

Caracterización morfológica *in situ* de chile silvestre Pico de paloma (*Capsicum frutescens*) en Tabasco, México

In situ characterization of morphological diversity of wild pepper Pico de paloma (*Capsicum frutescens* L.) in Tabasco, Mexico

Efraín de la Cruz-Lázaro*^o, César Márquez-Quiroz*, Rodolfo Osorio-Osorio*, Pablo Preciado-Rangel**, Cándido Márquez-Hernández****†

RESUMEN

Actualmente el chile es uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo. El objetivo del presente trabajo fue realizar la colecta y caracterización *in situ* de la diversidad morfológica de chile silvestre Pico de paloma (*Capsicum frutescens* L.) del estado de Tabasco, México. Se realizaron 66 colectas en campo en el 2014; tomando datos *in situ* de 25 variables de planta, de flor y de fruto. Con las 12 variables de mayor valor descriptivo se realizó un análisis de Componentes Principales (CP) y de conglomerados. Los primeros tres CP explicaron el 52.47 % de la variación total entre colectas; el mayor aporte sobre la variación la tuvieron las variables largo y ancho de hoja, altura de la planta, ancho de la planta, diámetro del tallo, largo del fruto y peso del fruto. Mediante el análisis de conglomerados se formaron cuatro grupos en el dendrograma de variables seleccionadas.

ABSTRACT

Chili pepper is currently one of the most important vegetable crops worldwide. The objective of this work was to carry out the *in situ* collection and characterization of the morphological diversity of the dove's beak wild chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) in the state of Tabasco, Mexico. We collected 66 samples in the field in 2014, and we recorded *in situ* data of 25 of plant, flower, and fruit variables. A principal component (PC) and cluster analysis were conducted on the 12 variables with the highest descriptive values. The first three PC explained 52.47 % of the total variation between collections; the variables that contributed most to the variation were: were leaf length and width, plant height, plant width, stem diameter, fruit length, and fruit weight. Through cluster analysis, four groups were formed in the dendrogram of the selected variables.

Recibido: 5 de noviembre de 2015
Aceptado: 18 de enero de 2017

Palabras clave:

Biodiversidad; *Capsicum frutescens*; chile; componentes principales; descriptores; germoplasma recursos genéticos.

Keywords:

Biodiversity; *Capsicum frutescens*; chili pepper; genetic resources; germplasm; principal components.

Cómo citar:

De la Cruz-Lázaro, E., Márquez-Quiroz, C., Osorio-Osorio, R., Preciado-Rangel, P., & 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. doi: 10.15174/au.2017.1083

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum* spp.) fue una de las primeras plantas domesticadas en el Continente Americano (Hernández-Verdugo *et al.*, 2012), la cual pertenece a la familia solanáceas, género *Capsicum*; con centro de origen en América del Sur (Eshbaugh, 1993). El género *Capsicum* está formado por alrededor de 30 especies, que tienen gran cantidad de formas, colores y tamaños de frutos; de las cuales se han domesticado *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pubescens* (Ruíz & Pav.), *C. chinense* Jacq. y *C. baccatum* L. (Bosland & Votava, 2012).

En México se puede encontrar una gran cantidad de recursos fitogenéticos de chiles cultivados de *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pubescens* (Ruíz & Pav), y *C. chinense* Jacq. (Castañón-Nájera, Latournerie-Moreno, Mendoza-Elos, Vargas-López & Cárdenas-Morales, 2008), además de poblaciones silvestres de *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. ciliatum* y *C. lanceolatum* con gran variabilidad morfológica y genética (Hernández, 2011), lo que indica que

* División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa km 25, Centro, Tabasco, México. Correo electrónico: efrain.delacruz@ujat.mx; cesar.marquez@ujat.mx; rodolfo.osorio@ujat.mx

** División de Estudios Investigación y Posgrado, Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro, km 7.5. Ejido Anna, Torreón, Coahuila, México. Correo electrónico: ppreciador@yahoo.com.mx

*** Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango. Avenida Universidad s/n Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Durango, México. Correo electrónico: anomh2@yahoo.com.mx

† Autor de correspondencia.

la variabilidad genética de chiles silvestres y cultivados en México es amplia, por lo que es importante realizar estudios que lleven a identificar características de interés agronómico (Bosland & Votava, 2012; Hernández-Verdugo *et al.*, 2012).

Los chiles silvestres de *C. frutescens* se encuentran distribuidos en los estados del centro y sureste del país (Hernández-Verdugo, Guevara-González, Rivera-Bustamante, Vázquez-Yanes & Oyama, 1998). En particular, en el estado de Tabasco se encuentran chiles silvestres de las especies *C. frutescens* L. y *C. annuum* var. *glabriusculum* que crecen durante todo el año en las orillas de carreteras, potreros, huertos familiares, plataneros y cacaotales (Castañón-Nájera *et al.*, 2008); los cuales se utilizan para consumo y venta local y para acompañar platillos típicos de la gastronomía del estado (Pérez-Castañeda, Castañón-Nájera & Mayek-Pérez, 2008).

Hoy en día las poblaciones de chiles silvestres no han sido bien estudiadas, las cuales representan un recurso en riesgo de perderse debido a factores adversos como los cambios demográficos, sequías y deforestaciones. Por lo que los recursos fitogenéticos relacionados con el género *Capsicum* adquieren gran relevancia por el potencial genético que presentan, ya que pueden contribuir al mejoramiento genético de la especie (Moreno-Pérez *et al.*, 2011). Al respecto, Narez-Jiménez *et al.*, (2014) indican que la falta de conocimiento de la diversidad genética de los chiles silvestres en México, conlleva a un limitado conocimiento sobre la variabilidad y distribución geográfica del género *Capsicum*. Debido a las situaciones antes mencionadas y por la necesidad de contar con información sobre la diversidad del chile Pico de paloma silvestre, el objetivo del presente estudio fue recolectar y evaluar *in situ* la diversidad morfológica del chile silvestre Pico de paloma (*C. frutescens* L.) del estado de Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio lo constituyó el estado de Tabasco, que se localiza entre 90° 58' 08" y 94° 07' 00" LO y los 17° 15' 00" y 18° 38' 45" de LN, sobre la llanura costera del Golfo de México. Tiene una extensión territorial de 24737.8 km², que representan el 1.3% del territorio nacional (INEGI, 2011). El clima dominante es cálido húmedo Am(f)(i)^g, con lluvias en verano (precipitación promedio entre 2500 mm y 3000 mm), y temperatura media anual de 25 °C (Ruíz-Álvarez, Ortega-Ramírez, Vázquez-Peña, Ontiveros & López-López, 2012).

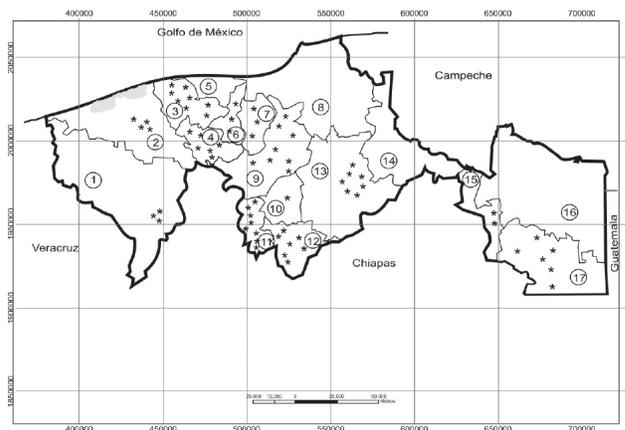


Figura 1. Localización geográfica de los lugares donde se realizaron las 66 colectas de chiles silvestres Pico de paloma del estado de Tabasco. Los números indican municipios del estado: 1: Huimanguillo; 2: Cárdenas; 3: Comalcalco; 4: Cunduacán; 5: Paraíso; 6: Jalpa de Méndez; 7: Nacajuca; 8: Centla; 9: Centro; 10: Jalapa; 11: Teapa; 12: Tacotalpa; 13: Macuspana; 14: Junutá; 15: Emiliano Zapata; 16: Balancán; 17: Tenosique.

Fuente: Elaboración propia.

La colecta y caracterización morfológica *in situ* se realizó entre enero y diciembre de 2014. Las comunidades de exploración se seleccionaron con base en estudios previos realizados por Castañón-Nájera *et al.* (2008), Pérez-Castañeda *et al.* (2008) y por información de comerciantes de chiles silvestres de los mercados de los 16 municipios explorados. Se obtuvieron 66 colectas en los recorridos de caminos, huertos, potreros y de ecosistemas de plátano y cacao en 45 comunidades de 14 municipios del estado, en cada punto de colecta se registraron las coordenadas con GPS Garmin eTrex[®], para generar el mapa de distribución de las colectas (figura 1). Todos los frutos maduros de la planta o de las plantas muestreadas en cada colecta se guardaron en bolsas de papel y se trasladaron al Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde se dejaron secar a temperatura ambiente por una semana, para luego extraer la semilla y obtener el número de semilla por fruto.

En las plantas encontradas en cada punto de muestreo se evaluaron 25 variables morfológicas de planta, de flor y de fruto (tabla 1) de acuerdo con los descriptores para *Capsicum* del IPGRI, CATIE, AVRDC (1995). Con las medias de cada variable por colecta se realizó un primer Análisis de Componentes Principales (ACP) que incluyó las 66 colectas y las 25 variables. Este primer análisis permitió determinar las 12 variables de mayor importancia para describir la variabilidad de

las colectas; con las que se procedió a realizar un segundo ACP. La significancia de los eigenvalores y eigenvectores se determinó con la regla de Keiser (1960). En ambos análisis, la estimación de los Componentes Principales (CP) se realizó con la matriz de correlaciones, con la finalidad de que las variables involucradas en el análisis tuvieran la misma importancia (Jonhson

& Wichern, 2007); para luego realizar un análisis de conglomerados jerárquicos con el método de ligamiento promedio *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean* (UPGMA) y con la distancia euclidiana como media de disimilitud y la matriz de distancias se construyó el dendrograma. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SAS 9.2 (SAS, 2008).

Tabla 1. Descriptores de planta, flor y de fruto usados en la caracterización morfológica *in situ* de chiles cultivados del estado de Tabasco, México.

	Variable	Forma de medir
Planta	Diámetro de tallo	Centímetros
	Pubescencia del tallo	Ordinal: 3 = escasa, 5 = intermedia, 7 = densa
	Altura de planta	Centímetros
	Ancho de planta	Centímetros
	Hábito de crecimiento	Ordinal: 3 = postrada, 5 = intermedia, 7 = erecta, 9 = otro
	Densidad de ramificación	Ordinal: 3 = escasa, 5 = intermedia, 7 = densa
	Color de hoja	Ordinal: 1 = amarillo, 2 = verde claro, 3 = verde, 4 = verde oscuro, 5 = morado claro, 6 = morado, 7 = jaspeado, 8 = otro
	Forma de la hoja	Ordinal: 1 = deltoide, 2 = oval, 3 = lanceolada
	Margen de la lámina foliar	Ordinal: 1 = entera, 2 = ondulada, 3 = ciliada
	Pubescencia de la hoja	Ordinal: 3 = escasa, 5 = intermedia, 7 = densa
	Largo de hoja	Centímetros
Ancho de hoja	Centímetros	
Flor	Número de flores por axila	Ordinal: 1 = una, 2 = dos, 3 = tres o más, 4 = muchas flores en el racimo, pero cada una en una axila individual, 5 = otro
	Posición de la flor	Ordinal: 3 = pendiente, 5 = intermedia, 7 = erecta
	Color de flor	Ordinal: 1 = blanco, 2 = amarillo claro, 3 = amarillo, 4 = amarillo-verdoso, 5 = morado con la base blanca, 6 = morado con la base púrpura, 8 = morado, 9 = otro
	Forma de corola	Ordinal: 1 = redonda, 2 = acampunalada, 3 = otra
Fruto	Color de fruto maduro	Ordinal: 1 = blanco, 2 = amarillo-limón, 3 = amarillo-naranja pálido, 4 = amarillo-naranja, 5 = naranja pálido, 6 = naranja, 7 = rojo claro, 8 = rojo, 9 = rojo oscuro, 10 = morado, 11 = marrón, 12 = negro y 13 = otro
	Largo de fruto	Centímetros
	Ancho de fruto	Centímetros
	Peso de fruto	Gramos
	Forma del fruto	Ordinal: 1 = elongada, 2 = casi redonda, 3 = triangular, 4 = acampanalada, 5 = acampanulada y en bloque, 6 = otro
	Forma del fruto en la unión con el pedicelo	Ordinal: 1 = agudo, 2 = obtuso, 3 = truncado, 4 = cordado, 5 = lobulado
	Forma del ápice del fruto	Ordinal: 1 = puntudo, 2 = romo, 3 = hundido, 4 = hundido y puntudo, 5 = otro
	Número de semillas por fruto	Numérica
Color de semilla	Ordinal: 1 = amarillo, 2 = marrón, 3 = negro, 4 = otro	

Fuente: IPGRI, CATIE, AVRDC (1995).



Figura 2. Planta de chile Pico de paloma blanco creciendo en la cerca de un potrero.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.

Vectores y valores de los componentes principales (CP) con las variables de planta, de flor y de fruto de mayor valor descriptivo de 66 colectas de chiles Pico de paloma (*Capsicum frutescens*) silvestres del estado de Tabasco.

Variable	CP1	CP2	CP3
Diámetro de tallo	0.3380 [†]	0.2295 [†]	-0.4025 [†]
Altura de planta	0.4233 [†]	-0.0460	-0.3342 [†]
Ancho de planta	0.3620 [†]	0.0066	-0.3465 [†]
Largo de hoja	0.4801 [†]	-0.1554	0.2065 [†]
Ancho de hoja	0.4650 [†]	-0.1414	0.3191 [†]
Posición de la flor	0.1100	-0.4974 [†]	0.0258
Color del fruto maduro	0.0479	0.0722	-0.2397 [†]
Largo de fruto	0.0205	0.5961 [†]	0.0958
Ancho de fruto	0.1898	0.1497	-0.0401
Peso de fruto	0.1883	0.4839 [†]	0.3228 [†]
Color de flor	0.1245	0.1505	0.2395 [†]
Número de semillas por fruto	0.1645	-0.1179	0.4809 [†]
Valor propio	2.7723 [†]	1.9681 [†]	1.5583 [†]
Variación explicada	0.2310	0.1640	0.1297
Variación acumulada	0.2310	0.3950	0.5247

[†]: significativo de acuerdo con Keiser (1960).

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las colectas de chiles Pico de paloma presentaron frutos alargados, ápice puntiagudo, dos o más flores por nudo y flor de color blanca verdosa o amarillo verdosa; al respecto, Bosland y Votava (2012), Hernández-Verdugo *et al.* (1998), Mongkolporn y Taylor (2011) y Narez-Jiménez *et al.* (2014) indican que estas son características representativas de plantas de chile silvestres de la especie *C. frutescens* L.; lo cual revela que el chile Pico de paloma pertenece a la especie *frutescens* (figura 2). Hernández-Verdugo *et al.* (1998) reportan la presencia de la especie *C. frutescens* en el sureste de México, mientras que Castañón-Nájera *et al.* (2008), Pérez-Castañeda *et al.* (2008) y Narez-Jiménez *et al.* (2014) confirman que *frutescens* se encuentra en forma silvestre en el estado de Tabasco.

El primer ACP con las 25 variables mostró que con el CP1, CP2 y CP3 solo se explicaba el 37.43% de la variabilidad morfológica total. Se sabe que al eliminar las variables que no tienen aporte significativo a la explicación del CP1, se mejora el ACP (Castañón-Nájera *et al.*, 2008). Al realizar el ACP con las 12 variables de mayor aporte, se encontró que con el CP1, CP2 y CP3 se explica el 52.47% de la variabilidad morfológica total (tabla 2), presentando valores significativos estos CP, de acuerdo con el criterio Keiser (1960).

El CP1 explicó el 23.10% de la variación total, siendo las variables de mayor contribución el largo de hoja, ancho de hoja, altura de planta, ancho de planta y diámetro de tallo. Este componente estuvo explicado por variables de planta, que es consistente con estudios sobre diversidad morfológica de chiles en los que se ha reportado que el primer componente fue explicado por descriptores de hoja y planta (Castañón-Nájera *et al.*, 2008; Moreno-Pérez *et al.*, 2011). El CP2 explicó el 16.40% de la variación total, siendo las variables largo de fruto, peso de fruto y diámetro de tallo, las que en mayor proporción influyeron en la determinación del componente, lo que indica que el componente fue explicado por variables de fruto. La mayor contribución de las variables de planta y fruto en la explicación de los dos primeros CP coincide con Villota-Cerón, Bonilla-Betancourt, Carmen-Carrillo, Jaramillo-Vásquez y García-Dávila (2012), quienes observaron que las variables de planta y fruto fueron las de mayor contribución en la explicación de los primeros CP en ACP de chiles. De la misma forma el CP3 contribuyó con el 12.97% de la variación y se relaciona de forma positiva con las variables número de semillas por fruto, color de flor, peso de fruto, ancho y largo de hoja.

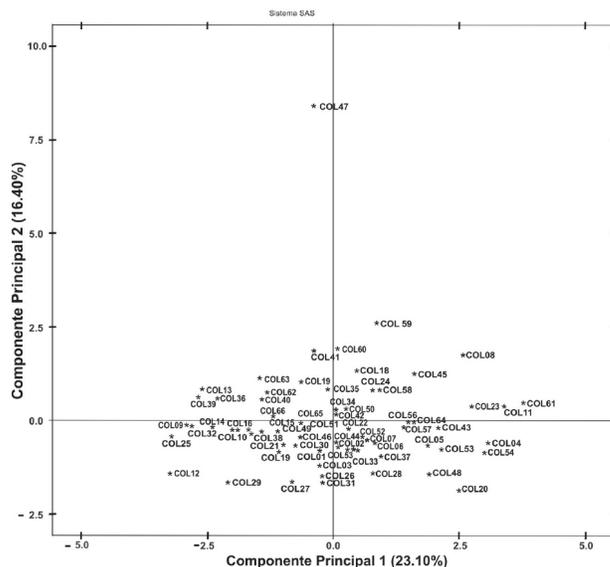


Figura 3. Distribución gráfica de las 66 colectas (COL) de Chile Pico de paloma en función de los primeros dos componentes principales. Fuente: Elaboración propia.

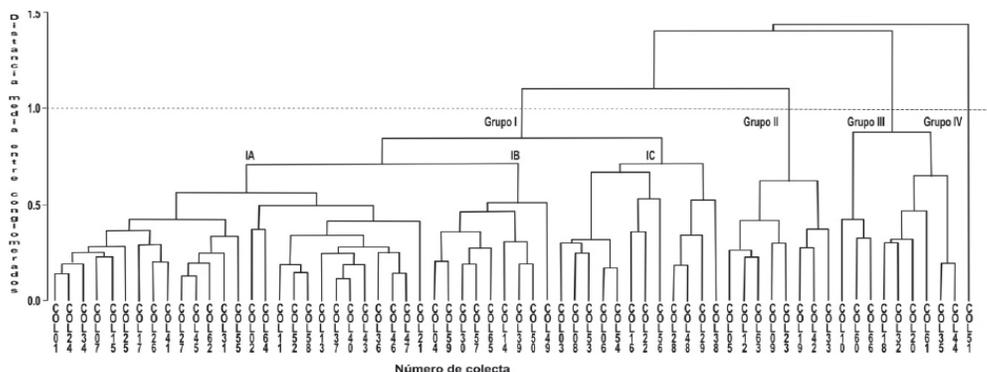


Figura 4. Agrupamiento por el método UPGMA de 66 colectas (COL) de Chile Pico de paloma. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los CP1 y CP2 (figura 3), se observa que las colectas se distribuyeron en los cuatro cuadrantes de la gráfica, lo que indica variación en las características que determinan los primeros dos CP de las 66 colectas de Chile Pico de paloma. Castañón-Nájera *et al.* (2008) y Narez-Jiménez *et al.* (2014) mencionan que en el estado de Tabasco *C. frutescens* presenta gran diversidad morfológica y genética. En el cuadrante I se ubicaron 13 colectas, localizadas en la parte superior del cuadrante las colectas 59, 60 y 08, las cuales tuvieron largos de fruto de 3 cm, 2.2 cm y 2.2 cm, respectivamente, y un peso promedio de fruto de 1.00 g. En este cuadrante también se encontró la colecta 23 que tuvo la mayor altura de planta (230 cm). En el cuadrante II se ubicaron 10 colectas de las cua-

les sobresale la colecta 48 con el mayor largo de fruto (4.1 cm), ancho (0.7 cm) y peso de fruto (2.30 g). En los cuadrantes III y IV se ubicaron 22 y 21 colectas, respectivamente. En el cuadrante III se ubicaron colectas con un valor de largo promedio de 1.1 cm, ancho de fruto de 0.3 cm y peso promedio de 0.37 g; en este mismo cuadrante se encuentra la colecta 32 que tuvo la menor altura de planta (37 cm). Por otro lado, en el cuadrante IV se ubicó en la parte más negativa del CP2 la colecta 20 con valores promedio de 1.7 cm, 0.6 cm y 0.35 g de largo, ancho y peso de fruto, respectivamente.

El análisis de conglomerados agrupó a las 66 colectas, en cuatro grupos a una distancia de 1.00 unidades (figura 4). El grupo I estuvo integrado por

48 colectas, que se caracterizaron por tener plantas con altura de 131.8 cm, peso de fruto de 0.74 g, largo de fruto de 1.8 cm, ancho de 0.30 cm y 15.89 semillas por fruto. Dentro de este mismo grupo, a una distancia menor, se formaron tres subgrupos: el primero (IA) se constituyó por 27 colectas que se caracterizaron por tener una altura de planta de 132.81 cm, ancho de planta 109.95 cm, hojas largas y anchas (45.54 mm y 23.36 mm, respectivamente), largo de fruto de 1.9 cm, peso de 1.00 g y 15.22 semillas por fruto. El subgrupo IB se caracterizó por tener plantas con altura de 118.0 cm, ancho de 116.58 cm, largo de hoja 45.94 mm, ancho de hoja de 25.52 mm, largo de fruto de 19.11 mm, ancho de fruto de 5.31 mm, con peso promedio de 0.88 g y 16.88 semillas por fruto. El subgrupo tuvo plantas con altura promedio de 139.92 cm, ancho de planta de 116.58 cm, largo de hoja de 45.94 mm, ancho de hoja de 26.19 mm, largo de fruto de 15.82 mm, grosor de 5.7 mm, bajo peso de fruto (0.65 g) y 16.67 semillas por fruto.

El grupo II estuvo constituido por ocho colectas que tuvieron una altura de planta de 134.5 cm, ancho de 107.5 cm, con los menores tamaños de fruto (largo de 14.78 mm, ancho de 4.76 mm) y peso de fruto de 0.46 g, con 13.75 semillas por fruto. El grupo III se formó por nueve colectas que tuvieron una altura de planta de 135.2 cm, ancho de planta de 106.2 cm, largo de hoja de 48.9 mm, ancho de hoja de 25.32 mm, largo de fruto de 18.18 mm, ancho de fruto de 6.13 mm, peso de fruto de 0.64 g con 15.11 semillas por fruto. El grupo IV se constituyó solo por la colecta 51, la cual mostró los menores tamaños de planta (altura de 102 cm, ancho de 85 cm) y hoja (largo de 31.7 mm y ancho de 18.0 mm), con los frutos de mayor tamaño (largo de 40.80 mm, ancho de 6.90 mm y peso de 2.00 g) con 20.0 semillas por fruto. En general, el tamaño promedio de fruto (largo de 18.1 mm, ancho de 5.3 mm y peso de 2.0 g) de las colectas 66 colectas de Chile Pico de paloma, se encuentra dentro de los tamaños y pesos reportados para frutos silvestres de *C. frutescens* L. (Castañón-Nájera *et al.*, 2008; Pérez-Castañeda *et al.*, 2008) y dentro de los valores de 0.23 g a 4.04 g reportados como valores mínimos y máximos para *C. frutescens* cultivados (Bosland & Votava, 2012; Jarret, Baldwin, Perkins, Bushway & Guthrie, 2007).

CONCLUSIONES

Las colectas de Chile Pico de paloma silvestre mostraron variabilidad en las características de planta, de flor y de fruto estudiadas, lo cual indica que es un

recurso genético que debe conservarse, ya que representan un reservorio de genes que pueden tener potencial para solucionar problemas agrícolas futuros. De acuerdo con las características del fruto y flor, los Chile silvestres de Pico de paloma se clasificaron dentro de la especie *C. frutescens*.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Fomento a la Investigación por el apoyo al proyecto con clave UJAT-2013-IB-23.

REFERENCIAS

- Bosland, P. W., & Votava, E. J. (2012). *Peppers: vegetable and spice Capsicums*. 2nd Ed. London UK: Cabi publishing.
- Castañón-Nájera, G., Latournerie-Moreno, L., Mendoza-Elos, M., Vargas-López, A., & Cárdenas-Morales, H. (2008). Colección y caracterización de Chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. *Phyton-Revista Internacional de Botánica Experimental*, 77, 189-202.
- Eshbaugh, W. H. (1993). History and exploitation of a serendipitous new crop discovery. In: Janick, J. & Simon, J. E. (eds.), *New Crops* (pp. 132-139). New York: Wiley
- Hernández, V. S. (2011). Los parientes silvestres del Chile: su importancia biológica y cultural. En: Richterich, K. (Coord. Ed.). *El Chile. Protagonista de la independencia y la revolución* (p. 21-26). México: Fundación Herdez.
- Hernández-Verdugo, S., Guevara-González, R. G., Rivera-Bustamante, R. F., Vázquez-Yanes, F., & Oyama, K. (1998). Los parientes silvestres del Chile (*Capsicum* spp.) como recursos genéticos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 62(1), 171-181.
- Hernández-Verdugo, S., Porras, F., Pacheco-Olvera, A., López-España R. G., Villarreal-Romero, M., Parra-Terraza, S., & 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.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2011). *Perspectiva estadística*. Tabasco 2011.
- IPGRI, AVRDC, CATIE. (1995). *Descriptores para Capsicum (Capsicum spp.)*. Instituto Internacional de Recursos Genéticos, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales, Taipei, Taiwan y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Jarret, R. L., Baldwin, E., Perkins, B., Bushway, R., & Guthrie, K. (2007). Diversity of fruit quality characteristics in *Capsicum frutescens*. *HortScience*, 42(1), 16-19.
- Jonhson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. 6th Ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.

- Keiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141-151.
- Moreno-Pérez, E. C., Avendaño-Arrazate, C. H., Mora-Aguilar, R., Cadena-Iñiguez, J., Aguilar-Rincón, V. H., & Aguirre-Medina, J. F. (2011). Diversidad morfológica en colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.) del centro-norte de México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 23-30
- Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2011). *Capsicum*. In: Kole, Ch. (Ed.) *Wild Crop relatives: Genomic and breeding resources* (p. 43-57). Berlin: Springer-Verlag.
- Narez-Jiménez, C. A., De la Cruz-Lazaro, E., Gómez-Vázquez, A., Castañón-Nájera, G., Cruz-Hernández, A., & Márquez-Quiroz, C. (2014). La diversidad morfológica *in situ* de chiles silvestres (*Capsicum* spp.) de Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(3), 209-215.
- Pérez-Castañeda, L. M., Castañón-Nájera, G., & Mayek-Pérez, N. (2008). Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) de Tabasco, México. *Cuadernos de Biodiversidad*, 27(2), 11-22.
- Ruíz-Álvarez, O., Ortega-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M. A., Ontiveros, C. R. E., & López-López, R. (2012). Balance hídrico y clasificación climática del estado de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 28(1), 1-14.
- SAS Institute. (2008). SAS/STAT® 9.2 User's Guide. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Villota-Cerón, D., Bonilla-Betancourt, M. L., Carmen-Carrillo, H., Jaramillo-Vásquez, J., & 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 Agronómica*, 61(1), 16-26.