0011 ns	1,056 ns
Cultivar (C)	53,62*	0,2500*	489,6*
Muestreo (M)	60,14*	0,019*	2,3151 ns
A x C	0,031 ns	0,0009 ns	1,8456 ns
A x M	0,083 ns	0,0018 ns	2,5410 ns
C x M	16,32*	0,0016 ns	2,6613 ns
A x C x M	0,045 ns	0,0021 ns	1,0992 ns
Error	0,144	0,002	1,2

Con relación al número de adultos por planta (Tabla 3) Los tratamientos de menor incidencia del insecto fueron FL-5-muestreo 1, FL-5-muestreo 4, L-316-muestreo 2, L-316-muestreo 4 y Rilia-muestreo 1. Los cuatro últimos sin diferencias significativas con el tratamiento HC-7880-muestreo 1.

Tabla 3. Comportamiento de la interacción cultivar x muestreo en la Incidencia de Mosca Blanca en ocho cultivares de tomate

Cultivares	Muestréos				EE
	1	2	3	4	
HC-7880	3,9 (1,89) lm	6,0 (2,44) fghi	5,1 (2,19) jk	4,6 (2,09) kl	
FL-5	3,0 (1,64) n	5,8 (2,40) ghij	5,5 (2,31) hij	3,4 (2,12) mn	
L-316	7,5 (2,71) cd	3,3 (1,78) mn	6,3 (2,42) fgh	3,5 (1,76) mn	
HC-2580	9,9 (3,12) a	5,8 (2,39) ghij	9,5 (3,12) ab	5,3 (2,19) ijk	
Rilia	3,1 (1,76) mn	5,1 (2,78) jk	10,0 (3,12) a	6,6 (2,51) ef	
Selección 1	9,5 (3,07) ab	6,5 (2,48) efg	8,3 (2,81) c	5,8 (2,31) ghij	
Buena Ventura	8,1 (2,87) c	8,1 (2,81) c	9,7 (3,06) ab	7,2 (2,57) de	
I-10-7	6,0 (2,35) fghi	9,3 (2,96) b	10,2 (3,23) a	6,2 (2,42) fghl	0,026

Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre ellas en filas y columnas para $P \leq 0,05$.

Los datos entre paréntesis se refieren a las medias de los datos transformados

La mayor incidencia se registró en los tratamientos HC-2580-muestreo 1, Rilia-muestreo 3 e I-10-7-muestreo 3 con promedios entre 9,9 y 10,2 adultos por planta, sin diferencias significativas con los tratamientos HC-2580-muestreo 3, Selección 1-muestreo 1 y Buena Ventura en el muestreo 3. El resto de los tratamientos mostraron un comportamiento intermedio.

En sentido general, la incidencia de la plaga fue baja, lo cual puede deberse a las condiciones favorables del clima en la zona donde se desarrolló la investigación, pues esta se ejecutó en el periodo óptimo del cultivo, lo que puede haber incidido en la baja población del insecto.

Hay autores que señalan que la incidencia de esta plaga puede deberse a diferencias en estructuras de las plantas como dureza de los tejidos, pubescencia, tricomas glandulares y no glandulares (estructuras uni o pluri celulares que cubren las superficies de las hojas y tallos de las plantas y que difieren en su morfología y funcionalidad), que sirven de obstáculo a los fitófagos ⁽¹⁵⁾. Este último autor también incluye la repelencia como un ejemplo de mecanismo de defensa de las plantas, la cual está dada por un conjunto de características como color, olor, sabor de la planta, por las cuales un cultivar es menos preferido por el herbívoro para el proceso de ovoposición y alimentación. Además se señala que la especie *B. tabaci* está dividida en diferentes biotipos, lo cual puede haber influido en este sentido ⁽¹⁶⁾.

Los cultivares evaluados y los muestreos realizados mostraron respuestas diferentes ante la severidad del virus. Los valores de plantas afectadas fueron bajos (Figura 1), con promedios que oscilaron entre 1,04 y 1,31 %, lo cual muestra cierta similitud con la baja incidencia mencionada anteriormente.

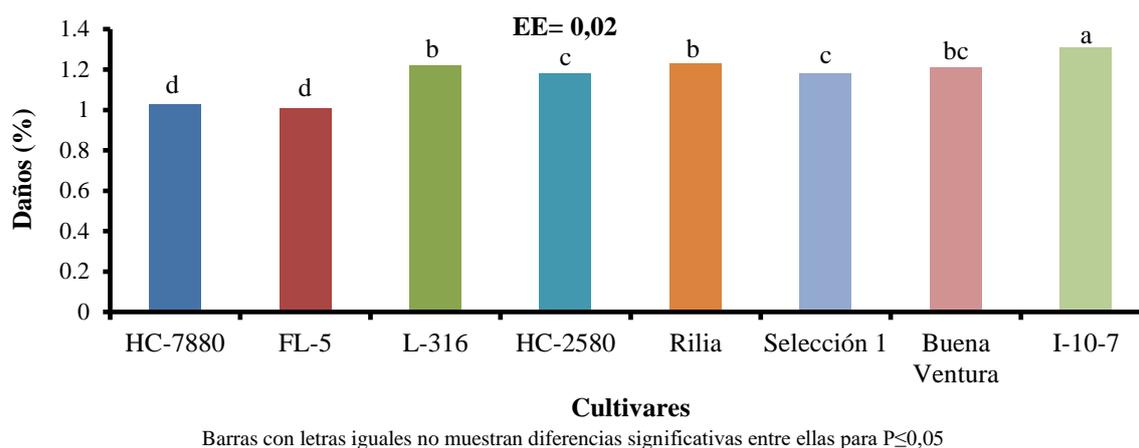
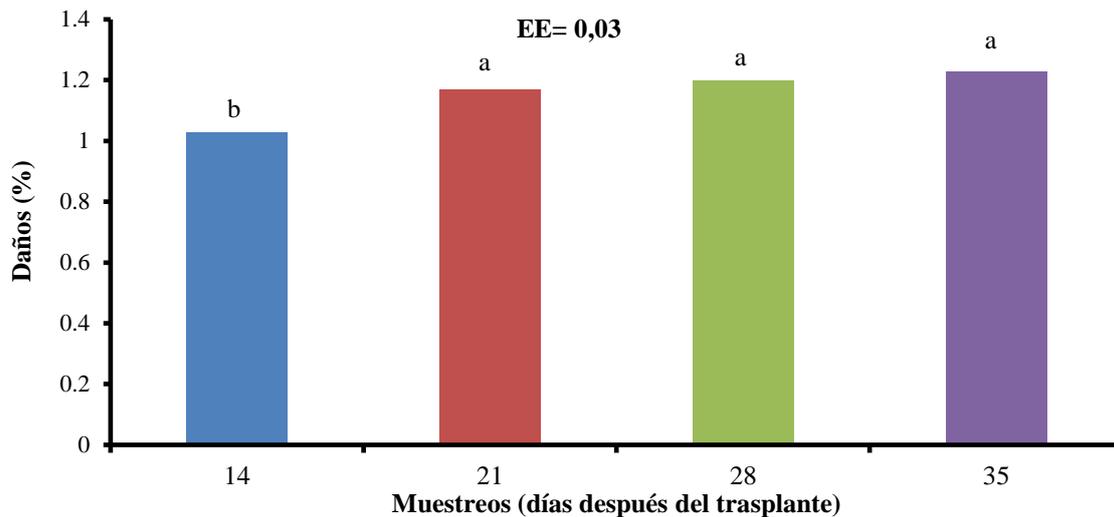


Figura 1. Comportamiento de la severidad del virus en ocho cultivares de tomate

Independientemente de la baja severidad del virus, se observó que los cultivares AC-7880 y FL-5 fueron los menos afectados y el cultivar I-10-7 presentó el mayor porcentaje de plantas afectadas, seguidas por los cultivares L-316 y Rilia, este último sin diferencias significativas con el cultivar Buena Ventura.

El menor valor de plantas afectadas por virus se observó en el primer muestreo; o sea, en la segunda semana de trasplantadas las posturas (Figura 2). La aparición de los síntomas en este estadio, no coincide con el criterio de otros autores, que señalan que los síntomas de esta enfermedad aparecen varias semanas después de que se produce la infección ⁽²⁾.

En un estudio realizado en siete cultivares de tomate de industria en República Dominicana, se encontró que la menor incidencia de virus se presentó a los 25 días después del trasplante, pero se incrementó a los 40 y 60 días de trasplantadas las plantas; o sea, que la incidencia del virus aumentó al incrementarse las fechas de los muestreos ⁽¹⁷⁾.



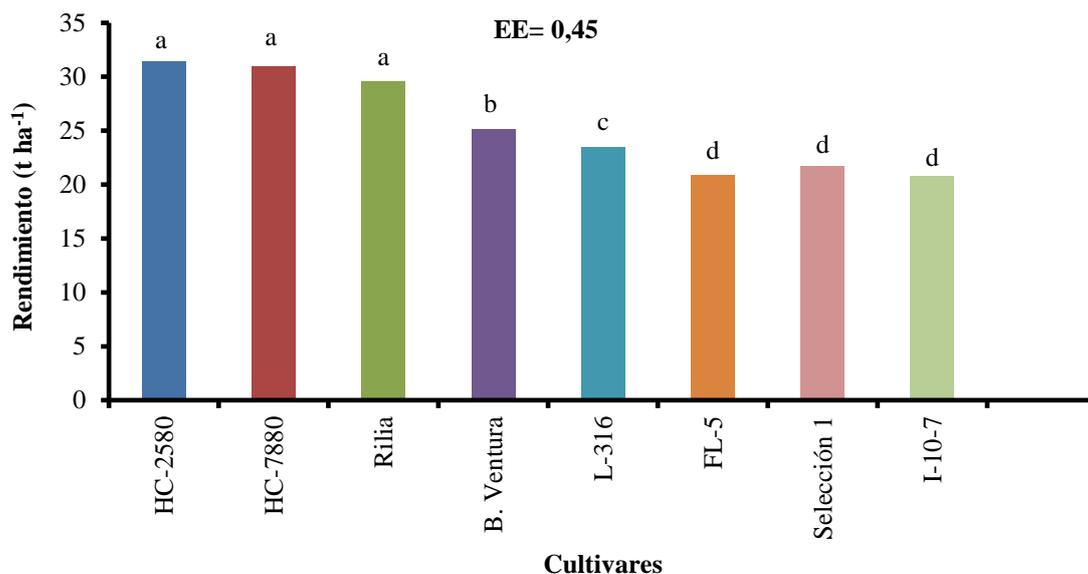
Barras con letras iguales no muestran diferencias significativas para $P \leq 0,05$

Figura 2. Comportamiento de la severidad de virus en diferentes muestreos en cultivares de tomate en condiciones de campo

Los valores de rendimiento oscilaron entre 20,8 y 31,4 t ha⁻¹ (Figura 3), los cuales son superiores a las 12,6 t ha⁻¹, rendimiento promedio en la provincia Granma ⁽¹⁸⁾. Los mayores promedios lo obtuvieron los cultivares HC-2580, HC-7880 y Rilia con valores de 31,4; 31,0; 29,6 t ha⁻¹, respectivamente, que superaron estadísticamente al resto de los cultivares.

Las diferencias significativas entre los cultivares no pueden atribuirse a la presencia de virus, pues la severidad fue baja, más bien pueden deberse al potencial productivo de los cultivares en estas condiciones.

Todos los cultivares expresaron valores del rendimiento superiores a 20 t ha⁻¹, superando así el rendimiento promedio de la provincia Granma, el cual está alrededor de 12,6 t ha⁻¹ ⁽¹⁹⁾, lo cual es lógico pues los resultados experimentales generalmente son superiores a los datos de producción.



Barras con letras diferentes muestran diferencias significativas para $P \leq 0,05$

Figura 3. Rendimiento agrícola en ocho cultivares de tomate

Es bueno señalar que las condiciones de temperatura y humedad relativa durante la ejecución de la investigación (Tabla 1), pueden considerarse favorables, pues la temperatura y la humedad relativa óptima para el cultivo oscilan entre 18-30 °C y 60-80 %, respectivamente ⁽³⁾. Otros autores ubican la temperatura óptima entre 21 y 27 °C ⁽²⁰⁾.

CONCLUSIONES

- Los cultivares de tomate evaluados presentaron valores bajos de la incidencia de mosca blanca y la severidad del virus.
- Los valores de rendimiento oscilaron entre 20,8 y 31,4 t ha⁻¹, destacándose los cultivares HC-2580, HC-7880 y Rilia con rendimientos de 31,4; 31,0 y 29,6 t ha⁻¹, respectivamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el comportamiento de estos cultivares en el periodo no óptimo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Morales-Palacio MN, Morales-Astudillo ÁR, Artiles-Valor A, Milián-García Y, Espinosa-López G. Caracterización fenotípica y genética de cuatro especies silvestres del género

- Solanum, sección Lycopersicon. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2016;37(3):109–19. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000300013
2. Sepúlveda Flórez DR. Sistemas de producción de tomate en el municipio de Cáchira, Norte de Santander: en busca de elementos para el análisis de su sostenibilidad [Internet]. Pontificia Universidad Javeriana; 2016. 136 p. Available from: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/21167>
 3. Guzmán A, Corradini F, Martínez JP, Torres A. Importancia y consideraciones del cultivo de tomate. *Manual de cultivo del tomate al aire libre*. Manual de cultivo del tomate al aire libre. Santiago de Chile, Chile [Internet]. 2017;94. Available from: http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/29488/INIA_Libro_0049.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 4. Gargurevich G. Reinventar el cultivo del tomate [Internet]. *Redagícola Perú*. 2018 [cited 28/10/2021]. Available from: <https://www.redagricola.com/pe/reinventar-el-cultivo-del-tomate/>
 5. Osei M. Evaluation of Some Introduced Tomato Cultivars. [cited 29/10/2021]; Available from: https://www.academia.edu/15004356/Evaluation_of_Some_Introduced_Tomato_Cultivars
 6. Navas-Castillo J, Fiallo-Olivé E, Sánchez-Campos S. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual review of phytopathology* [Internet]. 2011;49:219–48. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-phyto-072910-095235>
 7. Santos J, Siqueira WJ, Melo PC, Colariccio A, Lourenção AL, Melo AM. Selection of tomato breeding lines with resistance to Tomato yellow vein streak virus. *Horticultura Brasileira* [Internet]. 2015;33:345–51. Available from: <https://www.scielo.br/j/hb/a/BJkSWTYrPzqsJHQqs9K7gzP/?lang=en&format=html>
 8. EcuRed. Geminivirus [Internet]. [cited 29/10/2021]. Available from: <https://www.ecured.cu/Geminivirus>
 9. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Speck NC. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2019;40(1). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci_arttext&tlng=pt
 10. Sagarpa. Resumen Nacional Intención de siembra 2018. Ciclo: otoño–invierno. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018.
 11. Rodríguez A, Companioni N, Peña E, Cañet F, Fresneda J, Estrada J, et al. *Manual Técnico de Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida* [Internet]. Ed. ACTAF-INIFAT: La Habana, Cuba, 2007, 184 p. [cited 10/02/2017]. Available from:

<https://web.archive.org/web/20210818072038/https://we.riseup.net/assets/70286/Manual.Tecnico.para.Organoponicos..Cuba.INIFAT.ACTAF.2007.pdf>

12. Rodríguez-Valdés A, Florido-Bacallao M, Dueñas-Hurtado F, Muñoz-Calvo LJ, Hanson P, Álvarez-Gil M. Caracterización morfoagronómica en líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con resistencia a Begomovirus. Cultivos Tropicales [Internet]. 2017;38(2):70–9. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000200009
13. Thousand CR, Heuberger JW. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicides experiments. Plant Dis. Rep. 1948;340–3.
14. STATGRAPHICS. Data Analysis Solutions [Internet]. 2009. [cited 01/11/2021]. Available from: <https://www.statgraphics.com/>
15. Álvarez Gil M. Resistencia a insectos en tomate (*Solanum* spp.). Cultivos Tropicales [Internet]. 2015;36(2):100–10. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200015
16. Inoue-Nagata AK, Lima MF, Gilbertson RL. A review of geminivirus diseases in vegetables and other crops in Brazil: current status and approaches for management. Horticultura Brasileira [Internet]. 2016;34:8–18. Available from: <https://www.scielo.br/j/hb/a/gRKSc8zFFNkb3wZWKpb3bwz/?lang=en&format=html>
17. Marquina JFS, Martínez SG. Evaluación de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la pera en distintas condiciones de cultivo [Internet] [Tesis de Maestría]. [Escuela Politécnica Superior de Orihuela]: Miguel Hernández; 2017. Available from: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3966/1/TFM%20Salinas%20Marquina%2C%20Juan%20Francisco.pdf>
18. Sector Agropecuario en Cuba. Indicadores Seleccionados 2016. Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. 2017. [cited 29/10/2021]. Available from: <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/517854/>
19. Florido Bacallao M, Álvarez Gil M. Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Cultivos Tropicales [Internet]. 2015;36:77–95. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000500008&script=sci_arttext&tlng=en
20. Baudoin A. Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas [Internet]. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (Bolivia). Dirección General; 2017. Available from: <https://www.bivica.org/files/tomate-manual-tecnico.pdf>