

Diversidad fenotípica de chile Amashito de Tabasco y Chiapas, México

Roberto Gutiérrez-Burón¹
Luís Latournerie-Moreno^{1§}
René Garruña-Hernández¹
Esaú Ruiz-Sánchez¹
Alicia Ruby Lara-Martín¹
Guillermo Castañón-Nájera²

¹Tecnológico Nacional de México-IT Conkal. Av. Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán, México. CP. 97345. (roberto.gutierrez@itconkal.edu.mx; rene.garruna@itconkal.edu.mx; esau.ruiz@itconkal.edu.mx; alicia.lara@itconkal.edu.mx). ²División Académica de Ciencias Biológicas-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque Bosques de Saloya, Villahermosa, Tabasco, México. CP. 86139. (guillermo.corazon.valiente@hotmail.com).

§Autor para correspondencia: luis.latournerie@itconkal.edu.mx.

Resumen

El objetivo del trabajo fue realizar la exploración etnobotánica, recolecta y caracterización *in situ* de poblaciones de chile Amashito (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) de los estados de Tabasco y Chiapas. El trabajo se desarrolló de julio a diciembre de 2017 en 24 comunidades del estado de Tabasco y 15 comunidades del norte del estado de Chiapas, México. Los sitios de exploración se eligieron con base al sondeo de informantes clave (recolectores reconocidos), información de mercados y literatura disponible. Se aplicó una encuesta a 39 recolectores, uno por cada sitio de estudio. El tamaño de muestra a recolectar varió entre 3 y 5 plantas. Se midieron *in situ* 20 descriptores morfológicos de planta, flor y fruto de 98 poblaciones. Los datos se analizaron por medio de análisis de componentes principales y conglomerados jerárquicos con las 13 variables que explicaron la mayor variación morfológica. Los recolectores identifican nueve morfotipos de chile Amashito que se distinguen por color, pigmentación, forma y tamaño del fruto principalmente, y estos crecen principalmente en ecosistemas de haciendas de cacao, acahuales, platanales y milpas. Los tres primeros componentes principales explican 50.2% de variación morfológica observada. Las poblaciones de chile Amashito se diferencian y agrupan de acuerdo con las características geográficas de los sitios de estudio. Las poblaciones de la región norte de Chiapas se caracterizaron por presentar frutos alargados y de mayor tamaño en comparación con los de las comunidades de Tabasco. También se encontró que en las zonas aledañas en donde convergen las dos regiones de estudio se distinguió un grupo de poblaciones que comparten similitudes morfológicas.

Palabras clave: *in situ*, caracterización, conocimiento tradicional, morfotipos, poblaciones silvestres.

Recibido: enero de 2020

Aceptado: abril de 2020

Introducción

El género *Capsicum* lo conforman 37 especies, dentro de las cuales destacan *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pubescens*, *C. chinense* Jacq y *C. baccatum* L., como las especies cultivadas de mayor importancia (Pickersgill, 1984, 1997; Zhang *et al.*, 2016; Velázquez-Ventura *et al.*, 2018). A México se le considera el centro de origen y domesticación de *Capsicum annuum* (Laborde y Pozo, 1984), lo anterior basado en los vestigios arqueológicos de semillas encontradas en las cuevas de campo, Tamaulipas (7 000-5 000 aC), Coxcatlán en el Valle de Tehuacán, Puebla (6 000-4 000 aC) y en las cavernas de Guilá Naquitz, Oaxaca (600-1 521 dC) (Evans, 1993).

Al respecto, Aguilar-Meléndez *et al.* (2009) afirman que la región de la Península de Yucatán representa otro centro de diversidad y potencial centro de domesticación, debido a la alta diversidad genética encontrada y en particular a la presencia de siete haplotipos de chile únicos de la región. El chile silvestre *C. annuum* var. *Glabriusculum*, en México según la región, se denomina Amashito, Max, Piquín, Chiltepín entre otros, el cual ha sido identificado como el progenitor y pariente silvestre de las formas domesticadas.

Por lo que se le reconoce como el ancestro más cercano de las variedades cultivadas de chile (Eshbaugh, 1979; Pickersgill, 1997; Pozo y Ramírez, 2003). Las poblaciones naturales de chile Amashito se encuentran distribuidas en casi toda la república mexicana, lo que indica una amplia adaptabilidad ambiental dada su diversidad genética y por la naturaleza silvestre de la especie. Las poblaciones de chile Amashito son aprovechadas por los habitantes del medio rural, mediante la recolección del fruto en diferentes ecosistemas y su venta, debido a que es altamente demandado como condimento, por lo que tiene gran importancia económica en el país (Pozo, 1981; Montes *et al.*, 2006; Hernández-Verdugo *et al.*, 2012).

Sin embargo, actualmente en algunas áreas del país, las poblaciones silvestres de chile Amashito han disminuido su variabilidad natural, por lo que está en riesgo la pérdida de tan valioso recurso genético por la alteración de su ecosistema y por su uso no sustentable (García *et al.*, 2010). En este sentido, Ramírez-Meraz *et al.* (2015) señalan que existe alto riesgo de pérdida de la riqueza genética del chile silvestre, en parte debido a que la mayoría de los campesinos en el norte del país cortan las ramas de la planta para facilitar la cosecha, dañándola y provocando en ocasiones la muerte de la planta.

Si a lo anterior se le suma la destrucción del hábitat natural en que se reproduce, se tiende el riesgo de la posible pérdida de este germoplasma en el país. Al respecto, Narez-Jiménez *et al.* (2014) mencionan que las alteraciones del ecosistema se deben a cambios demográficos, sequías, huracanes, inundaciones, y deforestación, principalmente. Sobre lo mismo Tewksbury *et al.* (1999) señalaron que la sobre explotación por parte de los grupos humanos y animales estaban disminuyendo las poblaciones de chiles silvestres.

En México, se han realizado diversos trabajos en chile Amashito o piquín; dentro de los que destacan los realizados por Hernández-Verdugo *et al.* (2012) que estudiaron la variación fenotípica en poblaciones de chiles silvestres (Piquín o Amashito) del noroeste de México, quienes encontraron elevada variación entre las poblaciones y reportan que la temperatura, la altitud y la precipitación media anual son factores importantes para la diferenciación de las poblaciones

silvestres que crecen en condiciones naturales. En la región de la Huasteca Tamaulipeca, Ramírez-Meraz *et al.* (2015) caracterizaron *in situ* chiles silvestres y semi-domesticados y reportaron 10 grupos raciales, en donde sobresalen por su abundancia los tipos Piquín y el Piquín Huasteco.

Mientras que para la región de la Sierra Gorda y semidesierto de Querétaro y Guanajuato, Ramírez *et al.* (2018) encontraron alta variación entre y dentro de poblaciones de chile Piquín. Al respecto, en Chiapas, Bran *et al.* (2012) realizaron la caracterización morfológica de la variabilidad del Timpinchile (*Capsicum annum* L. var. *Glabriusculum*), reportaron que la mayor diversidad de chile se encontró en la zona montañosa con mayor número de plantas, existiendo en ellas condiciones adecuadas para la conservación de la variabilidad *in situ*.

En particular en el estado de Tabasco se ha realizado la caracterización *in situ* de poblaciones de chile, reportándose la presencia de *Capsicum frutescens* var. *Tabasco*, *Capsicum annum* y *Capsicum annum* var. *Glabriusculum*, además de algunas cruza intraespecíficas entre los tipos silvestres; esta diversidad de chiles crece en cualquier época del año gracias a las condiciones edafoclimáticas del estado referido (Castañón *et al.*, 2008; Pérez-Castañeda *et al.*, 2008).

En un estudio de diversidad morfológica de poblaciones de chile silvestre y semi-silvestre realizado por Gálvez *et al.* (2018) en comunidades del municipio de Reforma, Chiapas y de los municipios de Teapa, Tacotalpa, Cárdenas y Macuspana, del estado de Tabasco, reportan que las variables cualitativas y cuantitativas con las que se identificó la diversidad morfológica de las poblaciones evaluadas fueron, el color de la hoja, forma de la hoja, forma del tallo, forma del fruto, longitud del fruto, número de semillas por fruto, altura de planta y diámetro del tallo.

Las poblaciones silvestres de chile Amashito, en las comunidades de Tabasco y norte de Chiapas, se encuentran en ecosistemas de selva baja y acahuales, y en sistemas de producción (haciendas de cacao, plantaciones de coco, platanales, potreros, orilla de camino y huertos familiares, principalmente), siendo estos ecosistemas, sitios estratégicos para la conservación y aprovechamiento de este valioso recurso genético, ya que la recolección del fruto forma parte de la economía familiar de las comunidades rurales de estas regiones (Castañón-Nájera *et al.*, 2008).

La falta de información sobre la variabilidad y distribución geográfica del chile silvestre (Amashito) en el sureste de México conlleva a un limitado conocimiento (Narez-Jiménez *et al.*, 2014), así como a la posibilidad de un mejor uso sostenible. Este recurso genético es un reservorio importante y valioso de genes que conservan los procesos evolutivos naturales presentes en sus poblaciones y son potencial para solucionar problemas agrícolas futuros (Hayano-Kanashiro *et al.*, 2016; de la Cruz-Lázaro *et al.*, 2017) de ahí la importancia de conocerlo y conservarlo. Por la importancia del chile, el objetivo de la presente investigación fue realizar exploración etnobotánica, recolectar y caracterizar *in situ* la diversidad fenotípica del chile Amashito (*Capsicum annum* L. var. *Glabriusculum*) en los estados de Tabasco y Chiapas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos regiones: 1) Planicie de Tabasco (17° 15' 00'' latitud norte y 90° 58' 08'' longitud oeste), ubicada en la Llanura costera del Golfo de México, cuya extensión territorial es de 24 738 km², el clima es cálido húmedo Am (f)'' (i)' g con precipitación y temperatura

promedio anual entre 2 500 y 3 000 mm y 25 °C, respectivamente (INEGI, 2015). 2) La región ‘Pie de Monte’ del norte de Chiapas (16° 13’ 41’’ latitud norte y 92° 25’ 42’’ longitud oeste), forma parte de la llanura costera del golfo y montañas del norte de Chiapas. El relieve del terreno está formado por sierras y lomeríos cuya altura varía de 3 a 2 260 msnm, su extensión territorial es 3 429.8 km², el clima del área es cálido húmedo con lluvias todo el año, seguido por el clima cálido húmedo con lluvias abundantes de verano en la parte norte de la región (INEGI, 2015).

La recolecta de las poblaciones de chiles Amashito se realizó de julio a diciembre de 2017. Las comunidades de exploración se seleccionaron con base en estudios previos realizados por Castañón-Nájera *et al.* (2008), entrevistas con comisariados y delegados de los sitios de estudio, recorridos de campo con los lugareños y por la información de vendedores de chiles silvestres en mercados de los municipios explorados. Para la selección de los sitios de colecta en las comunidades de cada municipio, se consideró aquellas áreas con mayor actividad de recolección y diversidad con base al criterio de los lugareños (informantes claves).

En total se seleccionaron 24 comunidades de ocho municipios de Tabasco y 15 comunidades de cinco municipios del norte de Chiapas (Figura 1). El tamaño de muestra recolectado fue de 3 a 5 plantas, en cada sitio seleccionado se cosecharon 10 frutos maduros por planta. En cada comunidad explorada se registraron datos etnobotánicos como tipo de vegetación en donde crecen los chiles, nombre común, variantes de chile que identifican los productores y datos de georreferencia del sitio de recolecta, principalmente.



Figura 1. Localización geográfica de los sitios de colecta de chile Amashito (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) en las regiones fisiográficas de Tabasco y norte de Chiapas.

Para la caracterización se evaluaron 20 descriptores morfológicos de tipo cuantitativos y cualitativos (13 de planta, 3 de flor y 4 de fruto) (IPGRI, AVRDC y CATIE, 1995), los datos se tomaron de una muestra que varió entre 3 y 10 plantas (Hernández-Verdugo *et al.*, 2012). Con las medias o modas de las variables medidas de las poblaciones se realizó un primer análisis de estadística descriptiva y un análisis de componentes principales (ACP) con los datos estandarizados a $\mu=0$ y $\sigma^2=1$.

Con los resultados del primer ACP se determinaron las 13 variables que mejor describieron la variabilidad de las poblaciones evaluadas. Después se realizó un segundo ACP, así como un análisis de conglomerados jerárquicos (AC) con el método de ligamiento promedio (UPGMA), con la distancia euclidiana como medida de disimilitud y con la matriz de distancias se construyó el dendrograma.

Resultados y discusión

Conocimiento tradicional de la diversidad de chile Amashito

En total se recolectaron 98 poblaciones de chile Amashito en la planicie del estado de Tabasco y norte de Chiapas, estas poblaciones se clasificaron por los recolectores en nueve variantes morfológicas (morfotipos) de chile Amashito silvestre (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) con base a características de color, forma y tamaño del fruto en estado inmaduro principalmente: Amashito verde, Amashito ojito de cangrejo, Amashito blanco, garbancillo blanco, garbancillo verde, Amashito grande o gigante, Amashito bolita, Amashito muela y colmillo de lagarto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferentes morfotipos de chile Amashitos identificados por los productores en las regiones de recolecta del estado de Tabasco y norte de Chiapas.

No.	Nombre común	Características distintivas relacionadas con el nombre común del chile Amashito.
1	Amashito verde	Fruto de color verde oscuro en estado de madurez inicial (tierno), que se mantiene hasta la madurez intermedia (sazón) y en estado maduro cambia a rojo intenso.
2	Ojito de cangrejo	El fruto es casi redondo y presenta color verde intenso con manchas moradas, que le dan la apariencia a ojito de cangrejo, en el estado de madurez inicial (tierno) y se mantiene hasta madurez intermedia, y en estado maduro es rojo oscuro.
3	Amashito blanco	Presenta frutos alargados de color blanco lechoso en estado de madurez inicial (tierno) y madurez intermedia (sazón), en estado maduro es de color rojo claro.
4	Garbancillo blanco	Frutos casi redondos de color blanco lechoso cuando está verde (tierno a sazón) y de color naranja pálido a la madurez. El color y la forma es la razón por la cual lo asocian con el garbanzo.
5	Amashito grande	Se caracteriza por el tamaño grande del fruto, de forma alargada (la forma la asocian con el garbanzo, de ahí el nombre) y color verde intenso cuando está verde; en estado maduro el fruto es de color rojo.
6	Garbancillo verde	Presenta frutos de color verde claro y forma casi redonda. En la madurez el fruto es de color rojo claro.
7	Amashito muela	Frutos de color amarillo claro en estado verde y de color rojo oscuro a la madurez. El nombre se debe a la forma que tiene el fruto en la base, que lo asocian con la forma de una muela.
8	Amashito bolita	Este fruto es de forma casi redonda y de color verde claro cuando está verde y adquiere el color anaranjado claro en la madurez.
9	Colmillo de lagarto	Frutos de forma cónica y ápice puntiagudo de color rojo intenso en estado maduro.

Es decir, que los recolectores nombran a las variantes del chile Amashito en función de sus características particulares del fruto. En general, los frutos de los morfotipos Amashito verde, garbanzo, ojito de cangrejo y bolita se caracterizan principalmente por tener formas casi redondas. En este sentido, según Hernández-Verdugo *et al.* (1998); Mongkolporn y Taylor (2011); Bosland y Votava (2012); Hayano-Kanashiro *et al.* (2016); Velázquez-Ventura *et al.* (2018), mencionan que la forma del fruto casi redonda es uno de los principales rasgos presentados en el chile silvestre (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*).

En estudios previos realizados en el estado de Tabasco, solo se han reportado de 3 a 4 morfotipos: Amashito verde, ojitos de cangrejo, garbanzo y muela (Castañón-Nájera *et al.*, 2008; Prado-Urbina *et al.*, 2015; Velázquez-Ventura *et al.*, 2018) mientras que, en Chiapas, Bran *et al.* (2012) mencionan al chile silvestre como Timpinchile sin especificar la variación entre estos. Lo que indica que posiblemente no se conoce bien la variación fenotípica de este tipo de chile en las regiones de estudio. En etnobotánica, el morfotipo es el primer nivel de diversidad, pero también existe la diversidad intra-morfotipos que puede aprovecharse con fines de conservación y usos (Latournerie *et al.*, 2002).

Se observó que la diversidad de chile Amashito por región (municipio) fue mayor en los municipios de Huimanguillo, Cunduacán y Comalcalco del estado de Tabasco con 7, 6 y 5 morfotipos, respectivamente (Cuadro 2). Lo cual también se relaciona con las regiones en donde mayor número de colectas se obtuvieron (entre 8 y 12). Mientras que un menor número de variantes se encontró en los municipios de Juárez y Salto de Agua que corresponden al norte de Chiapas, con 2 morfotipos de chile Amashito cada uno.

En cuanto a la abundancia por tipo de morfotipo de chile Amashito recolectado, el mayor número de poblaciones recolectadas corresponden al Amashito verde (36.7%), seguido por ojito de cangrejo (12.3%), Amashito blanco y garbancillo blanco con 11.2% cada uno. Por otro lado, el morfotipo colmillo de lagarto solo se encontró en dos localidades (ejido Malpasito del municipio de Tecpatan, Chiapas y en la Libertad municipio de Huimanguillo, Tabasco) que se localizan muy cercanas entre sí, por lo que pudieran perderse debido a las bajas frecuencias en las que se encuentran en una región (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad y frecuencia de chile Amashito recolectados por municipios en el estado de Tabasco y norte de Chiapas.

Diversidad de chile Amashito			Morfotipos y su frecuencia			
Municipio	No. de colectas	No. de morfotipos	No.	Nombre común (morfotipos)	No. de colectas	Porcentaje (%)
Huimanguillo	12	7	1	Amashito verde	36	36.7
Cárdenas	9	3	2	Ojito de cangrejo	12	12.3
Cunduacán	9	6	3	Amashito blanco	11	11.2
Jalpa	9	4	4	Garbancillo blanco	11	11.2
Comalcalco	8	5	5	Amashito grande	9	9.2
Nacajuca	7	4	6	Amashito muela	6	6.1

Diversidad de chile Amashito			Morfotipos y su frecuencia			
Municipio	No. de colectas	No. de morfotipos	No.	Nombre común (morfotipos)	No. de colectas	Porcentaje (%)
Macuspana	7	4	7	Garbancillo verde	6	6.1
Tacotalpa	7	3	8	Amashito bolita	5	5.1
Ostuacán	7	4	9	Colmillo de lagarto	2	2.1
Tecpatán	7	4		Total	98	100
Pichucalco	7	3				
Juárez	6	2				
Salto de Agua	3	2				

Al respecto Ramírez-Meraz *et al.* (2015) hacen notar que es evidente que existe el riesgo de la potencial desaparición de este chile silvestre, debido a que la reproducción natural de este recurso genético es difícil y a que el área de vegetación nativa de las regiones donde crece el chile se reduce cada año y con ello se destruye el hábitat natural de muchas aves que participan en su dispersión.

Los resultados de las entrevistas realizada a 39 recolectores de los sitios de estudio, 100% de ellos identifican al Amashito verde (Cuadro 3), mientras que 35.9% conocen al ojito de cangrejo y al Amashito blanco y 25.6% al garbancillo blanco. Es decir, que estos cuatro morfotipos de chile Amashito son los más conocidos en las regiones de estudio. Los morfotipos de menos conocidos por los pobladores son el Amashito bolita (10.3%) y el colmillo de lagarto (2%), resultado que coincide con las pocas muestras recolectadas de estos morfotipos en el área de estudio (Cuadro 2).

Cuadro 3. Morfotipos de chile Amashito y ecosistemas de reproducción que conocen los recolectores en la planicie de Tabasco y norte de Chiapas.

Morfotipos de chile Amashito			Ecosistemas de reproducción del chile Amashito		
Nombre común	Frecuencia	(%)	Hábitat de reproducción	Frecuencia	(%)
Amashito verde	39	100	Hacienda de cacao	32	82.1
Ojito de cangrejo	14	35.9	Achual	29	74.4
Amashito blanco	14	35.9	Platanales	21	53.8
Garbancillo blanco	10	25.6	Sistema milpa	21	53.8
Amashito grande	9	23.1	Lienzas de potrero	18	46.2
Garbancillo verde	6	15.4	Orilla de camino	15	38.5
Amashito muela	6	15.4	Solares	11	28.2
Amashito bolita	4	10.3	Frutales	10	26.6
Colmillo de lagarto	2	5.1	Huertas de cítricos	8	20.5

Por otro lado, los morfotipos más comunes que identificaron los recolectores en el presente estudio, en su mayoría coinciden con los reportados por Castañón-Nájera *et al.* (2008); Velázquez-Ventura *et al.* (2018); Gálvez *et al.* (2018), que fueron Amashito verde, ojito de cangrejo, garbanzo y muela. Lo que indica que estos morfotipos son los más conocidos y presentes en las áreas estudiadas.

Por otro lado, los recolectores identifican nueve ecosistemas (hábitat) donde crece el chile Amashito (Cuadro 3): hacienda de cacao, acahual, platanales, milpa, lienzas de potrero, orillas de camino, solares, huertas de frutales y cítricos. Siendo más frecuente encontrar al chile Amashito en las haciendas de cacao (82.1%), acahuales (74%), platanales y milpas (53.8% cada uno) y lienzas de potreros (46.2%). Los ecosistemas en donde se localizan la menor presencia de chile Amashito, menos de 30%, son solares, y huertas de frutales y cítricos. Presentándose el Amashito verde en la mayoría de los ecosistemas. Además, no se observó una aparente relación entre ecosistemas y algún morfotipo en particular.

Análisis de la diversidad fenotípica

En el Cuadro 4, se muestran los resultados del análisis de componentes principales (ACP) con las 98 poblaciones de chile Amashito con las 13 variables morfológicas seleccionadas. Los tres primeros componentes principales explican 50.2% de la variabilidad morfológica observada. El CP1 contribuyó en explicar 22.8% de la variación total y un valor propio de 3, asociado principalmente a las variables forma de la hoja (FH), relación largo y ancho de hoja (LH/AH) en forma positiva y de forma negativa con margen de la hoja, relación altura de planta y diámetro de tallo (AP/DT).

Cuadro 4. Vectores y valores propios de tres primeros componentes principales (CP) estimados con 13 variables de planta, flor y fruto en 98 poblaciones de chile Amashito (*C. annuum* var. *Glabriusculum*) recolectadas en Tabasco y norte de Chiapas.

Variables	CP1	CP2	CP3
Relación AP/AC [‡]	0.064	0.253	0.526
Relación AP/DT	-0.36	0.125	0.487
Longitud de hoja (LH)	0.253	0.271	0.019
Relación LH/AH	0.377	- 0.116	0.317
Densidad de hoja	0.157	0.058	-0.213
Color de la hoja	0.197	0.069	-0.287
Forma de la hoja	0.412	-0.282	0.227
Margen de la hoja	-0.42	0.16	-0.229
Posición de la flor	-0.21	0.14	-0.201
Longitud del fruto (LF)	0.346	0.176	-0.244
Relación: LF/AF	-0.181	0.246	0.221
Color del fruto maduro	0.19	0.522	0.041
Forma del fruto	-0.135	-0.58	0.059
Valor propio	3	2	1.5
Variación explicada (%)	22.8	15.7	11.7
Variación acumulada (%)	22.8	38.5	50.2

[‡]AP= altura de planta; AC= ancho de copa; DT= diámetro de tallo; AH= ancho de hoja; AF= ancho de fruto.

Este decir, que este componente se definió en mayor grado por variables de la estructura de la planta. Lo que coincide con estudios de diversidad morfológica de chiles silvestres, donde se reporta que el primer componente principal fue explicado por descriptores de hoja y planta (Castañón-Nájera *et al.*, 2010; Moreno-Pérez *et al.*, 2011; de la Cruz-Lázaro *et al.*, 2017).

En este sentido, Villota-Cerón *et al.* (2012) reportan que los tres primeros componentes principales contribuyeron en explicar 61.9% de la variación observada en diferentes tipos de chiles (*Capsicum* spp.) mientras que Gálvez *et al.* (2018) en estudios de diversidad morfológica *in situ* con 9 descriptores de poblaciones silvestres y semi-silvestres (*C. annuum* var. *glabriusculum* y *C. frutescens*) encontraron que los tres primeros componentes principales explicaron 58.3% de la variación.

De acuerdo con los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) el germoplasma se distribuyó en los cuatro cuadrantes y se formaron cuatro grandes grupos, además de dos colectas que se separan del resto formando un grupo individual cada una (Figura 2). El grupo 1 (G1) se formó con 22 poblaciones de Chile Amashito distribuidas en los cuadrantes I y IV. Estas se recolectaron en las comunidades más apartadas de la zona montañosa de Chiapas (560 a 800 msnm), en los municipios de Ostucán, Malpaso y Juárez. Las colectas se caracterizan por presentar plantas con mayor altura (entre 1.4 a 2.4 m), hojas grandes con longitud promedio de 4.4 cm y 6.2 cm de ancho, frutos alargados de mayor tamaño (de 1.9 a 2.6 cm de longitud y diámetro de 0.7 a 2.5 cm).

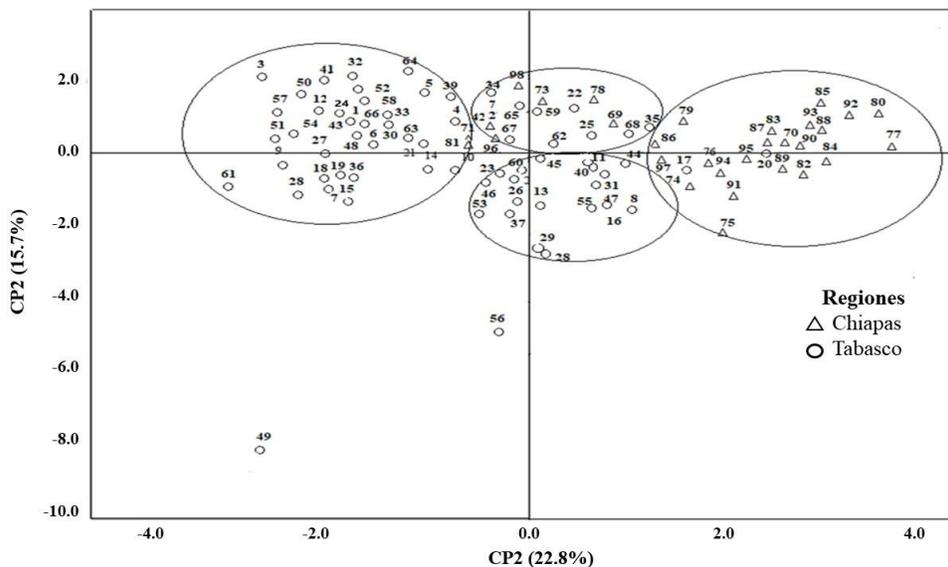


Figura 2. Distribución de 98 poblaciones de Chile Amashito (*C. annuum* var. *Glabriusculum*) de Tabasco y norte de Chiapas, México en función de los dos componentes principales.

En general se observó que la variación explicada en el Chile Amashito por sus características morfológicas de planta y fruto de las regiones norte de Chiapas y planicie del estado de Tabasco se distribuyen en grupos distantes, indicando diversidad basada en la región donde se distribuyen, dado que cada región, físicamente están separadas y distantes con características y condiciones fisiográficas diferentes en altitud, suelo y vegetación, por lo que la región de Tabasco se encuentra en una planicie y la del norte de Chiapas en zona de lomerío y montaña.

Al respecto Hernández-Verdugo *et al.* (2012) encontraron correlación positiva entre la variación morfológica y los factores climáticos (temperatura y agua) de los sitios de origen de las poblaciones estudiadas de *C. annuum* var. *Glabriusculum*. Además, señalan que las poblaciones de *C. annuum* silvestre del noroeste de México tienen elevada variación en sus características morfológicas medidas dentro y entre ellas, lo que indica que esta especie es un recurso genético valioso que debe ser estudiado para mejorar su uso y conservación.

El grupo 3 (G3) se integró por 19 poblaciones que se distribuyeron en el primer y segundo cuadrante (Figura 2), se formó por germoplasma que procede de ambas regiones estudiadas y que están ubicados en comunidades aledañas (comunidades de los municipios de Tacotalpa, Huimanguillo y Cárdenas de Tabasco y por Ostuacán, Malpaso y Pichucalco del norte de Chiapas), por lo que el flujo de actividades comerciales entre los habitantes de estas comunidades, así como las aves, entre otros, propicia el flujo de material biológico, lo que conlleva a que estas poblaciones muestren cierto parentesco. El grupo 4 (G4), ubicado en el tercer y cuarto cuadrante se formó por 21 poblaciones de comunidades de los municipios de Cunduacán, Jalpa y Nacajuca, del estado de Tabasco, con altitudes menores a 10 m.

La población 56 formó un solo grupo (G5), esta población se recolectó en la rancharía La Granja Belén del municipio de Macuspana, Tabasco, presenta características distintivas de alturas de plantas promedio de 1.4 m, hojas con promedios de 5 cm de longitud y 4 cm de ancho, tamaño de fruto mediano (1.5 cm de longitud y 0.8 cm de diámetro) y color de fruto a la madurez rojo claro. Por otro lado, en la comunidad de Topotzingo, municipio de Nacajuca, Tabasco, se colectó la población 49 que formó el grupo G6.

Con base al criterio de la formación de grupos (Núñez-Colín y Escobedo-López, 2011) el análisis de conglomerados a una distancia euclidiana de 4 se complementó con lo observado en el análisis de componentes principales, por la similitud en la forma como cada análisis agrupó a las poblaciones evaluadas. En la Figura 3 se observa que se formó un grupo grande (G1) que incluyó el germoplasma de Chiapas y Tabasco (diferenciados en cuatro subgrupos bien integrados: S1G1, S2G1, S3G1 y S4G1) y las poblaciones 49 y 56 que formaron grupos individuales cada una.

El subgrupo 1 (SG1) se integró por ocho poblaciones de la región de Tabasco y se distinguen por tener frutos pequeños casi redondos y que crecen principalmente en las haciendas cacaoteras y milpa. El SG2 conformado por 29 poblaciones que se distribuyen en comunidades aledañas entre la región de Chiapas y de Tabasco se encontraron en ecosistemas de haciendas de cacao y acahuals. Estas poblaciones se distinguen por presentar frutos pequeños y de forma redonda principalmente. En el S3G1 se agruparon 20 poblaciones con características distintivas de frutos de mayor tamaño y de forma elongada, así como plantas de mayor altura, que se encontraron en la zona montañosa del norte de Chiapas (560 a 800 m).

El S4G1 se integró por 18 poblaciones procedentes de la zona más baja Tabasco (menores a los 10 msnm). Además, dentro del grupo 1, quedaron 6 poblaciones independientes (32, 13, 46, 79, 10 y 1) que no formaron un subgrupo definido, la mayoría de ellas son del estado de Tabasco. Las poblaciones 56 y 49 que se recolectaron en Tabasco definieron el grupo 2 y 3, respectivamente.

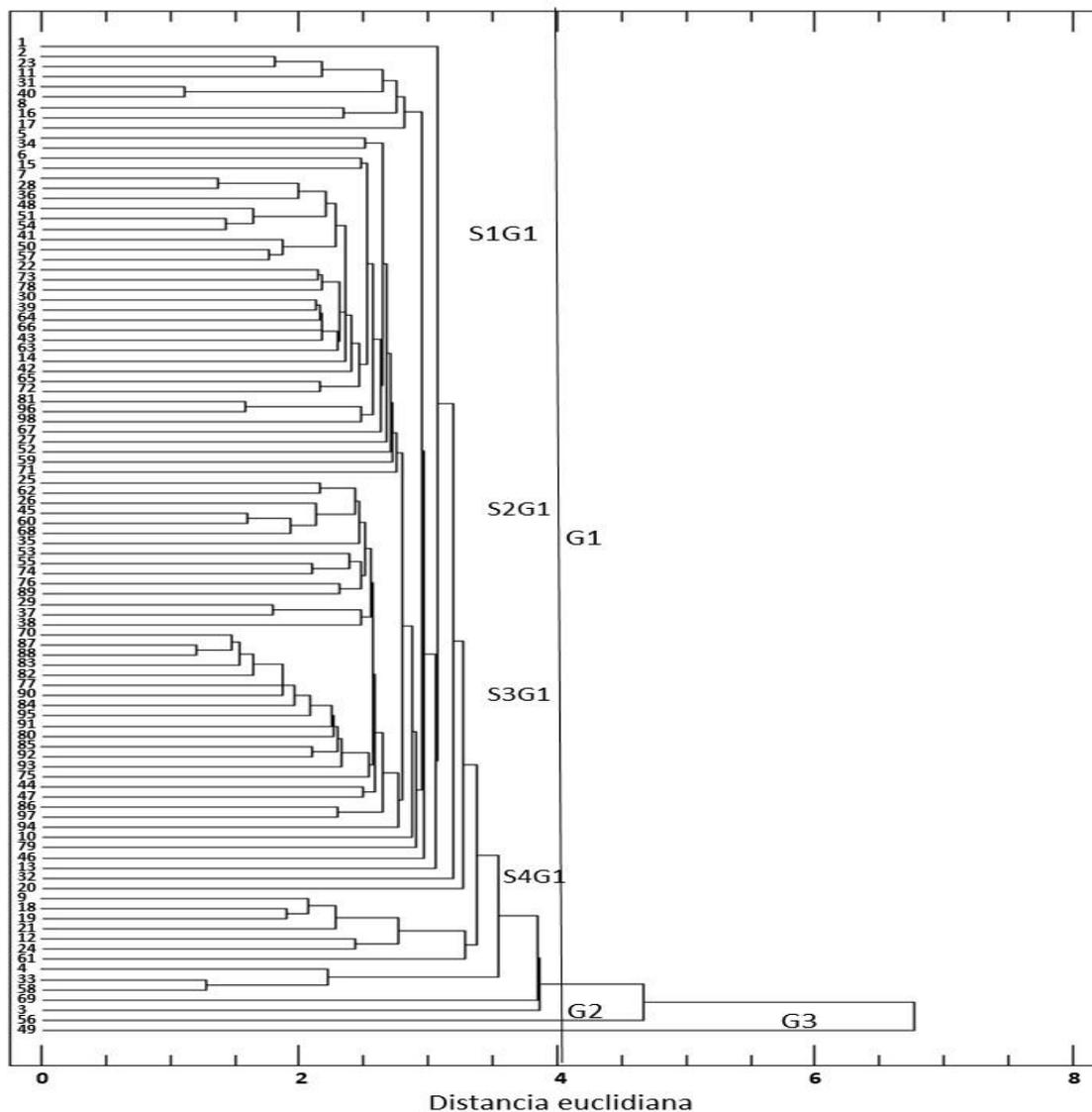


Figura 3. Dendrograma de 98 poblaciones de chile Amashito (*C. annum* var. *Glabriusculum*) recolectadas en el estado de Tabasco y norte de Chiapas.

En general, la clasificación de la diversidad a nivel de morfotipos que manejan los recolectores en los sitios de estudio del chile Amashito, no coincidió con la forma en que se agrupó la variación en el estudio de diversidad fenotípica. Lo anterior se explica porque los recolectores nombran a las variantes con base en características distintivas de apreciación personal principalmente del fruto, como es la forma de las manchas de antocianina del fruto por ejemplo: ojito de cangrejo, la forma del fruto con terminación puntiaguda por ejemplo: colmillo de lagarto, forma de la base del fruto por ejemplo: muela, forma del fruto casi redondo por ejemplo Amashito bolita, entre otros; lo que no corresponde a los descriptores para *Capsicum* (IPGRI, AVRDC y CATIE, 1995).

Conclusiones

Los recolectores identifican nueve variantes morfológicas (morfotipos) de chile Amashito silvestre que los nombran con base en características particulares del color, pigmentación, forma y tamaño del fruto principalmente. Los morfotipos más comunes son el Amashito verde, blanco y ojito de cangrejo. El chile Amashito se encuentra con mayor frecuencia en ecosistemas de haciendas de cacao, acahuales, platanales y milpas. Los tres primeros componentes principales explicaron 50.2% de variación fenotípica observada en las 98 poblaciones recolectadas. Las poblaciones de chile Amashito silvestre se diferenciaron, distribuyeron y agruparon de acuerdo con las características geográficas de las regiones de estudio, en donde las poblaciones de la región norte de Chiapas se caracterizaron por presentar frutos alargados y de mayor tamaño en comparación con las que proceden de las planicies de Tabasco. También se encontró que en las zonas aledañas en donde convergen las dos regiones de estudio se distinguió un grupo de poblaciones que comparten similitudes morfológicas.

Literatura citada

- Aguilar-Meléndez, A.; Morrell, P. L.; Roose, M. L. and Kim, S. C. 2009. Genetic diversity and structure in semiwild and domesticated chilies (*Capsicum annuum*; Solanaceae) from México. *American J. Bot.* 96(6):1190-202. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800155>.
- Bosland, P. W. and Votava, E. J. 2012. Peppers: vegetable and Spice Capsicums. 2nd. Ed. Cabi Publishing. 23 p.
- Bran, R. A. A.; Zambrano, C. P.; Quiroga, M. A. R. E. y Ponce-Díaz, P. 2012. Caracterización morfológica de la variabilidad genética del timpinchile (*Capsicum annum* L. var. *Glabriusculum* en Chiapas. *Rev. Quehacer Científico.* 1(13):4-18.
- Castañón-Nájera, G.; Latournerie-Moreno, L.; Leshner-Gordillo, J.; de-la-Cruz-Lázaro, E. y Mendoza-Elos, M. 2010. Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia.* 26(3):225-234.
- De-la-Cruz-Lázaro, E.; Márquez-Quiroz, C.; Osorio-Osorio, R.; Preciado-Rangel, P. y Márquez-Hernández, C. 2017. Caracterización morfológica *in situ* de chile silvestre Pico de paloma (*Capsicum frutescens*) en Tabasco, México. *Acta Universitaria.* 27(2):10-16. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1083>.
- Eshbaugh, W. H. 1979. Biosystematic and evolutionary study of the *Capsicum pubescens* complex. National Geographic Society, Research Reports, Washington, D. C. 143-162 pp.
- Evans, L. T. 1993. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge, University Press. 71 p.
- Gálvez, M. Y. A.; Martínez, M. E.; Ramírez, V. S.; Latournerie, M. L.; Leshner, G. J. M. y Castañón, N. G. 2018. Morphological diversity of wild and semi-wild chili populations of Tabasco and the north of Chiapas States, México. *Inter. J. Exp. Bot.* 87(1):60-67.
- García, F. A.; Montes, H. S.; Rangel, L. J. A.; García, M. E. y Mendoza, E. M. 2010. Respuesta fisiológica de la semilla Chile Piquín (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum* (Dunal) Heiser δ Pickersgill) al ácido giberélico e hidrotermia. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(2):203-2016.
- Hayano-Kanashiro, C.; Gámez-Meza, N. and Medina-Juárez, L. A. 2016. Wild pepper *Capsicum annuum* L. var. *Glabriusculum*: Taxonomy, plant morphology, distribution, genetic diversity, genome sequencing and phytochemical compounds. *Crop Sci.* 56(1):1-11.

- Hernández-Verdugo, S.; Guevara-González, R. G.; Rivera-Bustamante F.; Vázquez -Yanes, C. y Oyama, K. 1998. Los parientes silvestres del chile (*Capsicum* spp.) como recursos genéticos. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 62:171-181. <http://www.researchgate.Net/publication/224806819>.
- Hernández-Verdugo, S.; Porras, F.; Pacheco-Olvera, A.; López-España, R. G.; Villarreal-Romero, M.; Parra-Terraza, S. y Osuna, E. T. 2012. Caracterización y variación ecogeográfica de poblaciones de chile (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*) silvestre del noroeste de México. Polibotánica. 33(1):175-191.
- INEGI. 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario Estadístico y Geográfico de Tabasco y Chiapas. INEGI, México. 418 p.
- IPGRI-AVRDC-CATIE. 1995. Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Instituto Internacional de Recursos Genéticos (IPGRI), Italia. Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales (AVRDC)-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 110 p.
- Laborde, C. y Pozo, C. O. 1984. Presente y pasado del chile en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). México, DF. Publicación, especial núm. 85. 80 p.
- Latournerie, M. L.; Chávez, S. J. L.; Pérez, P. M.; Castañón, N. G.; Rodríguez, H. S. A.; Arias, R. L. M. y Ramírez, V. P. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. Rev. Fitotec. Mex. 25(1):25-33.
- Mongkolporn, O. and Taylor, P. W. J. 2011. *Capsicum*. In: Kole, Ch. (Ed.). Wild crop relatives: genomic and breeding resources. Springer-Verlag. Berlin, German. 43-57 pp. Doi: 10.1007/978-3-642-20450-0.4.
- Montes, H. S.; Ramírez, M. M.; Villalón, M. S.; Medina, M. T.; Morales, C. A.; Heredia, G. E.; Soto, R. J. M.; López, de L. R.; Cardona, E. A. y Martínez, T. H. L. 2006. Conservación y aprovechamiento sostenible de chile silvestre (*Capsicum* spp.) en México. In: López, L. P y Montes, H. S. (Eds.). Avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato, México. Libro científico núm. 1. 66-127 pp.
- Moreno-Pérez, E. C.; Avendaño-Arrazate, C. H.; Mora-Aguilar, R.; Cadena-Iñiguez, J.; Aguilar-Rincón, V. H. y Aguirre-Medina, J. F. 2011. Diversidad morfológica en colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum*) del centro-norte de México. Rev. Chapingo Ser. Hortíc. 17(1):23-30. Doi: 10.5154/r.rchsh.2011.17.004.
- Núñez-Colín, C. A. y Escobedo-López, D. 2011. Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. Agron. Mesoam. 22(2):415-427.
- Pérez-Castañeda, L. M.; Castañón-Nájera, G. y Mayek-Pérez, N. 2008. Diversidad morfológica de chiles *Capsicum* spp.), de Tabasco, México. Cuadernos de Biodiversidad. 11-22 pp.
- Pickersgill, B. 1984. Migration of chili peppers, *Capsicum* spp. in the Americas. In: papers of the peabody museum of archeology and ethnology. Ed. for Stone D. vol. 76. Harvard University Press. 105-123 pp.
- Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. Euphytica. 96:129-133. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1002913228101>.
- Pozo, C. O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile *Capsicum* spp. en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Folleto técnico núm. 77. 1-40 pp.

- Pozo, C. O. y Ramírez-Meraz, M. 2003. El chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare*) en el noro este de México: aspectos ecológicos y socioeconómicos. *Rev. Agric. Téc. Méx.* 2(7):125-131.
- Prado-Urbina, G.; Lagunes-Espinoza, L. C.; García-López, E.; Bautista-Muñoz, C. C.; Camacho-Chiu, W.; Mirafuentes, G. F. y Aguilar-Rincón, V. H. 2015. Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Rev. Ecosis. Rec. Agrop.* 2(5):139-149.
- Ramírez, N. U. I.; Cervantes, O. F.; Montes, H. S.; Raya, P. J. C.; Cibrián J. A. y Andrio, E. E. 2018. Diversidad morfológica del chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *Glabriusculum*) de Querétaro y Guanajuato, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9(6):1159-1170.
- Ramírez-Meráz, M.; Villalón-Mendoza, H.; Aguilar-Rincón, V. H.; Corona-Torres, T. y Latournerie-Moreno, L. 2015. Caracterización morfológica de chiles silvestres y semidomesticados de la región Huasteca de México. *Rev. Agroproductividad.* 8(1):9-16.
- Tewksbury, J. J.; Nabhan, G. P.; Norman, D.; Suzán, H.; Tuxill, J. y Donovan, J. 1999. Conservation of wild chiles and their biotic associates. *Conservation Biol.* 13(1):98-107. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97399.x>.
- Velázquez-Ventura, J. C.; Márquez-Quiroz, C.; de-la-Cruz-Lázaro, E.; Osorio-Osorio, R. y Preciado-Rangel, P. 2018. Morphological variation of wild peppers (*Capsicum* spp.) from the state of Tabasco, Mexico. *Emirates J. Food Agric.* 30(2):115-121.
- Villota-Cerón, D.; Bonilla-Betancourt, M. I.; Carmen-Carrillo, H.; Jaramillo-Vázquez, J. y García-Dávila, M. A. 2012. Caracterización morfológica de introducciones de *Capsicum* spp. Existentes en el banco de germoplasma activo de corpoica C. I. Palmira, Colombia. *Acta Agron.* 61(1):16-26.
- Zhang, X. M.; Zhang, Z. H.; GU, X. Z.; Mao, S.L.; Li, X. X.; Chadoeuf, J.; Palloix, A.; Wang, L. H. y Zhang, B. X. 2016. Genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp.) germplasm resources in China reflects selection for cultivar types and spatial distribution. *J. Integr. Agric.* 15(9):991-2001.