

EVALUACIÓN *IN SITU* DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL TOMATILLO SILVESTRE

Reynerio Adrián Alonso Bran

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas
Villafloraes, Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0002-5959-0709>

Beatriz Zambrano Castillo

Profesora de medio tiempo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas
Villafloraes, Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0002-7169-7349>

Eduardo Aguilar Astudillo

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas
Villafloraes, Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0001-8057-8782>

Carlos Joaquín Morales Morales

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas
Villafloraes, Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0001-6929-1502>

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El mal uso y manejo de agroquímicos, ha provocado que durante los últimos años muchas especies de plantas silvestres disminuyan causando la extinción, tal es el caso del tomatillo. La presente investigación se realizó en los municipios de Villacorzo y Villaflores, Chiapas, México con los objetivos de caracterizar la variabilidad morfológica *in situ*. Para la colecta, se realizó una búsqueda de plantas en los dos municipios y con la ayuda del descriptor botánico-taxonómico de tomate se estudiaron sus características. Se evaluaron 10 variables cuantitativas y nueve cualitativas las cuales fueron relacionadas con la planta, tallos, flores y frutos. Se utilizó el método de multivariados y se realizaron con los datos cuantitativos los siguientes análisis: estadísticos elementales que sirven para conocer los coeficientes de variación, análisis discriminante para saber el porcentaje de la variación e identificación de aquellos caracteres que influyen en la discriminación. Se realizó un análisis de componentes principales para determinar el porcentaje de variación y las variables que logran explicar dicha variación, análisis de conglomerados para saber el nivel de agrupamiento de las muestras de acuerdo a sus características comunes. El tamaño de fruto tiene el mayor valor del coeficiente de variación, sin embargo, las variables longitud y ancho del fruto presentaron menores coeficientes de variación. El análisis discriminante logró contribuir en un 54.3% de la variabilidad presente. El análisis de componentes principales determinó una variación acumulada del 77.82%. El análisis de conglomerados integra a dos grupos destacando la variable peso de fruto y longitud de enredadera. El 88.2% de las plantas presentaron un color de corola amarillo. Las rayas verdes en el hombro del fruto se observaron en el 52.9%, la forma del fruto redondo se presentó en un 88.2%. La

posición del estilo destaca en un 82.4% de las muestras estudiadas presentando un estilo muy proyectado.

Palabras clave: Descriptores, cuantitativos, variación, fruto.

INTRODUCCIÓN

La mayor diversidad del tomate se encuentra en las especies silvestres, que presentan variabilidad en las características de calidad del fruto como: sabor, aroma, coloración y textura. (Miller y Tanksley, 1990)

Uno de los problemas principales que tiene el tomatillo silvestre es su desaparición o en peligro de extinción a causa del mal uso y manejo de agroquímicos, ocasionando una erosión genética de poblaciones silvestres, considerando que la mayor parte de esta especie se adapta a condiciones de sistemas de milpa, logrando una simbiosis entre el cultivo de maíz y el mismo tomatillo.

Por lo anterior, se debe investigar la diversidad genética de las especies de plantas, debido a que tienen una alta variabilidad genética dentro y entre sus poblaciones silvestres. Desde el punto de vista Fitogenético, las especies silvestres constituyen un gran reservorio de genes de resistencia a múltiples enfermedades, tolerancia a sequía, altas y bajas temperaturas, salinidad, contienen altos índices de antioxidantes, vitaminas y azúcares entre otros, los genes de las especies silvestres pueden ser empleadas para adaptar el tomate a las diferentes condiciones ambientales cambiantes y a las necesidades humanas.

Se considera importante el estudio de la diversidad genética del tomate silvestre a nivel morfológico, lo que permitirá diseñar estrategias de conservación y uso eficiente de los genes de interés agronómico para bien de la humanidad. Los objetivos de esta investigación fueron: caracterizar la variabilidad morfológica del tomatillo y describir las características morfológicas *in*

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en los ejidos de Villacorzo y Villaflores Chiapas, ubicados en las coordenadas geográficas 16° 11' 0" N, 93° 16' 0" W y 16°14' 57.77" latitud norte, 93° 14' 34.59" de longitud oeste, respectivamente (INEGI 2010).

La colecta de las muestras se realizó durante los meses de noviembre 2017 a febrero del 2018, tomando coordenadas a cada muestra de plantas. utilizando el descriptor botánico taxonómico de tomate del IBPGRI (1990) y metodología para el análisis estadístico sugerido por Franco e Hidalgo (2003).

Fueron evaluadas 10 variables cuantitativas y nueve cualitativas. Las cuantitativas fueron: longitud de la enredadera y del entrenudo del tallo, longitud del tallo, pétalo, sépalo y de estambre, tamaño, longitud y ancho del fruto y peso de 10 frutos. Las variables cualitativas fueron: densidad del follaje, posición de la hoja, color de la corola, posición del estilo, color externo del fruto no maduro, rayas verdes y forma predominante del fruto, color externo y forma del fruto maduro y forma del hombro del fruto. Se analizaron los datos a través de métodos multivariados. Con los datos cuantitativos se obtuvieron estadísticos elementales para conocer la variabilidad morfométrica, un análisis discriminante y de componentes principales para saber el porcentaje de variación e identificación de caracteres representativos. Se realizó un análisis de conglomerados para identificar los niveles de agrupamiento de las muestras de acuerdo a sus características comunes. Con los datos de las variables cualitativas se realizó un análisis de frecuencias. El análisis de los datos se realizó a través del programa SPSS versión 19 para Windows.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los estadísticos elementales (Cuadro 1), indican que las variables que identifican al tomatillo con mayor CV son longitud de la enredadera y del pedicelo. Los caracteres morfo agronómicos son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Puede ser de tipo cualitativo o cuantitativo e incluyen algunos de los caracteres botánicos- taxonómicos, otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, de mejoramiento genético, mercado y consumo (Franco e Hidalgo, 2003).

La mayor parte de las variables en estudio, representan estabilidad en cuanto a los coeficientes de variación. Estos resultados permiten que la variación se relacione con la arquitectura de la planta y tallo con el fruto

En el análisis discriminante se observa que el porcentaje de variación manifestado en todas las muestras de tomatillo silvestre estudiadas representaron el 54.3% (Cuadro 2).

La variable que más contribuyó en la discriminación de esta especie fue la longitud del pedicelo en las funciones uno y dos, indicando que es favorable para la obtención de recursos filogenéticos para el mejoramiento de plantas, se refleja en la variación en las partes reproductivas.

El análisis de componentes principales en 10 caracteres evaluados logró explicar el 77.82% de la variación acumulada. Las variables del fruto (longitud, ancho y tamaño de fruto) fueron las que más contribuyeron de forma positiva en la variación.

El primer componente contribuyó en casi un 33% de la varianza total explicada, mientras que la distribución de los coeficientes de la primera correlación en el primer componente indicó que las variables relacionadas con el fruto (longitud, ancho y tamaño de fruto) fueron las que más contribuyeron de forma

	N	Media	E. E	D.E	VAR.	CV
LONEN	17	136.6	14.86	61.30	37.8	44.8
LARTA	17	6.6	0.31	1.298	1.6	19.6
LONPE	17	7.2	0.23	0.985	0.9	13.5
LARSE	17	3.2	0.20	0.831	0.6	25.6
LONEST	17	3.4	0.22	0.913	0.8	26.2
TAMFRU	17	1.4	0.02	0.118	0.01	8.3
PE10FR	17	16.1	0.71	2.959	8.7	18.3
LONFRU	17	1.3	0.05	0.214	0.04	15.7
ANFRU	17	1.3	0.05	0.214	0.04	15.7
LONPED	17	7.1	0.70	2.899	8.40	40.3
POSEST	17	3.7	0.18	0.771	0.59	20.8

LONEN= Longitud de la enredadera; LARTA= Largo tallo; LONPE= Longitud del pétalo; LARSE= Longitud del sépalo; LONEST= Longitud del estambre; TAMFRU= tamaño del fruto; PE10FRU= Peso 10 frutos; LONFRU= Longitud del fruto; ANFRU= ancho de fruto; LONPED= Longitud del pedicelo; POEST= Posición del estilo; LARTA= Longitud del entrenudo del tallo; LARSE= Longitud del sépalo; LONFRU= longitud del fruto; LONPED= Longitud del pétalo.

Cuadro 1. Estadísticos elementales para la determinación de la variabilidad en tomatillo.

Autovalores				
Función	Autovalor	%varianza	%acumulado	Correlación Canónica
1	18.85	54.3	54.3	0.97
2	15.88	45.7	100.0	0.97
Función				
	1	2		
LONEN	0.341	-0.148		
LONEST	-0.319	0.045		
LONPE	0.266	-0.090		
LONFRU	-0.136	-0.042		
ANFRU	-0.136	-0.042		
LONPED	0.505	0.542		
LARTA	0.199	-0.440		
TAMFRU	-0.215	-0.217		
LARSE	-0.043	0.096		
PE10FR	0.050	0.061		

Cuadro 2. Porcentaje de variación morfológica del tomatillo silvestre

positiva en la variación.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de conglomerados demostrado en el dendrograma (Figura 1), se puede distinguir que se formaron dos grupos, el primer grupo integrado por el subgrupo 1 y subgrupo 2, de los cuales se encuentran las variables longitud, ancho y tamaño de fruto que representaron a 17 muestras de planta. En el segundo grupo se integró solo una muestra que se basó en la 8 estrechamente vinculada con la variable longitud de la enredadera. Estos resultados demostraron que los caracteres relacionados con frutos son variables que tienen cantidades de genes que se pueden reproducir en diversos ambientes y que el fruto puede representar la base genética de esta especie. Aun así, la enredadera representa que la planta de tomatillo silvestre tiene características importantes de crecimiento indeterminado.

La posición del estilo y el estigma (Cuadro 4) forman la estructura floral y reproductiva del tomatillo y es donde se efectúa la polinización. El 82.4% presentaron un estilo muy proyectado, lo que facilita la reproducción y sobrevivencia. Bergougnoux (2014) indica que las especies con el estilo exerto presentan mayor diversidad genética y polinización cruzada, lo que equivale a mayor diferenciación genética.

La posición del estilo es una parte vegetativa importante que forma la estructura floral y reproductiva del tomatillo ya que en ella se encuentra ubicado el estigma, en donde se efectúa la polinización a través de insectos, el 11.8% de las muestras de flores presentaron un estilo ligeramente proyectado y un 5.9% insertado. La mayor parte de las flores presentaron el estilo exerto. Esta característica facilita la reproducción y la supervivencia de la especie. diversidad genética debido a que el estigma y estilo exerto, así como la autoincompatibilidad del gametofito contribuyen a una mayor

polinización cruzada, lo que equivale a mayor diferenciación genética.

En el cuadro 5 se puede observar que el 52.9% de muestras presentan rayas verdes en hombros del fruto y 47.1% no lo presentan, por otro lado, la ausencia de hombro verde en los frutos, está relacionada con una distribución uniforme del color en el fruto, según Cantwell (2017) las rayas verdes en el fruto representan un marcador morfológico de mucha importancia, porque representan a los frutos relacionados con los silvestres. La maduración del fruto puede ser uniforme, pero existen algunas variedades que presentan hombros verdes debido a un factor genético (Jaramillo *et al.* 2007).

CONCLUSIONES

De las muestras evaluadas con el análisis discriminante permitió explicar el 54.3% de variabilidad genética, se considera importante para la obtención de recursos filogenéticos para el mejoramiento de plantas.

El análisis de conglomerados permitió la formación de dos grupos y subgrupos sobresaliendo las variables relacionadas al fruto, demostrando que estos caracteres pueden representar la base genética de la especie.

Las rayas verdes en el fruto fueron una característica importante y predominante en las muestras obtenidas, por lo que se considera un marcador morfológico importante que discrimina las demás especies de las solanáceas.

La forma predominante del fruto es una característica cualitativa que se identifica con mucha facilidad, el tipo redondo es el más prevaeciente en las muestras evaluadas.

La forma del hombro es un carácter cualitativo que se manifestó en la mayor parte de las muestras evaluadas.

El color de la corola es una característica de importancia que se distinguió en la mayoría

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3.552	32.294	32.294	3.552	32.294	32.294
2	2.832	25.742	58.036	2.832	25.742	58.036
3	2.176	19.784	77.820	2.176	19.784	77.820
4	0.965	8.768	86.589			
5	0.682	6.203	92.791			
6	0.358	3.250	96.042			
7	0.290	2.632	98.674			
8	0.079	0.721	99.395			
9	0.048	0.432	99.827			
10	0.019	0.173	100.000			
11	-1.08017	-9.82017	100.000			
	Componente					
	1	2	3			
LONEN	0.138	0.830	0.203			
LARTA	0.161	0.772	-0.480			
LONPE	0.203	0.797	0.376			
LARSE	0.185	0.300	0.796			
LONEST	0.066	-0.414	0.715			
TAMFRU	0.939	0.075	-0.150			
PE10FR	-0.353	0.533	0.199			
LONFRU	0.946	0.039	0.087			
ANFRU	0.946	0.039	0.087			
LONPED	-0.621	0.157	0.610			
POSEST	0.498	-0.577	0.410			

Cuadro 3. Componentes principales para muestras de tomatillo silvestre

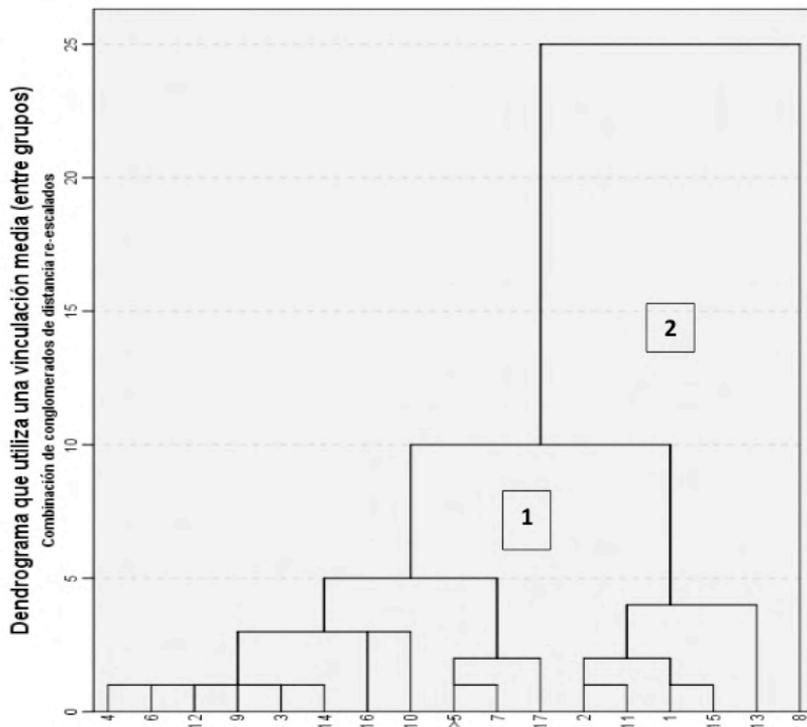


Figura 1. Dendrograma de 17 caracteres evaluados de tomatillo silvestre

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Insertado	1	5.9	5.9	5.9
Ligeramente proyectado	2	11.8	11.8	17.6
Muy proyectado	14	82.4	82.4	100.0
Total	17	100.0	100.0	

Cuadro 4. Posición del estilo en muestras de tomatillo silvestre

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ausente	8	47.1	47.1	47.1
Presente	9	52.9	52.9	100.0
Total	17	100.0	100.0	

Cuadro 5. Rayas verdes en los frutos de tomatillo silvestre

de las muestras evaluadas, el color amarillo es un atractivo para las aves e insectos benéficos.

La posición del estilo en la mayor parte de las muestras evaluadas se proyectó o se encontró de forma excerta, indicando que existe una mayor ventaja en la polinización de esta especie.

El peso del fruto es una variable cuantitativa importante que sobresalió en el análisis de conglomerados,

La variabilidad morfológica del tomatillo silvestre en estas dos localidades

es satisfactoria, debido a que todavía hay presencia de plantas en algunas zonas.

Una de las características morfológicas importantes son las rayas verdes en los frutos, podrían ser aprovechados para estudios de mejoramiento genético.

La posición del estilo es una característica morfológica que debería ser aprovechada en la mejora genética a través de la polinización.

REFERENCIAS

Bergougnoux V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology*.32(1):170-89.

Cantwell, M. (2017). *Produce Fact Sheets* [en línea]. Postharvest Technology Center UC Davis [Consultado junio 2022] <http://postharvest.ucdavis.edu/CommodityResources/Fact_Sheets/>.

Franco, T. L. Hidalgo, R. 2003. Análisis estadísticos de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico n° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/>

IBPGRI, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (1990) Descriptores para el Tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 49 p.

Jaramillo J. Rodríguez V.P., Guzmán M., Zapata M. Rengifo T. (2007). Manual Técnico de buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Corpoica, Mana Gobernación de Antioquia. FAO. 331 p.

Miller J. C. and S. D. Tanksley. (1990). RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics* 80:437-448.