

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA EN COLECTAS DE CHILE GUAJILLO (*Capsicum annuum* L.) DEL CENTRO-NORTE DE MÉXICO

Esaú del Carmen Moreno-Pérez¹; Carlos H. Avendaño-Arrazate²; Rafael Mora-Aguilar¹;
Jorge Cadena-Iñiguez³; Victor Heber Aguilar-Rincón⁴; Juan Francisco Aguirre-Medina²

¹Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México - Texcoco. Chapingo, Estado de México. C.P. 56230. MÉXICO. Correo-e: r.moraaguilar@gmail.com (¹Autor para correspondencia).

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Rosario Izapa. MÉXICO.

³Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Calle Iturbide No. 73, C.P. 78600 Salinas de Hidalgo, S.L.P., MÉXICO.

⁴Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. MÉXICO.

RESUMEN

Para hacer una caracterización morfológica de 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.), procedentes de los Estados de Zacatecas y Durango, México, se estableció un experimento en Chapingo, México, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones; la unidad experimental consistió de un surco de 4 m de longitud y 90 cm de anchura, con distanciamiento entre plantas de 40 cm. El cultivo se manejó con acolchado plástico de color negro plata y fertirriego. Se evaluaron caracteres cuantitativos y cualitativos, con base en la guía de descriptores para *Capsicum* del IPGRI. Se hicieron análisis de componentes principales (CP) y de conglomerados jerárquicos (ACJ). Los primeros tres CP explicaron 58 % de la variación cuantitativa total entre colectas; mayor aporte sobre dicha variación tuvieron las características relacionadas con la morfología de la hoja y la estructura floral (longitud y anchura de la hoja madura, longitud de peciolo y de corola, y anchura de corola), días a fructificación y número de frutos por planta, además de variables fenológicas. Mediante ACJ se formaron cinco grupos en el dendrograma de variables cuantitativas. Con respecto a las variables cualitativas, tres CP explicaron 76 % de la variación entre colectas; la densidad de ramificación y de hoja, macollamiento, forma de la corola, color de fruto y terminación del ápice del fruto fueron las características que más contribuyeron en esta variación; los CJ formaron 8 grupos. Los resultados indican que en chile guajillo existe diversidad morfológica, útil para iniciar programas de mejoramiento genético.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Capsicum*, caracterización, variación genética, análisis de componentes principales.

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL DIVERSITY IN GUAJILLO CHILI ACCESIONS (*Capsicum annuum* L.) OF NORTH-CENTRAL MEXICO

In order to characterize morphologically 32 accessions of guajillo chili pepper (*Capsicum annuum* L.) from the states of Zacatecas and Durango, Mexico, an experiment was established in Chapingo, Mexico, under an experimental design of randomized complete block with three replications. The experimental unit consisted of one row 4 m long and 90 cm wide, with distance of 40 cm between plants. The crop was managed in padded black with silver colored plastic and a fertigation system. Quantitative and qualitative characters were evaluated based on the descriptor guide for *Capsicum* of IPGRI and analyzed by principal components (PC) and hierarchical clusters (HC). The first three PC explained 58 % of the total quantitative variation among the accessions; the largest contribution to this variation was the characteristics associated with leaf morphology and flower structure (length and width of mature leaf, petiole length, corolla length and corolla width), fruiting days and number of fruits per plant, in addition to phenological variables. Through the HC, five groups were formed in the dendrogram of quantitative variables. With regard to qualitative variables, three PC explained 76 % of the variation between accessions; branch density and leaf, tillering, shape of the corolla, fruit color and termination of the fruit tip contributed more to explaining the variation detected among accessions; the HC formed 8 groups. The results indicate that sufficient morphological diversity exists in Guajillo chilli to be useful in starting a breeding program.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Capsicum*, characterization, genetic variation, principal component analysis.

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum spp.*) pertenece a la familia solanácea, tuvo su centro de origen en Mesoamérica y su centro de diversidad y domesticación en México (Ortega, 1991; Eshbaugh, 1993). Dentro del género *Capsicum* destacan las especies *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pubescens* Ruiz & Pav., *C. chinense* Jacq. y *C. baccatum* L.; de éstas, la primera es más ampliamente conocida y de mayor importancia por su amplia distribución mundial (Pickersgill, 1997).

La variabilidad genética en chile es amplia (Bosland, 1996), por lo que es importante realizar estudios que conlleven a identificar caracteres agronómicos de interés antropocéntrico. En ese sentido, los recursos fitogenéticos relacionados con el género *Capsicum* adquieren gran relevancia por el potencial genético que presentan (González y Pita, 2001), ya que son la base para obtener variedades mejoradas (Gunn, 2004).

Muchos estudios de la diversidad genética en el género *Capsicum* están basados en el reconocimiento de la variación de caracteres morfológicos con el uso de métodos descriptivos y técnicas moleculares. Por medio de la descripción morfológica se ha encontrado variación en caracteres relacionados con la arquitectura de la planta (Pardey *et al.*, 2006) y con la variación en fruto de chile manzano (*C. pubescens*) (Chávez y Castillo, 1999). El uso de técnicas moleculares, como el polimorfismo de ADN, ha permitido formar grupos diferentes con base en caracteres morfológicos y moleculares en *C. annuum* (Adetula, 2006), y con técnicas isoenzimática se han caracterizado genotipos similares en colectas de *C. chinense* (Corona *et al.*, 2000).

La producción de chiles secos tiene gran importancia en México; el chile guajillo (*C. annuum*), es uno de ellos, y se usa principalmente para la elaboración de pastas para moles que se incorporan en diferentes platillos regionales. Los estados donde más se cultiva este tipo de chile son Zacatecas y Durango y, en menor escala, San Luis Potosí, Chihuahua, Aguascalientes y Jalisco (Bravo *et al.*, 2006).

A pesar de la importancia que tiene los chiles secos, en particular los tipos guajillos, como recursos genéticos y como principal fuente de ingreso de los productores de la región Centro-Norte de México, los estudios relacionados con su diversidad son escasos. En consecuencia, se conoce poco de la variación de los caracteres de interés agronómico, la que al parecer es alta y de gran utilidad para su mejoramiento, de manera que en la literatura sólo existe referencia de algunos aspectos generales del cultivo (Laborde y Pozo, 1984; Bravo *et al.*, 2006), de algunas variedades (Ramiro, 2001) y de estudios del color y contenido de pigmentos (Moreno *et al.*, 2006).

Observaciones preliminares hechas en campo por los autores de este estudio, muestran que en materiales nativos de chile guajillo existe variación morfológica

importante que no ha sido suficientemente estudiada, lo que condujo a realizar la presente investigación con el objetivo de estudiar la diversidad genética a partir de la evaluación de la variación morfológica de 32 colectas de chile guajillo provenientes de los estados de Zacatecas y Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció a campo abierto en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo Estado de México (19° 29' N, 98° 53' O; 2,250 m), donde predomina el tipo climático Cb (wo) (w) (i') g, que se describe como el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, 15.2 °C de temperatura media y 636.5 mm de precipitación media anual (García, 1987). Durante el ciclo de cultivo, la temperatura media mensual osciló entre 17 y 21 °C, la precipitación lo hizo desde 34.4 hasta 192.0 mm y la humedad relativa desde 45 hasta 68 %.

El material vegetal consistió de semillas provenientes de frutos con buenas características físicas y sanitarias de 32 colectas de chile guajillo procedentes de diferentes municipios de los estados de Zacatecas y Durango (Cuadro 1). La semilla fue sembrada en charolas germinadoras de poliestireno con 200 cavidades, llenas con sustrato húmedo compuesto por la mezcla de perlita y musgo (2:1 v/v); manualmente se colocaron dos semillas en cada cavidad a una profundidad de 0.5 cm y después de la emergencia se dejó una plántula por cavidad. Las plántulas fueron regadas con agua potable en los primeros 15 días y posteriormente con una solución nutritiva que contenía, en mg·L⁻¹, los elementos nutritivos siguientes: N=100, P=30, K=150, Ca=125, Mg=30, S=110, Fe=1.5, Mn=0.5, Cu=0.05, B=0.5, y Zn=0.05 hasta que se realizó el trasplante en campo (50 días después de la emergencia (dde). Previamente el terreno se barbechó y rastreó; se surcó a 90 cm de separación, se colocó la cintilla de riego con goteros a cada 40 cm de separación y gasto de 2 litros h⁻¹, y se acolchó con plástico de color negro-plata.

Durante el trasplante, las plántulas con cepellón fueron depositadas a 10 cm de profundidad. Antes de que iniciara el periodo de lluvias se irrigó cada ocho días; a los 20 días después del trasplante se asperjó fertilizante foliar (Bayfolan^{MR}; 2 g·L⁻¹) y, 10 y 40 días después de esto, se fertilizó con la fórmula 100-50-100.

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones; la parcela experimental consistió de un surco de 4 m de longitud, en el que se establecieron 10 plantas con 40 cm de separación entre éstas, con distancia entre surcos de 90 cm, de tal forma que la unidad experimental fue de 10 plantas.

La evaluación de los caracteres cuantitativos y cualitativos se hizo en las cinco plantas centrales de cada unidad experimental. La caracterización morfológica se realizó con base en la guía de descriptores para *Capsicum*

CUADRO 1. Procedencia de las colectas de chile guajillo (*Capsicum annum* L.) utilizadas en el experimento.

Col ²	Localidad, municipio y estado	LN	LO	Altitud (m)	T (°C)	PP (mm)	Tipo de suelo
1-4	Santa María Pardillo, Fresnillo, Zac.	23°11'7"	102°45'13"	2078.4	17.1	419	Xerosol lúvico
5	La Fresa, Fresnillo, Zac.	23°09'1"	102°19'2"	1970.3	17.1	419	Xerosol háplico
6	Misericordia, Fresnillo, Zac.	23°14'12"	103°17'28"	2153.1	17.1	419	Xerosol lúvico
7	Emancipación, Fresnillo, Zac.	23°10'41"	103°03'	2105.5	17.1	419	Luvisol háplico
8-11	Chaparroza, Villa de Cos, Zac.	23°4'36"	102°16'50"	1993.9	16.2	837	Xerosol lúvico
12-14	Estancia de Animas, Villa González Ortega, Zac.	22°31'5"	101°41'	2145.8	16.9	385.4	Xerosol háplico
15-26	Calera, Calera, Zac.	22°57'	102°41'	2153.0	15.5	405.2	Xerosol lúvico
27	Villa Hidalgo, Zac.	22°20'49"	101°42'55"	2167.0	16.2	405.2	Xerosol lúvico
28-29	Vicente Guerrero, Dgo.	23°44'16"	103°58'47"	1950.0	16.9	491	Litosol eutricto
30-32	Villa Unión, Poanas, Dgo.	23°56'32"	103°57'36"	2000.0	17.1	473.6	Litosol eutricto

²Col: Colecta; LN: Latitud Norte; LO: Longitud Oeste; T: Temperatura; PP: precipitación.

CUADRO 2. Descriptores de chile usados en la caracterización y su forma de medición. Fuente: IPGRI (1995).

Código	Caracteres	Forma de medición
CT	Color de tallo	1: Verde, 2: Morado, 3: Otro
HCP	Hábito de crecimiento de la planta	3: Postrada, 5: Intermedia (compacta), 7: Erecta, 9: Otro
DR	Densidad de ramificación	3: Escasa, 5: Intermedia, 7: Densa
MA	Macollamiento	3: Escasa, 5: Intermedia, 7: Densa
DH	Densidad de hoja	3: Escasa, 5: Intermedia, 7: Densa
FC	Forma de corola	1: Redonda, 2: Acampanulada, 3: Otra
CA	Color de anteras	1: Blanco, 2: Amarillo, 3: Azul pálido, 4: Azul, 5: Morado 6: Otro
TF	Terminación de la punta del fruto	1: puntado, 2: romo, 3: hundido, 4: hundido y 5: puntado
CF	Color del fruto	1: rojo, 2: rojo oscuro
LF	Longitud del fruto	De la base del fruto al extremo distal (cm)
LPe	Longitud del pedúnculo	De la unión con el tallo y el fruto (cm)
DFR	Diámetro de fruto	Se midió en la parte media del fruto (cm)
DT	Diámetro de tallo	Se midió abajo de la primer bifurcación (cm)
LT	Longitud de tallo	Altura hasta a la primera bifurcación (cm)
AP	Altura de la planta	De la base del tallo al ápice de la planta (cm)
LHM	Longitud de la hoja madura	De la unión con el pecíolo al ápice (cm)
AHM	Ancho de la hoja madura	Medida en la parte más ancha de la hoja (cm)
LP	Longitud del pecíolo	De la base del tallo a la base de la hoja (cm)
LC	Longitud de corola	De la base al ápice de los pétalos (cm)
AC	Ancho de corola	Desde el ápice de un pétalo hasta el ápice del pétalo opuesto (cm)
DFL	Días a floración	Días transcurridos de la siembra hasta la aparición de la primera flor en el 50% de las plantas de la parcela
DFR	Días a fructificación	Días transcurridos después de la siembra hasta el amarre del primer fruto
DMC	Días a madurez comercial	Días transcurridos de la siembra hasta que el 50 % de los frutos tomaron una coloración rojiza
NFRU	Número de frutos por planta	Número de frutos total por planta hasta el día de cosecha
PTFR	Peso total de frutos por planta	Peso total de frutos secos por planta
N V	Número de venas	Número de lóculos por fruto

del IPGRI (1995) (Cuadro 2). Además de las variables cualitativas, se evaluó la forma y pubescencia del tallo; color, forma, tipo de margen y pubescencia de la hoja; número de flores por axila, posición de la flor, color de la corola y de la mancha de corola; pigmentación y margen del cáliz. Todas estas variables tuvieron un solo valor en la escala de medición, por lo que fueron excluidas de los análisis estadísticos, y solamente se hizo una descripción del carácter. Se hizo el análisis estadístico por medio de componentes principales y se calculó el coeficiente de correlación de Pearson de las variables originales sobre cada componente principal. Con las variables que tuvieron mayor valor descriptivo (17 variables) se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos, mediante el ligamiento promedio a partir de la matriz de correlación, y se construyó el dendrograma respectivo (Dallas, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de componentes principales (ACP) de variables cuantitativas:

El ACP indicó que los primeros tres componentes explicaron 57.7 % de la variación total existente en las colectas estudiadas; el componente principal 1 (CP1) explicó 28.6 %, el CP2 lo hizo en 16.8% y el CP3 en 12.2 % (Cuadro 3).

CUADRO 3. Valores característicos y proporción de la varianza total explicada por cada componente principal (CP) en 17 caracteres cuantitativos de 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.).

CP	Valor característico	Diferencia	Proporción (%)	Acumulado (%)
CP1	4.868	2.010	0.286	0.286
CP2	2.858	0.781	0.168	0.455
CP3	2.078	0.560	0.122	0.577

En el CP1 las variables con mayor valor descriptivo estuvieron relacionadas con descriptores de hoja (longitud y anchura), el CP2 con caracteres del fruto (diámetro y número de frutos por planta) y el CP3 con estructuras florales (longitud y ancho de corola), con valores de R² de 0.83 a 0.84, 0.56 a 0.62 y 0.67 a 0.75, respectivamente (Datos no presentados). Estos resultados coinciden con los trabajos de Pardey *et al.* (2006), quienes encontraron alta variabilidad en tamaño, peso y color de fruto, así como con los de Medina *et al.* (2006), los cuales encontraron diferencias morfológicas, principalmente en fruto y follaje en diferentes poblaciones del género *Capsicum*.

De acuerdo con los CP1 y CP2 (Figura 1), la dispersión de las colectas permitió la formación de cinco grupos (G). En el GI se encuentra el mayor número de las colectas, mismas que se distribuyeron en los cuatro cuadrantes, lo que indica que existe variación, principalmente en longitud

y anchura de la hoja madura (LHM, AHM), longitud de pecíolo (LP), diámetro de fruto (DFR) y número de frutos por planta (NFRU), variables que son útiles en trabajos de mejoramiento genético. Al respecto, Qaryouti *et al.* (2003), señalan que el peso, longitud, curvatura y pungencia del fruto son caracteres ampliamente usados en el proceso de selección de *Capsicum annuum* debido a la variación que éstos muestran.

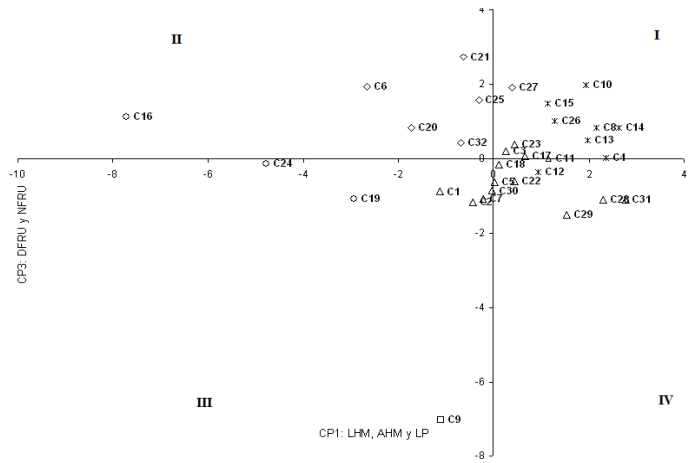


FIGURA 1. Distribución de 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.) en función de los componentes principales 1 y 3 obtenidos con la matriz de correlación de 17 variables cuantitativas: Δ:grupo I, *:grupo II, ◇:grupo III, □: grupo IV, ○: grupo V.

Análisis de Conglomerados Jerárquicos (ACJ):

A una distancia euclidiana cuadrada de 0.05 se determinaron cinco grupos, cada uno constituido por diferente número de colectas. En este caso destacaron los tres primeros grupos ya que estuvieron integrados por 14, 8 y 6 colectas, respectivamente (Figura 2).

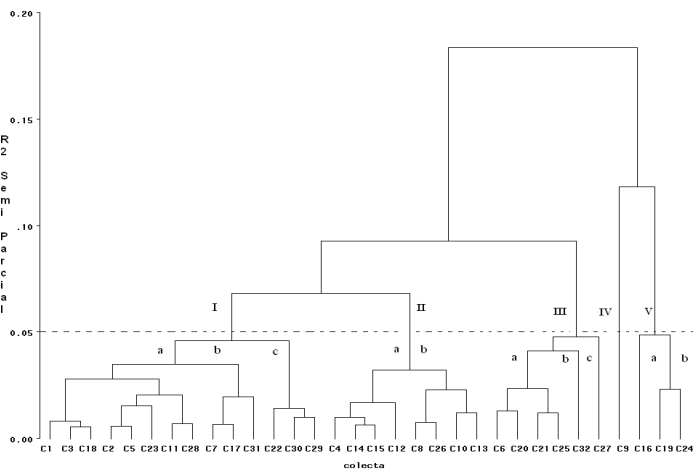


FIGURA 2. Dendrograma de agrupamiento de 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.), con base en 17 variables cuantitativas.

Los cinco grupos generados a través de ACJ fueron subdivididos (Figura 2; Cuadro 4) con el propósito de definir con mayor precisión a cada grupo. Las colectas correspondientes al subgrupo I b fueron más tardías ya que requirieron 110, 116 y 193 días para alcanzar la floración (DFL), fructificación (DFRU) y madurez comercial (DMC), respectivamente. Las colectas del subgrupo I c mostraron mayor longitud y anchura de la hoja, en contraste con las colectas del subgrupo V a que tuvieron valores más bajos en esas variables.

En el subgrupo II a se ubicaron las colectas que tuvieron mayor diámetro de tallo (1.33 cm) y mayor peso total de frutos por planta (251.4 g) y en el subgrupo III c estuvieron las colectas con mayor altura de planta (59.2 cm). Esas diferencias son importantes porque plantas con estructura compacta permiten usar mayores densidades de población, con lo que se puede incrementar el rendimiento.

El subgrupo III b estuvo conformado por colectas cuyas plantas son de porte bajo (46.6 cm), con flores de mayor longitud (1.6 cm) y anchura de corola (3.2 cm). El subgrupo III c se distinguió por incluir los materiales precoces (172 DMC); en cambio el grupo IV, formado solamente por la colecta C9, tuvo plantas con reducido diámetro de tallo (1.1 cm), frutos pequeños (menor longitud y anchura) y mayor número de frutos por planta (56). Todorova (2007), encontró que el genotipo tiene influencia predominante en la expresión fenotípica del diámetro, peso y la parte comestible del fruto de chile, mientras que el ambiente

tiene un efecto dominante en la longitud del fruto.

Análisis de componentes principales de variables cualitativas:

Con los tres primeros componentes se explicó 76 % de la variación total existente entre colectas; de tal variación, 43.6 % correspondió al CP1, 20.2 % al CP2 y 12.2 % al CP3 (Cuadro 5). El CP1 se relacionó principalmente con densidad de ramificación y de hoja, el CP2 con la forma de terminación de la punta del fruto y macollamiento, y el CP3 con la forma de la corola y color del fruto (Datos no presentados); los coeficientes de determinación (R^2) tuvieron valores de 0.84 a 0.91, 0.40 a 0.93 y 0.40 a 0.87, respectivamente.

En la Figura 3a, se observa que muchas colectas con base en su dispersión, pertenecen a un mismo grupo (al grupo 1) ubicados en el cuadrante IV, que difieren del resto de colectas. Esta forma de dispersión se debe principalmente a que las variables que están más relacionadas con la variación total en el CP1 y CP2 no mostraron variación en la densidad y ramificación de hojas y tampoco en el macollamiento y forma de la terminación del ápice del fruto.

De acuerdo con los componentes CP1 y CP3 (Figura 3b), las colectas tuvieron una mayor distribución, aunque se ubicaron principalmente en los cuadrantes I y IV; en el cuadrante III solamente se encontró la colecta C16. La

CUADRO 4. Número de colecta y valor promedio de 17 variables cuantitativas para cada grupo de chile guajillo (*Capsicum. annum* L.).

Variables	Grupos										
	I (14) ^a		II (8)		III (6)			IV (1)		V (3)	
	a (8)	b (3)	c (3)	a (4)	b (4)	a (4)	b (1)	c (1)	1	a (1)	b (2)
LF ^z	14.83	12.91	13.24	14.80	14.72	14.31	14.26	14.93	11.45	13.62	13.33
LPe	5.46	5.11	4.97	5.78	5.51	5.26	4.85	5.79	4.80	4.31	5.02
DFR	2.98	3.01	3.18	3.05	3.21	3.06	2.56	3.48	1.52	2.64	2.80
DT	1.26	1.30	1.26	1.33	1.26	1.29	1.12	1.16	1.05	1.05	1.14
LT	21.06	20.36	20.23	20.04	21.65	19.12	15.15	16.91	19.46	16.48	19.47
AP	51.85	51.18	48.70	52.64	54.89	47.45	46.55	59.20	56.79	45.20	46.21
LHM	8.34	8.89	9.57	9.12	9.32	8.17	8.55	8.32	8.63	5.38	7.75
AHM	4.00	4.09	4.46	4.33	4.24	3.84	4.21	3.95	3.98	2.73	3.68
LP	4.62	4.72	4.85	5.18	5.01	4.55	4.78	4.32	5.61	2.18	3.89
LC	1.43	1.49	1.41	1.45	1.49	1.48	1.56	1.50	1.36	1.44	1.35
AC	2.82	2.93	2.78	2.87	2.98	2.94	3.15	2.92	2.61	2.87	2.69
DF	108.04	109.67	108.25	108.43	108.32	105.51	108.67	107.50	108.75	103.00	104.13
DFRU	114.34	116.04	114.11	114.54	114.32	111.52	114.67	113.50	115.50	109.50	110.04
DMC	190.23	193.41	184.67	191.24	191.36	186.10	192.33	172.00	191.00	193.00	190.88
NFRU	19.26	18.56	16.51	18.12	18.23	19.68	26.22	18.20	55.50	15.50	20.78
PTFR	187.79	180.38	142.39	251.24	225.14	228.02	229.44	220.67	180.11	238.17	188.22
NV	2.00	2.00	2.33	2.00	3.00	2.75	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00

^aLos números romanos indican los grupos y los números entre paréntesis el número de colectas en el respectivo grupo. Las literales en minúsculas corresponden a los subgrupos.

^zLF: Longitud de fruto, LPe: Longitud de pedúnculo, DFR: Diámetro de fruto, DT: Diámetro de tallo, LT: Longitud de tallo, AP: Altura de planta, LHM: Longitud de la hoja madura, AHM: Ancho de la hoja madura, LP: Longitud de peciolo, LC: Longitud de corola, AC: Ancho de corola, DFL: Días a floración, DFRU: Días a fructificación, DMC: Días a madurez comercial, NFRU: Número de frutos por planta, PTFR: Peso total de frutos por planta, NV: Número de venas.

CUADRO 5. Valores característicos y proporción de la varianza total explicada por cada componente principal (CP), con base en 9 caracteres cualitativos, en 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annum* L.).

CP ²	Valor característico	Diferencia	Proporción (%)	Acumulado (%)
CP1	1.082	0.581	0.436	0.436
CP2	0.501	0.197	0.202	0.637
CP3	0.304	0.063	0.122	0.760

dispersión observada en los cuatro cuadrantes, se debe a que las variables más relacionadas con la variación del CP3 fue la forma de la corola y color del fruto donde se observó diferencias entre variables, provocando con ello variación entre las colectas. Adetula y Alakojo (2006), encontraron diferencias altamente significativas en color de fruto a la madurez en *Capsicum frutescens*, por lo que señalan que este carácter es muy importante al momento de la selección de los frutos.

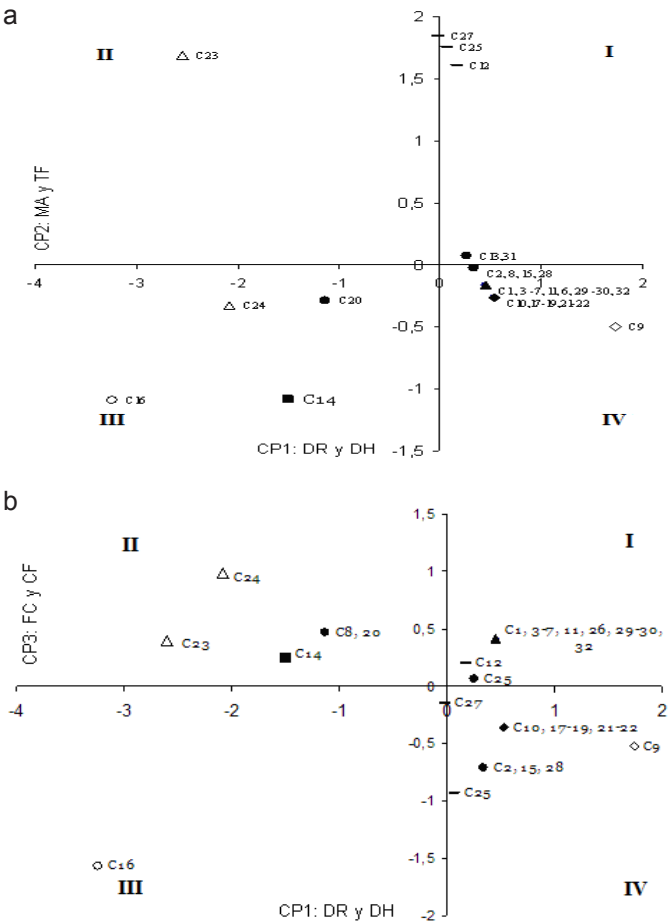


FIGURA 3. Distribución de 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annum* L.) en función de los componentes principales obtenidos con la matriz de correlación de nueve variables cualitativas: a) componentes principales 1 y 2, y b) componentes principales 1 y 3 ▲: grupo I, ◆: grupo II, ●: grupo III, —: grupo IV, ■: grupo V, △: grupo VI, ◇: grupo VII, ○: grupo VIII.

Análisis de conglomerados jerárquicos de variables cualitativas:

De acuerdo con el ACJ (Figura 4), se formaron ocho grupos, resultado similar al reportado por Chávez y Castillo (1999) en un estudio de variabilidad en 84 poblaciones nativas de chile manzano, en el que consideraron 16 variables de tipo cualitativo y cuantitativo de acuerdo con descriptores para *Capsicum* del IPGRI; las colectas involucradas en ese estudio conformaron nueve grupos.

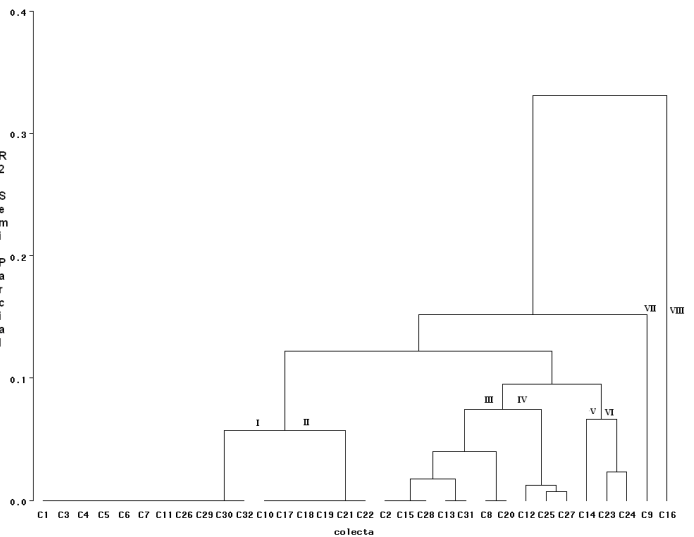


FIGURA 4. Dendrograma de clasificación de 32 colectas de chile guajillo (*Capsicum annum* L.), con base en nueve variables cualitativas.

En el Cuadro 6 se muestran los caracteres predominantes en cada grupo de colectas. Las plantas de las colectas integradas en los cuatro primeros grupos (GI a GIV), tuvieron tallo de color verde con manchas púrpuras, que se clasificó como morado (2); su hábito de crecimiento, densidad de ramificación, capacidad de macollamiento y densidad de hoja fue de tipo intermedio, y tuvieron anteras de color morado, con corola acampanulada con excepción del GII en que la corola fue de forma redonda. Los Grupos I, II y III mostraron frutos cuyo ápice termina en punta, mientras que en el GIV fue hundido. En la fase de madurez comercial, los frutos fueron de color rojo en los dos primeros grupos y color rojo oscuro en los grupos III y IV.

Los grupos GV y GVI fueron muy semejantes al GI, con excepción del GV que tuvo escasa densidad de ramificación y poco macollamiento. El GVII difirió del GII porque tuvo alta densidad de hojas y anteras de color azul. El GVIII, conformado por la colecta C16, fue más contrastante en sus características con respecto a los demás grupos: en éste, el hábito de crecimiento de la planta fue erecto, las plantas tuvieron tallo de color verde sin manchas púrpuras y escasa densidad de ramas, macollamiento y densidad de hojas; la forma de la corola y color de anteras fue redonda y morado, respectivamente, y los frutos de color rojo y ápice con terminación en punta.

CUADRO 6. Número de colectas y moda de nueve variables cuantitativas para cada grupo de chile guajillo (*Capsicum annum* L.).

Variables	Grupos							
	I(11)	II(6)	III(7)	IV(3)	V(1)	VI(2)	VII(1)	VIII(1)
CT ^y	2 ^z	2	2	2	2	2	2	1
HCP	5	5	5	5	5	5	5	7
DR	5	5	5	5	3	3	5	3
MA	5	5	5	5	3	5	5	3
DH	5	5	5	5	5	3	7	3
FC	2	1	2	2	2	2	1	1
CA	5	5	5	5	5	5	4	5
TF	1	1	1	3	1	1	1	1
CF	2	2	1	1	2	2	2	1

^y CT: Color de tallo, HCP: Hábito de crecimiento de la planta, DR: Densidad de ramificación, MA: Macollamiento, DH: Densidad de hoja, FC: Forma de corola, CA: Color de antera, TF: Terminación de la punta del fruto, CF: Color de fruto. ^z Los valores corresponden al carácter de cada uno de los descriptores indicados en el Cuadro 2. Los números entre paréntesis indican el número de colectas en cada grupo.

CONCLUSIONES

Existió variabilidad entre las colectas de chile guajillo que está determinada por caracteres relacionados con la morfología y fenología de la planta, así como con caracteres específicos de la flor y del fruto. Dicha variabilidad puede ser de utilidad para iniciar un programa de mejoramiento genético de este tipo de chile.

LITERATURA CITADA

- ADETULA O. A. 2006. Genetic diversity of *Capsicum* using Random Amplified Polymorphic DNAs. *African Journal of Biotechnology* 5: 120-122.
- ADETULA A. O.; ALAKOJO S. A. 2006. Genetic characterization and evaluation of some pepper accessions *Capsicum frutescens* (L.): The Nigerian "Shombo" collections. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science* 1(3): 273-281.
- BOSLAND W. P. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. pp. 479-487. *In*: J. Janick (ed.), *Progress in New Crops*. ASHS Press, Arlington, VA.
- BRAVO L. A.G.; GALINDO G., G.; AMADOR R., M.D. (Comps.). 2006. Tecnología de Producción de Chile Seco. Libro Técnico #5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. 221 p.
- CHAVEZ S. J. L.; CASTILLO G., F. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). *Revista Fitotecnia Mexicana* 22: 27-41.
- CORONAT T.; GARCÍA V., A.; CASTILLO G., F.; MONTERO T., V.; AZPIROZ R., H. S. 2000. Caracterización izoenzimática de la diversidad genética de colectas de chile (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense*

Jacq.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6: 5-17.

- DALLAS E., J. 2000. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Internacional Thomson Editors. New York. México, D.F. 568 p.
- ESHBAUGH W. H. 1993. History and exploitation of a serendipitous new crop discovery. pp. 132-139. *In*: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New Crops*. Wiley, New York.
- GARCÍA E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). 4° ed. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 213 p.
- GONZÁLEZ A., F.; PITA V. J., M. 2001. Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 279 p.
- GUNNS. 2004. Why genetic diversity matters?. International Board for Plant Genetic Resources. Edit. Marchesi Grafiche Editoriali Spa. Roma, Italia. 22 p.
- IPGRI (INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE). 1995. Descriptores para *Capsicum* spp. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales, Taipei, Taiwán y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- LABORDE C., J. A.; POZO C., O. 1984. Presente y Pasado del Chile en México. Publicación Especial No. 85. SARH, INIA. México, D. F. 80 p.
- MEDINA C., C. I.; LOBO A., M.; FARLEY G., A. 2006. Variabilidad fenotípica en poblaciones de ají y pimentón de la colección colombiana del género *Capsicum*. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 7: 25-39.
- MORENO P., E DEL C.; MARTÍNEZ D., M. T.; REYES L., D.; PÉREZ M., C. A.; PEÑA L., A.; ESPINOSA R., P. 2006. Intensidad de color y contenido de antocianinas en chile guajillo (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 125-130.
- ORTEGA P. R. 1991. Chile (*Capsicum* spp). pp. 217-237. *En*: Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. México, D.F.
- PARDEY C., R.; GARCÍA D., M.; VALLEJO C., F. A. 2006. Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. *Revista Acta Agronómica* 55: 1-9.
- PICKERSGILL B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Revista Euphytica* 96: 129-133.
- QARYOUTI M., M.; HAMDAN H.; EDWAN M. 2003. Evaluation and characterization of Jordanian pepper

- (*Capsicum annuum* L.) landraces. *Capsicum* and Eggplant Newsletter (Abst.) 22: 21-24.
- RAMIRO C. A. 2001. Guajillo San Luís y Guajillo INIFAP. Nuevas Variedades de Chile Mirasol para el Centro de México. Ed. INIFAP. San Luís Potosí, México. 25 p.
- TODOROVA V. 2007. Fruit characterization and influence of variation factors in pepper kapiya type varieties and breeding lines (*Capsicum annuum* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science 13: 309-315.