

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

COLEGIO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



TESIS:

**"ESTIMACIÓN DE VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE POBLACIONES DE CHILES
(*Capsicum annum* L.) SILVESTRES Y CRIOLLOS DEL NOROESTE Y SUR DE
MÉXICO"**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA:

ING. CARLOS EDUARDO ORNELAS RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. SERGIO HERNÁNDEZ VERDUGO

CO-DIRECTOR DE TESIS:

DR. ANTONIO PACHECO OLVERA

ASESORES:

**DR. SAÚL PARRA TERRAZA
MC. RICARDO GUILLERMO LÓPEZ ESPAÑA**

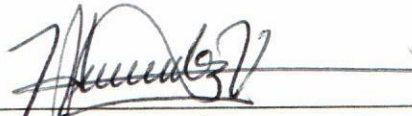
Culiacán, Sinaloa a Agosto del 2015

Esta tesis fue realizada por Carlos Eduardo Ornelas Ramírez bajo la dirección y asesoría del consejo particular indicado; fue aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del título de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR DE TESIS:



DR. SERGIO HERNÁNDEZ VERDUGO

ASESOR:



DR. ANTONIO PACHECO OLVERA

ASESOR:



DR. SAÚL PARRA TERRAZA

ASESOR:



M.C. RICARDO GUILLERMO LÓPEZ ESPAÑA

Culiacán Rosales, Sinaloa, Agosto de 2015.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por darme vida, salud y las fuerzas necesarias para concluir este posgrado.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA. Por darme la oportunidad de ingresar a ella y hacer uso de sus instalaciones para lograr una meta más, terminar una maestría, más aún en estos tiempos en que la sociedad nos exige eficiencia y competitividad.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA. Porque gracias a su historia y a partir de la consolidación de sus planes de estudios e infraestructura, nos ha dado la oportunidad a miles de jóvenes de lograr nuestras metas, en mi caso, darme las herramientas necesarias para aportar a la sociedad los conocimientos adquiridos en ella.

A LOS MAESTROS. A todos y cada uno de ellos que con su dedicación me aportaron las herramientas necesarias para seguir siendo año con año el mejor en la escalera de la enseñanza, la cual me llevó a la meta y lograr en mí terminar satisfactoriamente este posgrado. Gracias al M.C. Moisés Gilberto Yáñez Juárez a la Dra. Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz y al Dr. Felipe Ayala Tafuya, por esos ánimos y consejos que siempre me alentaron para seguir adelante y por el apoyo brindado antes, durante y después de la realización del presente trabajo.

A MIS ASESORES

Al Dr. Sergio Hernández Verdugo, sobre todo por la oportunidad de confiarme un trabajo como éste. Al Dr. Antonio Pacheco Olvera, Dr. Saúl Parra y al M.C. Ricardo Guillermo López España, a quienes con sus orientaciones y profesionalismo me supieron guiar durante la elaboración y presentación de mi tesis.

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

HÉCTOR Y MARGARITA

A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, al sacrificar por mi gran parte de sus vidas, me han formado y educado.

A quienes la ilusión de su existencia ha sido el haberme convertido en persona de provecho.

Que me trajeron al mundo con toda felicidad, que dedicaron amor, tiempo y esfuerzos para guiarme por el buen camino, todos sus consejos y regaños fueron dando fruto día con día, gracias a ellos he logrado concluir ésta maestría. Mil gracias papás. Los amo.

A DIOS. Por darme la vida y la oportunidad que pocos tienen de disfrutarla con los seres que más queremos, y logrando las metas que nos proponemos día a día.

A MIS HERMANOS. Por brindarme todo su apoyo, por creer en mí, por darme ánimos en los momentos difíciles de mi carrera profesional (Tory, Cynthia, Ángel).

A MIS PRIMOS. Israel y Kaliki † gracias por brindarme tanto apoyo moral y sus consejos para seguir adelante con mis estudios. Gracias por ser parte de mi familia.

A MIS TÍOS. Kaliki, Angélica, Nazario, Don Raúl, Dagoberto. Gracias por apoyarme en mi carrera y en el transcurso de mi vida.

A MI NOVIA. Samantha por haberme apoyado y aguantado todo el transcurso de la maestría, gracias por sus palabras de aliento, todos los ánimos, consejos, ayuda, regaños y las miles de bendiciones que me diste y me sigues dando. Gracias te amo.

A MIS AMIGOS. Magaña, Chelis, Jan, Eduardo, Bery, Gama, Marcelo. Gracias por todas sus palabras, el apoyo brindado durante mi maestría y el transcurso de mi vida. Los amigos son para siempre.

A MIS COLEGAS. Gracias a mis compañeros de la Facultad de Agronomía que me ayudaron en el presente trabajo, Elida, Eder, Charly, Miguel, Ernesto.

CONTENIDO

	Página
Índice de cuadros	i
Índice de figuras	ii
Resumen	iii
Summary	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	7
III. OBJETIVOS	8
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	9
4.1. Origen e historia del chile	9
4.2. Los chiles y sus parientes silvestres	10
4.3. Taxonomía de <i>Capsicum</i>	12
4.4. Caracterización botánica	15
4.5. Domesticación del chile silvestre	16
4.6. Proceso de domesticación	17
4.7. Cambios asociados a la domesticación	18
4.8. Las semillas criollas	19
4.9. Usos del chile	20
V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Desarrollo del experimento	22
5.2. Material vegetal y diseño experimental	25
5.3. Características medidas	25
5.4. Análisis estadístico	26
VI. Resultados	28
Capítulo 1. Chiles criollos y silvestres de Oaxaca	28
6.1. Variación morfológica entre poblaciones	28
6.2. Distribución de la variación	29
6.3. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos	31
6.3.1. Altura de planta	31
6.3.2. Diámetro de tallo	31
6.3.3. Largo de hoja	31
6.3.4. Ancho de hoja	31
6.3.5. Días a la floración	32
6.3.6. Días a la maduración del fruto	32
6.3.7. Número de frutos	32
6.3.8. Largo del fruto	32
6.3.9. Ancho del fruto	32
6.3.10. Peso del fruto, número de semillas por fruto, peso de semilla	32
6.3.11. Número de semillas por planta	33
6.4. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre Morfotipos	36
6.4.1. Altura de planta	36
6.4.2. Diámetro de tallo	36

6.4.3. Largo de hoja	37
6.4.4. Ancho de hoja	37
6.4.5. Días de floración	37
6.4.6. Días a la maduración del fruto	37
6.4.7. Número de frutos	37
6.4.8. Largo y ancho del fruto	37
6.4.9. Peso del fruto	38
6.4.10. Número de semillas por fruto	38
6.4.11. Peso de semilla	38
6.4.12. Número de semillas por planta	38
6.5. Descripción del dendograma de chiles criollos y silvestres de Oaxaca	40
6.6. Componentes principales de poblaciones	42
6.7. Componentes principales de morfotipos	46
Capítulo 2. Chiles criollos y silvestres del Noroeste de México	51
6.8. Variación morfológica entre poblaciones	51
6.9. Distribución de la variación	52
6.10. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos	54
6.10.1. Altura de planta	54
6.10.2. Diámetro de tallo	54
6.10.3. Largo de hoja	55
6.10.4. Ancho de hoja	55
6.10.5. Días de floración	55
6.10.6. Días a la maduración del fruto	55
6.10.7. Número de frutos	55
6.10.8. Largo del fruto	56
6.10.9. Ancho del fruto	56
6.10.10. Peso del fruto	56
6.10.11. Número de semillas por fruto	56
6.10.12. Peso de semilla	56
6.10.13. Número de semillas por planta	57
6.11. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos	61
6.11.1. Altura de planta	61
6.11.2. Diámetro de tallo	61
6.11.3. Largo de hoja	61
6.11.4. Ancho de hoja	61
6.11.5. Días a la floración	62
6.11.6. Días a la maduración del fruto	62
6.11.7. Número de frutos	62
6.11.8. Largo del fruto	62
6.11.9. Ancho del fruto	62
6.11.10. Peso del fruto	62
6.11.11. Número de semillas por fruto	63
6.11.12. Peso de semilla	63
6.11.13. Número de semillas por planta	63

6.12. Descripción del dendograma	65
6.13. Componentes principales de poblaciones	67
6.14. Componentes principales de los morfotipos	71
VII. DISCUSIÓN	78
VIII. CONCLUSIONES	81
IX. BIBLIOGRAFÍA	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies del género <i>Capsicum</i> , su condición silvestre (S) o cultivada (D); taxa con número de cromosomas haploide $n=13$, y para los chiles usados por la humanidad, el grupo al que pertenecen considerando color de flor (Fb=blanca; Fp=púrpura) y su agrupación filial artificial (GCA=Complejo <i>C. annuum</i> ; GCB=Complejo <i>C. baccatum</i> ; GCP=Complejo <i>C. pubescens</i>); así como su distribución geográfica.	12
Cuadro 2. Cuadro 2. Especies del género <i>Capsicum</i> consumidas por la humanidad, su características distintivas.	14
Cuadro 3. Nombre del morfotipo, de la población, condición, ubicación geográfica y origen de los chiles de Oaxaca.	23
Cuadro 4. Nombre del morfotipo, de la población, condición, ubicación geográfica y origen de los chiles del Noroeste de México.	24
Cuadro 5. Medias, desviación estándar (DE), valores mínimos, máximos, coeficiente de variación (CV) de las características medidas en las 25 poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.	29
Cuadro 6. Análisis de varianza anidado mostrando el porcentaje de variación explicada por los diferentes componente de varianza entre morfotipos, entre población y dentro de población de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.	30
Cuadro 7. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.	33
Cuadro 8. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos de chiles criollos de Oaxaca.	39

Cuadro 9. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 7 tipos de chiles criollos y silvestre de Oaxaca. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.	43
Cuadro 10. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 7 tipos de chiles criollos y silvestre de Oaxaca. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.	46
Cuadro 11. Medias, desviación estándar (DE), valores mínimos, máximos, coeficiente de variación (CV) de las características medidas en las 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.	52
Cuadro 12. Análisis de varianzá anidado mostrando el porcentaje de variación explicada por los diferentes componente de varianza entre morfotipos, entre población y dentro de población de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.	53
Cuadro 13. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.	57
Cuadro 14. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.	64
Cuadro 15. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.	68
Cuadro 16. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 13 tipos de chiles criollos y silvestre del Noroeste de México. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución puntual de <i>Capsicum annuum</i> L. en México	16
Figura 2. Lugares de origen de los morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste y sur de México estudiadas.	22
Figura 3. Dendograma de las relaciones de similitud morfológica entre las poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.	41
Figura 4. Distribución de las 25 poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca basada en los componentes principales 1 y 2.	44
Figura 5. Distribución de las 25 poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca basada en los componentes principales 2 y 3.	45
Figura 6. Distribución de los 7 tipos de chiles criollos y silvestre de Oaxaca basada en los componentes principales 1 y 2.	47
Figura 7. Distribución de los 7 tipos de chiles criollos y silvestre de Oaxaca basada en los componentes principales 2 y 3.	48
Figura 8. Gráficas de variación morfológica de morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.	49

Figura 9. Dendograma de las relaciones de similitud morfológica entre las poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.	66
Figura 10. Distribución de las 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México basada en los componentes principales 1 y 2. Claves de las poblaciones descritas en materiales y métodos. Números= Chiles silvestres, Letras= Chiles criollos.	69
Figura 11. Distribución de las 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México basada en los componentes principales 2 y 3. Claves de las poblaciones descritas en materiales y métodos. Números= Chiles silvestres, Letras= Chiles criollos.	70
Figura 12. Distribución de los morfotipos de chiles criollos y silvestre del Noroeste de México basada en los componentes principales 1 y 2.	73
Figura 13. Distribución de los morfotipos de chiles criollos y silvestre del Noroeste de México basada en los componentes principales 2 y 3.	74
Figura 14. Gráficas de variación morfológica de morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.	75

RESUMEN

Las poblaciones de chile (*Capsicum annum* L.) y chile silvestre (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) son un recurso genético valioso para la agricultura y la alimentación. El estudio sobre la variación morfológica de estas poblaciones es de gran importancia para su manejo, uso y conservación. Se colectaron frutos maduros de 13 poblaciones de chiles silvestres del Noroeste de México y Oaxaca, y 48 poblaciones de chiles criollos del Noroeste de México y Oaxaca. Siendo un total de 61 poblaciones. Se utilizó un diseño de 3 bloques al azar. Los caracteres medidos fueron: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), largo de hoja (mm), ancho de hoja (mm), días a la floración, días a la maduración, número de frutos, largo del fruto (mm), ancho del fruto (mm), peso por fruto (mg), número de semillas por fruto, peso de semilla y número de semillas por planta.

Se estimó la variación morfológica de los morfotipos criollos y silvestres del Noroeste y sur de México, se determinó si los morfotipos y poblaciones son altamente significativos, además se determinó la distribución de variación entre morfotipos y entre y dentro de población.

Los morfotipos criollos y silvestres del Noroeste y sur de México mantienen altos niveles de variación morfológica entre sus poblaciones. La distribución de la variación morfológica se distribuyó más entre morfotipos que entre y dentro de poblaciones. En todas las variables medidas para los chiles criollos y silvestres del Noroeste y sur de México hubo diferencias significativas para morfotipos y dentro de morfotipos (poblaciones).

SUMMARY

The populations of pepper (*Capsicum annuum* L.) and wild pepper (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) are a valuable genetic resource for food and agriculture. The study of morphological variation of these populations is of great importance for management, use and conservation. Mature fruits of 13 populations of wild peppers Northwest Mexico and Oaxaca, and 48 populations creole peppers Northwest Mexico and Oaxaca were collected. A total of 61 populations. We used a the design 3 blocks random. The measured traits were: plant height (cm), stem diameter (mm), leaf length (mm), leaf width (mm), days to flowering, days to maturity the fruit, number of fruits, fruit length (mm), fruit width (mm), fruit weight (mg), number of seeds per fruit, seed weight and seed number per plant.

Morphological variation of the Creoles and wild morphotypes Northwest and southern Mexico was estimated, morphotypes determined whether populations are highly significant and also the distribution of variation between morphotypes and between and within population was determined.

Creoles and wild morphotypes Northwest and southern Mexico maintain high levels of morphological variation among populations. The distribution of morphological variation was distributed more between morphotypes that between and within populations. In all measured variables for the Creoles and wild peppers Northwest and southern Mexico there were significant differences for morphotypes and within morphotypes (populations).

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile (*Capsicum* spp.) es importante en la historia, tradición y cultura de México y es, además, un producto agrícola con alta demanda mundial.

México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y el sexto de chile seco; nuestros principales clientes Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Además de un producto con presencia mundial, éste es un cultivo originario de nuestro país y parte simbólica del imaginario culinario y cultural. En 2009 destacaron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas como principales productores del cultivo con más la mitad del volumen nacional en su conjunto (SIAP, 2013).

México es considerado uno de los países con mayor diversidad vegetal en el mundo y uno de los principales centros de domesticación de las plantas cultivadas. Aquí se han domesticado una gran cantidad de especies vegetales que forman parte importante de la alimentación mundial. Dentro de las primeras plantas domesticadas en el Continente Americano está el chile, *Capsicum* (Solanácea), cultivo que ha jugado un papel relevante en la cultura y la alimentación de la población mexicana desde épocas prehispánicas. Cuando observamos la gran diversidad de formas, colores y tamaños de los frutos de los diferentes tipos de chiles cultivados, se nos hace difícil imaginarnos que puedan tener alguna relación con los frutos pequeños, rojos y picantes de las plantas que crecen de forma silvestre en condiciones naturales. Sin embargo, estas grandes diferencias entre las plantas cultivadas y sus progenitores o parientes silvestres más cercanos son el resultado del esfuerzo, que de manera constante, durante miles de años, la especie humana ha dedicado a la

transformación de las especies vegetales con las que ha convivido (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999).

Sinaloa, uno de los principales productores de chiles del país, siguiendo muy de cerca al estado de Chihuahua en los últimos años, produjo 556,463 toneladas en una superficie de 15,162 hectáreas y un rendimiento promedio de 36.70 t/ha en 2012. Teniendo en cuenta que en el mismo año se produjeron unos 2.4 millones de toneladas en México, prácticamente uno de cada cuatro chiles verdes producidos en México provienen de Sinaloa. En el Estado destacan los chiles Jalapeño, Serrano, Ancho, Anaheim, Caribe (güero), Chilaca, De árbol, (SIAP-SAGARPA 2012), también destacan los chiles silvestres conocidos como chiltepines o piquines (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*).

En Oaxaca destacan los diferentes tipos cultivados como: Jalapeño, Chile de agua, Taviche, Soledad, Costeño, Tusta, Pasilla y Huacle; esta cuantificación no incluye los chiles semidomesticados o de traspatio y mucho menos los silvestres, que sin duda alguna, representan la mayor diversidad y variabilidad del chile en el estado. Considerando que en Oaxaca se ubican 12 regiones de las 155 a nivel nacional que se han identificado y documentado por parte de la CONABIO y otras Instituciones, como regiones prioritarias para la conservación *in situ* de recursos genéticos (Rincón y Zavala, 2000), es importante señalar que en estas regiones se producen y se consumen algunos tipos como: Manzano, Piquín, Cuicateco, Chile coxle, Chile huacle, Pasilla, Chile de agua, Taviche, Costeño, Tusta, Tabaquero, de onza, entre otros (Castro García F. y López López P, 2005).

Las comunidades indígenas y campesinas domesticaron primero las semillas y luego al seleccionarlas las mejoraron año con año, de manera lenta y segura. Este mejoramiento de

las semillas se ha sostenido durante miles de años. La palabra sostenible se atribuye a lo que sobrevive al tiempo. Las variedades criollas han ido evolucionando en compañía de los insectos, hongos y plantas arvenses; el campesino a podido escogerlas sin necesidad de insumos químicos. Las semillas criollas descendientes de estas plantas domesticadas son sostenibles y diversas. La semilla criolla no se mejora solamente por rendir suficiente para dar comida a los campesinos, si no que se va adaptando y haciendo tolerante y resistente a las plagas, a las enfermedades, a las condiciones del clima, a las sequías, a las inundaciones, a los suelos mas o menos pobres; todas estas son las ventajas de adaptación, la evolución asociando la selección campesina y la selección natural (Andreu Pal Salom, 2008).

Andreu Pal Salom, (2008) nos dice que las variedades criollas de maíz no son iguales al maíz silvestre que se desarrolló en la naturaleza, ya que la diferencia es que tienen características más útiles para la gente, porque así lo han elegido los que han escogido la semilla. De igual manera sucede con los chiles criollos y silvestres que hoy en día contamos; y que han sido por generaciones el sustento de familias indígenas en todo el país.

La importancia de las culturas mesoamericanas en la domesticación del chile se evidencia en México pues la diversidad de ambientes agroecológicos; ofrece gran variabilidad de formas cultivadas utilizadas en el país, con amplia diversidad de formas, colores, tamaños, aromas y sabores (Pozo *et al.*, 1991).

No se sabe cómo ocurrió, pero el cultivo de maíz en milpa, junto con frijol, calabaza, chile y otras plantas más fue adoptado por pueblos de distinto origen y lengua que ingresaron a lo que es actualmente territorio mexicano en diferentes épocas y ocuparon las muy diversas

regiones: semiáridas, templadas, cálidas y húmedas, etcétera. Allí moldearon su hábitat, creando paisajes tan diversos como el territorio mismo (Carrillo Trueba, 2010).

Diversos investigadores han indicado que la distribución de la variación fenotípica entre y dentro de las poblaciones, así como la proporción heredable de ésta, dependen del carácter y la especie estudiada (Rice y Mack, 1991; Cahill y Ehdaie, 2005; Felde *et al.*, 2006; Zhang y Zhou, 2006).

La fragmentación y destrucción del hábitat donde se encuentran las poblaciones silvestres parientes de las plantas cultivadas, hace que el estudio y estimación de los niveles de variación genética y su distribución entre y dentro de las poblaciones sean aspectos necesarios para su manejo y conservación (Vida, 1994). El género *Capsicum* ha sido sometido a estudios taxonómicos y evolutivos por medio del uso de caracteres morfológicos, pero aún persisten problemas en la delimitación del género y sus especies.

La variabilidad morfológica dentro de una especie es el resultado de adaptaciones a las condiciones ambientales donde crece cada población (Valladares *et al.*, 2007). Ésta puede ser evaluada utilizando colecciones *ex situ*, en donde todas las poblaciones son colocadas bajo las mismas condiciones naturales (Morales *et al.*, 2009).

El género *Capsicum* (Solanaceae) está formado por alrededor de 30 especies (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999), de las cuales *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* y *C. pubescens* son domesticadas. De las domesticadas, *C. annuum* es la especie de mayor importancia económica, se cultiva ampliamente en todo el mundo y se considera que fue domesticada en México (Pickersgill, 1971). Esta especie es la que presenta la mayor variación en tamaño, color y forma de los frutos. A ella pertenecen los tipos de chiles

conocidos como "Serrano", "Jalapeño", "Ancho" y "Morrón o "Bell pepper", entre otros. Las plantas de chile silvestre (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser y Pickersgill) conocidas comúnmente como chiles "chiltepines" o "piquines" son perennes, herbáceas o trepadoras, sus frutos son pequeños, rojos y picantes: son comidos por las aves que dispersan sus semillas (Vázquez-Dávila, 1996).

Es posible encontrarlas en sitios imperturbados de la selva caducifolia, así como a orillas de los caminos, en huertos, potreros y bajo la vegetación remanente a orillas de los campos de cultivo Hernández-Verdugo *et al.* (1999), generalmente en altitudes menores de 1000 m (D'Arcy y Eshbaugh, 1974).

Las poblaciones de *Capsicum* en un principio se analizaron y aún se estudian con base en descriptores morfológicos y agronómicos (Eshbaugh 1975; Jensen *et al.*, 1979; IPGRI 1995).

Consideramos que la introducción y el intercambio de germoplasma entre países han incrementado la variabilidad del recurso genético de chile en los bancos de germoplasma, lo que no significa que sea representativa de la variabilidad natural. Sin embargo, estas acciones han generado conocimientos sobre diversidad genética que se han aplicado en la estimación de la variabilidad genética de *Capsicum*. También, dichas estimaciones permiten a su vez incrementar la variabilidad y luego utilizarla en el mejoramiento genético del cultivo. El mejoramiento genético se constituye como una alternativa viable y económica para resolver los problemas de producción del chile que tienen impacto en la economía agrícola de México y el mundo. A la fecha poco de este mejoramiento ha sido asistido por herramientas biotecnológicas, de modo que su aplicación incrementará la

eficiencia del mejoramiento e incidirá determinantemente en la solución a los problemas del cultivo del chile (Pérez-Castañeda *et al.*, 2008).

El alimento del futuro está en las variedades que son socias de la naturaleza y no en las mejoradas convencionalmente por las grandes empresas (Andreu Pal Salom, 2008).

II. HIPÓTESIS

1. Los morfotipos criollos y silvestres de Oaxaca mantienen altos niveles de variación morfológica entre sus poblaciones.
2. Los morfotipos criollos y silvestres del Noroeste de México mantienen altos niveles de variación morfológica entre sus poblaciones.
3. Los morfotipos criollos y silvestres del Noroeste y sur de México son altamente significativos.
4. Las poblaciones de los morfotipos criollos y silvestres del Noroeste y sur de México son altamente significativas.
5. La mayor variación se distribuye entre morfotipos que entre y dentro de población.

III. OBJETIVOS

1. Estudiar los morfotipos colectados de chiles criollos y silvestres del Noroeste y sur de México.
2. Determinar la variación morfológica de las poblaciones criollas y silvestres de Chile (*Capsicum annuum* L.) del Noroeste y sur de México.
3. Caracterizar mediante caracteres morfológicos los morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste y sur de México.
4. Determinar la distribución de variación entre morfotipos y entre y dentro de población.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen e historia del chile

Actualmente se cree que *C. pubescens* y *C. baccatum* fueron domesticados en Bolivia en áreas adyacentes. El complejo *C. annuum* fue domesticado al menos dos veces, un tipo *C. annuum* en México y un tipo *C. chinense* en la Amazonía (Pickersgill, 1969).

Los hallazgos de restos arqueológicos de estas especies complementan la anterior propuesta. Aunque ha sido difícil determinar exactamente a que especie se refieren las diversas reiminicenas encontradas. Por esto, en la cueva Guitarrero en Perú, que está localizada en un valle intermontano, sobre la vertiente oeste de los Andes, a 2,580 m de altura, fué excavada por Thomas Lynch y publicada en 1980. Tiene un registro de 12, 000 años de antigüedad. En la base se encontró un cuchillo de dos caras de hace 12, 500 años. Restos de *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *Oxalis*, *Capsicum*, *Solanum hispidum*, *Cucurbita* sp., *Inga* y algunas otras plantas fueron encontradas más arriba, en el complejo II, fechado entre 8600-5600 a.C. El frijol y el chile procedían del nivel II a, entre 8600-8000 a.C., y eran de tipos domesticados. En consecuencia parece que se produjo una domesticación de *Capsicum* antes de 8000 años a.C. (Bird, 1948; Perry *et al.*, 2007). Los chiles silvestres se encuentran en las laderas orientales de los Andes. Probablemente fueron domesticados allí e introducidos posteriormente en la vertiente occidental (Harlan, 1992).

Moscone, *et al.* (2007) suponen que una migración primaria a las regiones selváticas bajas del norte de Bolivia y oeste de Brasil llevó al origen de *Capsicum annuum*, una especie que crece silvestre en estas zonas. A partir de ahí, podría haber llegado a partes del norte de América del Sur y, sobre todo a América Central y México, donde actualmente tiene su mayor diversidad. En relación con los movimientos dentro de la Amazonia dio lugar a los

otros miembros del complejo *C. annuum*, es decir, *C. chinense* y *C. frutescens*. Esta vía especulativa es apoyada por la presencia en el "área nuclear" de un sistema de ríos que desembocan en la cuenca del Amazonas, que puede haber favorecido la dispersión primaria, tal como propone McLeod *et al.* (1982). Desde el aparente ancestro de *C. frutescens*, *C. parvifolium* pudo haber surgido en las zonas áridas del noreste de Brasil, aunque el origen directo de la base ancestral en la zona de "área nuclear", también parece posible (Perry *et al.*, 2007).

Capsicum annuum es la especie más importante de este género en México y el mundo, con el gran número de tipos de chile que posee, lo que representa la mayor diversidad de la misma. Entre los tipos más importantes desde el punto de vista económico se encuentran: Jalapeño, Serrano, Ancho y Guajillo, otros de menor importancia son Pasilla, Carricillo, de Árbol y Mirador. Sin embargo existen muchos otros tipos de importancia regional o local, que en ocasiones son poblaciones locales adaptadas a las diversas condiciones ambientales y con un alto potencial para usarse de forma directa por sus características particulares, y como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento (Lujan 1986; Pozo *et al.*, 1991).

4.2. Los chiles y sus parientes silvestres

Para establecer las relaciones entre plantas cultivadas y sus parientes silvestres se considera tres posibilidades: 1) que los materiales silvestres sean los progenitores de los cultivados, 2) que los materiales silvestres sean un escape a la domesticación o bien, 3) tanto el cultivo como los materiales silvestres se hayan derivado de un ancestro común (Pickersgill, 1971). Resultados de estudios sugieren que los materiales silvestres del género *Capsicum* son los

ancestros de las variedades cultivadas (Heiser y Smith, 1953, 1958; Smith y Heiser, 1951, 1957; Eshbaugh, 1970, 1975; Pickersgill, 1971, 1979, 1984). En un estudio de taxonomía numérica efectuando con caracteres morfológicas en los materiales silvestres y cultivados de los taxa *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. baccatum*, Pickersgill et al. (1979) encuentran que no hay una separación tajante entre los chiles silvestres y cultivados de cada especie, sino una gran cantidad de tipos intermedios que forman un continuo.

Sin embargo, Pickersgill (1971) encuentra que hay variación en el número, tamaño y posición de los satélites de los cromosomas entre las formas silvestres y cultivadas, siendo esta variación mayor en las primeras, particularmente en *C. annum*. Esta mayor variación en la morfología de los cromosomas en las formas silvestres puede interpretarse como una prueba de que estos son los progenitores de las formas cultivadas. Los cultivares modernos proceden de poblaciones pequeñas manejadas por los fitomejoradores, o de materiales semidomesticados que crecen en huertas pequeñas de los habitantes del campo. (Pickersgill y Heiser, 1976) han señalado que los huertos pequeños limitan severamente el número de individuos que puedan contener, los cuales por los efectos de "cuello de botella" tendrían una menor variabilidad.

Todos los chiles silvestres tienen en común frutos pequeños, rojos y picantes, los cuales pueden ser esféricos, ovalados, cónicos o alargados, deciduos (se separan del cáliz y caen al llegar a su madurez) y crecen erectos sobre las plantas; son comidos por las aves que dispersan sus semillas (Vázquez-Dávila, 1996). Las plantas de chile silvestre (*Capsicum annum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser y Pickersgill) conocidas comúnmente como chiles "chiltepines" o "piquines" son perennes, herbáceas o trepadoras (Vázquez-Dávila, 1996).

Es posible encontrarlas en sitios imperturbados de la selva caducifolia, así como a orillas de los caminos, en huertos, potreros y bajo la vegetación remanente a orillas de los campos de cultivo (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999), generalmente en altitudes menores de 1000 m (D' Arcy y Eshbaugh, 1974).

4.3. Taxonomía de *Capsicum*

Actualmente, se reconocen 31 especies en el género *Capsicum* (Hunziker, 1979; Eshbaugh, 1980a, 1993; Pickersgill, 1984; Moscone, *et al.*, 2007) con un número de cromosomas básico de $n=12$, excepto por *C. campylopodium*, *C. cornutum*, *C. lanceolatum*, *C. mirabile*, *C. rhomboideum*, *C. schottianum*, *C. villosum*, *C. pereirae* y *C. recurvatum* y *C. friburgense* que reportan un número básico de $n=13$ (Pickersgill, 1977b; 1991; Tong y Bosland, 2003; Toniolo y Schifino-Wittmann, 2006; Moscone, *et al.* 2007) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies del género *Capsicum*, su condición silvestre (S) o cultivada (D); taxa con número de cromosomas haploide $n=13$, y para los chiles usados por la humanidad, el grupo al que pertenecen considerando color de flor (Fb=blanca; Fp=púrpura) y su agrupación filial artificial (GCA=Complejo *C. annuum*; GCB=Complejo *C. baccatum*; GCP=Complejo *C. pubescens*); así como su distribución geográfica (Modificado de Pickersgill, 1984, 1991; Eshbaugh 1980a, 1993; Andrews, 1995; Hernández-Verdugo *et al.*, 1999; Moscone *et al.*, 2007).

No.	Especie	Condición	Distribución
1	<i>C. annuum</i> L. <i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	D; Fb; GCA	Pantropical, ampliamente distribuida y cultivada principalmente en países subtropicales y templados y el mundo en general
	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill) [sinónimo <i>C. annuum</i> var. <i>aviculare</i> aust.]	S; Fb; GCA	Desde el sur de Estados Unidos a Perú y Norte de Brasil
2	<i>C. baccatum</i> L. <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (Willd.) Eshbaugh	D; Fb; GCB	Perú, Bolivia, Paraguay, Brasil, Argentina Cultivado en USA, México, Costa Rica, Sudamérica e India
	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	S; Fb; GCB	Colombia, Perú, Bolivia, Paraguay, Brasil y Argentina

Continuación cuadro 1.

1 C. <i>baccatum</i> var. <i>umbilicatum</i> (Vell.) Hunz. & Barboza	S; Fb; GCB	Cultivado en USA, México, Jamaica, Peru, Bolivia, Brazil, Paraguay, Argentina
2 C. <i>caballeroi</i> M. Nee	S	Bolivia
3 C. <i>campylopodium</i> Sendt.	S (n=13)	Brasil
4 C. <i>cardenasii</i> Heiser & Smith	S; Fp; GCP	Bolivia
5 C. <i>ceratocalyx</i> M. Nee	S	Bolivia
6 C. <i>chacoense</i> Hunz.	S; Fb; GCB	Norte y Centro de Argentina, Paraguay, Bolivia
7 C. <i>chinense</i> Jacq.	D; Fb; GCA	Cultivado en USA, Mexico, Central America, Ecuador, Peru, Bolivia, Brasil, Argentina, China, Japan, África occidental
8 C. <i>coccineum</i> (Rusby) Hunz.	S	Peru, Bolivia y Sur de Brasil
9 C. <i>cornutum</i> (Hiern.) Hunz (sinónimo C <i>dusenii</i> Bitter)	S (n=13)	Brasil
10 C. <i>dimorphum</i> (Miers) Kuntze	S	Colombia, Ecuador
11 C. <i>eximium</i> Hunz.	S; Fp; GCP	Sur de Bolivia, norte de Argentina
12 C. <i>flexuosum</i> Sendt.	S	Paraguay, Sur y SE de Brasil, NE Argentina
13 C. <i>friburgense</i> Bianchetti & Barboza	S (n=13)	Brasil
14 C. <i>frutescens</i> L.	D; Fb; GCA	Cultivado en USA, Mexico, Centro y Sudamerica, Africa, India, China, Japan
15 C. <i>galapagoense</i> Hunz.	S; Fb; GCA	Ecuador, Islas Galápagos
16 C. <i>geminifolium</i> (Dammer) Hunz.	S	Colombia, Ecuador, Peru
17 C. <i>hookerianum</i> (Miers) Kuntze	S	Sur de Ecuador y Norte de Peru
18 C. <i>huzikerianum</i> Barboza & Bianchetti	S	Brasil
19 C. <i>lancoelatum</i> (Greenm.) Winton & Standley	S (n=13)	México, Guatemala
20 C. <i>mirabile</i> Mart. ex Sendt (sinónimo C. <i>buforum</i> Hunz)	S (n=13)	Brasil
21 C. <i>parvifolium</i> Sendtn	S	Colombia, Venezuela, NE Brazil
22 C. <i>pereirae</i> Barboza & Bianchetti	S (n=13)	Brasil
23 C. <i>praetermissum</i> Heiser & Smith [sinónimo C. <i>baccatum</i> var. <i>praetermissum</i> (Heiser & Smith.) Hunz.]	S	Centro y Sur de Brasil, paraguay
24 C. <i>pubescens</i> Ruiz & Pav.	D; Fp; GCP	Cultivado en Mexico, Centro y Sudamerica
25 C. <i>recurvatum</i> Witas.	S (n=13)	Brasil
26 C. <i>rhomboideum</i> (Dunal) Kuntze [sinónimo C. <i>ciliatum</i> (Kuntze) Kuntze]	S (n=13)	Mexico, Guatemala, Honduras, Colombia, Venezuela, Ecuador, Peru
27 C. <i>schottianum</i> Sendt.	S (n=13)	Brasil
28 C. <i>scolnikianum</i> Hunz.	S	Ecuador: EO, Peru:
29 C. <i>sovarii</i> Eshbaugh, Smith & Nickrent	S; Fb; GCB	Perú
30 C. <i>villosum</i> Sendt.	S (n=13)	Brasil

Cuadro 2. Especies del género *Capsicum* consumidas por la humanidad, su características distintivas (Modificado de Pickersgill, 1984, 1991; Eshbaugh 1980a, 1993; Andrews, 1995; Hernández-Verdugo *et al.*, 1999).

Especie	Cáliz dentado	Constricción en el cáliz	Color (tamaño y forma) de la corola	Núm. de flores por nudo	Color y forma de la semilla
Grupo de flores blancas					
<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	presente	ausente	blanca (grande)	1	amarilla, lisa
<i>C. annuum</i> var. <i>glabrescens</i>	ausente	ausente	blanca (pequeña)	1 (2-3)	amarilla, lisa
<i>C. chinense</i>	ausente	presente	blanca opaca	2-3	amarilla, lisa
<i>C. frutescens</i>	ausente	ausente	blanca verdosa	2-3	amarilla, lisa
<i>C. galapagoense</i>	ausente	ausente	blanca	1	amarilla, lisa
<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	presente	ausente	blanca con manchas amarillo-verdosas	1	amarilla, lisa
<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	presente	ausente	blanca con manchas amarillo-verdosas	2-3	amarilla, lisa
<i>C. baccatum</i> var. <i>umbilicatum</i>	presente	ausente	blanca con manchas verdes u ocreas	1	amarilla, lisa
<i>C. praetermissum</i>	presente	ausente	purpura con manchas verdes	1	amarilla, lisa
<i>C. chacoense</i>	presente	ausente	Blanca	1	amarilla, lisa
<i>C. tovarii</i>	presente	ausente	violeta a crema con manchas amarillo-verdosas	1	amarilla, lisa
Grupo de flores púrpura					
<i>C. pubescens</i>	presente	ausente	púrpura	1 (2-3)	negra, rugosa
<i>C. eximium</i>	presente	ausente	violacea magenta a blancuzca con máculas amarillentas u ocráceas	1 (2-3)	amarilla, lisa
<i>C. cardenasii</i>	presente	ausente	púrpura (campanulada)	2-3	amarilla, lisa

Esta especie *C. annuum* es la que presenta la mayor variación en tamaño, color y forma de los frutos. A ella pertenecen los tipos de chiles conocidos como "Serrano", "Jalapeño", "Ancho" y "Morrón o "Bell pepper", entre otros (Vázquez-Dávila, 1996).

4.4. Caracterización botánica

El chile es una planta anual y perenne bajo condiciones tropicales; es autógama, con 12 pares de cromosomas ($2n=24$); excepto unas especies que tienen 13 pares ya antes mencionadas. Su taxonomía es la siguiente según (The plant list, 2010):

Reino: Plantae

División: Spermatophyta

Línea: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Capsiceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *annuum*

Nombre común: Chile

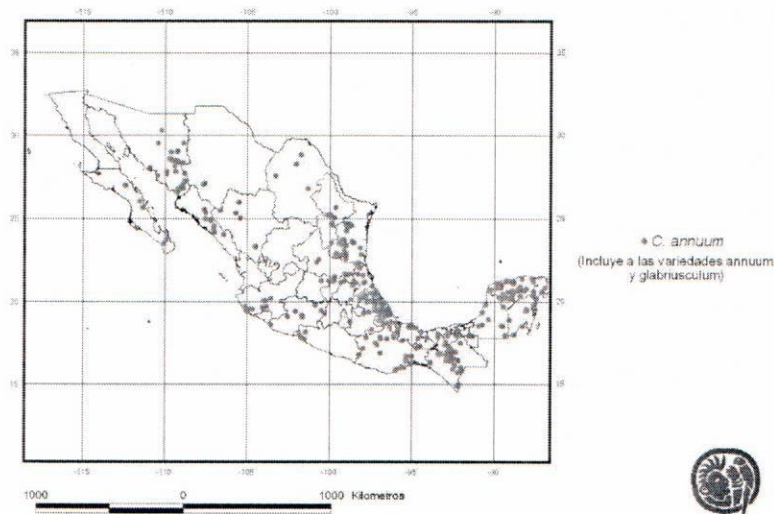


Figura 1. Distribución puntual de *Capsicum annuum* L. en México.

CONABIO, 2015.

Los materiales cultivados de esta especie son conocidos como *C. annuum* var. *annuum* y los silvestres como *C. annuum* var. *glabrusculum*. Estos son considerados los progenitores de los cultivados (Pickersgill, 1971 y 1984). Se le conoce con el nombre común de "chile chiltepin". Su diagnosis taxonómica es la siguiente: plantas perennes, herbáceas o trepadoras. Sus flores son blancas, solitarias, raramente de dos a tres pares. Pedúnculo largo y delgado, cáliz truncado; corola blanca raramente verdosa; anteras de color violeta a azul, filamentos cortos y frutos pequeños, globosos u ovoides, erectos y deciduos (D'Arcy y Estibough, 1974).

4.5. Domesticación del chile silvestre

La domesticación del cultivo produce un paralelismo debido a las diferentes regiones donde se produce, principalmente en las características de interés humano, como son el tamaño, forma y color de sus frutos. Debido a que en casi todos los materiales cultivados de chile se

conoce su contraparte silvestre, no ha sido difícil encontrar cuales han sido los cambios producidos por la domesticación. A partir de los datos arqueológicos, puede afirmarse que la agricultura fue una actividad desarrollada por diferentes culturas de América, África, Asia y Europa desde un tiempo estimado entre 10 000 a 15 000 años antes de nuestra era (Cowan y Watson, 1992). Con base en la información obtenida a partir de la botánica, arqueología, historia y la geografía, De Candolle propuso en 1886, que la agricultura se había desarrollado en tres lugares distintos: China, Medio Oriente y América tropical (Pickergill, 1977a). En 1926, Vavilov, propuso que los centros de domesticación correspondían con las áreas donde la diversidad genética y el número de especies relacionadas con las plantas cultivadas eran mayores. México es considerado uno de los principales centros de domesticación de plantas en el mundo (Harlan, 1971; Hawkes, 1985). El chile (género *Capsicum*) fue una de las primeras plantas domesticadas en el continente americano (MacNeish, 1964, 1967).

4.6. Proceso de domesticación

El concepto cultivo incluye un conjunto de formas de manejo, ya sea de poblaciones o comunidades vegetales, mientras que la domesticación es un proceso evolutivo que resulta de manipular los genotipos de las plantas y no necesariamente se logra con sólo manejar el ambiente (Casas *et al.*, 1997). Es decir, la domesticación puede ocurrir a través de formas de manejo no agrícola, no consideradas formas de cultivo (Rindos, 1984).

La domesticación se define, por tanto, como un proceso de selección genética continuo (consciente o inconscientemente) ejercida por los humanos durante la adaptación de plantas y animales, que puede ser para el cultivo o crianza, respectivamente (Gepts y Papa, 2002:

Gepts, 2004a). En lo que respecta a las plantas, este proceso genera cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos (Díaz Guillén F, 2010).

4.7. Cambios asociados a la domesticación

Cuando las plantas cultivadas son comparadas con sus parientes silvestres, se puede observar diferentes cambios en varios rasgos, resultado de la evolución bajo domesticación. Debido a que estos cambios suceden ampliamente y son comunes en las diferentes plantas domesticadas, a este conjunto de rasgos se les ha denominado síndrome de la domesticación. Un primer cambio observado en los domesticados es la pérdida de mecanismos de dispersión, relacionado con la falta de una zona de abscisión. Otro cambio asociado a la domesticación es el incremento del tamaño de la planta, marcado especialmente en la parte cosechada por el humano. También se ha observado cambios en las características de historia de vida. Por ejemplo, cambios en el tipo de germinación, debido a una selección disruptiva en ambientes agrícolas contra ambientes naturales. Asimismo, cambios en la arquitectura ya que la selección de un mayor índice de cosecha (la parte cosechada para el total de biomasa cosechada) puede reducir o suprimir las ramas laterales (Gepts, 2004b; Pickersgill, 2007). Igualmente, gran sincronización de la maduración de frutos y semillas, permitiendo cosecharlos en un periodo determinado. Otro cambio asociado es la pérdida de latencia de las semillas, ya que una germinación rápida y uniforme es necesaria si se pretende que el cultivo se establezca antes de tener serias competencias con otras plantas. Igualmente, muchos domesticados cuando se les compara contra sus parientes silvestres presentan una pérdida o reducción de mecanismos de defensas contra enemigos naturales.

Finalmente, el largo periodo de coexistencia del hombre y plantas ha resultado un conocimiento biológico y ecológico de estas últimas, amplia y profundamente. Probablemente, este conocimiento se aplicó en la fase inicial, cuando no se conocían los principios de la herencia. Posteriormente, el conocimiento científico de los mecanismos hereditarios condujo al mejoramiento genético y, por último, el más vasto y profundo conocimiento de la genética ha permitido al hombre manipular los genes de los organismos domesticados, tal como se ve en la actualidad, culminando en la aplicación de la biotecnología y la biología molecular (Díaz Guillén F, 2010).

4.3. Las semillas criollas

En la actualidad, el germoplasma de tipo criollo cultivado en los sistemas agrícolas tradicionales tiene un amplio potencial de uso como fuente de genes para mejorar tanto la calidad y productividad como la resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades (Morán Bañuelos S, 2008).

Las variedades se producen por selección y cruzamiento. La naturaleza es la que cruza y selecciona las variedades y después las poblaciones humanas aprendieron a aumentar esta selección al escoger las mejores plantas para producir sus semillas. La selección siempre es una mezcla de selección natural y selección dirigida por las personas. Las personas pueden seleccionar una variedad, pero si la naturaleza crea unas condiciones ambientales que la destruyen, un huracán, una plaga, una enfermedad o una sequía, no va a sobrevivir. Si seleccionamos una variedad de chile con mayor rendimiento, mejor sabor y que además se adapte a las condiciones naturales, entonces va a sobrevivir; es decir, las semillas criollas que van seleccionando los campesinos, son el trabajo mixto, en parte realizado por la

naturaleza y el trabajo de la gente. Los campesinos, al mejorar las semillas, son socios de la naturaleza, no son autores como seres humanos al 100%, ni dueños al 100% de una semilla o de una planta; por tanto la semilla es colectiva de la humanidad y la naturaleza. Las semillas criollas, por tanto son propiedad colectiva de la humanidad asociada con la naturaleza, por lo que las poblaciones indígenas y campesinas tienen derecho a poseerlas, utilizarlas, aprovecharlas y mejorarlas (Andreu Pol Salom, 2008).

Bajo estas circunstancias y reconociendo que México es centro de origen y diversidad de *C. annuum* L. y que en él se distribuyen numerosas formas silvestres y cultivadas (Loaiza *et al.*, 1999; Pickersgill, 1997; Hernández-Verdugo *et al.*, 1999) es posible que la diversidad de tipos de chile mantenidos en parcelas de cultivo tradicional por muchas generaciones, incluso desde antes de la conquista, sean fuente potencial de germoplasma para el presente y el futuro del cultivo en el país. Para ello se ha acordado, desde instituciones de nivel internacional hasta grupos de trabajo regionales, que la descripción y clasificación de la diversidad de chile en México en términos de su adaptabilidad a nichos y usos específicos en los sistemas agrícolas, son el punto de partida para asegurar su conservación y manejo sustentable (Morán Bañuelos S, 2008).

4.3. Usos del chile

Los usos de los chiles son múltiples, aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, curtidos, enlatados, pastas y salsas, se utiliza como materia prima para la obtención de colorantes y de aceites para fines industriales, e incluso para fines medicinales.

La variación en el contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina de diversos morfotipos de *C. annuum* analizados en el estado de Yucatán, tuvo fuerte asociación con los usos específicos para cocinar (Cázares-Sánchez *et al.*, 2005).

Por otro lado, como producto medicinal se utiliza en la medicina tradicional para remediar el efecto del asma, de la tos, irritación de garganta y otros desordenes respiratorios (Andrews, 1995; Long-Solís, 1986).

En las regiones donde se distribuye *C. annuum* var. *glabriusculum* forma parte importante de la economía local en la época de recolección. Ya sea consumido en verde o seco (rojo), llegan a un precio muy alto para el consumidor; siendo en verde de 20 a 50 g aproximadamente un precio de \$20 a \$50 pesos la bolsita, un estimado de mil pesos el kilo, y en seco (rojo) llegan a oscilar los precios de \$1500 a \$3500 pesos el kilo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Desarrollo del experimento

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Recursos Genéticos y dentro de un invernadero bajo malla-sombra que permita el paso de 50% de luz solar, instalado en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, situada en el km 17.5 de la carretera Culiacán-El Dorado, geográficamente localizado a $24^{\circ} 37' 24.40''$ de latitud Norte y $107^{\circ} 26' 35.69''$ de longitud Oeste, a una altitud de 38.54 msnm. Se estimó la variación morfológica entre y dentro de tipos (entre poblaciones).

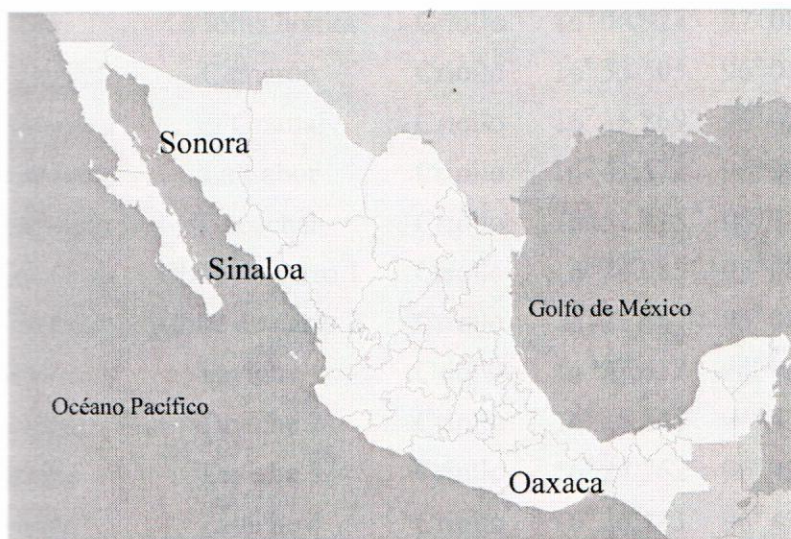


Figura 2. Lugares de origen de los morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste y sur de México estudiadas.

Cuadro 3. Clave, nombre del morfotipo, de la población, condición, ubicación geográfica y origen de los chiles de Oaxaca.

Clave	Morfotipo	Población	Condición	LN	LO	Altura (msnm)
A	Piquín bola	Jicayan	Criollo	16° 26.987'	98° 01.135'	405
B	Piquín bola	Tapango	Criollo	16° 49.145'	97° 59.916'	370
C	Piquín bola	Tee-niki	Criollo	17° 01.032'	97° 48.940'	1420
D	Piquín bola	El Tututepec	Criollo	16° 26.978'	97° 35.645'	56
E	Piquín alargado	Cerro Colorado	Criollo	16° 15.781'	98° 04.872'	312
F	Piquín alargado	Agua de sol	Criollo	16° 28.345'	96° 44.052'	1505
G	Piquín alargado	Mata de bule	Criollo	15° 52.604'	96° 50.294'	545
H	Piquín alargado	Morro Mazatán	Criollo	16° 05.894'	95° 22.740'	36
I	Piquín alargado	Tututepec	Criollo	16° 26.978'	97° 35.645'	56
J	Tusta	Arroyo frío	Criollo	16° 11.361'	97° 30.125'	634
K	Tusta	El Atole	Criollo	16° 07.059'	97° 09.405'	641
L	Tusta	La loma bonita	Criollo	16° 06.927'	97° 08.447'	486
M	Chile de agua	Camarón	Criollo	16° 33.505'	96° 01.705'	680
N	Chile de agua	El Gramal	Criollo	16° 36.869'	96° 02.067'	670
Ñ	Chile de agua	La Labor	Criollo	16° 43.572'	96° 39.584'	1560
O	Chile de agua	Tlacoachah	Criollo	16° 57.815'	96° 33.665'	1588
P	Chile de cerro	Chile de cerro 1	Criollo	16° 24.085'	95° 08.719'	22
Q	Chile de cerro	Chile de cerro 2	Criollo	16° 23.687'	95° 08.829'	20
R	Taviche	Taviche 1	Criollo	16° 27.617'	96° 43.325'	1566
S	Taviche	Taviche 2	Criollo	16° 28.545'	96° 42.034'	1621
T	Taviche	Taviche 3	Criollo	16° 27.762'	96° 42.341'	1553
U	Taviche	Taviche 4	Criollo	16° 26.183'	96° 41.629'	1523
1	Silvestre	Arroyo seco	Silvestre	16° 14.246'	98° 07.473'	67
2	Silvestre	Mazatán	Silvestre	16° 05.373'	95° 23.200'	20
3	Silvestre	Zachilac	Silvestre	15° 58.120'	95° 32.222'	12

LN: Latitud Norte; LO: Longitud Oeste

Cuadro 4. Nombre del morfotipo, de la población, condición, ubicación geográfica y origen de los chiles del Noroeste de México.

Clave	Morfotipo	Población	Condición	LN	LO	Altura (msnm)
A	Chilaca	Chilaca	Criollo	22° 43.886'	105° 50.834'	7
B	Cambray	Cambray	Criollo	22° 53.787'	105° 58.276'	10
C	Húngaro	Húngaro	Criollo	22° 45.328'	105° 52.717'	3
D	Guajillo	Guásima	Criollo	22° 54.594'	106° 05.776'	8
E	Anaheim	Mavery	Criollo	23° 01.402'	106° 10.277'	12
F	Anaheim	La Guásima	Criollo			
G	Ancho	Caballero	Criollo	23° 01.402'	106° 10.277'	12
H	Ancho	Corcel	Criollo	23° 01.530'	105° 10.766'	12
I	Ancho	R. Canutillo	Criollo			
J	Jalapeño	Máxima	Criollo	23° 08.925'	105° 14.402'	14
K	Jalapeño	Marahara	Criollo	22° 45.328'	105° 52.717'	3
L	Jalapeño	Las Cabras	Criollo			
M	Serrano	Camino Real	Criollo	23° 12.003'	106° 13.825'	14
N	Serrano	Don Vicente	Criollo	22° 45.328'	102° 52.717'	3
Ñ	Serrano	Caminos las cabras 1	Criollo			
O	Cola de rata	La brecha	Criollo	22° 29.403'	105° 33.312'	12
P	Cola de rata	Agua blanca	Criollo			
Q	Cola de rata	Centro	Criollo			
R	Cola de rata	El coco	Criollo			
S	Cola de rata	Marisma	Criollo			
T	Cola de rata	El tanque	Criollo			
U	Cascabel	Isla del bosque	Criollo	22° 41.030'	105° 47.814'	10
V	Cascabel	El panteón	Criollo			
W	Cascabel	Rancho Canutillo	Criollo			
X	Piquín bola	Piquín bola	Criollo			
Y	Piquín alargado	Piquín alargado	Criollo			
1	Silvestre	Alcoyonqui (ALC)	Silvestre	24° 44.674'	107° 12.370'	130
2	Silvestre	Lo de vega (LVG)	Silvestre	26° 11.360'	108° 36.250'	116
3	Silvestre	Buyubampo (BUY)	Silvestre	26° 37.480'	108° 39.070'	225
4	Silvestre	El Cardón (CAR)	Silvestre	27° 51.989'	109° 23.141'	455

5	Silvestre	El Sabinal (SAB)	Silvestre	24° 13.857'	106° 04.818'	326
6	Silvestre	Yecorato Camino (YCA)	Silvestre	26° 26.200'	108° 12.120'	392
7	Silvestre	Piedras Verdes (PVE)	Silvestre	27° 06.846'	108° 59.344'	288
8	Silvestre	Presa Oviachic (POV)	Silvestre	27° 49.424'	109° 53.990'	582
9	Silvestre	El Pozo (POZ)	Silvestre	24° 55.020'	107° 15.160'	155
10	Silvestre	El Mahone (MAH)	Silvestre			

LN: Latitud Norte; LO: Longitud Oeste

5.2. Material vegetal y diseño experimental

Se colectaron frutos maduros de 26 poblaciones de chiles criollos del Noroeste de México y de chiles criollos de Oaxaca fueron 22 poblaciones. De chiles silvestres del Noroeste de México fueron 10 poblaciones y de silvestres de Oaxaca fueron 3 poblaciones. Con un total de 61 poblaciones. Se extrajo la semilla y se trató con ácido giberélico al 90%, 1 gr L^{-1} de agua destilada, dejándolas en reposo durante 30 horas. La siembra se realizó el día 23 de abril de 2014 para todas las poblaciones; en charolas de poliestireno de 200 cavidades con sustrato Peat-Moss y vermiculita. El día 25 de junio del 2014; 63 días después de la siembra se realizó el trasplante en bolsas con 10 kg de suelo de aluvión, a una separación de 30 cm por bolsas, 1.30 m entre surco. Se utilizó un diseño de tres bloques al azar. Las 61 poblaciones fueron sorteadas al azar en los tres bloques, y así una por una se colocaron respectivamente.

5.3. Características medidas

Las variables de estudio fueron altura de planta, la cual se midió con una cinta métrica desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta; diámetro de tallo, mismo que se midió con un vernier a dos centímetros de la superficie del suelo, largo y ancho de hoja; se tomó una hoja al azar del estrato medio de la planta la cual se midió con un vernier. Días

a la floración y días a la maduración de fruto; se cuentan los días desde el momento de siembra hasta que la planta muestra el primer botón floral; y el fruto cambia de color. El número de frutos se suman el total de frutos obtenidos por la planta. El largo, ancho de fruto, peso de fruto y número de semillas por fruto se estimó tomando tres frutos al azar de todas las plantas que obtuvieron frutos; sumando su medida y dividiéndola entre tres que fueran los frutos escogidos al azar. De esos mismos frutos tomados al azar se sacó el peso de semilla; dividiendo el número de semillas de los tres frutos entre el peso de semillas de los tres mismos frutos. Y el número de semillas por planta se sacó multiplicando el número de frutos por el número de semillas por fruto. El peso de fruto y peso de semilla se pesaron con una balanza analítica de la marca Denver Instrument modelo TP-214 hecha en Estados Unidos de América, con un máximo de 210 g y un margen de precisión de 0.1 mg.

5.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico JMP (SAS Institute, 1995). Las diferencias entre medias de los tipos y de las poblaciones se determinaron por medio de un análisis de varianza para evaluar las diferencias entre tipos y dentro de tipos (poblaciones). Se hizo un análisis de varianza anidado para determinar la distribución de las cantidades relativas de variación entre tipos de chiles y entre tipos dentro de poblaciones; para cada característica medida. Con las variables medidas se efectuaron dendogramas jerárquicos de todas las colectas de chile, obtenidas mediante el método de Ward. Con las medias de las poblaciones de las variables estudiadas se realizó un análisis de componente principales (ACP), que incluyeron 13 variables que se estandarizaron. Los tipos y las poblaciones fueron considerados factores aleatorios. Se estimaron la media, desviación

estándar y coeficiente de variación. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Student's ($\alpha \leq 0.05$).

VI. RESULTADOS

Capítulo I. Chiles criollos y silvestres de Oaxaca

6.1. Variación morfológica entre poblaciones

La altura de planta varió de 18.5 a 163.3 cm, mientras que el diámetro de tallo varió desde 3.17 a 16.04 mm. En largo y ancho de hoja los valores estuvieron en 18 a 163.78 y 13.23 a 92.75 mm respectivamente. En días a la floración y a la maduración del fruto los valores variaron desde 35 a 171 días y 77 hasta 247 días respectivamente. En el número de frutos el valor máximo fue de 5.47 frutos. En largo y ancho de fruto estuvieron entre los valores mínimos y máximos de 4.02 a 69.46 mm y de 3.98 a 35.27 mm respectivamente. El peso de fruto y número de semillas por fruto variaron ampliamente, desde un 20 hasta 3203.30 mg y desde 1 a 209.33 semillas, respectivamente. El peso individual de las semillas varió desde 2.8 hasta 14.35 mg. Y el número de semillas por planta presentó un mínimo de 1.10 a 8.29 semillas.

El coeficiente de variación en las características vegetativas como altura de planta, largo y ancho de hoja, días de floración, y reproductivas como número de frutos, largo y ancho de fruto, peso del fruto, número de semillas por fruto y peso de las semillas mostraron resultados cercanos o superiores al 40%. Sólo diámetro de tallo, días de maduración del fruto y número de semillas por planta tuvieron CV alrededor de 20%. El CV promedio de las trece características fue de 77.15% (cuadro 5).

Cuadro 5. Medias, desviación estándar (DE), valores mínimos, máximos, coeficiente de variación (CV) de las características medidas en las 25 poblaciones de chiles criados y silvestres de Oaxaca.

Característica	Media	DE	Mínimo	Máximo	CV
Altura (cm)	65.70	27.16	18.50	163.30	41.34
DT (mm)	9.64	2.25	3.17	16.04	23.34
LH (mm)	61.23	24.81	18	163.78	40.52
AH (mm)	31.50	11.79	13.23	92.73	37.43
Días de floración	73.97	26.88	35	171	36.34
Días de maduración	154.16	31.36	77	247	20.34
Número de frutos	2.92	1.24	0	5.47	42.47
Largo fruto (mm)	28.65	19.52	4.02	69.45	68.13
Ancho fruto (mm)	14.40	8.4	3.98	35.27	58.33
Peso del fruto (mg)	685.13	713.66	20	3203.30	104.16
Número de semillas por fruto	38.36	37.22	1	209.33	97.03
Peso de semilla (mg)	4.81	1.90	2	14.35	39.50
Número de semillas por planta	6.04	1.48	1.10	8.29	24.50

6.2. Distribución de la variación

De la variación morfológica observada en las características medidas, en promedio 44.30% se distribuyó entre morfotipos, 14.11% entre poblaciones y el 41.56% residual que corresponde a la variación dentro de poblaciones. La característica día de floración y las características del fruto fueron las que más variaron oscilando desde el 57% hasta el 90% entre los tipos de chiles estudiados. Entre las poblaciones de cada tipo de chile, sólo el ancho de hoja presentó variabilidad con un 48.87%. La variación dentro de población osciló desde el 38% hasta el 79% para las primeras tres características medidas y a días de maduración del fruto junto con número de frutos (cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza anidado mostrando el porcentaje de variación explicada por los diferentes componente de varianza entre morfotipos, entre población y dentro de población de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.

	Morfotipo	Población (tipo)	Residual (población)
APL	37.77***	3.93 ns	58.30
DTA	21.24 *	29.77 ***	48.99
LHO	24.02 *	37.79 ***	38.19
AHO	18.27 *	48.87 ***	32.86
DFL	57.53 ***	8.25 ***	34.22
DMA	41.70 *	5.59 *	52.71
NFR	9.89 **	11.07 **	79.04
LFR	76.34 ***	12.08 ***	11.58
AFR	90.07 ***	2.53 ***	7.40
DFR	71.92 ***	4.55 **	23.53
MA	66.44 ***	3.89 ns	29.67
MA	45.12 ***	0.66 ns	54.22
MA	15.61 *	14.87 **	69.52
Población	44.30	14.11	41.56

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; ns=no significativo

6.3. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.

El cuadro 7 muestra la variación morfológica dentro de morfotipos (poblaciones) de chiles criollos y silvestres de Oaxaca; todas las variables medidas presentaron algunas diferencias significativas dentro de tipos entre sus poblaciones.

6.3.1. Altura de planta

Los morfotipos Tusta y Silvestres presentaron diferencias significativas entre sus poblaciones de 39.12 cm hasta 63.90 cm.

6.3.2. Diámetro de tallo

Los morfotipos Chile de agua, Piquín alargado, Piquín bola y Taviche presentaron medias entre sus poblaciones de 6.42 mm hasta 14.42 mm.

6.3.3. Largo de hoja

Los morfotipos Chile de agua, Piquín alargado, Piquín bola y Tusta presentaron diferencias entre sus poblaciones de 48.90 mm hasta 113.06 mm.

6.3.4. Ancho de hoja

Los morfotipos Chile de agua, Piquín alargado, Piquín bola y Tusta presentaron diferencias significativas entre sus poblaciones de 23.67 mm hasta 61.61mm.

6.3.5. Días a la floración

Los morfotipos Piquín alargado y Taviche presentaron diferencias entre sus poblaciones de 42.22 días hasta 106.25 días.

6.3.6. Días de maduración del fruto

Solo el morfotipo Piquín bola presentó diferencias entre sus poblaciones de 146 días hasta 210.33 días.

6.3.7. Número de frutos

Los morfotipos Chile de agua, Piquín bola, Taviche y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones con valores mayores a los 9 frutos hasta 138 frutos.

6.3.8. Largo del fruto

Los morfotipos Piquín alargado y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones de 5.06 mm hasta 48.09 mm.

6.3.9. Ancho del fruto

Los morfotipos Piquín alargado, Tusta y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones con valores de 4.67 mm hasta 17.04mm.

6.3.10. Peso del fruto, número de semillas por fruto, Peso de semilla

Sólo el morfotipo Piquín alargado tuvo diferencias entre sus poblaciones de 57.04 mg hasta 585.23 mg, 3.42 semillas hasta 39.85 semillas y 2.65 mg a 4.89 mg respectivamente.

6.3.11. Número de semillas por planta

Los morfotipos Taviche y Silvestres tuvieron diferencias entre sus poblaciones de 204.40 semillas hasta 1647.83 semillas.

Cuadro 7. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.

Tipo	Población	APL (cm)	DTA (mm)	LHO (mm)	AHO (mm)	DFL	DMA
Chile de cerro	Chile de cerro 1	35.40 A	8.16 A	63.94 A	29.12 A	61.57 A	118.28 A
	Chile de cerro 2	39.88 A	8.70 A	66.05 A	32.03 A	62.40 A	128.40 A
Chile de agua	Camarón	60.38 A	9.67 A	93.99 A	35.50 A	44 A	120 A
	El gramal	53.91 A	7.16 B	81.75 B	31.42 BC	47.88 A	124.77 A
	La labor	47.60 A	6.42 B	77.90 B	29.13 C	37.66 A	104.66 A
	Tlacoachah	69.36 A	7.41 AB	91.37 AB	35.42 AB	43.33 A	113.66 A
Piquín alargado	Agua de sol	78.60 A	8.88 C	51.90 B	30.04 B	65.28 C	152.71 A
	Cerro colorado	98.51 A	10.28 C	49.59 B	23.67 B	85.75 B	180.28 A
	Mata de bule	67.60 A	12.74 AB	89.82 A	50.42 A	106.25 A	164.75 A
	Morro mazatán	82.22 A	11.77 B	100.30 A	53.80 A	105.75 A	173.42 A
	Tututepec	80.80 A	14.42 A	113.06 A	61.61 A	93 AB	172.66 A
Piquín bola	Jicayan	71.23 A	13.29 A	95.48 A	55.08 A	100.66 A	146 B
	Tapango	75.40 A	7.67 B	48.90 C	29.64 C	103 A	210.33 A
	Tee-niki	70.28 A	12.49 A	68.53 B	42.11 B	115.80 A	173.80 AB

Continuación cuadro 7.

	El Tututepec	69.71 A	11.40 A	58.92 BC	29.63 C	90.83 A	152.50 B
Taviche	Taviche 1	77.65 A	10.01 A	54.35 A	24.68 A	54.66 AB	151.11 A
	Taviche 2	92.17 A	9.93 A	56.54 A	24.89 A	57.75 A	166.87 A
	Taviche 3	82.29 A	8.39 B	59.54 A	24.21 A	48.60 BC	154.66 A
	Taviche 4	83.13 A	8.33 B	50.55 A	22.31 A	42.22 C	142.22 A
Tusta	Arroyo frío	63.90 A	10.86 A	98.28 A	51.89 A	76 A	160 A
	El atole	46.33 B	9.05 A	59.37 B	34.77 B	67.33 A	178.25 A
	La loma bonita	43.52 B	9.11 A	58.82 B	33.35 B	74.88 A	188.44 A
Silvestre	Arroyo seco	39.12 B	9.09 A	37.91 A	25.20 A	98.36 A	167.16 A
	Mazatán	60.58 A	10.87 A	42.37 A	30.17 A	99 A	156 A
	Zachilac	58.06 A	9.77 A	38.83 A	26.20 A	81.89 A	151.88 A

Morfotipo	Población	NFR	LFR (mm)	AFR (mm)	PFR (mg)	NSF	PSE (mg)	NSP
Chile de cerro	Chile de cerro 1	20.28 A	51.95 A	22.11 A	1565.71 A	61.28 A	6.31 A	1253.84 A
	Chile de cerro 2	18.20 A	46.91 A	19.46 A	952 A	51.82 A	5.37 A	1001.92 A
Chile de agua	Camarón	13.80 B	55.08 A	29.91 A	2069.33 A	74.46 A	5.57 A	948.98 A
	El gramal	11.88 B	48.59 A	27.98 A	1538.15 A	118.33 A	4.64 A	1466.21 A
	La labor	9.66 B	56.06 A	28.97 A	1888.89 A	99.66 A	5.11 A	1004.33 A
	Tlacoachih	19.33 A	40.20 A	27.02 A	1152.22 A	89.11 A	5.07 A	1751.82 A
Piquín alargado	Agua de sol	9.71 A	48.09 A	13.27 A	585.23 A	39.85 A	4.89 A	397.72 A
	Cerro colorado	86.71 A	16.05 B	8.36 B	57.04 B	3.42 C	4.23 AB	158.87 A

Continuación cuadro 7.

	Mata de bule	50 A	16.10 B	6.06 B	101.66 B	12.66 BC	2.65 C	693.67 A
	Mazatán	39.28 A	14.45 B	6.27 B	115.23 B	17 B	3.34 C	780 A
	Tututepec	49.33 A	18.05 B	6.82 B	131.11 B	18 B	3.63 BC	1205.22 A
Piquín bola	Jicayan	28.33 C	9.44 A	7.96 A	127.77 A	14.44 A	4.26 A	420.19 A
	Tapango	42 BC	8.82 A	6.76 A	101.11 A	13.99 A	3.83 A	587.86 A
	Tee-niki	64.80 AB	9.55 A	7.57 A	112.66 A	14.66 A	4.24 A	940.80 A
	El Tututepec	86.33 A	9.30 A	6.85 A	104.44 A	12 A	4.33 A	1051.41 A
Taviche	Taviche 1	11 B	46.37 A	20.21 A	1239.63 A	58.89 A	7.45 A	637.24 B
	Taviche 2	12.62 B	44.08 A	20 A	1376.67 A	49.29 A	6.67 A	647.59 B
	Taviche 3	14.22 B	49.51 A	18.51 A	1032.59 A	49.88 A	6.33 A	731.10 B
	Taviche 4	26 A	38.10 A	19.75 A	1098.89 A	62.81 A	7.07 A	1647.83 A
Tusta	Arroyo frío	18.50 A	22.27 A	13.23 B	339.16 A	21.66 A	4.43 A	483.12 A
	El atole	9.75 A	25.08 A	16.16 AB	517.50 A	38.58 A	4.19 A	409.65 A

Continuación cuadro 7.

	La loma bonita	16 A	23.54 A	17.04 A	672.96 A	32.14 A	4.87 A	554.38 A
Silvestre	Arroyo seco	39.33 B	6.85 A	4.67 B	34.94 A	5.39 A	2.86 A	204.40 B
	Morro Mazatán	138.50 A	5.06 B	4.76 AB	33.88 A	6.05 A	2.62 A	768.54 A
	Zachilac	63.33 B	5.41 B	5.02 A	37.40 A	6.2 A	3.38 A	407.96 AB

Variables abreviadas descritas en materiales y métodos. Medias con letras diferentes son significativamente diferentes (Student's $\alpha \leq 0.05$)

6.4. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.

El cuadro 8 muestra la variación morfológica entre morfotipos de chiles criollos de Oaxaca, todas las variables medidas presentaron diferencias significativas.

6.4.1. Altura de planta

El Chile de cerro presentó la menor altura con 37.26 cm y el Piquín alargado presentó el valor más alto con 85.38 cm.

6.4.2. Diámetro del tallo

El Chile de agua obtuvo el menor diámetro con 7.71 mm y el Piquín bola el de mayor diámetro con 11.19mm.

6.4.3. Largo de hoja

El morfotipo Silvestre presentó el valor más bajo con 39.02 mm, y el Chile de agua el de mayor valor con 85.68 mm.

6.4.4. Ancho de hoja

El chile Taviche presentó la anchura más baja con 24.01 mm, mientras que el piquín alargado obtuvo el mayor valor con 38.57 mm.

6.4.5. Días de floración

El morfotipo Chile de agua presentó su floración más temprana con 44.70 días y el Piquín bola fue el más retardado en florecer a los 102.11 días.

6.4.6. Días de maduración del fruto

El Chile de agua fue el primero en madurar a los 118.90 días y el más tardado en madurar fue el chile Tusta con 179.35 días.

6.4.7. Número de frutos

El Chile de agua obtuvo el menor valor con 13.15 frutos y el chile Silvestre fue el superior con 73.57 frutos.

6.4.8. Largo y ancho del fruto

El morfotipo Silvestre presentó los valores más bajos con 5.63 mm y 4.90 mm respectivamente, y el morfotipo Chile de agua fue quien presentó mayores valores con 50.08 mm de largo y 28.47 mm de ancho.

6.4.9. Peso del fruto

El morfotipo Silvestre obtuvo el menor peso y el morfotipo Chile de agua el mayor, siendo de 36.21 mg y 1165.67 mg respectivamente.

6.4.10. Número de semillas por fruto

El morfotipo Silvestre y Chile de agua fueron los que presentaron menor y mayor semillas; con valores de 6.02 semillas y 100.18 semillas respectivamente.

6.4.11. Peso de semilla

El morfotipo Silvestre obtuvo 3.13 mg cuando el morfotipo Taviche presentó el mayor peso con 6.89 mg.

6.4.12. Número de semillas por planta

El morfotipo Silvestre obtuvo el menor valor con 439.37 semillas en cambio el tipo chile de agua obtuvo el mayor valor con 1310.46 semillas por planta.

Cuadro 8. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos de chiles criollos de Oaxaca.

Morfotipo	APL(cm)	DTA (mm)	LHO (mm)	AHO (mm)	DFL	DMA
Chile de Cerro	37.27 D	8.39 BC	64.82 BC	30.34 BC	61.92 CD	122.50 D
Chile de agua	56.90 C	7.72 C	85.68 A	32.70 B	44.70 E	118.90 D
Piquín Alargado	85.38 A	11 A	72.34 B	38.57 A	89.29 B	168.64 AB
Piquín Bola	71.39 B	11.19 A	65.46 BC	37.35 AB	102.11 A	167.82 ABC
Silvestre	51.34 CD	9.68 B	39.02 D	26.43 C	89.78 B	155.77 BC
Taviche	83.54 AB	9.13 B	55.33 C	24.01 C	50.56 DE	153.34 C
Tusta	48.70 CD	9.46 B	67.30 B	37.71 AB	72.74 C	179.35 A
F	17.7407	8.6916	15.4081	9.4748	35.0563	14.6109
P	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Continuación cuadro 8.

Morfotipo	NFR	LFR (mm)	AFR (mm)	PFR(mg)	NSF	PSE (mg)	NSP
Chile de Cerro	19.42 CD	49.86 A	21.01 B	1310 B	57.34 B	5.92 B	1148.88 AB
Chile de agua	13.15 D	50.08 A	28.47 A	1665.67 A	100.18 A	5.01 BC	1310.46 A
Piquín Alargado	46.36 BC	23.89 B	8.58 D	217.95 D	18.81 CD	3.89 D	562.37 CD
Piquín Bola	61.94 AB	9.32 C	7.24 D	110.39 D	13.57 DE	4.21 CD	825.68 BC
Silvestre	73.57 A	5.63 C	4.90 E	36.21 D	6.02 E	3.13 E	439.37 D
Taviche	16.06 D	44.53 A	19.61 B	1181.52 B	55.39 B	6.89 A	923.61 B
Tusta	15.12 D	23.61 B	15.94 C	557.84 C	31.20 C	4.61 CD	503.56 CD
F	9.0319	87.7553	222.7752	62.1681	48.9967	24.7707	5.6833
P	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Variables abreviadas descritas en materiales y métodos. Medias con letras diferentes son significativamente diferentes (Student's $\alpha \leq 0.05$).

6.5. Descripción del dendograma de chiles criollos y silvestres de Oaxaca

En el dendograma (Figura 3) se aprecia que las poblaciones bajo estudio formaron tres grupos con base en las 13 características evaluadas. El grupo I contiene 6 poblaciones criollas de los morfotipos de chiles de agua y de cerro. Este grupo se caracterizó por madurar más rápido sus frutos, por tener más anchos los frutos y presentar el mayor número de semillas por planta. El grupo II lo conforman 7 poblaciones de los morfotipos Tusta, Taviche y una del morfotipo Piquín alargado. Este grupo presenta similitud en el número de semillas por fruto. Finalmente, el grupo III, estuvo integrado por 12 poblaciones de los

morfortipos Piquín bola, Silvestres y cuatro del morfortipo Piquín alargado, este grupo presenta mayor días a la floración, mayor número de frutos, menor longitud y anchura del fruto, menor peso del fruto y menor número de semillas por fruto.

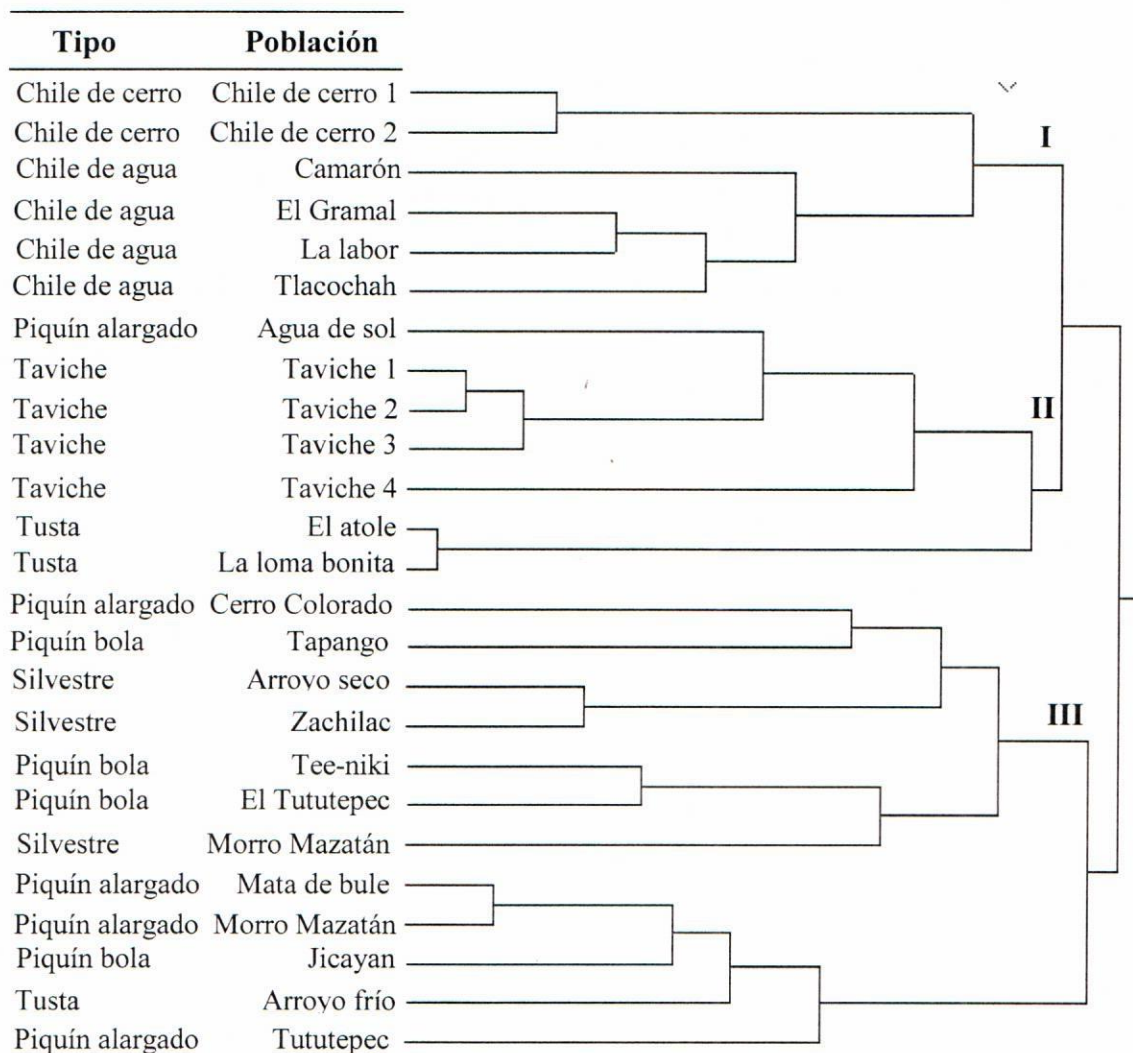


Figura 3. Dendrograma de las relaciones de similitud morfológica entre las poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca.

6.6. Componentes principales de poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca

Dentro de cada morfotipo de chile, las poblaciones se diferenciaron significativamente en todas las características medidas. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres componentes explicaron el 68.19% de la variación total. El CP1 explicó el 41.81% de la variación y estuvo determinado negativamente por las característica días de floración y positivamente por las características largo y ancho del fruto, peso del fruto y número de semillas por fruto. El CP2 explicó el 15.55% de la variación y fue definido positivamente por largo y ancho de hoja. El CP3 explicó el 10.82% y fue determinado negativamente por días de maduración y positivamente por número de frutos y número de semillas por planta (cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 25 poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.

Carácter	CP1	CP2	CP3
Altura (cm)	-0.04288	0.0943	-0.02123
DT (mm)	-0.24977	0.27618	0.14344
LH (mm)	0.06128	0.66678	-0.01731
AH (mm)	-0.12415	0.64028	-0.03746
Días de floración	-0.34444	0.11897	0.02487
Días de maduración	-0.22044	-0.0648	-0.37983
Número de frutos	-0.21633	-0.13705	0.54469
Largo fruto (mm)	0.38656	0.06015	-0.11828
Ancho fruto (mm)	0.40663	0.08525	-0.02322
Peso del fruto (mg)	0.38715	0.06103	0.00568
Número de semillas por fruto	0.36841	0.07216	0.20263
Peso de semilla (mg)	0.25839	-0.0325	-0.26409
Número de semillas por planta	0.18819	0.04767	0.64057
Variación explicada	41.813	15.5565	10.8291
Variación acumulada	41.813	57.3695	68.1986

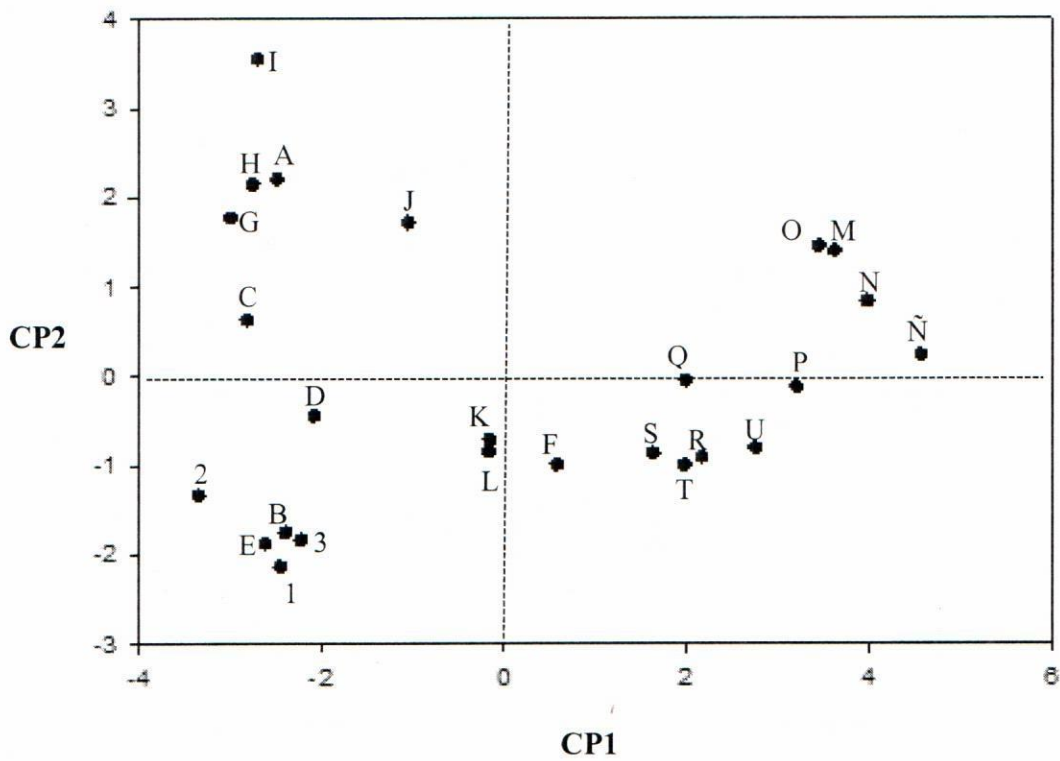


Figura 4. Distribución de las 25 poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca basada en los componentes principales 1 y 2. Claves de las poblaciones descritas en materiales y métodos. Números= Chiles silvestres, Letras= Chiles criollos.

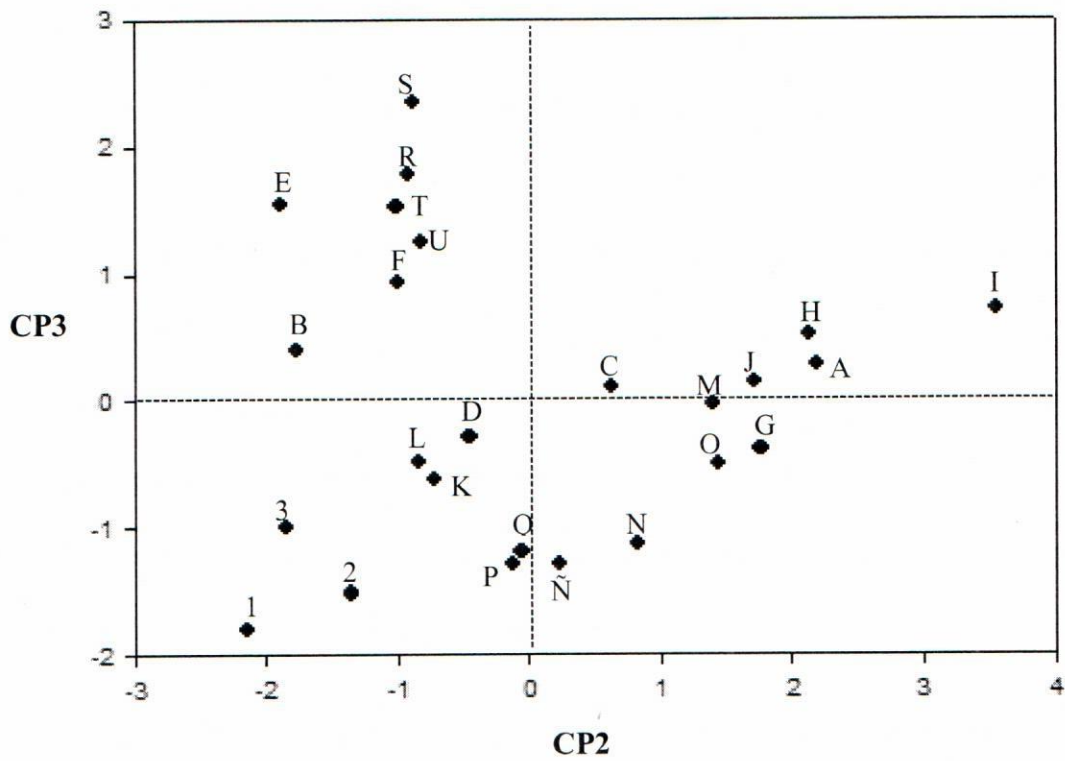


Figura 5. Distribución de las 25 poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca basada en los componentes principales 2 y 3. Claves de las poblaciones descritas en materiales y métodos. Números= Chiles silvestres, Letras= Chiles criollos.

6.7. Componentes principales de morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca

Los morfotipos de chile se diferenciaron significativamente en todas las características medidas. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres componentes explicaron el 90.79% de la variación total. El CP1 explicó el 66.43% de la variación y estuvo determinado negativamente por las características diámetro de tallo y días de floración y positivamente por las características largo y ancho del fruto, peso del fruto y número de semillas por fruto. El CP2 explicó el 14.40% de la variación y fue definido positivamente por largo y ancho de hoja. El CP3 explicó el 9.95% y fue determinado positivamente por altura de planta y peso de semilla (cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 7 tipos de chiles criollos y silvestre de Oaxaca. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.

Carácter	CP1	CP2	CP3
Altura (cm)	-0.08974	0.24392	0.70975
DT (mm)	-0.30265	0.21888	0.23366
LH (mm)	0.17186	0.61407	-0.13672
AH (mm)	-0.11137	0.64615	-0.25498
Días de floración	-0.32302	0.08445	-0.1331
Días de maduración	-0.27172	0.17465	0.28651
Número de frutos	-0.28987	-0.17332	-0.14727
Largo fruto (mm)	0.32708	0.04708	0.12521
Ancho fruto (mm)	0.33445	0.09111	-0.02661
Peso del fruto (mg)	0.34014	-0.00236	0.0171
Número de semillas por fruto	0.32918	0.09402	-0.04526
Peso de semilla (mg)	0.2579	-0.07347	0.46149
Número de semillas por planta	0.29462	0.07462	-0.06894
Variación explicada	66.4382	14.4036	9.9539
Variación acumulada	66.4382	80.8417	90.7957

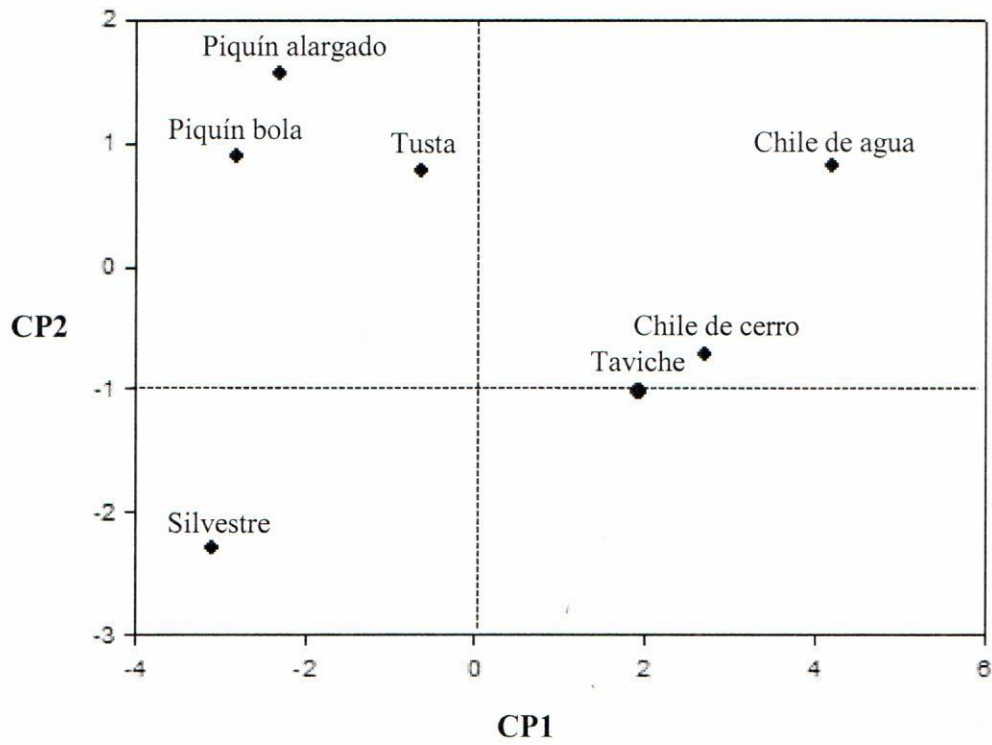


Figura 6. Distribución de los 7 morfotipos de chiles criollos y silvestre de Oaxaca basada en los componentes principales 1 y 2.

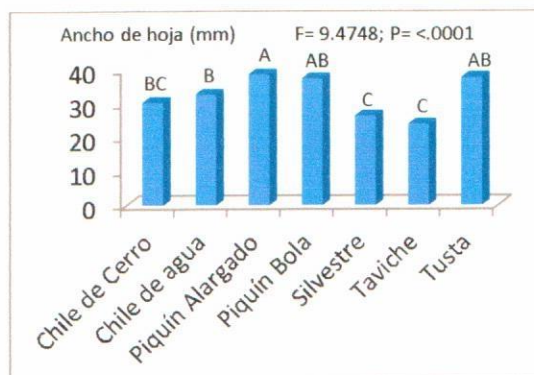
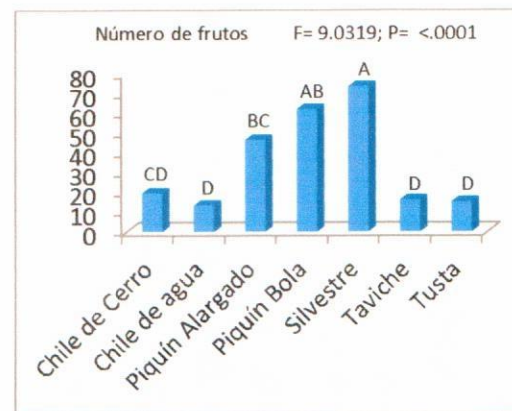
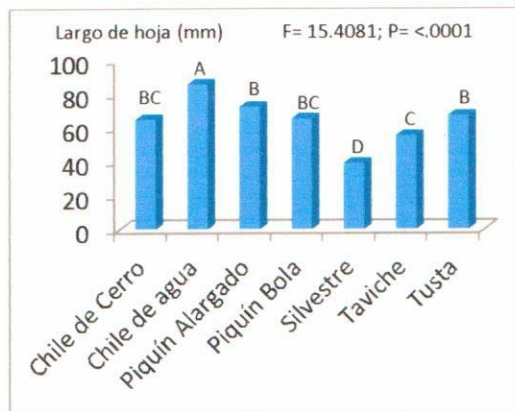
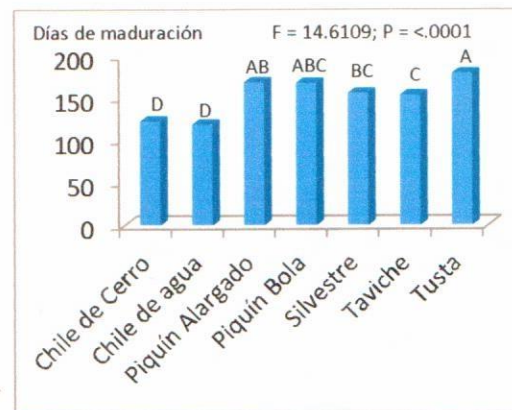
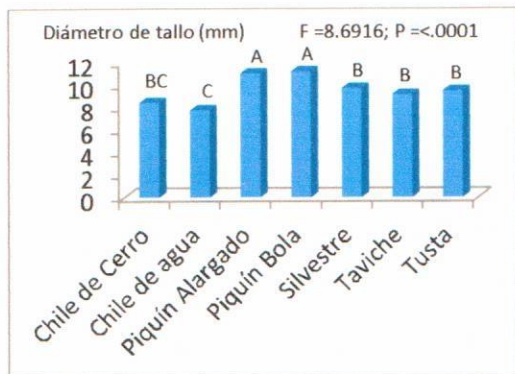
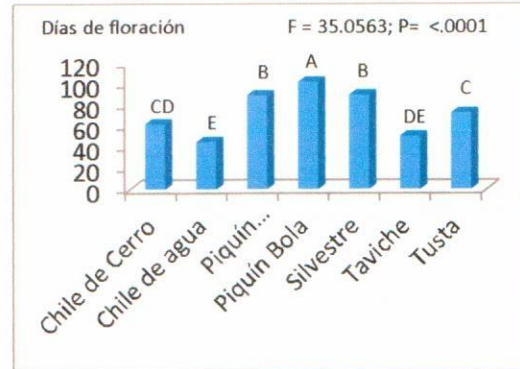
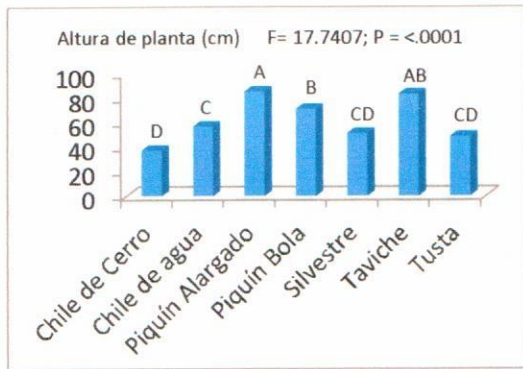
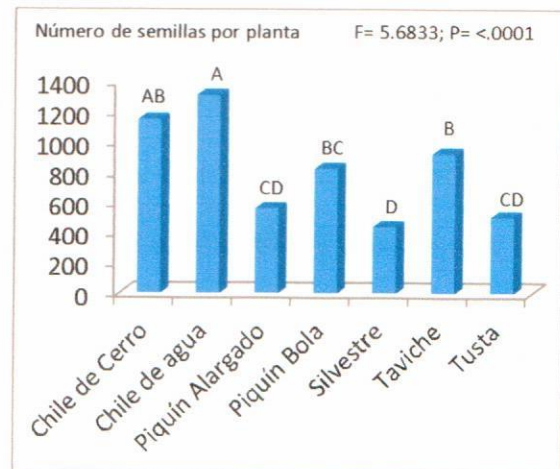
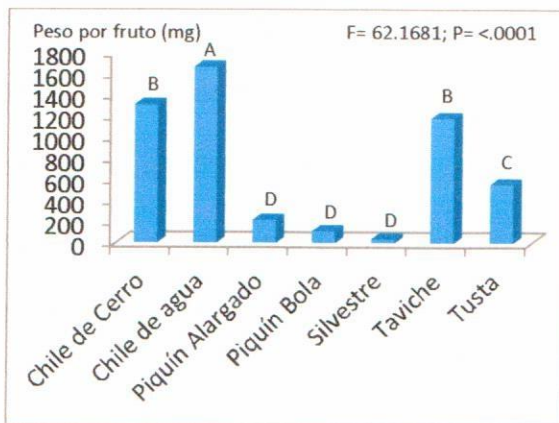
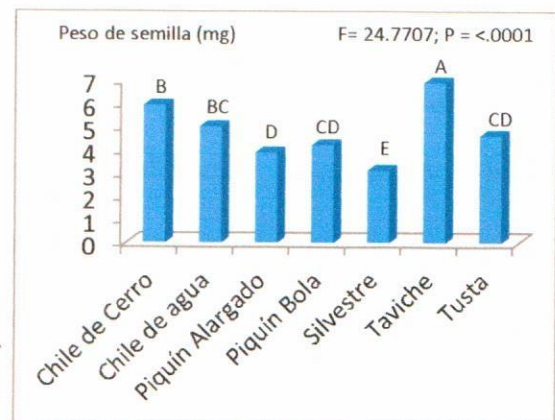
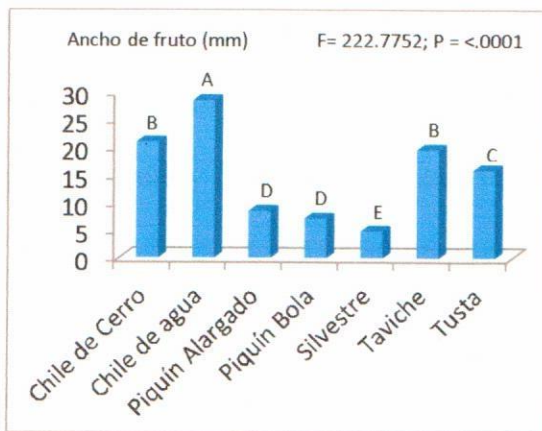
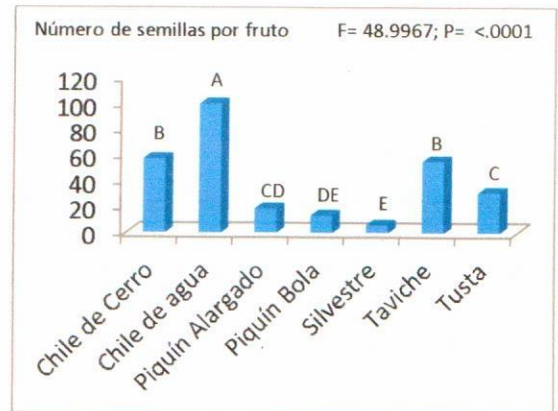
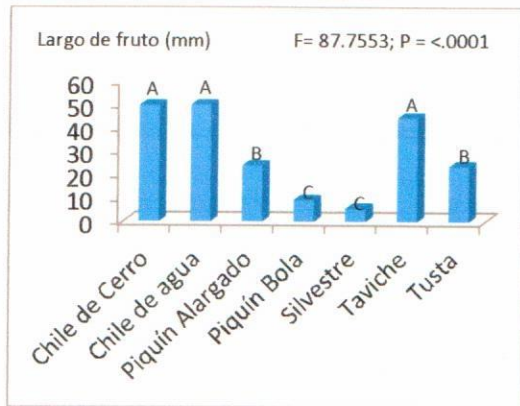


Figura 8. Gráficas de medias de las características morfológicas medidas de morfotipos de chiles criollos v silvestres de Oaxaca.

Continuación Figura 8.



Capítulo 2. Chiles criollos y silvestres del Noroeste de México

6.8. Variación morfológica entre poblaciones

La altura de planta varió de 14.80 a 175.4 cm, mientras que el diámetro de tallo varió desde 5.47 a 17.61 mm. En largo y ancho de hoja los valores estuvieron en 17.68 a 159.53 y 12.54 a 93.48 mm respectivamente. En días a la floración y a la maduración del fruto los valores variaron desde 35 a 196 días y 101 hasta 247 días respectivamente. En el número de frutos el valor máximo fue de 4.91 frutos. En largo y ancho de fruto estuvieron entre los valores mínimos y máximos de 2.96 a 92.02 mm y de 2.33 a 40.78 mm respectivamente. El peso de fruto y número de semillas por fruto variaron ampliamente, desde un 16.70 hasta 7076.70 mg y desde 2.33 a 99 semillas, respectivamente. El peso individual de las semillas varió desde 1.64 hasta 14.56 mg. Y el número de semillas por planta presentó un mínimo de 1.10 a 7.76 semillas.

El coeficiente de variación en las características vegetativas como altura de planta, largo y ancho de hoja, y reproductivas como número de frutos, largo y ancho de fruto, peso del fruto, número de semillas por fruto y peso de las semillas mostraron resultados cercanos o superiores al 40%. Sólo diámetro de tallo, días de floración, días de maduración del fruto y número de semillas por planta tuvieron CV alrededor de 15 a 30%. El CV promedio de las trece características fue de 103.17% (cuadro 11).

Cuadro 11. Medias, desviación estándar (DE), valores mínimos, máximos, coeficiente de variación (CV) de las características medidas en las 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

Característica	Media	DE	Mínimo	Máximo	CV
Altura (cm)	68.19	27.83	14.80	175.40	40.81
DT (mm)	10.03	2.07	5.47	17.61	20.63
LH (mm)	61.18	28.24	17.68	159.53	46.15
AH (mm)	31.81	12.95	12.54	93.48	40.71
Días de floración	70	21.29	35	196	30.41
Días de maduración	151.62	24.48	101	247	15.15
Número de frutos	2.22	1.18	0	4.91	53.15
Largo fruto (mm)	32.59	24.66	2.96	92.02	75.67
Ancho fruto (mm)	13.25	9.20	2.33	40.78	69.43
Peso del fruto (mg)	900.89	1244.33	16.70	7076.70	38.12
Número de semillas por fruto	21.48	16.78	2.33	99	78.12
Peso de semilla (mg)	5.86	3.06	1.64	14.56	52.22
Número de semillas por planta	5.01	1.58	1.10	7.76	31.53

6.9. Distribución de la variación

De la variación morfológica observada en las características medidas, en promedio 50.07% se distribuyó entre morfotipos, 5.43% entre poblaciones y el 44.51% residual que corresponde a la variación dentro de poblaciones. Los valores de variación oscilaron desde el 46% hasta el 93% de siete variables estudiadas entre los tipos de chiles. Entre las poblaciones de cada tipo de chile no hubo variabilidad, los valores fueron menores al 12%. La variación dentro de población osciló desde el 50% hasta el 72% para seis variables estudiadas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza anidado mostrando el porcentaje de variación explicada por los diferentes componente de varianza entre morfotipos, entre población y dentro de población de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

	Morfotipo	Población (Tipo)	Residual (Población)
APL	25.31 ***	9.86 ***	64.83
DTA	46.42 ***	8.33 ***	45.25
LHO	60.09 ***	6.56 ***	33.35
AHO	68.24 ***	1.21	30.55
DFL	41.83 ***	5.53 **	52.64
DMA	19.91 **	7.97 **	72.12
NFR	23.68 ***	8.91 **	67.41
LFR	88.46 ***	0.76 *	10.78
AFR	93.67 ***	0.12	6.21
PFR	55.10 ***	3.54 *	41.36
NSF	33.96 ***	0.04	66
PSE	74.79 ***	5.96 ***	19.25
NSP	19.45 **	11.71 ***	68.84
Promedio	50.07	5.43	44.51

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; ns=no significativo

6.10. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

El cuadro 13 muestra la variación morfológica dentro de morfotipos (poblaciones) de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México; todas las variables medidas presentaron algunas diferencias significativas dentro de morfotipos entre sus poblaciones.

Los morfotipos Cambray, Chilaca, Guajillo, Húngaro, Piquín alargado y Piquín bola no presentaron diferencias significativas entre poblaciones debido a que sólo tienen una población por morfotipo.

6.10.1. Altura de planta

Los morfotipos Ancho, Jalapeño y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Los morfotipos Anaheim, Cascabel, Cola de rata y Silvestres presentaron diferencias desde 35.62 cm hasta 93.02 cm.

6.10.2. Diámetro de tallo

Los morfotipos Anaheim, Ancho, Cascabel y Jalapeño no presentaron diferencias significativas entre poblaciones. Los morfotipos Cola de rata, Serrano y Silvestres presentaron diferencias entre poblaciones con valores de 7.76 mm hasta 12.36 mm.

6.10.3. Largo de hoja

Los morfotipos Anaheim, Ancho y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Los morfotipos Cascabel, Cola de rata, Jalapeño y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones de 33.71 mm hasta 101.33 mm.

6.10.4. Ancho de hoja

Los morfotipos Anaheim, Cascabel, Cola de rata, Jalapeño y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Sólo el morfotipo Ancho presentó diferencias entre sus poblaciones, con valores de 32.99 mm a 42.33 mm.

6.10.5. Días de floración

Los morfotipos Anaheim, Cascabel, Cola de rata y Jalapeño no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Los morfotipos Ancho, Serrano y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones desde los 50 días hasta superar los 100 días.

6.10.6. Días de maduración del fruto

Los morfotipos Anaheim, Ancho, Cola de rata y Jalapeño no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Los morfotipos Cascabel y Serrano presentaron diferencias entre sus poblaciones desde los 129 días hasta los 192 días.

6.10.7. Número de frutos

Los morfotipos Anaheim, Ancho y Jalapeño no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Los morfotipos Cascabel, Cola de rata, Serrano y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones pasando de los 3 frutos hasta mayor de los 55 frutos.

6.10.8. Largo del fruto

Los morfotipos Jalapeño y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones en largo del fruto con valores de 4.93 mm hasta 41.60 mm. Los morfotipos Anaheim, Ancho, Cascabel, Cola de rata y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones.

6.10.9. Ancho del fruto

Los morfotipos Anaheim, Ancho, Cascabel, Cola de rata y Jalapeño no obtuvieron diferencias entre sus poblaciones. Mientras que los morfotipos Serrano y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones obteniendo valores de 4.77 mm a 15.68 mm.

6.10.10. Peso del fruto

Los morfotipos Anaheim, Ancho, Cascabel y Jalapeño no presentaron diferencias entre sus poblaciones. El morfotipo Cola de rata, Serrano y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones con valores de 33.33 mg hasta 2896 mg.

6.10.11. Número de semillas por fruto

Los morfotipos Cola de rata y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones con valores de 5.40 semillas hasta 26.52 semillas. Los demás morfotipos Anaheim, Ancho, Cascabel, Jalapeño y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones.

6.10.12. Peso de semilla

Los morfotipos Anaheim, Ancho y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones. Los morfotipos Cascabel, Cola de rata, Jalapeño y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones con valores de 2.05 mg hasta 11.31 mg.

6.10.13. Número de semillas por planta

Los morfotipos Cola de rata y Silvestres presentaron diferencias entre sus poblaciones con valores de 25.53 semillas hasta 979.89 semillas. Los demás morfotipos Anaheim, Ancho, Cascabel, Jalapeño y Serrano no presentaron diferencias entre sus poblaciones.

Cuadro 13. Resultados de medias de las características morfológicas medidas dentro de morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

Morfotipo	Población	APL (cm)	DTA(mm)	LHO(mm)	AHO(mm)	DFL	DMA
Anaheim	La Guásima	44.39 B	8.19 A	86.43 A	42.80 A	55.20 A	125.30 A
	Mavery	51.41 A	9.55 A	82.27 A	47.85 A	56 A	122.83 A
Ancho	Caballero	72.41 A	8.24 A	76.14 A	32.99 B	52.22 B	149.55 A
	Corcel	66.76 A	8.87 A	86.47 A	37.65 AB	58.33 AB	142 A
	Rancho Canutillo	56.24 A	8.87 A	88.28 A	42.33 A	58.20 A	153.90 A
Cambray	Cambray	112.27 A	8.92 A	64.59 A	29.66 A	62.75 A	147 A
Cascabel	El Panteón	89.88 A	9.16 A	74.96 A	33.30 A	60.90 A	182.33 A
	Isla Del bosque Rancho Canutillo	83.94 A	9.04 A	51.20 B	29.78 A	60.14 A	154.71 B
Chilaca	Rancho Canutillo	82.45 A	9.96 A	76.49 A	34.13 A	59 A	192 A
	Chilaca	78.30 A	7.95 A	93.46 A	29.18 A	60.33 A	155 A
Cola de rata	Agua Blanca	72.44 A	7.76 C	62.22 A	23.83 A	55.42 A	151.71 A
	Brecha	80.96 A	8.42 C	52.03 ABC	22.53 A	59.12 A	149.87 A
	Centro	64.12 A	9.06 BC	50.65 BC	20.76 A	57.88 A	153 A
	El Coco	69.60 A	10.03 AB	61.71 A	25.09 A	57.42 A	145.21 A
	El Tanque	73 A	11 A	62.03 AB	25.34 A	60.28 A	138.16 A
Marisma	Marisma	69.19 A	8.93 BC	46.88 C	22.84 A	56.08 A	146.75 A
	Guásima	54.73 A	7.03 A	65.41 A	29.51 A	49.88 A	140.22 A
Jalapeño	Guásima	54.73 A	7.03 A	65.41 A	29.51 A	49.88 A	140.22 A
	Las Cabras	57.11 A	8.69 A	101.33 AB	40.79 A	55.83 A	139.83 A
	Marahara	38.06 B	10.53 A	118 A	48.44 A	49.20 A	161.20 A
Máxima	Máxima	35.62 B	8.73 A	94.11 B	45.67 A	65.85 A	139.14 A
	Húngaro	60.82 A	10.11 A	97.08 A	45.26 A	55.40 A	139.60 A

Continuación cuadro 13.

Serrano	Camino las cabras 1	57.70 B	8.66 B	63.68 A	33.51 A	63.87 A	129 B
	Camino Real	77.25 A	9.87 A	84.12 A	37.97 A	66.30 A	163.60 A
	Don Vicente	53.12 B	9.67 AB	85.21 A	34.85 A	50 B	131 B
Piquín alargado	Piquín alargado	94.87 A	12.61 A	119.50 A	65.64 A	88 A	157.25 A
Piquín bola	Piquín bola	75.21 A	14.20 A	86.62 A	53.95 A	102.62 A	162.12 A
Silvestre	Alcoyonqui	88.43 AB	11.77 AB	33.71 CD	24.32 A	80.71 ABC	155.16 A
	Buyubampo	67.83 ABCD	11.23 ABC	41.82 BCD	27.41 A	100.18 A	155.75 A
	El Cardón	80.31 ABC	9.80 C	36.79 CD	27.02 A	92.13 AB	150.18 A
	Lo de Vega	55.04 DE	10.59 BC	48.68 AB	30.92 A	94.45 AB	151.60 A
	El Mahone	93.02 A	12.36 A	44.22 BC	28.37 A	88 ABC	144.80 A
	Piedras verdes	76.70 ABCD	11.75 ABC	61.01 A	27.88 A	72.33 ABC	144.66 A
	Presa Oviachic	44.72 E	10.27 BC	36.05 CD	23.18 A	80.66 BC	144.57 A
	El Pozo	64.99 CD	11.19 AB	33.74 D	23.48 A	73.76 C	158 A
	El Sabinal	64.71 BCD	10.36 BC	41.29 BCD	26.63 A	79.71 BC	164.44 A
Yecorato Camino	62.41 CDE	10.45 BC	38.59 CD	24.04 A	75.31 C	160.13 A	

Continuación cuadro 13.

Morfotipo	Población	NFR	LFR(mm)	AFR(mm)	PFR(mg)	NSF	PSE(mg)	NSP
Anaheim	La Guásima	13.20 A	69.33 A	25.98 A	1840.33 A	42.60 A	8.45 A	571.20 A
	Mavery	11 A	64.47 A	24.33 A	1493.89 A	32.89 A	7.74 A	337.01 A
Ancho	Caballero	4.11 A	41.66 A	33.28 A	2582.22 A	30.44 A	9.84 A	119.56 A
	Corcel	4 A	53.56 A	35.76 A	2364.44 A	32.78 A	10.05 A	145.56 A
	R. Canutillo	4.80 A	49.62 A	32.55 A	2565.67 A	32.09 A	9.52 A	185.62 A
Cambray	Cambray	26 A	59.44 A	7.79 A	515.71 A	22.90 A	3.58 A	673.85 A
Cascabel	El Panteon	5.77 B	19.44 A	25.89 A	1108.52 A	35.07 A	8.98 B	222.85 A
	Isla del bosque	9.85 A	19.09 A	24.39 A	1065.24 A	30.95 A	10.79 A	339.43 A
	Rancho Canutillo	4.27 B	20.42 A	24.27 A	1241.21 A	26.09 A	11.31 A	115.06 A
Chilaca	Chilaca	9.66 A	81.78 A	20.26 A	2383.33 A	31.89 A	9.80 A	298.89 A
Cola de rata	Agua Blanca	37.85 A	52.63 A	9.20 A	450.95 AB	26.52 A	7.37 A	979.89 A
	Brecha	25 AB	62.78 A	8.67 A	664.58 A	23.37 AB	5.48 BC	567.98 AB
	Centro	21 BC	51.16 A	8.71 A	399.58 B	20.99 ABC	4.31 C	543.96 AB
	El Cocco	19.07 BC	55.94 A	8.71 A	357.38 B	13.52 C	5.21 BC	310.63 B
	El Tanque	16.50 BC	57.27 A	9.49 A	381.11 B	20.05 ABC	4.73 BC	356.48 B
	Marisma	11.33 C	60.53 A	9.85 A	481.11 AB	16.69 BC	6.09 AB	244.51 B
Guajillo	Guásima	17.33 A	62.16 A	19.48 A	1216.67 A	38.25 A	7.89 A	635.97 A
Jalapeño	Las Cabras	12 A	41.26 A	19.44 A	3598.33 A	30.50 A	9.97 A	369.17 A
	Marahara	10.40 A	28.65 B	16.29 A	1650 A	25.46 A	6.88 B	311.18 A
	Maxima	13.57 A	41.60 A	19.41 A	3120.95 A	42.19 A	9.38 A	563.50 A
Húngaro	Húngaro	10.20 A	57.97 A	20.28 A	1133.33 A	37 A	5.61 A	325.79 A

Continuación cuadro 13.

Serrano	Camino las cabras 1	29.75 A	41.33 A	12.98 B	1431.67 B	31.25 A	7.53 A	899.56 A
	Camino Real	12.20 B	48.77 A	15.68 A	2896 A	37.23 A	7.80 A	538.80 A
	Don Vicente	25.50 AB	38.58 A	13.39 AB	1574.17 AB	20.66 A	7.20 A	357.34 A
Piquín alargado	Piquín alargado	45.50 A	25.63 A	7.12 A	308.89 A	15.27 A	3.80 A	726.77 A
Piquín bola	Piquín bola	48.75 A	8.43 A	7.62 A	113.33 A	13.12 A	4.50 A	682.36 A
Silvestre	Alcoyonqui	23.50 ABC	7.28 A	5.80 A	70 A	12.72 A	3.26 AB	359.12 ABC
	Buyubampo	15.75 BC	5.35 BC	5.66 AB	53.33 ABC	7.41 CD	3.09 BC	125.03 BC
	El Cardón	16.54 BC	5.89 B	5.64 A	52.42 BC	12.11 A	2.94 BC	255.64 BC
	Lo de Vega	4.60 C	4.93 C	4.95 BCD	48 BCD	5.40 D	3.87 A	25.53 C
	El Mahone	21.60 ABC	6.22 B	5.48 ABC	52.66 ABC	10.33 ABC	3.23 ABC	298.65 ABC
	Piedras Verdes	55.66 A	6.52 AB	6.16 A	70.01 AB	12.77 AB	3.31 ABC	738.88 A
	Presa Oviachic	29.21 AB	5.85 B	4.89 CD	40.80 CD	11.47 A	2.05 D	370.99 AB
	El Pozo	9.77 C	5.53BC	5.16 BCD	47.87 C	8.90 BC	3.10 B	90 C
El Sabinal	4.44 C	5.54 BC	4.77 D	33.33 D	6.03 D	2.99 BC	31.11 C	
Yecorato Camino	3.73 C	5.73 BC	5.53 AB	41.33 CD	7.62 CD	2.71 C	31.09 C	

Variables abreviadas descritas en materiales y métodos. Medias con letras diferentes son significativamente diferentes (Student's $\alpha \leq 0.05$)

6.11. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México

El cuadro 14 muestra la variación morfológica entre morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México, todas las variables medidas presentaron diferencias significativas.

6.11.1. Altura de planta

El morfotipo Jalapeño presentó la menor altura con 43.46 cm y el morfotipo Cambray presentó el valor más alto con 112.27 cm.

6.11.2. Diámetro del tallo

El morfotipo Guajillo obtuvo el menor diámetro con 7.03 mm y el morfotipo Piquín bola el de mayor diámetro con 13.99 mm.

6.11.3. Largo de hoja

El morfotipo Silvestre presentó el valor más bajo con 39.22 mm y el morfotipo Piquín alargado presentó el valor más alto con 119.50 mm.

6.11.4. Ancho de hoja

El morfotipo Cola de rata presentó el valor más bajo con 23.45 mm y el morfotipo Piquín alargado el de mayor valor con 65.65 mm.

6.11.5. Días de floración

El morfotipo Guajillo presentó su floración más temprana pasando los 44 días y el morfotipo Piquín bola fué el más retardado en florecer a los 103 días.

6.11.6. Días de maduración del fruto

El morfotipo Anaheim fue el primero en madurar a los 129 días y el más tardado en madurar fue el morfotipo Cascabel pasando los 179 días.

6.11.7. Número de frutos

El morfotipo Ancho obtuvo el menor valor con 4.58 frutos y el morfotipo Piquín bola fue el superior con 46.55 frutos.

6.11.8. Largo del fruto

El morfotipo Silvestre presentó el valor más bajo con 5.80 mm y el morfotipo Chilaca presentó el valor más alto con 81.78 mm.

6.11.9. Ancho del fruto

El morfotipo Silvestre presentó el valor más bajo con 5.28 mm y el morfotipo Ancho fue quien presentó el mayor valor con 33.29 mm.

6.11.10. Peso del fruto

El morfotipo Silvestre obtuvo el menor peso y el morfotipo Jalapeño el mayor, siendo de 47.19 mg y 2871.48 mg respectivamente.

6.11.11. Número de semillas por fruto

Los morfotipos Silvestre y Anaheim fueron los que presentaron menor y mayor semillas; con valores de 9.48 semillas y 38.95 semillas respectivamente.

6.11.12. Peso de semilla

El morfotipo Silvestre obtuvo el menor peso con 2.88 mg cuando el morfotipo Cascabel presentó el mayor peso con 610.40 mg.

6.11.13. Número de semillas por planta

El morfotipo chile Ancho obtuvo el menor valor con 153.13 semillas en cambio el morfotipo Piquín alargado obtuvo el mayor valor con 726.77 semillas por planta.

Cuadro 14. Resultados de medias de las características morfológicas medidas entre morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

Morfotipo	APL(cm)	DTA (mm)	LHO (mm)	AHO (mm)	DFL	DMA
Anaheim	47.03 D	8.70 C	84.87 CD	44.70 C	55.50 C	124.38 D
Ancho	64.29 C	8.62 C	83.07 CD	37.87 DE	55.77 C	150.50 BC
Cambray	112.28 A	8.92 C	64.60 EF	29.66 FG	62.75 C	147 BC
Cascabel	85.48 B	9.45 C	69.63 E	32.75 F	59.96 C	179.11 A
Chilaca	78.30 BC	7.95 CD	93.46 BCD	29.19 EFGH	60.33 C	155 ABC
Cola de rata	71.01 C	9.26 C	55.59 F	23.45 H	57.56 C	147.42 C
Guajillo	54.73 CD	7.03 D	65.42 EF	29.52 FG	49.89 C	140.22 CD
Húngaro	60.82 CD	10.12 BC	97.08 BC	45.26 BCD	55.40 C	139.60 CD
Jalapeño	43.47 D	9.22 C	103.16 B	44.82 C	57.89 C	145.50 C
Piquín Alargado	94.87 AB	12.62 A	119.50 A	65.65 A	88 B	157.25 BC
Piquín Bola	74.66 BC	14 A	87.18 CD	53.84 B	103.11 A	164.56 AB
Serrano	65.74 C	9.32 C	76.12 DE	35.73 EF	62.48 C	144.78 C
Silvestre	65.68 C	10.79 B	39.22 G	25.72 GH	82.63 B	153.81 BC
F	7.3732	16.7856	61.8995	48.5588	19.6189	6.7277
P	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Morfotipo	NFR	LFR (mm)	AFR (mm)	PFR(mg)	NSF	PSE (mg)	NSP
Anaheim	12.38 BC	67.51 B	25.37 B	1710.42 BC	38.96 A	8.19 CDE	483.38 AB
Ancho	4.41 C	46.91 D	33.29 A	2545 A	31.52 ABC	9.73 AB	153.14 D
Cambray	26 B	59.45 C	7.79 EF	515.72 DEFG	22.90 CDE	3.59 HI	673.85 AB
Cascabel	6.22 C	19.75 G	24.85 B	1151.36 D	30.35 BC	10.40 A	209.16 CD
Chilaca	9.67 BC	81.78 A	20.26 C	2383.33 AB	31.89 ABCD	9.80 ABC	298.89 ABCD
Cola de rata	20.64 B	56.97 C	9.11 E	449.70 EF	19.10 DE	5.54 F	457.76 B
Guajillo	17.33 BC	62.17 BC	19.48 C	1216.67 CD	38.26 AB	7.89 DE	635.97 AB

Continuación cuadro 14.

Húngaro	10.20 BC	57.97 C	20.29 C	1133.33 CDE	37 ABC	5.61 FG	325.80 ABCD
Jalapeño	12.17 BC	37.90 E	18.56 C	2871.48 A	33.65 ABC	8.89 BCD	428.64 BC
Piquín Alargado	45.50 A	25.64 F	7.12 F	308.89 EFG	15.28 DEF	3.81 H	726.78 A
Piquín Bola	46.56 A	8.49 H	7.60 EF	113.33 FG	13.37 EF	4.46 GH	655.94 AB
Serrano	21.48 B	43.96 D	14.29 D	2049.28 B	31.74 ABC	7.52 E	644.08 AB
Silvestre	15.66 B	5.80 H	5.28 G	47.19 G	9.48 F	2.88 I	192.73 D
F	6.5278	201.6499	402.5937	33.8395	16.0334	98.5254	6.0973
P	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Variables abreviadas descritas en materiales y métodos. Medias con letras diferentes son significativamente diferentes (Student's $\alpha \leq 0.05$).

6.12. Descripción del dendograma de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México

En el dendograma (Figura 9) se aprecia que las poblaciones bajo estudio formaron dos grupos con base en las 13 características evaluadas. El grupo I contiene 24 poblaciones criollas de los morfotipos de chiles Anaheim, Húngaro, Jalapeño, Ancho, Cascabel, Chilaca, Serrano, Cambray, Cola de rata y Guajillo. Este grupo se caracterizó por presentar menos días a la floración, mayor anchura de los frutos, mayor peso de los frutos y mayor número de semillas por fruto. El grupo II lo conforman 12 poblaciones de los morfotipos Piquín alargado, Piquín bola y Silvestres. Este grupo presenta más días a la floración, menos anchura de los frutos, menor peso del fruto y menor número de semillas por fruto.

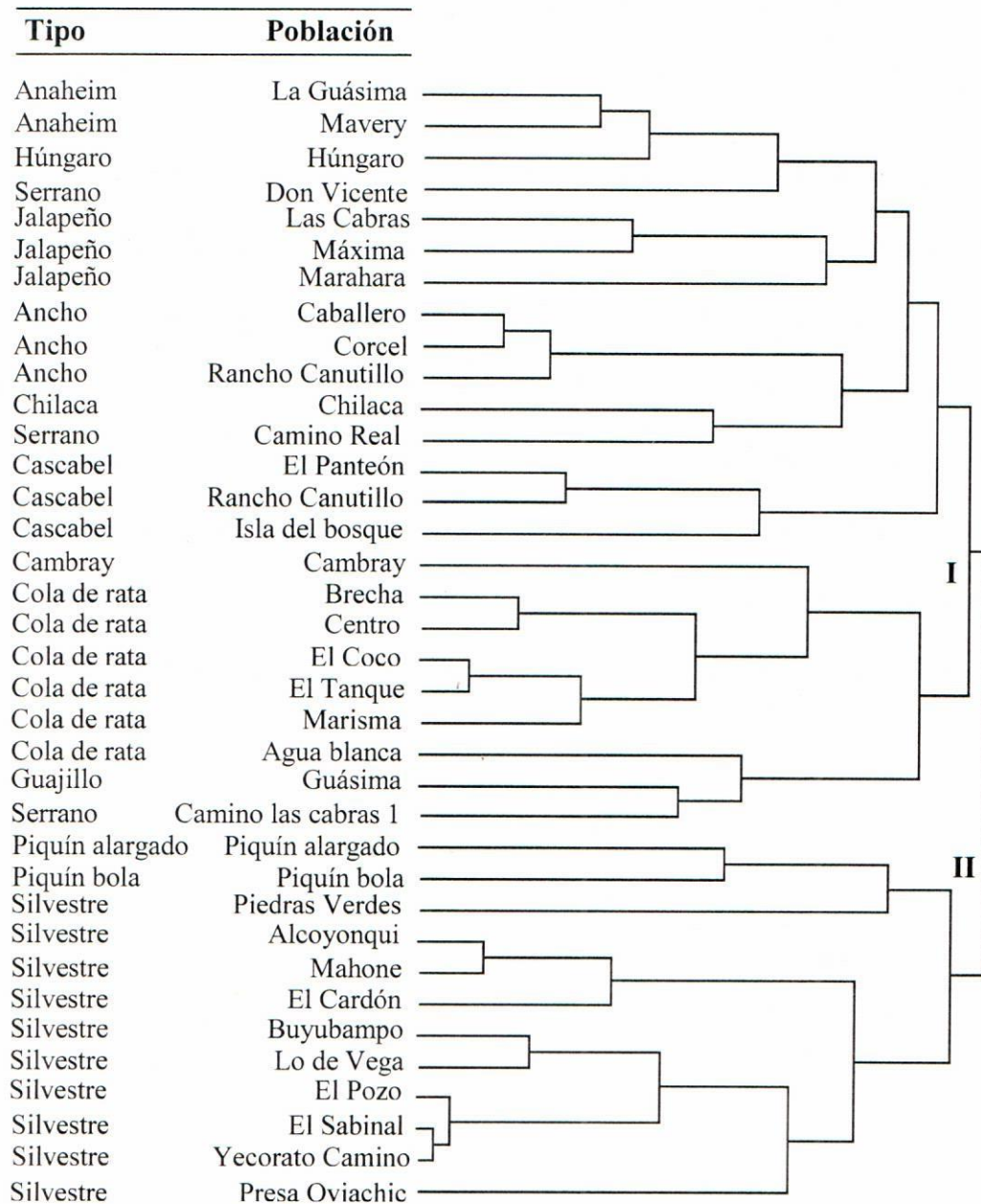


Figura 9. Dendrograma de las relaciones de similitud morfológica entre las poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

6.13. Componentes principales de poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México

Dentro de cada morfotipo de chile, las poblaciones se diferenciaron significativamente en todas las características medidas. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres componentes explicaron el 65.83% de la variación total. El CP1 explicó el 34.83% de la variación y estuvo determinado positivamente por las características largo y ancho del fruto, peso del fruto, número de semillas por fruto y peso de semilla. El CP2 explicó el 16.29% de la variación y fue definido positivamente por número de frutos y número de semillas por planta. El CP3 explicó el 14.69% y fue determinado principalmente y de manera positiva por diámetro de tallo, largo y ancho de hoja, días de floración y días de maduración (cuadro 15).

Cuadro 15. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.

Carácter	CP1	CP2	CP3
Altura (cm)	-0.10364	0.02805	0.19451
DT (mm)	-0.26278	0.15707	0.36322
LH (mm)	0.28245	0.19064	0.44992
AH (mm)	0.17636	0.24544	0.55151
Días de floración	-0.25997	0.13553	0.3262
Días de maduración	-0.08804	-0.28934	0.30613
Número de frutos	-0.04743	0.60679	-0.12124
Largo fruto (mm)	0.34345	0.05688	-0.20463
Ancho fruto (mm)	0.40076	-0.16075	0.09595
Peso por fruto (mg)	0.38652	-0.04902	0.0787
Número de semillas por fruto	0.36669	0.10416	-0.054
Peso de semilla (mg)	0.38963	-0.16821	0.1119
Número de semillas por planta	0.13223	0.58056	-0.19005
Variación explicada	34.837	16.2989	14.6952
Variación acumulada	34.837	51.1359	65.8311

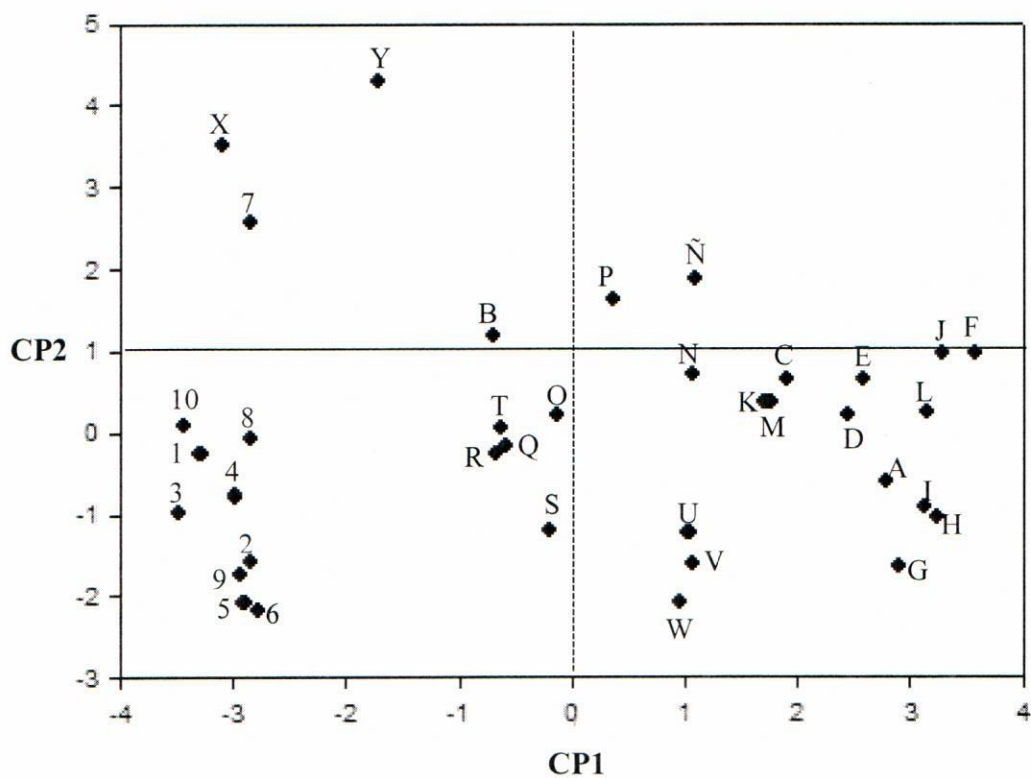


Figura 10. Distribución de las 36 poblaciones de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México basada en los componentes principales 1 y 2. Claves de las poblaciones descritas en materiales y métodos. Números= Chiles silvestres, Letras= Chiles criollos.

6.14. Componentes principales de los morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México

Los morfotipos de chile se diferenciaron significativamente en todas las características medidas. El análisis de componentes principales (ACP) mostró que los tres componentes explicaron el 82.78% de la variación total. El CP1 explicó el 50.07% de la variación y estuvo determinado positivamente por las características diámetro de tallo, días de floración y número de frutos y negativamente por las características ancho de fruto, peso de fruto, número de semillas por fruto y peso de semilla. El CP2 explicó el 18.51% de la variación y fue definido positivamente por largo y ancho de hoja. El CP3 explicó el 14.20% y fue determinado positivamente por días de maduración y negativamente por número de semillas por planta (cuadro 16).

Cuadro 16. Resultados del análisis de componentes principales efectuado con 13 características en 13 morfotipos de chiles criollos y silvestre del Noroeste de México. Las variables de mayor peso se presentan en negritas.

Carácter	CP1	CP2	CP3
Altura (cm)	0.20674	-0.13995	-0.03441
DT (mm)	0.34511	0.17261	0.20822
LH (mm)	0.00444	0.60114	0.1098
AH (mm)	0.1661	0.55634	0.11972
Días de floración	0.35884	0.07845	0.1747
Días de maduración	0.16745	-0.15105	0.52962
Número de frutos	0.34615	0.20716	-0.17536
Largo fruto (mm)	-0.26724	0.07498	-0.41302
Ancho fruto (mm)	-0.32744	0.14281	0.26988
Peso por fruto (mg)	-0.31753	0.22837	0.14423
Número de semillas por fruto	-0.34621	0.21219	-0.08724
Peso de semilla (mg)	-0.31839	0.11402	0.30055
Número de semillas por planta	0.18231	0.26768	-0.4745
Variación explicada	50.0754	18.5122	14.2004
Variación acumulada	50.0754	68.5876	82.7879

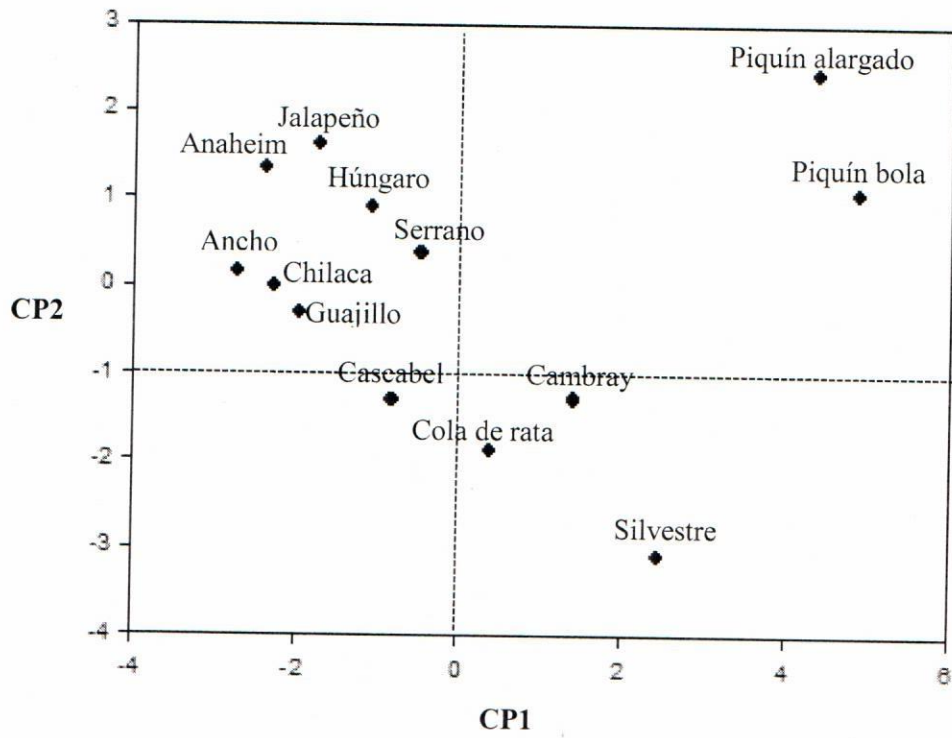


Figura 12. Distribución de los morfotipos de chiles criollos y silvestre del Noroeste de México basada en los componentes principales 1 y 2.

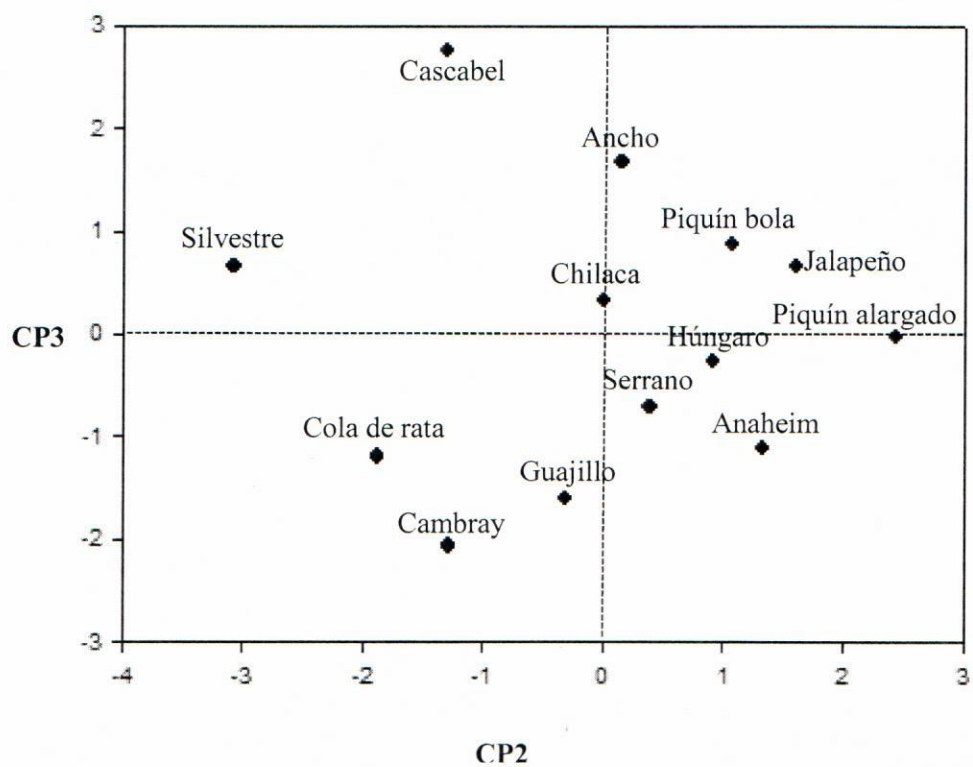


Figura 13. Distribución de los morfotipos de chiles criollos y silvestre del Noroeste de México basada en los componentes principales 2 y 3.

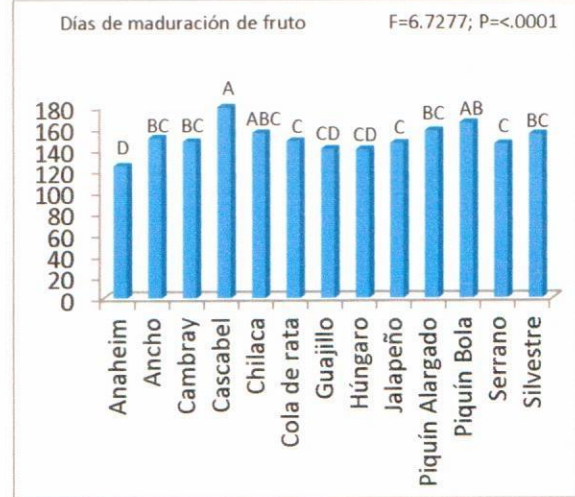
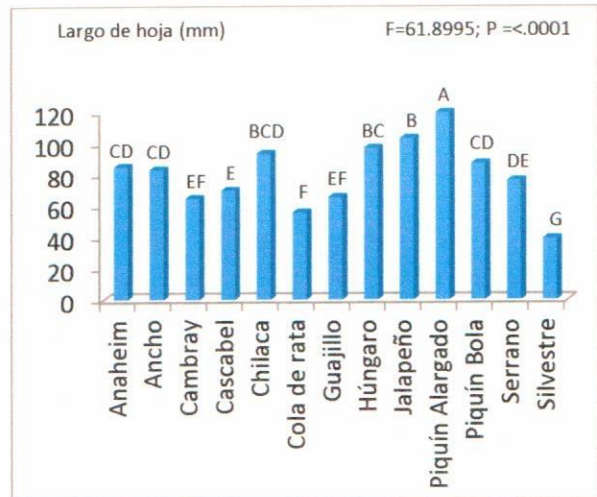
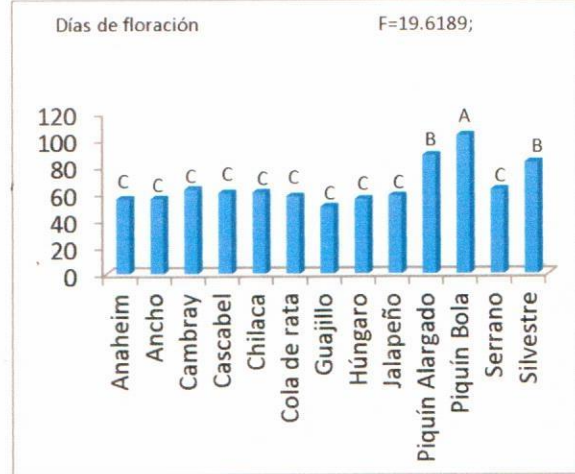
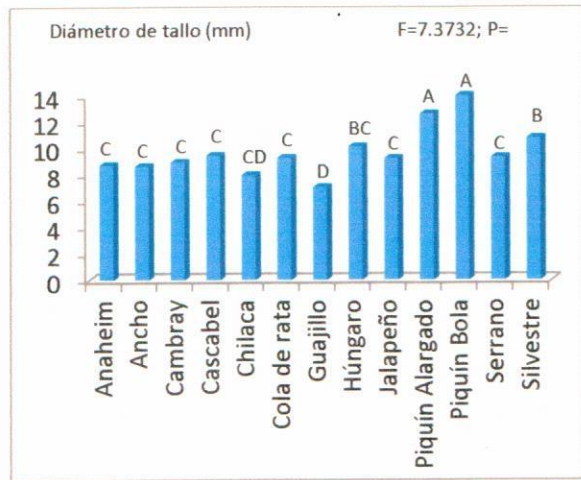
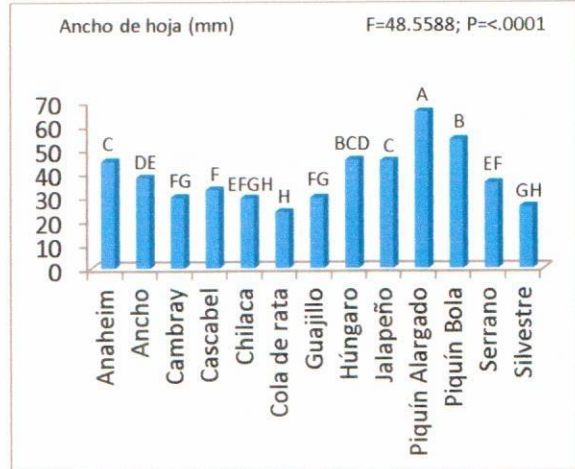
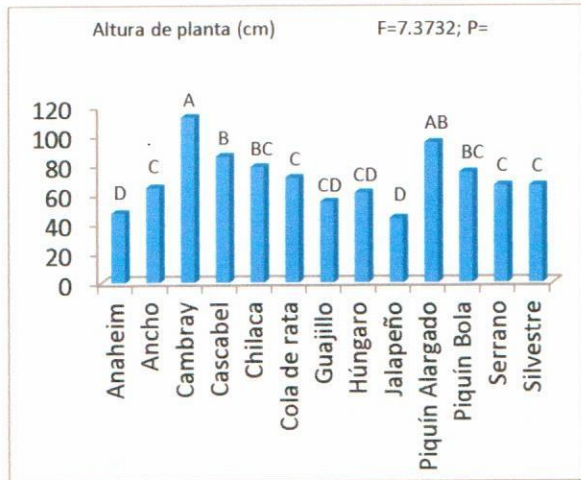
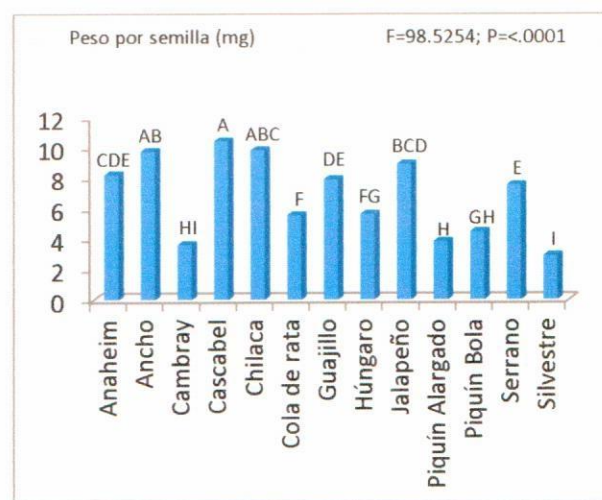
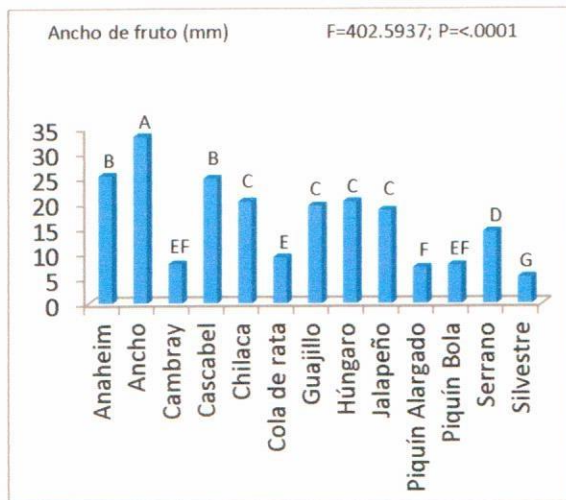
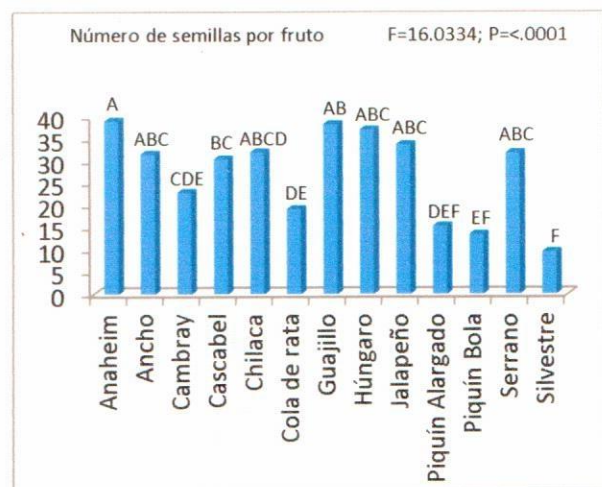
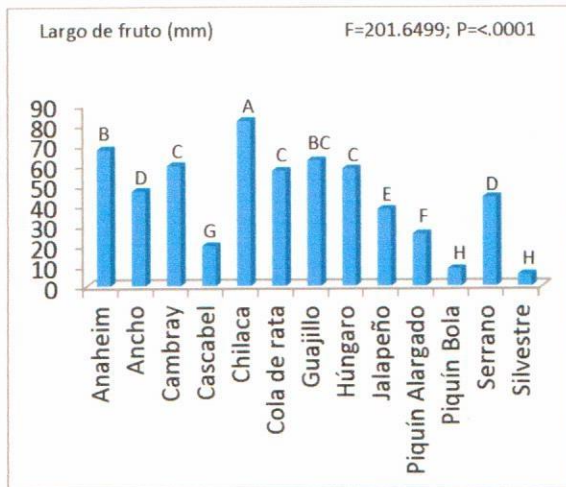
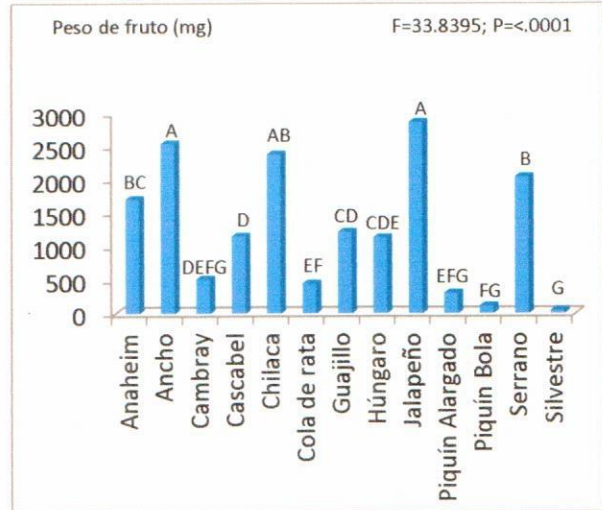
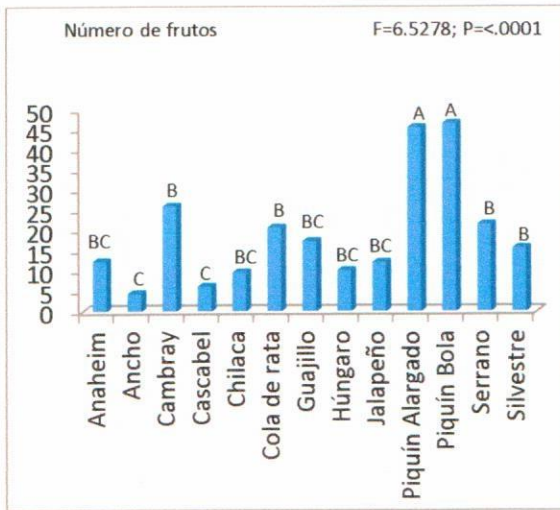
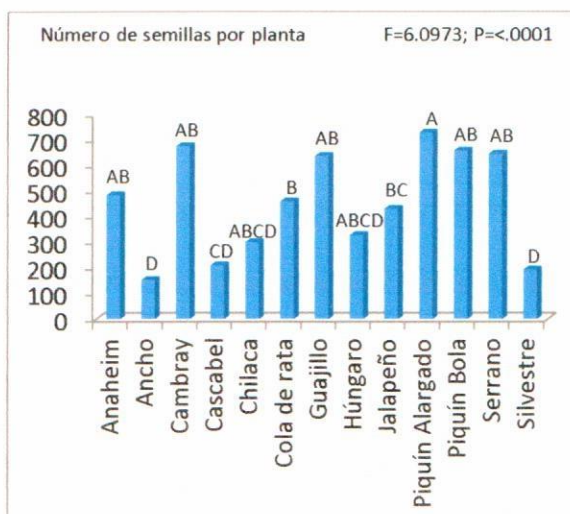


Figura 14. Gráficas de medias de las características morfológicas medidas de morfotipos de chiles criollos y silvestres del Noroeste de México.

Continuación Figura 14.



Continuación Figura 14.



VII. DISCUSIÓN

En el estudio de variación morfológica para todos los morfotipos y poblaciones, tanto como en el capítulo 1 y capítulo 2, hubo diferencias significativas entre y dentro de los morfotipos de chiles criollos y silvestres del noroeste y sur de México.

Los resultados del análisis anidado resultaron con más variación entre morfotipos que entre y dentro de poblaciones. Estos resultados tienen implicaciones más amplias, en particular en la taxonomía de las especies, ya que Hernández-Verdugo *et al.* (2008) encontraron más variación dentro de poblaciones de *C. annuum* silvestre. En cambio Hernández-Verdugo (2001) y Oyama *et al.* (2006) quienes mediante isoenzimas y marcadores moleculares RAPD's mostraron que las poblaciones silvestres de *C. annuum* del noroeste de México mantienen elevados niveles de variación genética dentro y entre sus poblaciones. Sin embargo, estos resultados son preliminares, pues se requiere de un mayor análisis de la variación entre tipos y poblaciones para este género en otras localidades entre y dentro de la distribución natural de la especie.

Los resultados de variación morfológica son consistentes con otros estudios de isoenzimas de Hamrick y Godt,(1997), RAPD's Bussell, (1999) y caracteres fenotípicos Rice y Mack, (1991), que han indicado que las especies vegetales con autofertilización muestran diferenciación significativa entre sus poblaciones. La diferenciación entre poblaciones puede ser causada por selección y deriva génica. Sin embargo, no está claro si la variación entre poblaciones en las características estudiadas posee un valor adaptativo (Hernández Verdugo S *et al.* 2008).

Estos resultados de misma forma coinciden con los trabajos de Pardey *et al.* (2006), quienes encontraron alta variabilidad en tamaño, peso y color de fruto, así como los de Medina *et al.* (2006), los cuales encontraron diferencias morfológicas, principalmente en fruto y follaje en diferentes poblaciones del género *Capsicum*. También con los trabajos de Hernández-Verdugo *et al.* (1998) y Hernández-Verdugo *et al.* (2008) donde encontraron variabilidad morfológica en siete poblaciones de chiles silvestres del Estado de Sinaloa y cuatro poblaciones de chile silvestre del Noroeste de México respectivamente.

El clima es considerado uno de los principales factores que afectan la distribución y variación de las especies vegetales debido a que puede actuar directamente sobre los procesos fisiológicos del crecimiento y reproducción o indirectamente y reproducción indirectamente a través interacciones ecológicas, tales como la competencia de recursos (Shao y Halpin, 1995). Ya que en los meses cuando se estableció la investigación; fueron meses con muchas variaciones climáticas, con lluvias inesperadas y al siguiente día con mucha radiación solar, corrientes de aires inesperadas, en días solía hacer frío y a los días desaparecía y se presentaba un calor abundante, etc. Varios estudios han mostrado que la precipitación y la temperatura influyen sobre los patrones geográficos de variación morfológica (Solís-Neffa, 2010; Nooryazdan *et al.*, 2010). Particularmente, la producción de frutos y semillas puede depender de la cantidad de agua disponible y la temperatura durante la etapa reproductiva (Graham, 2003; Souza *et al.*, 2010). Aunque se regó a todas las poblaciones uniformemente y se presentaran algunos factores inesperados por plagas agrícolas no debemos descartar estas variaciones por estos factores.

El dendograma nos separó notoriamente los silvestres junto con los piquines bola y alargado y un tusta para los chiles de Oaxaca y para los chiles del Noroeste de México los silvestres se separaron junto con los piquin bola y alargado. En el análisis de componentes principales tanto para chiles criollos y silvestres de Oaxaca y del Noroeste de México mostraron un estrecho agrupamiento entre el morfotipo silvestre y las poblaciones silvestres, mientras que los morfotipos criollos y poblaciones criollas hay una mayor separación entre ellas, lo que refleja una alta variación morfológica entre estas.

Estos resultados coinciden con los de Martínez-Sánchez David, (2010), donde encontró alta variabilidad morfológica en la mayoría de sus caracteres de *Capsicum annuum* L. Y con los de Narez-Jiménez Carlos A., (2014), donde encontró variabilidad morfológica en chiles cultivados y de traspatio del estado de Tabasco.

Los cuadros de CV (coeficiente de variación) nos muestra alta variación en las variables medidas en los chiles criollos y silvestres del Noroeste y sur de México. Hernández-Verdugo S *et al.* (1998) menciona que las poblaciones silvestres de *C. annuum* del estado de Sinaloa presentan una gran variabilidad morfológica y se diferencian significativamente en todos los caracteres medidos, excepto en el diámetro del tallo. En otro trabajo elaborado por Hernández-Verdugo S *et al.* (2012), menciona que las poblaciones de *C. annuum* silvestre del noroeste de México mantienen elevada variación en las características morfológicas medidas dentro y entre ellas indicando que esta especie es un recurso genético valioso que debe ser estudiado para mejorar su uso y conservación.

VIII. CONCLUSIONES

Este trabajo confirmó que las poblaciones criollas y silvestres de (*Capsicum annuum* L.) del Noroeste y sur de México presentan variación morfológica.

1. Las poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca y del Noroeste de México presentan altos niveles de variación morfológica.
2. La mayor cantidad relativa de variación de chiles criollos y silvestres de Oaxaca y del Noroeste de México se distribuyó entre morfotipos que dentro de poblaciones.
3. La mayoría de las poblaciones de chiles criollos y silvestres de Oaxaca y del Noroeste de México son altamente significativas.
4. Los morfotipos de chiles criollos y silvestres de Oaxaca y del Noroeste de México presentaron diferencias significativas entre morfotipos.
5. Las poblaciones que son solamente una no presentaron diferencias significativas debido a que es una sola población y no se compara con otra.

Por lo tanto es importante conocer, estudiar y conservar los recursos genéticos y los bancos de germoplasma ya que estos pueden ser parte importante para solucionar problemas actuales y futuros en la agricultura. Así que los tipos y poblaciones criollas y silvestres de

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Andreu, Pol. Salom. 2008. Semillas criollas: nuestra herencia y futuro. El Guacal. SIMAS pp. 6-7.
- Andrews, J. 1995. Peppers: The Domesticated *Capsicum*, new ed. University of Texas Press, Austin. 186 p.
- Bird, J. 1948. Preceramic cultures in Chicama and Virú. En: Bennett, W. (comp.). A reappraisal of Peruvian archaeology. Menasha, Wisconsin: The Society for American Archaeology. The Institute of Andean Research. pp. 21-28.
- Bussell, D. 1999. The distribution of random amplified polymorphic DNA (RAPD) diversity amongst populations of *Isotoma petraea* (Lobeliaceae). *Molecular Ecology* **88**: 775-789.
- Cahill, J. P., Ehdaie, B. 2005. Variation and heritability of seed mass in chia (*Salvia hispanica* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution* **52**: 201-207.
- Carrillo-Trueba, César. 2010. La milpa y la cosmovisión de los pueblos mesoamericanos. *Revista La jornada del campo*. Núm. 34.
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zárate, S. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la sociedad botánica de México* **62**: 31-47.

- Castellón-Martínez, E., Carrillo-Rodríguez, J. C., Chávez-Servia, J. L., Vera-Guzmán, A. M. 2013. Variación fenotípica de morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) nativo de Oaxaca, México. *Revista Internacional De Botánica Experimental* **83**: 225-236.
- Castro-García, F. Humberto., López-López, Porfirio. S. 2005. Al rescate de la diversidad genética del chile (*Capsicum* spp) en Oaxaca, México. Memoria de la Segunda Convención Mundial del Chile. CONAPROCH. Zacatecas, Zac. México.
- Cázares-Sánchez, E., Ramírez-Vallejo, P., Castillo-González, F., Soto-Hernández, R. M., Rodríguez-González, M. Teresa., Chávez-Servia, J. Luis. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) del Centro-Oriente de Yucatán. *Agrociencia* **39**: 627-638.
- CONABIO, 2015. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. Información Taxonómica. *Capsicum annuum annuum*. Mapa de distribución puntual de *Capsicum annuum*. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Capsicum/Informe_Final/Informe%20final%20Capsicum.pdf.
- Cowan, C.W., Watson, P. J. 1992. Some concluding remarks. En: Cowan C.W. y Watson P.J. Edrs. *The origins of agriculture. An international perspective*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 207-211.
- D' Arcy, W. G., Eshbaugh, W. H. 1974. New World peppers (*Capsicum-Solanaceae*) north of Colombia. *Baileya* **19**: 93-103.

- Díaz-Guillén, Fermín. 2010. El proceso de domesticación en las plantas. Universidad Autónoma Metropolitana. Revista Casa del tiempo. Vol. 3. No. 28 pp. 66-70.
- Eshbaugh, W. H. 1970. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). *Brittonia* **22**: 31-43.
- Eshbaugh, W. H. 1975. Genetic and biochemical systematic studies of chili peppers (*Capsicum*- Solanacea). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **102**: 396-403.
- Eshbaugh, W. H. 1980. The taxonomy of the genus *Capsicum* (Solanaceae). *Phytologia* **47**: 153-166.
- Eshbaugh, W. H. 1993. Peppers: History and exploitation of a serendipitous new crop discovery. In J. Janick and J.E. Simon (eds.). *New Crops*. John Wiley & Sons, New York. pp. 132-139.
- Felde, T., Becker, H. C., Mollers, C. 2006. Genotype x environment interactions, heritability and traits correlations of sinapate ester content in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Crop Science* **46**: 2195-2199.
- Gepts, P., Papa, R. 2002. Evolution during domestication. En: *Encyclopedia of Life Sciences*. Macmillan Publishers Ltd. pp.1-7.
- Gepts, P. 2004a. Plant and animal domestication as human-made evolution. En: J. Cracraft and R. W. Bybee Eds. *Evolutionary Science and Society: Educating a New Generation*. American Institute of Biological Science, Washington, DC. pp. 180-186.

- Gepts, P. 2004b. Crop domestication as a long-term selection experiment. En: Janick J. Ed. Plant Breeding Reviews, volume 24, part 2. John Wiley & Sons, Inc.
- Hamrick, J. T., Godt, M. J. W. 1997. Allozyme diversity in cultivated crops Crop Sci. **37**: 26-30.
- Harlan, J. R., De Wet, J. M. J. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon* **20**: 509-517.
- Harlan, J. R. 1992. Crops and man. Second edition. American Society Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin.
- Hawkes, J. G. 1983. The diversity of crop plants. Harvard University Press. ISBN 9780674183551.
- Hernández-Verdugo, S., Guevara-González, R. G., Rivera-Bustamante, R. F., Vázquez-Yanes, C., Oyama, Ken. 1998. Los parientes silvestres del chile (*Capsicum spp.*) como recursos genéticos. Boletín de la Sociedad Botánica de México. **62**: 171-181.
- Hernández-Verdugo, S., Dávila-Aranda, Patricia., Oyama, Ken. 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*. Boletín de la Sociedad Botánica de México **64**: 65-84.
- Hernández-Verdugo, S., Luna-Reyes, R., Oyama, Ken. 2001. Genetic structure and differentiation of wild and domesticated populations of *Capsicum annum* from México. Plant Systematics and Evolution **226**: 129-142.

Hernández-Verdugo, S., López-España, Ricardo. G., Sánchez-Peña, Pedro., Villarreal-Romero, Manuel., Parra-Terraza, Saúl., Porras, Flor., Corrales-Madrid, José. L. 2008. Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de Chile del noroeste de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Volumen 31 **4**: 323-330.

Hernández-Verdugo, S., Porras, Flor., Pacheco-Olvera, Antonio., López-España, Ricardo. Guillermo., Villarreal-Romero, Manuel., Parra-Terraza, Saúl., Osuna-Encino, Tomás. 2012. Caracterización y variación ecogeográfica de poblaciones de Chile (*Capsicum annuum* Var. *Glabriusculum*) silvestre del noroeste de México. *Revista Polibotánica*. Núm. 33 pp. 175-191.

Heiser, C. B., Smith, P. G. 1958. New species of *Capsicum* from South America. *Brittonia* **10**:194-201.

Heiser, Jr. C. B., Smith, P. G. 1953. The cultivated *Capsicum* peppers. *Economic Botany* **7**: 214-217.

Hunziker, A. T. 1979. South American Solanaceae: A synoptic survey. In J.G. Hawkes, R.N. Lester and A.D. Skelding, (eds). *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*. Linnean Society Symposium. Academic Press, London and New York. Series No. 7. Pp. 49-85.

IPGRI. 1995. Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). International Plant Genetic Resources Institute. 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. 51 p.

- Jensen, R. M., McLeod, M. J., Eshbaugh, W. H., Guttman, S. I. 1979. Numerical taxonomy analysis of allozymic variation in *Capsicum* (Solanaceae). *Taxon* **28**: 315-327.
- Loaiza-Figueroa, F., Kermit, Ritland., Laborde-Cancino, José. A., Tanksley, S. D. 1989. Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (Solanaceae) in México. *Plant Systematics and Evolution* **165**: 159-188.
- Long-Solís, J. 1986. *Capsicum* y cultura: la historia de chile. Fondo de Cultura Económica, México. 203 p.
- Lujan, F. M. 1986. Incorporación de resistencia genética a chile jalapeño para el control de *Phytophthora capsici* Leo, Herencia de la resistencia del hospedante y de la patogenicidad del parásito. Tesis de M. en C. Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
- MacNeish, R. S. 1964. Ancient Mesoamerican civilization. *Science* **143**: 53-537.
- MacNeish, R. S. 1967. A Summary of subsistence. En: Byers D. Ed. The prehistory of the Teahuacán Valley. Vol. 1. University of Texas, Austin, pp. 3-13.
- Martínez-Sánchez, David., Pérez-Grajales, Mario., Rodríguez-Pérez, Juan. Enrique., Del Carmen, Moreno. Esaú. 2010. Colecta y caracterización morfológica de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* **3**: 169-176.
- McLeod, M. J., Guttman, S. I., Eshbaugh, W. H. 1982. Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). *Economic Botany* **36**: 361-368.

- Morales, N. C., Quero, A. R., Melgoza, A., Martínez, M., Jurado, P. 2009. "Diversidad forrajera del pasto banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México". *Técnica Pecuaria en México* **47**: 231-244.
- Morán, Bañuelos., Hirán, Sara. 2008. Caracterización biológica de chiles criollos (*Capsicum annuum* L.) del sur del estado de Puebla. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Moscone, E. A., Scaldaferrro, M. A., Grabielle, M., Cecchini, N. M., Sánchez-García, R., Jarret, J. R., Daviña, D. A., Ducasse, G. E., Barboza, F. Ehrendorfer. 2007. The evolution of chili peppers (*Capsicum* - Solanaceae): a cytogenetic perspective. In. D.M. Spooner, L. Bohs, J. Giovannoni, R.G. Olmstead, D. Shibata (Eds.). VI International Solanaceae Conference: Genomics Meets Biodiversity *Acta Horticulturae* (ISHS) **745**: 137-170.
- 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.
- Nárez-Jiménez, Carlos. A., de-la-Cruz-Lázaro, Efraín., Gómez-Vázquez, Armando., Castañón-Nájera, Guillermo., Cruz-Hernández, Aldenamar., Márquez-Quiroz, César. 2014. La diversidad morfológica in situ de chiles silvestres (*Capsicum spp.*) de Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 37 **3**: 209-215.
- Oyama, Ken., Hernández-Verdugo, S., Sánchez, C., González-Rodríguez, A., Sánchez-Peña, P., Garzón-Tiznado, J. A., Casas, A. 2006. Genetic structure of wild and

- domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from northwestern Mexico analyzed by RAPDs. *Genetic Resources and Crop Evolution* **53(3)**: 553-562.
- Pardey, C., Vallejo, C. F. A., García, M. A. 2006. Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. *Revista Acta Agronómica. Palmira Valle*. Vol. 55 no. 3 p. 1-9.
- Pérez-Castañeda, L. M., Castañón-Nájera, G., Mayek-Pérez, N. 2008. Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) de Tabasco, México. *Cuadernos de Biodiversidad* **27**: 11-22.
- Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., Berman, M. J., Cooke, R. G., Rademaker, K., Ranere, A. J., Raymond, J. S., Sandweiss, D. H., Scaramelli, F., Tarble, K., Zeidler, J. A. 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science* **315**: 986-988.
- Pickersgill, B. 1969. The domestication of chili peppers. En: Ucko P.J. y Dimbley G.W. Eds. *The domestication and exploration of plants and animals*. Duckworth, London, pp. 443-450.
- Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution* **25**: 683-691.
- Pickersgill, B., Heiser, Jr. C. B. 1976. Cytogenetics and evolutionary change under domestication. *Philosophical Transactions of the Royal Society. London B*. **275**: 55-69.
- Pickersgill, B. 1977a. Taxonomy and the origin and evolution of cultivated plants in the New World. *Nature* **268**: 591-595.

Pickersgill, B. 1977b. Chromosomes and evolution in *Capsicum*. En: Poachard E. Ed. Cumples Rendus du III Congres sur la Genetique et la Selection du Piment, Avignon Montfavet, Francia, pp. 27-37.

Pickersgill, B., Heiser, Jr. C. B., McNeill, J. 1979. Numerical taxonomic studies on variation and domestication in some species of *Capsicum*. In J.G. Hawkes, R.N. Lester and A.D. Skelding, (eds.). The Biology and Taxonomy of the Solanaceae. Linnean Society Symposium. Academic Press, London and New York. Series No. 7. pp. 679-700.

Pickersgill, B. 1984. Migrations of chili peppers, *Capsicum* spp., in the Americas. In D. Stone, (ed.). Pre-Columbian Plant Migration. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. Vol. 76. pp. 105-123.

Pickersgill, B. 1991. Cytogenetics and evolution of *Capsicum* L. In T. Tsuchiya and P.K. Gupta, Chromosome Engineering in Plants: Genetics, Breeding, Evolution, Part B. Elsevier, Amsterdam. pp. 139-160

Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* **96**: 129-133.

Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: Insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* **100**: 925-940.

Pozo-Campodónico, O., Montes H. S., Redondo J. E. 1991. El chile (*Capsicum* spp.). En: Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. México, pp. 217-238.

Ramírez, V. P., Ortega, P. R., López, H. A., Castillo, G. F., Livera, M. M., Rincón, S. F., Zavala, G. F. 2000. Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura, Informe Nacional. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México. 130 p.

Rice, K. J., Mack, R. N. 1991. Ecological genetics of *Bromus tectorum* L. A hierarchical analysis of phenotypic variation. *Oecologia* **88**:77-83.

Rindos, D. 1984. The origins of agricultura: an evolutionary perspective. Academic Press. Orlando.

SIAP-SAGARPA. 2013. Boletín. Producción. México es primer lugar mundial en la producción de chile verde.

Smith, P.G., Heiser, C. B. 1951. Taxonomic and genetic studies on the cultivated peppers, *C. annuum* L. and *C. frutescens* L. *American Journal of Botany* **38**: 362- 368.

Smith, P. G., Heiser, Jr. C. B. 1957. Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq. and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **84**: 413-420.

The plant list, 2010. A working list of all plant species. Angiosperms. Solanaceae. *Capsicum*. <http://www.theplantlist.org/browse/A/Solanaceae/Capsicum/>.

Tong, N., Bosland, P. W. 2003. Observations on interspecific compatibility and meiotic chromosome behavior of *Capsicum buforum* and *C. lanceolatum*. *Genetic Resources and Crop Evolution* **50**: 193-199.

- Toniolo, P. M., Schifino-Wittmann, M. T. 2006. A meiotic study of the wild and semi-domesticated Brazilian species of genus *Capsicum* L. (Solanaceae). *Cytologia* **71**: 275-287.
- Valladares, F., Gianoli, E., Gómez, J. M. 2007. Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytologist*. **176**: 749-763.
- Vavilov, N. Y. 1931. Preliminary report on the result of an expedition to Central America in 1930. Reimpreso en: Dorofeyev V.F. Ed. 1992. *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press, pp. 207-238.
- Vázquez-Dávila, M. A. 1996. El *amash* y el *pistoqué*: un ejemplo de la etnoecología de Los Chontales de Tabasco, México. *Etnoecología* **3**: 59-69.
- Vida, G. 1994. Global issues of genetic diversity. In: Conservation Genetics. V Loeschcka, J Tomiuk, S K Jain (eds). Birkhauser Verlag. Berlín, Germany. pp. 9-19.
- Zhang, G., Zhou, W. 2006. Genetics analysis of agronomic and seed quality traits of synthetic oilseed *Brassica napus* produced from interspecific hybridization of *B. campestris* and *B. oleraceae*. *Journal Genetics* **85**: 45-51.