

Artículo original

Evaluación morfoagronómica de cultivares cubanos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la provincia de Granma

Dariel Molinet-Salas^{1*} 

Elio Lescay-Batista¹ 

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", carretera Bayamo-Manzanillo km 16½, Gaveta Postal 2140, Bayamo, Granma. Cuba

Autor para correspondencia: dariel@dimitrov.cu

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con el objetivo de evaluar características morfoagronómicas en seis cultivares cubanos de tomate en dos localidades en la provincia de Granma. En ambos sitios se utilizó el método de trasplante en parcelas de 28 m², distribuidas en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Se evaluaron 13 variables, a cuyos datos se aplicó un análisis de componentes principales, un análisis de varianza bifactorial y la comparación múltiple de medias se realizó con la prueba de Tukey para $p \leq 0.05$. El 62 % de las variables evaluadas mostraron una alta contribución a la variación total; se detectó un efecto significativo de la interacción genotipo ambiente y el rendimiento promedio de los cultivares en la Estación Experimental Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" fue de 48.3 t ha⁻¹, lo cual representa un incremento de 88 % respecto a la UBPC Tamara Bunke, en el municipio Río Cauto.

Palabras clave: ambiente, contribución, varianza, genotipo, interacción

Recibido: 12/11/2019

Aceptado: 15/05/2020

INTRODUCCIÓN

El fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) se valora en todo el mundo porque es un componente esencial para la alimentación de millones de personas ⁽¹⁾. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio ⁽²⁾. El consumo fresco y la industria son los dos principales destinos de producción ⁽³⁾.

El tomate tiene buena calidad nutricional y constituye un aporte vitamínico para la población. También se le atribuye propiedades medicinales como digestivas, desinfectantes, antiescorbúticas, etc. Además contiene potasio, fibra, y beta-caroteno, precursor de la vitamina A, y es una valiosa fuente de licopeno, que cumple un importante rol como alimento funcional en la prevención de enfermedades ⁽⁴⁾.

En Cuba los rendimientos alcanzados son bajos, al igual que en la gran mayoría de los países tropicales, debido al efecto negativo que ejercen los factores climáticos y la alta incidencia de plagas ⁽⁵⁾.

El cultivo de tomate en Cuba, en un sistema de producción de campo, requiere cultivares adaptados a las condiciones del clima tropical. La disponibilidad por los productores de cultivares cubanos con esas características constituye una ventaja sobre las variedades introducidas para ampliar las fechas de siembra y cosecha ⁽⁶⁾.

El tomate presenta una alta diversidad genética, en la que existen innumerables variedades con distintos aspectos, colores y sabores ⁽³⁾, que muestran respuestas diferentes cuando se cultivan en ambientes contrastantes.

La caracterización morfoagronómica permite la identificación de rasgos deseables en individuos destinados a ser introducidos directamente como cultivares o empleados como donantes de genes ⁽⁷⁾.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar características morfoagronómicas en seis cultivares cubanos de tomate en dos localidades en la provincia Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el período noviembre/2016 y abril/2017 se evaluaron los cultivares de tomate Vyta, INCA 9(1), L-10-3, Criollo Quivicán, L-316 y Buena Ventura, en un suelo Vertisol Pélico ⁽⁷⁾, de la Unidad Básica de producción Cooperativa (UBPC) Tamara Bunke: localidad 1 (L1), perteneciente al municipio Río Cauto; y en un suelo Fluvisol mullido ⁽⁸⁾ en la Estación Experimental Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov": localidad 2 (L2), en el municipio Bayamo, ambas en la provincia Granma.

La composición química de los suelos y los indicadores climáticos evaluados se muestran en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Las características químicas del suelo se determinaron en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes en la provincia Granma, mediante las técnicas convencionales y los datos climáticos se obtuvieron en la Estación Meteorológica de Jucarito, en el municipio Río Cauto, y en la Delegación Provincial de CITMA en Granma.

Tabla 1. Composición química de los suelos en las áreas experimentales

Localidad	pH		MO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na
	kcl	H ₂ O	%	Mg/100g			Meq / 100g		
L1	6,3	4,98	2,25	3,82	16,87	26,77	3,50	0,39	0,31
L2	6,43	7,0	3,27	6,26	31,5	13,33	5,20	0,22	0,15

L1: UBPC Tamara Bunke, L2: Estación Experimental Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov"

Tabla 2. Datos Climáticos de las localidades durante el desarrollo experimental

Meses	L1			L2		
	P (mm)	Tm (°C)	HR (%)	P (mm)	Tm (°C)	HR (%)
Noviembre	25,4	24,9	82	34,2	25,3	79
Diciembre	4,0	24,6	85	84,2	25,2	78
Enero	12,6	24,5	79	6,3	24,6	78,3
Febrero	10,0	25,4	78	87,3	23,5	75,1
Marzo	10,0	26,3	79	47,2	25,7	71,5

L1: UBPC Tamara Bunke, L2: Estación Experimental Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", P: precipitaciones, Tm: temperatura media, HR: humedad relativa

La fertilización 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 control de malezas se realizó con azada de forma manual, manteniéndose el experimento libre de plantas indeseables durante su ejecución. El riego por surco en el momento del trasplante, la floración y fructificación. El resto de las atenciones culturales se realizaron según el instructivo técnico para el cultivo del tomate ⁽⁹⁾.

Se evaluaron las variables siguientes

Número de ramas primarias por planta: Se contó el número de ramas primarias en diez plantas al azar después de la cosecha en cada parcela.

Longitud de la hoja (cm): Se midió con una regla graduada en una hoja de diez plantas al azar después de la floración en cada parcela.

Ancho de la hoja (cm): Se midió con una regla graduada en una hoja de diez plantas al azar después de la floración en cada parcela.

Número de racimos por planta: Se contó en diez plantas al azar en cada parcela.

Altura de la planta (cm): Se midió con una cinta métrica, desde la superficie del suelo hasta el ápice del tallo principal, en diez plantas tomadas al azar después de la cosecha en cada parcela.

Diámetro del tallo (cm): Se midió con pie de rey, a 10 cm de la superficie del suelo, en diez plantas al azar después de la cosecha en cada parcela.

Número de frutos por racimo: Se contó en diez racimos de diez plantas al azar en cada parcela.

Número de frutos por planta: Se contó en diez plantas al azar en cada parcela.

Masa de los frutos por planta (kg): Con una pesa de 10 kg, se pesaron individualmente todos los frutos de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela.

Masa promedio del fruto (g): Resultado de dividir la masa de los frutos por planta entre el número de frutos por planta.

Diámetro ecuatorial del fruto (cm): Se midió con pie de rey, por la parte media de 10 frutos al azar en cada parcela.

Diámetro polar del fruto (cm): Se midió con pie de rey en 10 frutos al azar en cada parcela.

Rendimiento ($t\ ha^{-1}$): Se calculó sobre la base de la masa de los frutos en el área de cálculo de cada parcela.

Los datos se procesaron con la utilización del paquete estadístico Estadística ⁽¹⁰⁾. Se realizó un análisis de componentes principales para determinar las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total. A las variables de mayor contribución se realizó un análisis de varianza bifactorial, utilizándose como factores las variedades y las localidades. La comparación múltiple de medias se realizó mediante la prueba de Tukey para $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de componentes principales (Tabla 3) arrojó que las dos primeras componentes explicaron el 81,10 % de la variación total. La componente C1 extrajo el 48,93 % y se caracterizó por las variables número de racimos por planta, diámetro del tallo, masa de los frutos por planta, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto y el rendimiento, las cuales mostraron una relación directamente proporcional.

Tabla 3. Resultados del Análisis de Componentes Principales en 13 variables agronómicas en variedades cubanas de tomate evaluadas en dos localidades en la provincia Granma

Ejes principales	C1	C2
Valores propios	5,58	2,62
Contribución a la variación total (%)	48,93	32,17
% acumulado	48,93	81,10
Vectores propios		
Número de rama primarias por planta	-0,484229	-0,348530
Longitud de la hoja	-0,379277	-0,482717
Ancho de la hoja	-0,116225	0,341099
Número de racimos por planta	-0,875215	-0,141375
Altura de la planta	-0,087355	-0,691747
Diámetro del tallo	-0,842309	-0,069540
Número de frutos por racimo	-0,051394	-0,769757
Número de frutos por planta	-0,664282	-0,515274
Masa de los frutos por planta	-0,901987	0,128170
Masa promedio del fruto	-0,301402	0,781874
Diámetro ecuatorial del fruto	-0,901722	0,268988
Diámetro polar del fruto	-0,821025	0,268764
Rendimiento	-0,932985	0,131095

La componente C2 explicó el 32,17 % y la caracterizaron las variables número de frutos por racimo y masa promedio del fruto con una relación inversa entre ellas.

El 61,50 % de las variables mostraron aporte significativo a la varianza fenotípica total y el 38,50 % expresaron baja contribución, por ello fueron excluidas de este estudio, pues las componentes principales indican en que forma y con qué importancia las variables participan en la formación de las combinaciones lineales, lo cual permite descartar variables en un problema determinado ⁽¹¹⁾.

El análisis de varianza aplicado a las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total (Tabla 4) exhibió diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la interacción variedad x localidad en todas las variables evaluadas, excepto la masa de los frutos por planta y el rendimiento, que sólo mostraron diferencias entre variedades y localidades.

Tabla 4. Comportamiento de las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total en cultivares cubanos de tomate evaluados en dos localidades en la provincia de Granma

Fuentes de Variación	NRP	DT (cm)	PFP (kg)	DEF (cm)	DPF (cm)	NFPR	MPF (g)	REND (t ha ⁻¹)
Variedad (V)	5,08	0,021*	0,1743*	88,96*	0,0471	0,6876*	177,10*	121,74*
Localidad (L)	224*	0,585*	3,822*	17665,95*	4,9729*	0,0025	477,93*	45,8329*
V X L	9,29*	0,019*	0,0539	102,07*	0,1625*	0,6472*	514,90*	58,08
Error	2,403	0,006	0,0321	5,13	0,0598	0,0674	26,70	26,62

NRP: número de racimos por planta, DT: diámetro del tallo, PFP: masa de los frutos por planta, DEF: diámetro ecuatorial del fruto, DPF: diámetro polar del fruto, NFPR: número de frutos por racimo, MPF: masa promedio del fruto, REND: rendimiento

Las variables que mostraron significación en la interacción variedad x localidad indican que hubo variedades que expresaron respuestas diferentes en los ambientes evaluados, lo que se conoce como interacción genotipo ambiente. Esta interacción refiere el comportamiento diferencial de genotipos a través de condiciones ambientales variables ⁽¹²⁾, lo cual es muy importante en el mejoramiento genético de los cultivos, debido a que está presente durante el proceso de selección y recomendación ⁽¹³⁾. La evaluación de los materiales genéticos en diferentes ambientes y la medición de la interacción genotipo-ambiente, da una idea sobre la estabilidad fenotípica de los genotipos ante las fluctuaciones ambientales ⁽¹⁴⁾.

La Tabla 5 muestra las respuestas de los cultivares en las variables morfoagronómicas de mayor contribución a la variación fenotípica total. En el número de racimos por planta, los cultivares INCA 9(1), Criollo Quivicán y L-316 expresaron los mayores valores en la L2, lo cual indica que las características edafoclimáticas de esta localidad influyeron positivamente en la expresión de esta variable en los cultivares descritos. El resto de los cultivares mostraron similar comportamiento en ambas localidades, esto refleja que estos cultivares toleran más las variaciones ambientales.

Tabla 5. Respuestas de las variables morfoagronómicas de mayor contribución a la varianza fenotípica total en seis cultivares cubanos de tomate

Variedad	NRP		DT (cm)		DEF (cm)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Vyta	13,13 abcd	16,00 a	0,90 cd	1,09 abc	4,53 d	5,31 abc
INCA 9(1)	10,27 de	16,20 a	0,83 d	1,09 abc	4,75 bcd	4,41 de
L-10-3	11,33bcde	13,30 abcd	0,82 d	0,94 bcd	4,49 de	5,36 ab
Criollo	9,83 de	15,60 ab	0,75 d	0,95 abcd	4,77 bcd	3,75 e
Quivicán						
L-316	7,47 e	16,40 a	0,75 d	1,19 a	5,34 abc	4,58 cd
Buena	10,97 cde	15,40 abc	0,81 d	1,14 ab	4,11 de	5,96 a
Ventura						
EE	0,129		0,007		0,001	
Variedad	DPF (cm)		NFPR		MPF (g)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Vyta	3,20 e	3,92 abcd	2,73 bc	2,40 cd	35,43 cd	54,67 ab
INCA 9(1)	3,38 cde	4,07 abc	2,87 abc	3,4 ab	36,57 cd	28,73 d
L-10-3	3,47 bcde	4,17 ab	2,53 c	2,50 cd	28,88 d	50,40 abc
Criollo	3,21 de	4,24 a	2,73 bc	2,60 c	41,10 bcd	40,03 bcd
Quivicán						
L-316	3,57 abcde	3,76 abcde	2,53 c	3,5 a	53,32 ab	36,13 cd
Buena	3,09 e	4,23 a	2,67 bc	1,77 d	33,48 d	62,53 a
Ventura						
EE	0,02		0,021		0,431	

NRP: número de racimos por planta, DT: diámetro del tallo, DEF: diámetro ecuatorial del fruto, DPF: diámetro polar del fruto, NFPR: número de frutos por racimo, MPF: masa promedio del fruto, L1: Río Cauto, L2: Bayamo, EE: error estándar. Medias con letras iguales en la misma variable no muestran diferencias significativas

El diámetro del tallo de los cultivares INCA 9(1), L-316 y Buena Ventura alcanzaron los mayores valores en L2. Los demás cultivares expresaron igual comportamiento en ambas localidades. Al analizar el comportamiento de los cultivares en cada localidad por separado, solo se observa superioridad del cultivar L-316 respecto a L-10-3. Los promedios alcanzados en ambas localidades, están por debajo de los referidos por otros autores, quienes señalaron que el diámetro del tallo en estas especies oscila entre 1,5 y 3 cm⁽⁴⁾.

En el diámetro ecuatorial del fruto los cultivares Vyta, L-10-3 y Buena Ventura se destacaron en L2, mientras que el cultivar L-316 alcanzó mayor valor en L1. Esto refleja que la expresión de esta variable en el último cultivar tiene exigencias agroecológicas diferentes a los cultivares anteriores.

En el diámetro polar del fruto los cultivares Vyta, Criollo Quivicán y Buena Ventura mostraron los mayores promedios en la L2. El resto de los cultivares mostraron valores similares en ambas localidades.

En cuanto al número de frutos por racimo el cultivar L-316 se destacó en L2, mientras que el cultivar Buena Ventura lo hizo en L1. Los otros cultivares no mostraron diferencias en ambas localidades.

En la masa promedio de los frutos los cultivares Vyta, L-10-3 y Buena Ventura lograron los mayores valores en L2, mientras que el cultivar L-316 fue superior en L1. Los cultivares INCA 9(1) y Criollo Quivicán mostraron similar comportamiento.

En cuanto a la masa promedio de los frutos por planta y el rendimiento (Tabla 6) el cultivar Vyta no mostró diferencias significativas con los cultivares INCA 9(1) y Criollo Quivicán, pero superó al resto de los cultivares, que a su vez no difirieron entre sí.

El cultivar Vyta ha mostrado buena capacidad de adaptación en las condiciones edafoclimáticas del territorio Granmense, pues como se observa el rendimiento logrado supera los 11,7 t ha⁻¹ publicado como la media de la provincia ⁽¹⁵⁾, además se comportó entre los de mayor rendimiento en un estudio realizado en cuatro localidades en la provincia de Granma ⁽¹³⁾.

La masa promedio de los frutos por planta, expresados por los cultivares en las dos localidades, están en el rango entre 5 y 500 g señalado por otros autores ⁽¹⁶⁾.

Tabla 6. Comportamiento de la masa promedio de los frutos por planta y el rendimiento en seis cultivares cubanos de tomate evaluadas en dos localidades en la provincia Granma

Cultivares	Masa promedio de los frutos por planta (kg)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Vyta	1,61 a	44,41 a
INCA-9-1	1,35 ab	36,05 ab
L-10-3	1,24 b	34,16 b
Criollo Quivicán	1,54 ab	40,55 ab
L-316	1,22 b	33,65 b
Buena Ventura	1,22 b	33,30 b
EE	0,014	0,429

EE: error estándar, medias con letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas entre ellas

Al evaluar el comportamiento promedio de estas variables en las dos localidades objeto de estudio, se pudo apreciar que los mayores valores fueron expresados en la L2 (Tabla 7). Esto puede deberse a que, independientemente de que algunos de los cultivares hayan mostrado mejor respuesta en algunas variables en la L1, en sentido general las

condiciones edafoclimáticas en la L2 fueron más favorable, pues se observa mayor contenido en el suelo de materia orgánica, Fósforo y Potasio y menor contenido de Sodio (Tabla 1). Además, se observa incremento en las precipitaciones y valores inferiores de la temperatura y la Humedad relativa (Tabla 2). Por eso la importancia de evaluar las variedades a nivel local, para seleccionar aquellas que puedan expresar un mayor potencial productivo según sus respuestas en determinados ambientes.

Tabla 7. Comportamiento de la masa promedio de los frutos por planta y el rendimiento de cultivares evaluados en dos localidades en la provincia Granma

Localidades	Masa promedio de los frutos por planta (kg)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
L1	1,04 b	25,74 b
L2	1,69 a	48,31 a
EE	0,014	0,429

EE: error estándar, medias con letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas entre ellas, según prueba de Tukey $p \leq 0.05$

CONCLUSIONES

- Las variables que más contribuyeron a la varianza fenotípica total fueron: número de racimos por planta, diámetro del tallo, masa de los frutos por planta, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto, rendimiento, número de frutos por racimo y masa promedio del fruto.
- Hubo cultivares que mostraron respuestas diferentes en ambas localidades, lo que evidencia un efecto significativo de la interacción genotipo-ambiente.
- El rendimiento promedio de los cultivares en la Estación Experimental Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov": fue de 48,3 t ha⁻¹, lo cual representa un incremento de 88 % respecto a la UBPC Tamara Bunke, en el municipio Río Cauto.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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. [Maestría en desarrollo rural]. Pontificia universidad javeriana, facultad de estudios ambientales y rurales., Bogotá, 2016, 145p
2. Gargurevich Pazos G. Reinventar el cultivo del tomate - Redagícola Perú [Internet]. Redagícola. 2018 [cited 4/06/2020]. Available from: <https://www.redagricola.com/pe/reinventar-el-cultivo-del-tomate/>
3. Guzmán A, Corradini F, Martínez JP, Torres A. Importancia y consideraciones del cultivo de tomate. Manual de cultivo del tomate al aire libre. In: Manual de cultivo del tomate al aire libre. Santiago de Chile, Chile; 2017. p. 94.
4. Del Pino M. Curso: Horticultura y Floricultura, Tema: Cultivo de tomate [Internet]. Argentina: Universidad Nacional de la Plata; 2018 [cited 4/06/2020] p. 19. Available from: <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/course/view.php?id=136§ion=5>
5. Gongolee G, Osei MK, Akromah R, Nyadanu D, Aboagye LM. Evaluation of Some Introduced tomato cultivars. Horizon Journal of Agriculture and Food Science. 2015;1(1):1–4.
6. Alvarez-Gil M, Martínez-Zubiaur Y, José AC, Florido-Bacallao M, Dueñas-Hurtado F. Elbita: variedad de tomate resistente a Begomovirus para condiciones tropicales. Cultivos Tropicales. 2018;39(3):91–91.
7. Archak S, Tyagi RK, Harer PN, Mahase LB, Singh N, Dahiya OP, et al. Characterization of chickpea germplasm conserved in the Indian National Genebank and development of a core set using qualitative and quantitative trait data. The Crop Journal. 2016;4(5):417–24.
8. Hernández J, Pérez J, Bosch I, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 2015. 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
9. Rodríguez A, Companioni N, Peña E, Cañet F, Fresneda J, Estrada J, et al. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. 1ra ed. La Habana, Cuba; 2007. 184 p.
10. StatSoft IS. Statistical for window. Version 9.0. Estados Unidos: Julsa; 2009.
11. Ojeda MM. Análisis exploratorio de datos con énfasis multivariado y en el contexto de aplicaciones ecológicas. Veracruz. Universidad Veracruzana. 1999;91.

12. Pérez-Ruiz J, Zamora-Díaz M, Mejía-Contreras J, Hernández-Livera A, Solano-Hernández S. Estabilidad del rendimiento de grano en cebada maltera en el Bajío, México. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. 2016;32(1):12–9.
13. Gómez Masjuan Y, Boicet Fabre T, Tornés Olivera N, Meriño Hernández Y. Interacción genotipo ambiente de cuatro variedades de tomate en la provincia Granma. *Centro Agrícola*. 2018;45(2):21–8.
14. Sánchez Aspeytia D, Borrego Escalante F, Zamora Villa VM, Sánchez Chaparro JD, Castillo Reyes F. Estimación de la interacción genotipo-ambiente en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con el modelo AMMI. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2015;6(4):763–78.
15. ONEI. Oficina Nacional de Estadística e Información. Anuario Estadístico 2016 [Internet]. 2017th ed. Granma, Cuba; [cited 4/06/2020]. 228 p. Available from: <http://www.onei.gob.cu/node/13608>
16. Salinas Marquina JF, García S. Evaluación de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la pera en distintas condiciones de cultivo. [Maestría en Ingeniería Agronómica] [Orihuela, España]: Universidad Miguel Hernández; 2017. 64 p.