

# ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD MORFOAGRONÓMICA EN LA COLECCIÓN DE TOMATE (*Solanum* L. sección *Lycopersicon* subsección *Lycopersicon*) CONSERVADA *Ex Situ* EN CUBA

Marilyn Florido<sup>✉</sup>, Marta Alvarez, Regla M. Lara, Dagmara Plana, A. Caballero, R. Florido, T. Shagarodsky y C. Moya

**ABSTRACT.** The present work was carried out at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), with the aim of characterizing the phenotypic variability of a representative tomato genotype sample, considering morphoagronomic characteristics, including local and commercial varieties as well as wild species from *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme*, *S. pimpinellifolium*, *S. habrochaites*, *S. pennellii* and *S. peruvianum*. Thus, 26 morphoagronomic characters related to plant architecture and fruit traits were evaluated. Data were submitted to a Principal Component statistical analysis, in which autovectors with values of  $\geq 0.50$  in the main axes were selected. Afterwards, 10 k-means cluster analyses from an Euclidian distance matrix and the corresponding discriminant analysis were performed. The best grouping was the most accurate one in classifying groups. Cuban tomato collection sample showed wide morphoagronomic variability, so that it was possible to differentiate nine essential groups: one consisted of accessions from the most distant wild species of *S. lycopersicum* (*S. peruvianum*, *S. pennellii* and *S. habrochaites*), another one made up by accessions from *S. pimpinellifolium* and the remaining groups consisted of accessions from *S. lycopersicum*; accessions from *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme* appeared in group 1 together with the smallest accessions cultivated.

**Key words:** tomato, *Solanum*, *Lycopersicon*, plant genetic resources, biodiversity, genetic variation

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo, siendo el segundo en importancia dentro del género, debido a su

Dra.C. Marilyn Florido y Ms.C. Dagmara Plana, Investigadores Agregados; Dra.C. Marta Álvarez y Dr.C. C. Moya, Investigadores Titulares; Ms.C. Regla M. Lara, Especialista del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal; Dr.C. A. Caballero, Investigador Titular y Dr.C. R. Florido, Especialista del Departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de las Lajas; Ms.C. T. Shagarodsky, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT), Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba.

✉ mflorido@inca.edu.cu

**RESUMEN.** El presente trabajo se desarrolló en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con el objetivo de realizar la caracterización de la variabilidad fenotípica de la muestra representativa de germoplasma de tomate, atendiendo a características morfoagronómicas, donde se incluyeron variedades locales, comerciales así como especies silvestres pertenecientes a *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, *S. pimpinellifolium*, *S. habrochaites*, *S. pennellii* y *S. peruvianum*. Para ello, se evaluaron 26 caracteres morfoagronómicos relacionados con la arquitectura de la planta y las características de los frutos. Los datos se sometieron a Análisis estadístico de Componentes Principales, donde se seleccionaron los autovectores con valores iguales o superiores a 0,50 en los ejes principales. Posteriormente, se realizaron 10 Análisis de Conglomerados de k-medias a partir de una matriz de distancia Euclidiana y los análisis discriminantes correspondientes, considerándose como mejor agrupación aquella que presentó mayor precisión en la clasificación de los grupos. La muestra de la colección cubana de tomate estudiada mostró una amplia variabilidad morfoagronómica, siendo posible diferenciar nueve grupos fundamentales: uno constituido por las accesiones pertenecientes a las especies silvestres más distantes de *S. lycopersicum* (*S. peruvianum*, *S. pennellii* y *S. habrochaites*), otro integrado por las accesiones de *S. pimpinellifolium* y los siete grupos restantes se formaron con las accesiones de *S. lycopersicum*; las accesiones de *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme* se ubicaron en el grupo 1, conjuntamente con las accesiones cultivadas más pequeñas.

**Palabras clave:** tomate, *Solanum*, *Lycopersicon*, recursos genéticos vegetales, biodiversidad, variación genética

papel fundamental en los hábitos alimenticios de una amplia parte de la población mundial.

En Cuba, al igual que en la mayoría de los países tropicales, su cultivo se limita a la estación seca de invierno, debido a los bajos rendimientos y la baja calidad de los frutos en las siembras fuera de ese período, efecto que se agrava si estas elevaciones de temperaturas coinciden con períodos lluviosos, incrementándose la incidencia de enfermedades y plagas, fundamentalmente, cuando la explotación del cultivo se realiza a cielo abierto (1, 2).

De ahí que resulte de gran importancia para Cuba y aquellos países con condiciones medioambientales semejantes, incluir entre los objetivos de los programas de

mejora genética la obtención de variedades de tomate con tolerancia a factores bióticos y abióticos, siendo el recurso genético de partida la variabilidad genética disponible en las colecciones conservadas *ex situ* y/o *in situ*. Todo programa de mejoramiento genético comienza con la introducción masiva de germoplasma de diversos orígenes, a fin de evaluarlos y detectar los de mayor interés para utilizarlos como posibles parentales en la mejora (3).

En nuestro país, el Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT) es el encargado por el Ministerio de la Agricultura del mantenimiento, la conservación y explotación de la colección nacional del tomate, que cuenta con 1 152 entradas, muchas de las cuales corresponden a materiales prospectados en el país, introducidos en Cuba antes de la conquista o en los inicios de esta u obtenidos en Cuba (4, 5). Existen también colecciones de trabajo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD). La colección cubana de tomate cuenta, además, con algunas de las especies silvestres de la sección *Lycopersicon* del género *Solanum*, las que constituyen una valiosa fuente de genes para la tolerancia a estrés bióticos y abióticos, que en su mayoría pueden ser transferidos a la especie cultivada, dado el alto grado de homología genómica existente en *Solanum lycopersicum* (3, 6, 7).

Aun cuando diferentes instituciones del país, como el INIFAT, IIHLD e INCA, han dedicado esfuerzos a la conservación y explotación de los recursos fitogenéticos del tomate en función de la mejora genética, existe amplia variabilidad de estos recursos mantenidos *ex situ*, de los cuales solo se conocen sus datos pasaporte, fundamentalmente del germoplasma autóctono y silvestre, y ello se debe, entre otras causas, a que no se cuenta con una amplia información de sus cualidades y comportamiento ante los diferentes estrés bióticos y abióticos, que están presentes en las condiciones medioambientales de explotación de esta especie en nuestro país.

Es por todo lo antes expuesto que se presentó el siguiente trabajo, con el objetivo de caracterizar la variabilidad fenotípica de una muestra representativa de germoplasma de tomate que se empleará en el estudio, atendiendo a características morfoagronómicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis morfoagronómicos se realizaron en el área central del INCA. Para su desarrollo se tomó una muestra de 122 accesiones de la colección de tomate (*Solanum* L. sección *Lycopersicon* subsección *Lycopersicon*) conservado *ex situ*, donde se incluyeron variedades, líneas, prospecciones y especies silvestres, 48 de ellas procedentes de la colección de trabajo del INCA, 47 del banco de germoplasma del INIFAT y 27 de la colección de trabajo de La Estación Experimental "La Mayora" del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (Tabla I), la que abarcó el 14,28 % de las accesiones presentes en la colección general, que cuenta con 854 accesiones, según informes recientes (8).

Las 122 accesiones se sembraron a razón de 10 plantas por accesión, de acuerdo a un diseño Completamente Aleatorizado, en canteros de asbesto cemento al aire libre, que contenían una mezcla de suelo Ferralítico Rojo compactado (Ferralsol éutrico) según la Nueva Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (9) y cachaza en proporción 3:1, en el período óptimo (octubre 19, 1999-marzo 7, 2000). Se utilizó una distancia de plantación de 0,90 x 0,25 m.

Las atenciones culturales en todos los casos se efectuaron según el Instructivo técnico para organopónicos y huertos intensivos establecido para el tomate (10).

Los caracteres morfoagronómicos se evaluaron en el período de invierno en las 122 accesiones analizadas a razón de 10 plantas, flores o frutos por accesión en diferentes momentos de su desarrollo, atendiendo a la caracterización propuesta por los descriptores tanto cualitativos como cuantitativos del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (11), según el cual los caracteres relacionados con el fruto se evalúan cuando estos tengan madurez comercial. Las evaluaciones efectuadas fueron las siguientes: capa de abscisión del pedúnculo, número de flores y frutos por racimo, porcentaje de fructificación, posición del estilo, tipo de crecimiento, inflorescencia y hoja, volumen del follaje, acostillado, cicatriz peduncular y pistilar, color del fruto inmaduro y maduro, compacidad, diámetro longitudinal y ecuatorial de los frutos, forma del fruto, forma del hombro del fruto, forma terminal de la floración del fruto, forma del corte transversal, intensidad de color de los frutos, según *Royal Horticultural Society Colour Chart*, masa de 100 semillas, masa promedio de los frutos, número de lóbulos, presencia de flores fasciadas y pubescencia del fruto. Se incorporó a la caracterización el carácter número de semillas por gramo de fruto (8). A los caracteres cuantitativos se les calcularon, además, los parámetros estadísticos media, rango y coeficiente de variación.

Previo a realizar los análisis multivariados, las determinaciones cualitativas y cuantitativas fueron estandarizadas según el procedimiento descrito (12) para garantizar que todas las variables tuvieran el mismo peso estadístico. En el análisis el carácter forma del fruto se evaluó como la relación entre los diámetros polar y ecuatorial.

Como primer paso se realizó un Análisis de Componentes Principales, donde se seleccionaron los autovectores con valores iguales o superiores a 0,50 en los ejes principales. Posteriormente, se realizaron Análisis de Conglomerados de k-medias a partir de una matriz de distancia Euclidiana, agrupando las 122 accesiones entre 6-15 grupos. Se realizaron en total 10 análisis discriminantes y se consideró como mejor agrupación aquella que presentó mayor precisión en la clasificación de los grupos. Se calcularon, además, las puntuaciones discriminantes de las funciones canónicas para los centroides de los grupos a partir del análisis discriminante elegido, lo que permitió obtener el gráfico de vinculación de los grupos. Los análisis se efectuaron mediante el paquete estadístico SPSS versión 11.0, sobre Windows.

**Tabla I. Número de accesiones por especie y clasificación de la muestra de germoplasma estudiada de acuerdo con su procedencia**

Especie	Total	Introducción	Hibridación	Selección	Colecta
<i>S. lycopersicum</i>	90	36	33	11	10
<i>S. lycopersicum</i> var. <i>Cerasiforme</i>	17	10			7
<i>S. pimpinellifolium</i>	11	10			1
<i>S. habrochaites</i>	1	1			
<i>S. peruvianum</i>	2	2			
<i>S. pennellii</i>	1	1			

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de evaluar la muestra del germoplasma, teniendo en cuenta los 28 caracteres analizados, permitieron constatar la amplia variabilidad morfoagronómica existente entre las accesiones analizadas, donde se clasificaron o confirmaron las clasificaciones de las accesiones dentro de esta sección del género *Solanum*, confirmándose que de ellas, 90 son variedades y líneas de *S. lycopersicum* L., 17 pertenecen a la forma silvestre de la especie cultivada *S. lycopersicum* variedad *Cerasiforme*, 11 a la especie *S. pimpinellifolium*, una a *S. habrochaites*, una a *S. pennellii* y dos a *S. peruvianum*.

De manera general, se aprecia una alta variabilidad en los caracteres cuantitativos analizados, lo cual se evidencia por los altos valores de los coeficientes de variación y el amplio rango de variación de los diferentes caracteres, destacándose la masa promedio de los frutos, y los diámetros ecuatorial y polar; el número de semillas por gramo de fruto y el porcentaje de fructificación igualmente presentaron coeficientes de variación superiores al 40 %, siendo el más bajo el de la masa de 100 semillas, lo cual indica que de los caracteres cuantitativos este es el que menos contribuye a la variabilidad (Tabla II).

**Tabla II. Parámetros cuantitativos que caracterizan la muestra del germoplasma estudiada**

Carácter	Media	Rango	CV
Masa promedio del fruto (g)	74,77	0,71-239,76	3701,37
Masa de 100 semillas (g)	0,25	0,03-0,40	0,01
Diámetro ecuatorial (mm)	46,07	6,75-93,94	391,39
Diámetro polar (mm)	39,03	6,00-85,40	243,87
Número de flores/racimo	6,16	3,42-24,20	10,02
Número de frutos/racimo	5,31	2,58-16,92	6,61
Número de semillas/gramo de fruto	5,28	0,62-40,71	47,60
Porcentaje de fructificación	87,51	57,14-100	65,65

Las accesiones de *S. lycopersicum* L. mostraron variaciones apreciables, desde el punto de vista morfoagronómico, observándose en cuanto al tipo de crecimiento, 42 variedades con crecimiento determinado y 48 con crecimiento indeterminado, carácter este último determinado por el gen dominante *sp<sup>+</sup>* (13).

Las flores fueron normales con estilos insertos o al nivel, excepto en la variedad C-28, que presentó flores

fasciadas y exsertas, características propias de accesiones sensibles a las condiciones de altas temperaturas (14). Asimismo, predominaron las inflorescencias simples, no obstante, se presentaron inflorescencias dobles y compuestas.

El carácter ausencia de hombro verde de los frutos, mutación del carácter silvestre hombro verde, se presentó en 30 de las variedades cultivadas. Este se relaciona con una distribución uniforme del color en el fruto (15).

El acostillado de los frutos fue igualmente variable, existiendo variedades, que se presentaron desde frutos lisos hasta muy acostillados. Los frutos fueron de diferentes formas, siendo aplanados y de poca altura o esféricos, en las prospecciones cubanas, lo que se corresponde con las dos formas tradicionales que se han observado en el país: "Placero" y "Cimarrón" (8).

La coloración de los frutos maduros varió entre rojo y rojo naranja, a excepción de las variedades C-14, C-47 y C-53, con frutos rosados; Ottawa-30 y C-28, con frutos rojo-rosados y MP-1 y NC-NBR-1, con frutos anaranjados. Aunque predominaron los frutos de compactidad media y blanda, se presentaron variedades como MP-1, 9A, Atlético, CC-1752, CC-310, CC-521, CC-692, Floradel, NC-NBR-2, P-787, Placero Habana, Puro-812, Rilia, Roma, Somaclón-37, Sunny C y Virginia, con frutos compactos, característica muy útil para la industria (16).

Muy variable resultó la masa promedio de los frutos, con rangos entre 13 y 239 g. Esta se relacionó con el número de lóculos pues, en general, los frutos más grandes presentaron mayor número de lóculos y viceversa, a excepción de las variedades de industria que presentaron entre dos y tres lóculos. Asimismo variaron la masa de 100 semillas, los diámetros ecuatorial y polar y el número de semillas por gramo del fruto, entre otras características.

En este período la mayoría de estas variedades exhibieron altos valores del cuajado de los frutos, lo cual indica que pueden cultivarse en el período óptimo en los trópicos. Se destacaron las accesiones CC-283, CC-692, CC-85PA, Cimarrón mejorado, Ottawa-30, P-1073, P-1216, P-1410 y P-1896, con porcentajes de fructificación superiores al 95 %. El resto de las características evaluadas fueron similares y típicas de las variedades pertenecientes a *S. lycopersicum*.

Las accesiones de *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme* presentaron características típicas de los tipos silvestres, como crecimiento indeterminado, frutos pequeños con hombro verde y aplanado, y cicatrices peduncular y estilar pequeñas. Las accesiones Nagcarlang, LA-2871, LA-2807 y BG-90 se diferenciaron del resto por la coloración de sus frutos. Estas accesiones generalmente presentaron masas promedio entre 5,77 y 14,93 g y porcentajes de fructificación superiores al 96 %, coincidiendo el resto de las características morfoagronómicas encontradas con las informadas en los descriptores del cultivo (7, 11).

Las accesiones pertenecientes a *S. pimpinellifolium*, por su parte, presentaron siempre crecimiento indeterminado, hombro verde y aplanado, frutos rojos, y hojas típicas de la especie, así como flores con estilos exsertos, fenómeno típico de especies silvestres donde la alogamia existe como sistema reproductivo (17). Estas accesiones presentaron frutos con diámetros inferiores a 1,5 cm, lo cual es un indicador para clasificar esta especie (11). Esta especie igualmente mostró altos porcentajes de fructificación, con valores superiores al 93 %. Asimismo, estas accesiones mostraron, en general, mayor número de flores y frutos por racimo que las de *S. lycopersicum* variedad *Cerasiforme*, así como menor masa promedio de sus frutos.

Las especies más distantes de *Solanum lycopersicum* L. subsección *Lycopersicon*, se diferenciaron del resto por la coloración siempre verde de sus frutos. La accesión PE-39, clasificada como *S. habrochaites*, presentó frutos muy pubescentes, lisos y sin hombros, de consistencia dura, así como estilos exsertos, inflorescencias dobles y un gran número de flores/racimo.

Por el contrario, las accesiones 1159 y BG 140, pertenecientes a *S. peruvianum*, presentaron una pubescencia intermedia entre *S. habrochaites* y *S. lycopersicum*, inflorescencias exsertas y dobles con 24 y 22 flores por racimo, respectivamente, y el tipo de hoja fue típico de la especie. Estas dos accesiones se diferenciaron en sus diámetros ecuatorial y polar, masa promedio de los frutos y de 100 semillas. Se ha informado que *S. peruvianum* es una especie más variable dentro de *Solanum lycopersicum* L. subsección *Lycopersicon* (13, 17).

Por último, la accesión LA 716 clasificada como *S. pennellii* fue la de menor cobertura del follaje, sus frutos pubescentes y sus flores presentaron estilos exsertos, siendo necesario autofecundarla para que fructificara.

Esta accesión fue la de menores diámetros ecuatorial y polar, masas promedio de los frutos y de 100 semillas. *S. pennellii* es única dentro de la subsección *Lycopersicon* por su naturaleza xerofítica y a pesar de cruzarse fácilmente con el tomate cultivado, se clasificó hasta hace poco como perteneciente a la sección *petota* del género *Solanum* (13).

El análisis de componentes principales (Tabla III), efectuado sobre la base de la divergencia encontrada en los 27 caracteres evaluados, permitió explicar un 56,62 % de variabilidad en los tres primeros ejes.

**Tabla III. Porcentaje de variabilidad explicada mediante el Análisis de Componentes Principales, según los tres primeros componentes**

Componentes	% Variabilidad	% Acumulado
1	34,42	34,42
2	11,88	46,30
3	10,32	<b>56,62</b>

Según este análisis (Tabla IIIa), predominaron caracteres relacionados tanto con la arquitectura de la planta como con las características de los frutos en la diferenciación de las accesiones estudiadas, lo que da una idea de la gran variabilidad existente en la colección; sin embargo, los indicadores color del fruto inmaduro, presencia de flores fasciadas, forma del corte transversal, intensidad de color de los hombros y tipo de inflorescencia, presentaron poca contribución a la formación de los tres ejes, con valores inferiores al 50 %, por lo que no fueron tomados en consideración cuando se realizó el análisis de conglomerados.

El análisis de conglomerados de k-medias realizado permitió comprobar, atendiendo al porcentaje de clasificación de las accesiones, que la mejor agrupación fue la de nueve grupos, en la cual el 100 % de las accesiones quedaron correctamente clasificadas. Según esta agrupación, las tres primeras funciones canónicas explicaron el 94,7 % de la varianza total (Tabla IV).

El carácter con mayor valor discriminante en la función 1 fue el tipo de hoja; en la función 2 predominó la pubescencia de los frutos, mientras en la tercera función discriminante canónica fue el tipo de crecimiento.

Este análisis permitió la formación de nueve grupos, los que poseen las siguientes características:

**Grupo 1:** 25 accesiones: CC-172, CC-521, Cimarrón mejorado, CL-11D-0-2-1, Ottawa-30, P-1073, P-1410, P-1896 y las 17 accesiones de *S. lycopersicum* variedad *Cerasiforme*

**Grupo 2:** 3 accesiones: CC-1752 y MP-1 y Roma

**Grupo 3:** Accesiones más distantes de *S. lycopersicum*: PE-39, Ac. 1159, BG-140 y LA-716

**Grupo 4:** Accesión C-28.

**Grupo 5:** 18 accesiones: 3C, 9A, A-32-1, C-18, CC-1611-c, CC-1788, CC-692, CC-85-PA, CI1131-00-38-4-0, CI143-0-10-3-0-1-10, HC-7880, H-2653-91, Inca-9(1), Ontario-7710, Puro-812, Rilia, Rossol y Santa Clara

**Grupo 6:** Las 11 accesiones de *S. pimpinellifolium*

**Grupo 7:** 24 accesiones: AN-104-1, AN-87-1, Atlético, C-14, C-47, C-53, C-63, CC-283, CC-310, CC-321, CC-370, CC-395, CC-86, CCI-289-648, CC-I-289-y-500, Jumbo, New yorker, P-1030, P-1216, P-271, P-306, Placero chileno, Placero Habana y Virginia

**Grupo 8:** 12 accesiones: 1B. AN-52-1, C-26, C-27, CC-1710, CC-189. CC-2781, Floradel, Inca-33, L-35, Sapo grande y Tropic

**Grupo 9:** 24 accesiones: 4A, Amalia, Campbell-28, CC-1926, Ciudad Real, CI1131-0-0-7-2-9, Criollo Quivicán, HC-3880, Imperial, INCA-17, Inifat-28, L-10-3, Lignon, Mariela, Marmande verde, Melvis negro, NC-NBR-1, NC-NBR-2, P-786, Somaclón-37, Sub artic plenty, Summerset-VF, Sunny-C y Tropical M-10

**Tabla III. Contribución de las diferentes variables a la variabilidad en los tres primeros componentes del Análisis de Componentes Principales**

Variables analizadas	Componentes		
	1	2	3
Fructificación (%)	<b>-0,62</b>	<b>-0,67</b>	0,01
Acostillado	<b>0,70</b>	0,09	0,05
Capa de abscisión	-0,13	-0,08	<b>0,51</b>
Cicatriz peduncular	<b>0,87</b>	0,18	0,18
Cicatriz pistilar	<b>0,64</b>	0,17	0,40
Color del fruto maduro	-0,01	<b>-0,62</b>	0,07
Color fruto inmaduro	0,09	-0,33	0,18
Compacidad	-0,24	<b>0,56</b>	-0,13
Diámetro ecuatorial	<b>0,96</b>	0,08	0,12
Diámetro polar	<b>0,83</b>	0,09	-0,38
Presencia de flores fasciadas	0,15	0,12	0,32
Forma del corte transversal	-0,14	-0,06	0,08
Forma del hombro	<b>0,83</b>	0,14	0,31
Forma terminal de la floración	-0,10	0,15	<b>-0,66</b>
Intensidad color de los hombros	-0,10	-0,49	0,46
Longitud estilo/L estambre	<b>-0,55</b>	,45	0,38
Masa promedio del fruto	<b>0,89</b>	0,22	0,17
Masa de 100 semillas	<b>0,85</b>	-0,03	-0,12
Número de flores/racimo	<b>-0,72</b>	0,51	0,15
Número de frutos/racimo	<b>-0,82</b>	0,30	0,15
Número de lóculos	<b>0,68</b>	0,17	0,41
Número de semillas por 1 g de fruto	<b>-0,82</b>	0,30	0,26
Pubescencia del fruto	-0,37	<b>0,70</b>	0,10
Relación altura/diámetro	-0,33	0,06	<b>-0,73</b>
Tipo de crecimiento	<b>-0,50</b>	-0,22	0,36
Tipo de hoja	<b>0,64</b>	-0,21	-0,26
Tipo de inflorescencia	0,15	0,26	0,28
Volumen del follaje	-0,29	<b>-0,56</b>	0,28

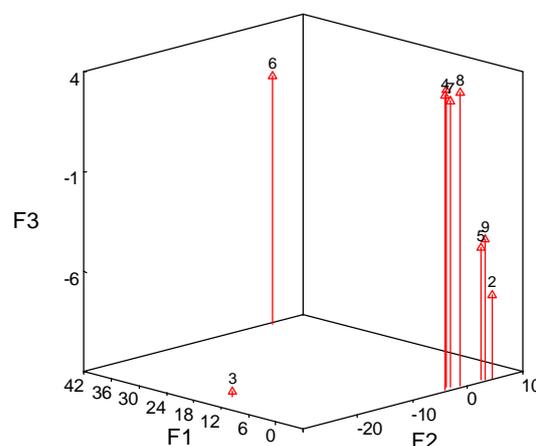
**Tabla IV. Porcentajes de la varianza para las tres primeras funciones discriminantes canónicas y los caracteres que la componen**

Función discriminante	% variabilidad	% acumulado
1	75,6	75,6
2	11,9	87,5
3	7,2	<b>94,7</b>

A pesar de que los resultados indican que las accesiones quedaron correctamente clasificadas, la naturaleza continua de la variabilidad presente en la muestra de germoplasma estudiado, no permitió una definición clara de las características de los diferentes grupos, de manera tal que aunque predomine una característica determinada en un grupo, en ocasiones existen accesiones que no la presentan. Estos resultados se corresponden con

lo informado por diversos autores (18), quienes al evaluar morfoagronómicamente una colección de tomate de Kenya mediante Análisis de Componentes Principales, no lograron una definición precisa de los diferentes grupos, lo que lo atribuyeron a la alta variabilidad presente en el germoplasma en estudio.

En la Figura 1 se observa la posición de los grupos con respecto a las tres primeras funciones canónicas. Con respecto a la primera función, los grupos 3 y 6 se diferenciaron de los siete grupos restantes por presentar hojas diferentes al tipo estándar del tomate. A su vez, el grupo 3 se separó del resto con respecto a la función 2, ocupando una posición extrema en relación con este eje por tener los frutos pubescentes; la tercera función permitió agrupar a las accesiones atendiendo al tipo de crecimiento, de forma tal que los grupos 1, 4, 7 y 8, que presentaron crecimiento indeterminado, se ubicaron espacialmente muy cerca entre sí, igualmente se relacionaron los grupos 2, 5 y 9, formados por accesiones que presentaron crecimiento determinado; por su parte, 3 y 6 conformaron grupos aislados.

**Figura 1. Representación de los centroides de los nueve grupos formados según las tres primeras funciones discriminantes canónicas (F1, F2 y F3)**

De esta forma, de los grupos formados atendiendo a los caracteres tomados en consideración, uno quedó conformado con las accesiones PE-39, 1159, BG-140 y LA-716, pertenecientes a las especies silvestres más distantes del tomate cultivado, otro quedó conformado con las 11 accesiones de *S. pimpinellifolium* y en los siete grupos restantes se ubicaron las accesiones de *S. lycopersicum*; las accesiones de *S. lycopersicum* variedad *Cerasiforme* se ubicaron en el grupo 1, conjuntamente con las de la especie cultivada de menor tamaño.

Es de destacar que la evaluación de la variabilidad fenotípica de una muestra representativa de germoplasma de tomate conservado *ex situ* en colecciones cubanas, atendiendo a características morfoagronómicas, incrementó el valor de la colección nacional en este cultivo, al completarse la base de datos de esta colección. Ade-

más, se corroboró la existencia de una amplia variabilidad morfoagronómica en esta muestra, lo que confirma las perspectivas para desarrollar programas de mejoramiento genético en el cultivo en base a estos caracteres.

## REFERENCIAS

- Hanson, P. M.; Chen, J. T. y Kuo, J. Gene action and heritability of high-temperature fruit set in tomato line CL5915. *Hort. Sci.*, 2002, vol. 37, no. 1, p. 172-175.
- Sato, S. y Peet, M. M. Effects of moderately elevated temperature stress on the timing of pollen release and its germination in tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.). *J. Hort. Sci. & Biotech*, 2005, vol. 80, no. 1, p. 23-28.
- Gómez, O.; Casanova, A.; Laterrot, H. y Anaís, G. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". 2000. 159 p.
- Esquivel, M. T.; Shagarodsky, L.; Walón, L. y Caraballo, M. Collecting in the Central province of Cuba. *FAO/IPGRI. Plant Gen. Res. Newsletter*, 1991, vol. 83-84, p. 19-21.
- Álvarez, M.; Moya, C.; Florido, M. y Plana, D. Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su incidencia en la producción hortícola de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 2, p. 63-70.
- Saavedra, G. y Spoor, W. Genetic base broadening in autogamous crops *Lycopersicon esculentum* Mill. as a model. En: Engels, J., Brown, A.; Jackson, M. T. (Eds.). *Managing Plant Genetic Resource*, IPGRI, 2002. p. 291-299.
- Tomato Crop Germplasm Committee Report (TCGCR) (2003). Disponible en: [www.ars-grin.gov/npgs/cgcweb.html](http://www.ars-grin.gov/npgs/cgcweb.html). [consultado 23-3-2005].
- Shagarodsky, T. Caracterización de la variabilidad del germoplasma de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) conservada *ex situ* en Cuba. Su presencia y distribución *in situ*. [Tesis de Maestría]; Universidad de La Habana. 2006. 122 p.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 107 p.
- Cuba: MINAGRI. Instructivo técnico para organopónicos y huertos Intensivos. Ciudad Habana, 74 p.
- IPGRI. Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 44 p.
- Fernández-Muñoz, R.; Báguena, M.; Cuartero, J. y Álvarez, M. Caracterización de cultivares de tomate en diferentes ambientes. En: *Actas de Horticultura. Jornadas de Selección y Mejora de Plantas Hortícolas (12:2000 sep. 11.14:Huesca)*.
- Quirós, C. F. Markers and their applications. VC2221: Tomato. Disponible en: [www.veghome.ucdavis.edu](http://www.veghome.ucdavis.edu). [consultado 2-2-2002]; 2001.
- Cheema, D. S. y Singh, S. Variability in heat tolerant tomato germplasm. En: Kuo, C. G. Eds. *Adaptation of food crops to temperature and water stress. Proceeding of an International Symposium. (1992:Taiwan)*. p. 316-320.
- Morales, C.; Shagarodsky, T.; Reynaldo, I.; Alvarez, M.; Martínez, B.; Pérez, S. y Rodríguez, J. Caracterización de un grupo de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para consumo fresco. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 66-70.
- Moya, C.; Álvarez, M.; Florido, M. y Plana, D. Caracterización morfoagronómica de una colección de variedades, líneas e híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en condiciones de organopónicos. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 3, p. 51-58.
- Anaís, G. Tomato. En: A. Charrier; M. Jacquot; S. Hamon; D. Nicolas eds. *Tropical Plant Breeding*. CIRAD & Science Publishers, 2001, p. 524-553.
- Agong, S. G.; Shitenhelm, S. y Friedt, W. Genotypic variation of Kenyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 2000, vol. 123, p. 61-67.

Recibido: 2 de julio de 2007

Aceptado: 16 de julio de 2008