

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Diversidad Morfológica de Cinco Genotipos de Chile Piquín (*Capsicum annuum*
var glabriusculum) Procedentes de Diferentes Zonas de México.

Por:

DIEGO FERNANDO CERDA MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Diversidad Morfológica de Cinco Genotipos de Chile Piquín (*Capsicum annum*
var. *glabriusculum*) Procedentes de Diferentes Zonas de México.

Por:

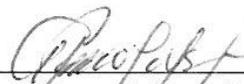
DIEGO FERNANDO CERDA MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría



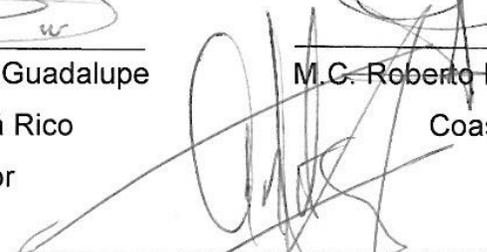
Dr. Alfonso López Benítez
Asesor principal



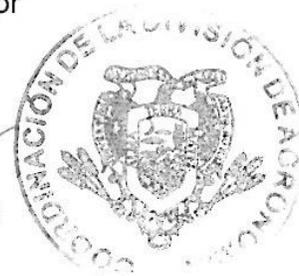
Dr. Juan Samuel Guadalupe
Jesús Alcalá Rico
Coasesor



M.C. Roberto Espinoza Zapata
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

TESIS

Presentada por:

DIEGO FERNANDO CERDA MARTÍNEZ

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

El trabajo presentado ha sido dirigido por el siguiente comité de asesoría de
acuerdo con su función como:



Dr. Alfonso López Benítez

Director



Dr. Juan Samuel Guadalupe

Jesús Alcalá Rico

Codirector



M.C. Roberto Espinoza Zapata

Asesor

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2020

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme recibido con las puertas abiertas, permitirme ser parte de sus grandes estudiantes y egresados y brindarme de los servicios que hicieron posible mi vida en la universidad, así como haberme proporcionado todas las herramientas y conocimientos que ayudaron a forjarme como un profesional del campo.

A mis asesores de tesis: **Dr. Alfonso López Benítez** por permitirme formar parte de este proyecto que me definirá como Ingeniero Agrónomo en Producción.

Dr. Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico, por darme la oportunidad de participar en este proyecto de investigación bajo un ambiente ameno y amistoso, además de orientarme pacientemente durante todo el trabajo práctico y teórico para poder desarrollarlo.

A mis profesores en general por transmitirme sus conocimientos y ser parte de mi formación profesional.

Al **Departamento de Ingeniería Forestal** por proporcionarnos las herramientas y espacio para poder llevar a cabo nuestro experimento.

A todos los amigos y compañeros que estuvieron conmigo durante todo el trayecto de mi carrera por ser parte de todo el esfuerzo que requiere ser un buitre egresado de la Narro, gracias por haberme brindado su amistad y por formar parte de la etapa más hermosa de la vida: la universidad.

A mis amigos que llegaron a colaborar conmigo en los trabajos de campo que se requerían en el experimento, en especial al ingeniero **Jorge Espinoza González**.

DEDICATORIA

A mis padres:

Javier Cerda León y Marcela Martínez Bonilla

Por ser los mejores padres que me pudo dar la vida, a que siempre dieron todo de ellos para criarme y hacer de mí una persona de bien e impulsarme siempre hacia el área del estudio. Por todo su apoyo económico y moral que me brindaron para poder conseguir esta meta que me propuse.

A mis hermanos:

Luis Javier Cerda Martínez por haber puesto gran parte de su apoyo y confianza en mí, por motivarme siempre a seguir adelante.

Emiliano Cerda Martínez siempre fue uno de los motivos para siempre salir adelante y ayudarme a tratar de ser un buen ejemplo para mi hermano menor.

A mi esposa: **Guadalupe Camacho Cerda**, que siempre estuvo conmigo en los momentos difíciles de mi vida, siempre obtuve su apoyo moral para no rendirme y nunca me dejó sentirme solo a pesar de la distancia.

A mi hijo: **Diego Cerda Camacho**, el cual siempre fue la fuente de energía más grande para seguir adelante, el motor que siempre me impulsó y nunca me permitió darme por vencido en los momentos difíciles.

Y en general a todos los miembros de mi familia que siempre creyeron en mí y siempre le alentaron a seguir adelante.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
INDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Chile piquín.....	4
Origen.....	4
Clasificación taxonómica	4
Descripción botánica	5
Importancia del chile.....	6
Germinación del chile piquín	8
Producción del chile piquín.....	9
Diversidad genética	10
Erosión genética.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Localización del sitio experimental	13
Material vegetativo utilizado	13
Siembra	13
Trasplante.....	14

Riego y fertilización.....	14
Aplicaciones de insecticidas	15
Parámetros evaluados (caracteres cualitativos)	15
Parámetros evaluados (caracteres pseudocualitativos)	17
Parámetros evaluados (caracteres cuantitativos).....	21
Diseño experimental.....	25
Análisis estadísticos	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Identificación de genotipos de chile piquín.....	13
Cuadro 2. Componentes de importancia para las variables pseudocualitativas	27
Cuadro 3. Componentes de importancia para las variables cuantitativas.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dendrograma de características cualitativas de chile piquín	26
Figura 2. Dendrograma de características pseudocualitativas de chile piquín ..	27
Figura 3. Biplot de características pseudocualitativas de cinco genotipos de chile piquín.....	29
Figura 4. Dendrograma de características cuantitativas de cinco genotipos de chile piquín de diferentes orígenes geográficos.....	30
Figura 5. Biplot de características cuantitativas de cinco genotipos de chile piquín	32

RESUMEN

El chile piquín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) se considera el antepasado de los chiles cultivados y está asociado con niveles altos de diversidad. Las poblaciones de chile silvestre contienen una amplia base genética que puede brindar características deseables a futuros programas de mejoramiento genético.

En este experimento se llevó a cabo la caracterización morfológica de caracteres cualitativos, pseudocualitativos y cuantitativos de cinco genotipos de chile piquín provenientes de diferentes zonas geográficas de México. El experimento se estableció en el departamento de ingeniería forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se utilizó lombricomposta como sustrato para el trasplante en las macetas. Se colocaron sobre rejas metálicas que fungieron como camas de soporte para las plantas, se estableció el experimento bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y seis plantas por repetición sometidas al mismo ambiente, el cuál constó de riegos según el requerimiento de las plantas, fertirriegos semanales con fertilizante 196N-232P-174K-113 Ca y fertilización foliar 2 veces a la semana con el fertilizante foliar ferti plus, así como aplicación de insecticida dimetoato una vez a la semana. Se realizó un dendrograma para la determinación de diversidad en caracteres cualitativos demostrando que la posición de la flor es la única característica discriminante. Para las pseudocualitativas y cuantitativas se hizo mediante análisis de Componentes Principales (CP) y gráfica biplot. El primer CP para características pseudocualitativas explicó la mayor proporción de varianza con el 66.1%, seguido del CP2 con 20.0 lo cual indica que los primeros componentes explican la mayor variación de las características evaluadas, explicando el CP1 y el CP2 el 86.02%. Con respecto las características cuantitativas, el CP1 explicó la mayor proporción de varianza con 54.7%, seguido del CP2 con 23.8%.

INTRODUCCIÓN

El chile piquín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) se considera el antepasado de los chiles cultivados (González *et al.*, 2011), las plantas de esta especie son perennes, herbáceas o trepadoras que pueden alcanzar hasta 4 m de altura Hernández *et al.*, (2010).

En México se han originado una diversidad de nombres comunes para este chile dependiendo de la región del país; chiltepín, chile piquín, chiltepec, chiltepilló, chilpaya, chile de monte, chile parado, pájaro pequeño, amomo, pico de paloma, pico de pájaro, chile de Chiapas, ululte, totocuitlatl, chile mosquito, tllilchilli, milchili y diente de tlacuache (Long, 1998).

Las poblaciones de chile piquín silvestre mantienen elevada variabilidad morfológica, esto indica que esta especie es un recurso genético valioso en programas de investigación y de mejoramiento genético que debe ser estudiado para mejorar su uso y conservación (Hernández *et al.*, 2010; López *et al.*, 2016; Espinoza 2018). Las formas silvestres de *Capsicum* han dado origen a los tipos y variedades de chiles domesticados y cultivados alrededor de mundo (Pérez, 2009) La permanencia y aprovechamiento de especies y variedades cultivadas actualmente, depende en cierta medida de la conservación de sus formas silvestres que tienen una base genética mucho más amplia que representa un reservorio de genes que pueden tener potencial para solucionar futuros problemas agrícolas (Pérez, 2009; De la Cruz *et al.*, 2017).

El chile piquín que se consume en México es, en su mayoría, recolectado de plantas silvestres, lo cual podría amenazar la diversidad genética de la especie (Cano *et al.*, 2015). Esta especie enfrenta presión antropogénica por su extracción irracional (Beltrán *et al.*, 2020), así como también se encuentra amenazado por la destrucción de su hábitat (Alonso *et al.*, 2012).

El chile piquín debería producirse intensivamente para proteger la población silvestre y satisfacer la demanda; sin embargo, la baja germinación de semillas de esta especie ha sido un problema para su establecimiento a nivel comercial

(Cano *et al.*, 2015). Por la baja germinación de sus semillas y la demanda creciente del fruto, la especie podría verse amenazada en corto plazo (Beltrán *et al.*, 2020).

La caracterización morfológica de genotipos de plantas proporciona datos a los fitomejoradores con respecto a la expresión fenotípica de los diferentes materiales genéticos, y orientar su futuro trabajo de selección y generación de nuevos genotipos; además de que cada productor interesado puede tomar las mejores decisiones con respecto a cuál genotipo sembrar, según el mercado al que se quiere dirigir la producción, la calidad requerida, y otras características. Tomando en cuenta que varias de las características evaluadas son cuantitativas, y por lo tanto se ven influenciadas por los factores ambientales (Elizondo y Monge 2017).

De acuerdo con Hernández *et al.*, (2015), la plasticidad fenotípica les proporciona a las plantas la capacidad de lidiar con ambientes heterogéneos; tipos de suelo, retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico, concentración de iones hidrogeno, entre otros.

Se ha mencionado que en el Chile piquín se encuentra una gran diversidad, pero la mayoría de esos trabajos se realizaron de forma "in situ". Por ello el presente trabajo se realizó ex situ bajo un mismo ambiente para explorar la diversidad y características particulares expresadas con las que cuentan los genotipos de Chile piquín de diferentes orígenes.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar la diversidad morfológica de genotipos de diferentes orígenes geográficos de Chile piquín.

Objetivos específicos

- Determinar la similaridad de genotipos de Chile piquín a través de caracteres cualitativos, pseudocualitativos y cuantitativos
- Explorar las características que contribuyen a discriminar en mayor medida a los genotipos

HIPÓTESIS

- Por lo menos dos genotipos mostrarán similaridad en una característica ya sea cualitativa, pseudocualitativa o cuantitativa.
- Al menos una característica podrá discriminar entre genotipos de Chile piquín

REVISIÓN DE LITERATURA

Chile piquín

El chile silvestre *C. annum* var. *Glabriusculum*, en México según la región, se denomina Amashito, Max, Piquín, Chiltepín entre otros, el cual ha sido identificado como el progenitor y pariente silvestre de las formas domesticadas (Gutiérrez *et al.*, 2020). Se asocia comúnmente al matorral arborescente, espinoso o submontano y a la selva baja caducifolia, considerándose el ancestro más cercano y progenitor de las formas domesticadas, con niveles altos de diversidad (Montes *et al.*, 2006).

Origen

El chile es una de las primeras plantas domesticadas en Mesoamérica; de las aproximadamente 30 especies del género *Capsicum* de origen sudamericano, únicamente *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, y *C. pubescens* son domesticadas (López y Castro 2006; Aguilar, 2010).

El centro de origen del chile (*Capsicum annum* L) es Mesoamérica, más específicamente México y Guatemala (Medina *et al.*, 2010).

Clasificación taxonómica

La clasificación botánica del género *Capsicum* es la siguiente según Ramírez (1989)

División Angiospermae

Clase Dicotyledoneae

Subclase Metachlamydeae

Orden Tubiflorae

Familia Solanaceae

Género *Capsicum*

Especie ssp

Var.bot. aviculare dierb

Distribución geográfica

El chile piquín silvestre (*Capsicum annum L. var. glabriusculum*), tiene una amplia distribución desde la parte sur de los Estados Unidos de Norteamérica; casi todo México; Centroamérica; Antillas y la parte norte de Sudamérica, suele encontrarse en ríos o campos de cultivo y pueden localizarse poblaciones naturales desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm (Medina *et al.*, 2000).

En México, el chile piquín se localiza en la mayor parte del país, desde el estado de Tamaulipas hasta Quintana Roo por el lado del Golfo, y desde Sonora y Baja California a Chiapas por el Pacífico. (Aguilar *et al.*, 2010). En este aspecto una de las estrategias de dispersión de las semillas de chile silvestre en el norte de México es a través de las aves que las ingieren, la cual les ha permitido propagarse ampliamente en grandes regiones (Villalón, 2013).

Se presenta en toda la franja costera del Golfo de México, encontrándose mayormente desde la zona de transición de la zona Huasteca en el sur de Tamaulipas, aumentando sus poblaciones hacia el norte-centro del estado, así como hacia San Luis Potosí y Nuevo León (Montes *et al.*, 2006).

Descripción botánica

El chile piquín se presenta a manera de arbustos pequeños, hasta de 0.5-2.00 m de altura, con un solo tallo y muchas ramas en forma ascendente extendidas; tallos verdes costillados, pubescentes con pelos incurvados de 0.4 mm de largo y casi glabros. Hojas solitarias o en pares, lanceoladas a ovadas, de 2.8 cm de ancho, esparcidamente pubescentes en ambas superficies a glabras, el ápice acuminado, la base cuneada y abruptamente acuminada en el pecíolo; pecíolos de 5-20 mm de largo. Inflorescencias axilares, de una sola flor; pedicelo erecto, curvado en el ápice y nutante en floración, rígido y frutos de diferentes formas, tamaños, colores y sabores. Esta especie es una planta perenne, aunque su follaje puede morir en tiempo de sequía, o en el invierno. Brota o reverdece con

las primeras lluvias y se encuentra en plena producción al final de la temporada, dependiendo de la localidad (Medina, 2000).

Son frutos pequeños ovalados de 5 a 7 mm de diámetro que crecen con pedúnculos solitarios, flores de color blanco cremoso, sus frutos son desde verde cambiando a naranja y rojo vivo con la maduración del mismo, contienen un promedio de 18 semillas por fruto, siendo un chile muy picante, y de sabor característico muy apreciado (Aguilar *et al.*, 2010). Las semillas son de color amarillo; con superficie lisa y de tamaño pequeño (López y Castro 2006).

La planta es de hábito de crecimiento erecto o intermedio, con tallos de forma cilíndrica y color verde, presenta antocianinas en los nudos y con pubescencia escasa. Se presentan de una a dos flores por axila en posición erecta, con anteras de color morado y filamento verde; el estigma se desarrolla de forma excerta. El color de la corola es variable desde blanco a verdoso (López y Castro 2006).

Importancia del chile

El género *Capsicum* es una hortaliza de importancia económica a nivel mundial, en México se considera de gran aportación económica al sector agrícola, además de representar un capítulo importante en la historia y cultura de México. Desde los tiempos prehispánicos ha sido consumido en sus diversas variantes y actualmente está arraigado en todos los estratos socioeconómicos del país, además interviene en la dieta diaria de los mexicanos en diversas presentaciones, ya sea verde, seco, en polvo, encurtido, en salsas, ensaladas, moles, rellenos, dulces y otros. Aunque el continente americano es el centro de origen de esta especie, se ha convertido en un condimento popular en muchas partes del mundo, donde es apreciado por sus atributos de color, grado de picor y aroma, Se estima que el 25 % de la población mundial consume diariamente algún tipo de chile (Alonso, 2008). Por otro lado, Bañuelos (2008) menciona que el chiltepín, ocupa un lugar significativo en la cultura de los sonorenses, trasciende con facilidad distintos espacios de la vida cotidiana: alimenta, cura, protege, invade la cocina, el trabajo, las fiestas y las actividades recreativas.

Los frutos del chile piquín son muy picantes (50,000-100,000 unidades Scoville) y frecuentemente son empleados en los platillos especiales en múltiples regiones del país, además forma parte importante de la alimentación de todos los mexicanos, se utiliza como condimento, y es ingrediente de una amplia gama de alimentos típicos; como salsas, tamales, pozole, caldo de pollo, menudo, además se adiciona a bebidas, frutas y dulces, entre otros (Elos *et al.*, 2018).

El chile piquín característico del noreste de México es llamado también por los habitantes, chile de monte o chile de campo y es un chile que crece en forma silvestre, que representa un recurso de gran importancia ecológica, así como socio económico, además de ser considerado el ancestro común de todos los tipos de chiles de la especie *Capsicum annuum* (Aguilar *et al.*, 2010).

Actualmente el aprovechamiento se reduce únicamente a poblaciones silvestres. El chile piquín es aprovechado de manera temporal por los pobladores que habitan en zonas cercanas donde crece de manera o silvestre, lo colectan para autoconsumo o para venta, ya sea fresco, estando el fruto verde (inmaduro) o rojo (maduro), seco o para curtirlo. Representa una fuente temporal de ingresos durante su cosecha y venta. En el estado de Tamaulipas puede llegar a significar el 46% del total del ingreso familiar, así como el 15% de la población de esta misma región llega a considerarlo como empleo temporal (López, 2018).

Por otro lado, los chiles silvestres representan sin duda un recurso genético de mucha importancia para los futuros programas de mejoramiento genético (Alonso *et al.*, 2008).

Por lo cual el chile piquín (*C. annuum var. glabriusculum*) es una especie de gran importancia en el ámbito económico, gastronómico y como recurso fitogenético. La forma que se cosecha impide la regeneración de la especie lo cual puede ocasionar deriva genética (García, 2019).

Germinación del chile piquín

La germinación es el proceso que se inicia con la imbibición de la semilla seca y termina cuando el eje embrionario o radícula atraviesa las estructuras envolventes que la rodean y emerge. En el caso de las semillas endospermicas, la resistencia que oponen estas estructuras (testa y endospermo) al embrión es tan grande, que para que se produzca la emergencia es necesaria la degradación enzimática de varias zonas de dichas estructuras (Matilla, 2008).

El color de fruto tiene una alta relación con la germinación de la semilla de chile piquín, así como la respuesta a la emergencia y el número de plántulas normales. El color rojo amarillo claro resulta ser el mejor color de fruto por obtener los más altos valores de germinación, emergencia, así como plántulas normales en un primer conteo (López, 2006).

La baja tasa de germinación de la semilla de chile piquín está relacionada a la inmadurez del embrión cuando la semilla se obtiene de frutos rojos frescos y requiere de al menos dos meses de reposo una vez extraída, para completar su madurez. La viabilidad de la semilla se reduce a menos del 1%, después de 1 año de cosechada (Sandoval, 2011).

Se entiende por latencia al estado en el cual una semilla viable no es capaz de germinar, aunque se encuentre bajo condiciones favorables de temperatura, humedad y oxígeno. Es una importante propiedad adaptativa de las plantas que les permite preservar las especies logrando que las semillas mantengan su viabilidad largos periodos de tiempo (Salazar, 2012).

La germinación de la semilla del chile piquín había sido un obstáculo para la propagación de esta planta, ya que en forma natural se vale de las aves para romper latencia (Aguilar *et al.*, 2010). Las semillas contienen una cutícula dura con presencia de inhibidores, presentando una germinación menor del 5% (Guillén, 2017).

López (2018), indica que el mayor porcentaje de germinación es a los 9 meses de almacenamiento de la semilla, pues es a esta edad cuando se observó que

hubo mayor contenido de giberelinas, auxinas y citocininas y había mayor porcentaje de división celular. Por lo tanto, señala que dicha edad es ideal para que se obtenga un alto porcentaje de germinación ya que la semilla ha alcanzado madurez fisiológica, y contiene un alto contenido de hormonas que promueven la germinación y en el proceso de división celular.

El ácido giberélico estimula la germinación y vigor de plántulas y la hidrotermia aumenta el vigor de la semilla al evaluar las plántulas de chile piquín en invernadero (García *et al.*, 2010). La exposición al ácido giberélico ejerce una influencia positiva sobre la germinación de semillas (López *et al.*, 2017). Por lo tanto, el ácido giberélico es una hormona de crecimiento viable para la germinación de semillas de chiltepín (Araiza *et al.*, 2011). Medina (2010) menciona que la aplicación de ácido giberélico a 5 mil partes por millón durante 24 horas logra elevar la germinación hasta un porcentaje del 90%.

Producción del chile piquín

Las condiciones necesarias para su desarrollo son bajo sombra o semisombra, baja luminosidad, suelo poco profundo, temperatura, humedad y buen drenaje de suelo (Almanza, 1998).

El chile piquín se ha producido bajo malla-sombra incrementando el rendimiento hasta en 150% comparado con el cultivo a cielo abierto. Además, la calidad del fruto será superior, habrá una mayor eficiencia en el uso del agua y disminución de daños por aves, insectos, viento y temperaturas extremas (Rodríguez, 2003).

Es factible producir chile piquín en condiciones de campo abierto con acolchado y fertirriego bajo un sistema similar al empleado para producir otros tipos de chile; por ejemplo, jalapeños o serranos. Las plantas tienden a ser más compactas bajo el sistema de campo abierto y la productividad es muy variable, con un promedio de 130.9 gr. por planta de chile piquín verde en el primer corte (Sandoval, 2011).

El té de vermicompost en combinación con la mezcla de arena y compost, o sólo con arena, se considera una alternativa para la producción orgánica de chile piquín bajo condiciones de invernadero (Márquez, 2013).

En cuanto a la producción bajo diferentes altitudes, no presenta diferencia alguna en cuanto a los atributos de aroma, pungencia y preferencia de los frutos de chile piquín cultivados y los silvestres, ya sean frescos verdes o rojos. Así mismo tampoco se detectaron diferencias con relación a las variables bioquímicas probadas; aporte energético, carbohidratos, proteínas, lípidos, fibra cruda, cenizas, hierro, calcio, potasio y humedad (García, 2014).

Diversidad genética

En México existe en una gran variedad de chiles (*Capsicum* spp.) que son empleados tanto en la cocina tradicional como en la industria de alimentos. En Tabasco, se encuentran chiles silvestres o semi-silvestres como el “Amashito”, del cual se han reportado diferentes morfotipos, los cuales se consumen de forma tradicional desde antes de la conquista (Salinas *et al.*, 2010).

La diversidad en su morfología y características genéticas resulta de interés para su valoración biológica, así como para la identificación de centros de origen. De tal forma contribuir a crear condiciones para manipular el germoplasma y formar líneas resistentes a factores adversos bióticos y abióticos con la finalidad de establecer cultivos en lugares con condiciones poco favorables para su desarrollo (Medina, 2000).

Los recursos genéticos presentes en los parientes silvestres de las plantas cultivadas constituyen un acervo de genes potencialmente útiles para la agricultura que puede ayudar a resolver problemas agrícolas, lo hace un recurso genético valioso que hay que estudiar y conservar (Hernández *et al.*, 1998).

Existe una gran diversidad entre las poblaciones locales de chile, predominando seis grandes grupos o tipos: el piquín, huasteco, ozuluamero, pico de paloma, mirador y rayado. En la variación morfológica de las poblaciones silvestres de chiltepín en el estado de Sonora se encuentran tres variantes en el color del fruto maduro: rojo, naranja y amarillo, dominando el primero, con una frecuencia del 90.5%. Redonda semialargada y alargada en cuanto a la forma del fruto, dominando la forma redonda con una frecuencia del 76.8%. El hábito de

crecimiento de la planta se manifestó en tres divisiones: erecta, enredadera y decumbente, siendo dominante la forma erecta (86.5%) (Montes *et al.*, 2006).

Una parte importante de la diversidad genética de chile en México, se encuentra en la Península de Yucatán, el maax o maaxito es la especie silvestre local que se encuentra comúnmente en los solares de las casas como plantas individuales y con reducido número de variantes domesticadas (Latournerie *et al.*, 2001).

Hernández *et al.*, (2012) analizaron la variación geográfica en caracteres morfológicos de 19 poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) en sus hábitats naturales en el noroeste de México, como altura de planta, longitud de rama, diámetro de tallo, entre otros caracteres. Obteniendo elevada variación en las características morfológicas medidas dentro y entre las poblaciones indicando que esta especie es un recurso genético valioso que debe ser estudiado para mejorar su uso y conservación.

Ramírez *et al.*, (2018) investigaron la diversidad morfológica en 11 poblaciones de chile piquín de la sierra gorda de Querétaro y Guanajuato, registrando 44 caracteres en etapa de plántula, planta, floración, madurez de fruto y semilla, demostrando que los tres primeros componentes explicaron 56.6% de la variabilidad morfológica total. el CP1 es explicado por las características de peso, ancho y longitud de fruto, densidad de hoja y diámetro de semilla, en el CP2, las variables que más contribuyeron para la expresión de la variación fueron el ancho y pubescencia de hoja y finalmente, en el CP3 las variables que más importantes fueron la forma del fruto y color de las anteras.

Erosión genética

En el Noreste de nuestro país este recurso actualmente se encuentra bajo fuerte presión antropogénica en cuanto a su extracción y las formas de corta, la eliminación del hábitat dentro del matorral y deterioro del ecosistema en general para dar paso a otras actividades como la agrícola y pecuaria. En cambio, en el norte de Sonora el fruto se cosecha rojo y a dedo aprovechando la dehiscencia

del fruto maduro sin cortar ramas, causando menos daño en las poblaciones naturales de esta planta (Montes *et al.*, 2006).

Las especies vegetales que son explotadas por la actividad humana pueden correr riesgos de pérdida de diversidad genética, asociados con cambios en su ecología, que van desde la explotación no controlada de poblaciones silvestres, el cultivo y la domesticación silvícolas. La deriva genética asociada con los cuellos de botella durante la domesticación y la selección de rasgos favorables resulta en una pérdida de variación genética (González, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

Este experimento se realizó durante el periodo de primavera, verano y otoño del año 2018 dentro de las instalaciones del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Saltillo Coahuila, México, con las coordenadas 25° 21' 8" latitud norte, 101° 1' 14" longitud oeste, a una altitud de 1600 msnm. el experimento se realizó bajo condiciones de malla sombra con medidas de 24x12 con cubierta superior de 70% de transmisión de luz.

Material vegetativo utilizado

Se utilizó semilla de cinco genotipos de chile piquín (*Capsicum annuum var glabriusculum.*) de diferentes orígenes geográficos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Identificación de genotipos de chile piquín

ID	Localidad	Municipio	Estado
G2	Ej. potrero de Zamora	Aramberri	Nuevo León
G4	Barranco azul	San Carlos	Tamaulipas
G6	Colatlán	Ixhuatlán de Madero	Veracruz
G9	Los Rincón	Linares	Nuevo León
G10	La Labor	Rioverde	San Luis Potosí

Siembra

Debido a que las semillas de esta especie contienen una cutícula cerosa dura y la presencia de inhibidores naturales, que dan lugar a una germinación menor de 5% (González, *et al* 2015) éstas se sometieron previamente a un tratamiento pre germinativo que consistió en la exposición de las semillas durante 24 horas en ácido giberélico a una concentración de 5,000 ppm con la finalidad de incrementar el porcentaje de germinación de las semillas (García *et al.*, 2019).

Se utilizaron 19 charolas de poliestireno de 200 cavidades y se utilizó peat moss como sustrato. Una vez que se humedeció el sustrato y se llenaron las charolas

se sembró una semilla por cavidad y se cubrieron las charolas con plástico negro hasta la emergencia de la plántula, esto para proporcionarle condiciones más favorables a la semilla para su germinación. Se dejaron dentro de un invernadero de las instalaciones de Fitomejoramiento durante su proceso de desarrollo de plántula.

Trasplante

Las plántulas estuvieron en charola dentro del invernadero durante dos meses previos al trasplante para posteriormente ser trasladadas a las instalaciones donde se establecería definitivamente el experimento. Se utilizó lombricomposta como sustrato para el establecimiento de las plantas en las macetas, las cuales fueron colocadas sobre rejas metálicas que actuaron como camas y mantener a las plantas lejos del suelo y no hubiera problemas con malezas o con patógenos del suelo. Se acomodaron 2 filas por cama a una distancia de 1 m entre filas y 0.5 m entre plantas.

Riego y fertilización

Los riegos en el experimento se aplicaban de acuerdo a los requerimientos que demandaban las plantas, la evapotranspiración dependía de las condiciones ambientales que se presentaban cada día y esto determinaba la necesidad de riego. No se instaló ningún tipo de sistema de riego, únicamente se utilizaba una manguera conectada a una bomba para regar individualmente cada maceta.

El primer riego a las plantas en la maceta consistió en una fertirrigación con enraizador. Se preparó 400g en 200 L de agua de enraizador químico para inducir la proliferación de nuevas raíces y tener una mejor respuesta de adaptación al trasplante.

La fertilización se realizó mediante fertirriego, así como aplicaciones foliares distribuidas en distintos días de la semana. Un día de la semana se aplicaba la fertilización al suelo, mientras que las aplicaciones foliares se realizaron dos veces a la semana. Para la fertilización por fertirriego se empleó un fertilizante

con concentración 196N-232P-174K-113Ca y para las aplicaciones foliares se utilizó el fertilizante foliar ferti plus 2 L/ha.

Aplicaciones de insecticidas

Debido a la presencia de algunos insectos plaga se tuvo la necesidad de aplicar algunos insecticidas para controlar el daño ocasionado por estos.

Uno de los insectos que tuvo presencia en el experimento fueron los gusanos minadores (*Liriomyza huidobrensis*) los cuales se controlaban con una aplicación a la semana de dimetoato a una dosis de 1L/ha.

Parámetros evaluados (caracteres cualitativos)

Todas las características cualitativas que se evaluaron en el experimento se hicieron mediante una evaluación visual con una sola observación de un grupo de plantas o partes de plantas.

Los caracteres cualitativos que se evaluaron en este experimento son los siguientes:

Plántula

- Coloración antociánica del hipocótilo

Esta variable se evaluó mediante una sola observación en el tallo y hojas determinando color presente o ausente de antocianinas.

Planta

- Hábito de crecimiento

Se realizó una observación a las plantas para determinar si el crecimiento de éstas era basal, dicotómica u otra.

- Entrenudos acortados

Esta variable se evaluó de manera visual, observando si los tallos de las plantas tenían entrenudos acortados, por lo cual se clasificó en ausente y presente.

Tallo

- Pubescencia

Con ayuda de una lupa se observó a detalle el tallo de cada genotipo y se determinó presencia o ausencia de pubescencia. En caso de presentar pubescencia, ésta se determina si es escasa, intermedia o densa.

Flor

- Posición

Realizando una observación a las plantas de cada genotipo se determinó si la posición del pedúnculo floral era erecta, intermedia o pendiente.

- Esterilidad masculina

Mediante una observación en las flores se determinó la presencia de las anteras y si la esterilidad era presente o ausente.

Fruto

- Posición

Se observaron detenidamente los frutos de cada uno de los genotipos para determinar la posición en la que los frutos se desarrollan, dicha posición puede ser: erecta, horizontal o pendiente.

- Cavidad peduncular

Para tomar esta variable se hizo una observación en el pedúnculo de los frutos y se determinó si había presencia o ausencia de cavidad peduncular en el fruto.

- Profundidad de la cavidad peduncular

Se determinó mediante una observación a los frutos si la profundidad era poco profunda, media o profunda.

- Contenido de capsaicina en la placenta

En esta variable se determinó si la capsaicina era presente o ausente en los frutos haciendo una prueba mediante pruebas gustativas.

Parámetros evaluados (caracteres pseudocualitativos)

Planta

- Hábito decrecimiento

Para evaluar esta característica se apreció visualmente el hábito de crecimiento de cada genotipo (erecto, semierecto o postrado).

Hoja

- Forma

Se hizo una observación a las hojas y con apoyo de una guía de descripción varietal de chile determinamos la forma de la hoja que podía ser deltoide, oval o lanceolada.

- Color

Mediante una sola observación se evaluó el color de las hojas que puede variar de un color verde claro, intermedio u oscuro.

- Ampollado de la superficie

Basándonos en la guía varietal determinamos si el ampollado de las hojas; éstas eran lisas o ligeramente rugosas, moderadamente rugosas o muy rugosas.

- Posición del pedúnculo

Se determinó haciendo una observación a las plantas y con base en la guía varietal concluimos si la posición era erecto o no erecto.

- Margen

Para tomar esta variable nos apoyamos con una lupa para observar más a detalle el margen de las hojas y determinar a qué clasificación pertenecen (entero, ondulado o ciliado).

- Pubescencia

De igual manera que la variable pasada, con ayuda de una lupa se observó con detenimiento la superficie de la hoja y se clasificaban según tuviera pubescencia laxa, media o densa.

Flor

- Color de las anteras

Con ayuda de una lupa se observaron a detalle las anteras de las flores de todos los genotipos y se clasificaron según su color: blancas, amarillas o moradas.

- Color del filamento

Utilizando la misma metodología para el color de anteras se evaluó el color de filamentos y se clasificaron según el color: blancos, amarillos o morados.

- Exercción del estigma

Se observó detalladamente las anteras y el estigma de las flores determinando su exercción; si el estigma rebasa la altura de las anteras se le denomina exerto, si de lo contrario muestra un estigma inferior a la altura de las anteras se le denomina como inserto.

Fruto

- Forma

Para tomar con más precisión esta variable, los frutos eran arrancados de la planta para una mejor observación de la forma que presentaban, la cual podría estar dentro de las siguientes: aplanada, redonda, de corazón, cuadrada, rectangular, trapezoidal, triangular, triangular estrecha o de cuerno.

- Forma de la sección transversal

Fue necesario arrancar los frutos de las plantas y hacer un corte transversal (preferentemente con un buen filo que no deje imperfecciones en el corte) para poder observar la forma que presentaba el pericarpio. La posible forma de la sección transversal era, elíptica, angular o circular.

- Ondulación transversal

Esta variable se tomó a la par con la variable pasada, con los mismos frutos cortados transversalmente se determinó si la ondulación del fruto era: débil, media o fuerte.

- Coloración en madurez

Realizando una observación sobre los frutos completamente maduros se determinó la coloración de estos. La coloración varía entre amarillo, naranja, rojo y café.

- Intensidad de color en madurez

Se determinó si la intensidad del color en la madurez era claro, medio u oscuro.

- Color antes de madurez

Se observaron los frutos de cada genotipo antes de llegar a la etapa madura y según el color que presentaran se clasificaron como: blanco verdoso, amarillento, verde o púrpura.

- Color en madurez

Esta variable se tomó utilizando la misma metodología que se usó para la variable “color antes de la madurez” a diferencia única que este dato se tomó de frutos completamente maduros. Se clasificaron según su color fuera: amarillo, naranja, rojo o café.

- Intensidad del color en madurez

Una vez determinado el color del fruto maduro se clasificó según la intensidad del color en claro, medio u oscuro.

- Forma del ápice

Se hizo una observación a los ápices de los frutos para poder así determinar su forma: agudo, redondo, hundido, hundido agudo.

- Textura

Utilizando el sentido del tacto, determinamos si la textura de los chiles era lisa, corchosa o rugosa.

- Profundidad de depresiones interoculares

Se observaron las depresiones interoculares mediante el corte hecho y se determinó si éstas tenían una profundidad ausente o muy poco profundas, poco profundas, medias, profundas o muy profundas.

- Sabor

Se determinó mediante una prueba papilar si los frutos eran de sabor dulce o pungente.

- Posición de la placenta

Para esta variable se hizo un corte longitudinal a los chiles para poder observar la forma en la que se distribuye la placenta, las cuales pueden ser: compacta, semidistribuida o distribuida.

- Aspecto del cáliz

Se observó el cáliz del fruto y se concluyó si este era desarrollado o no desarrollado.

- Margen del cáliz

Se hizo una observación detallada al cáliz de los frutos y se determinaron si éstos tenían un cáliz entero, intermedio o dentado.

Parámetros evaluados (caracteres cuantitativos)

Todas las características cuantitativas que se evaluaron en el experimento se tomaron empleando distintas metodologías y utilizando distintas herramientas que nos facilitaban la medición de los valores de cada variable.

Los caracteres cualitativos que se evaluaron en este experimento son los siguientes:

Planta

- Longitud del tallo

Para tomar esta variable utilizamos un flexómetro y se midió el tallo desde la base hasta el punto más alto de éste donde comenzaban las ramificaciones de la planta.

- Longitud del entrenudo

Se midieron cuatro entrenudos a cada una de las plantas de cada genotipo. Utilizando una regla se midió la distancia que hay entre un nudo y otro consecutivo.

- Color de antocianinas en el nivel de los nudos

De igual forma como se evaluaron las antocianinas en el estado de plántula, mediante una observación se determinó presencia de antocianinas en los nudos que va desde ausente hasta muy fuerte.

Hoja

- Longitud

Para tomar esta variable se utilizaron las hojas más sanas y totalmente desarrolladas, con una regla se tomó la medida desde la base de la hoja donde se une al peciolo hasta el ápice de la hoja.

- Anchura

La variable de la anchura se tomó de las mismas hojas utilizadas para tomar la longitud. se tomó la medida a mitad de la lámina foliar desde un borde al otro.

- Longitud de peciolo

La longitud del peciolo se midió utilizando una regla desde la base de la hoja hasta la parte del peciolo que se une a la planta.

Fruto

Para poder evaluar todas las variables del fruto, fue necesario utilizar un vernier digital, de esta forma se tomaron las medidas de las siguientes variables:

- Intensidad del color antes de madurez

Una vez determinado el color del fruto inmaduro se clasificó según la intensidad del color en claro, medio u oscuro.

- Diámetro polar y ecuatorial

Para tomar esta variable se colocaban los frutos en el vernier para medir ambos diámetros. Únicamente se cambiaban de posición para medirlos polar y transversalmente.

- Relación longitud/anchura

Para la obtención de esta variable se dividió el diámetro polar sobre el diámetro ecuatorial.

- Brillantez

En esta variable se evaluó la intensidad del brillo que emiten los frutos en estado inmaduro. La brillantez va desde débil, media y fuerte.

- Profundidad de la cavidad peduncular

Se determinó si la profundidad de la cavidad del pedúnculo era poco profunda, media o profunda.

- Número predominante de lóculos

Los chiles se cortaron transversalmente, posteriormente se extrajeron las semillas para poder observar mejor las divisiones locales y se contó el número de lóculos.

- Grosor del pericarpio

Los chiles eran cortados transversalmente y se extraían las semillas cuidando no maltratar el pericarpio, posteriormente se colocaba en el vernier para medir su grosor.

- Longitud del pedúnculo

Los pedúnculos extraídos de las variables pasadas eran medidos colocándolos en el vernier, sin comprimir su longitud.

- Grosor del pedúnculo

Los mismos pedúnculos eran medidos con el vernier de manera transversal.

- Tiempo de inicio de floración

Se consideró el inicio de la etapa reproductiva cuando la floración tuvo lugar en un 50% de las plantas del experimento. A partir de la cual se comenzaron las cosechas de frutos de cada genotipo para evaluar el rendimiento. Las cosechas se realizaron semanalmente, se tomaron los frutos que poseían un tamaño adecuado (tanto maduros como inmaduros) y se almacenaban en pequeñas bolsas. Posteriormente se realizaba el conteo de frutos cosechados de cada genotipo y se tomaba el peso correspondiente.

Diseño experimental

Los genotipos se establecieron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y seis plantas por repetición como lo establece la guía técnica para la descripción varietal de Chile.

Análisis estadísticos

Para la exploración de la diversidad en cuanto a los caracteres cualitativos se realizó a través de un dendrograma, en cuanto a los caracteres pseudocualitativos y cuantitativos fue a través de componentes principales y la representación gráfica biplot.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las características cuantitativas los genotipos de chile piquín pudieron conglomerarse en dos grupos a 0.5 unidades. El primer grupo estuvo conformado por el genotipo G6 correspondiente a Colatlán, Ixhuatlán de Madero, Veracruz caracterizándose por tener la posición de la flor intermedia a diferencia del resto de genotipos que tuvo pendiente la flor (Figura 1). En relación a esto, Narez *et al.*, 2014) registraron una falta de variabilidad en cuanto a la posición de las flores, siendo ésta de posición pendiente. Así como (Castañón *et al.*, 2010) menciona que los coeficientes de variación más pequeños en su investigación, corresponden a las variables forma de la corola y posición de la flor.

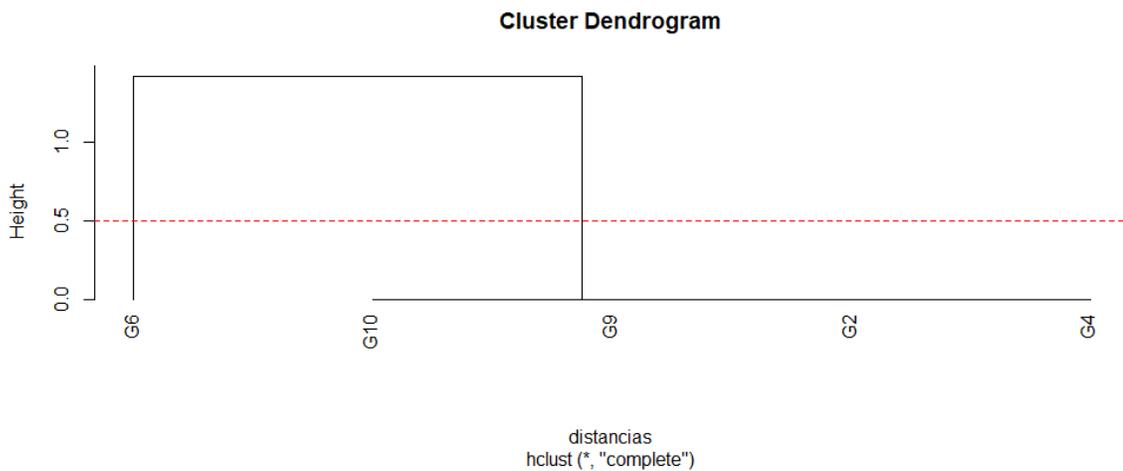


Figura 1. Dendrograma de características cualitativas de chile piquín

En lo que respecta a las características pseudocualitativas, los genotipos se dividieron en tres grupos a 2.6 unidades. El primer grupo estuvo conformado por el genotipo 6 originario de Colatlán, Ixhuatlán de Madero, Veracruz quien tuvo un hábito de crecimiento erecto, sus hojas presentaron un verde oscuro, así como un ampollado de la superficie fuerte y presentó la forma del fruto rectangular. El segundo grupo estuvo integrado por los genotipos G9 de Los Rincón Linares Nuevo León y G10 de La Labor Rioverde San Luis Potosí cuyas características particulares fueron un ampollado de la superficie de la hoja débil y la forma del

fruto de corazón. En el tercer grupo se incluyó a los genotipos G2 del ej. Potrero de Zamora Aramberri Nuevo León y G4 de Barranco azul San Carlos Tamaulipas quienes presentaron una textura lisa (Figura 2).

Con base en lo anterior, el mejoramiento de plantas utiliza la información de los caracteres morfológicos y de acuerdo a los principios de la genética, mediante selección artificial se han orientado los resultados hacia la obtención de plantas deseables por determinadas características (Martínez *et al.*, 2010).

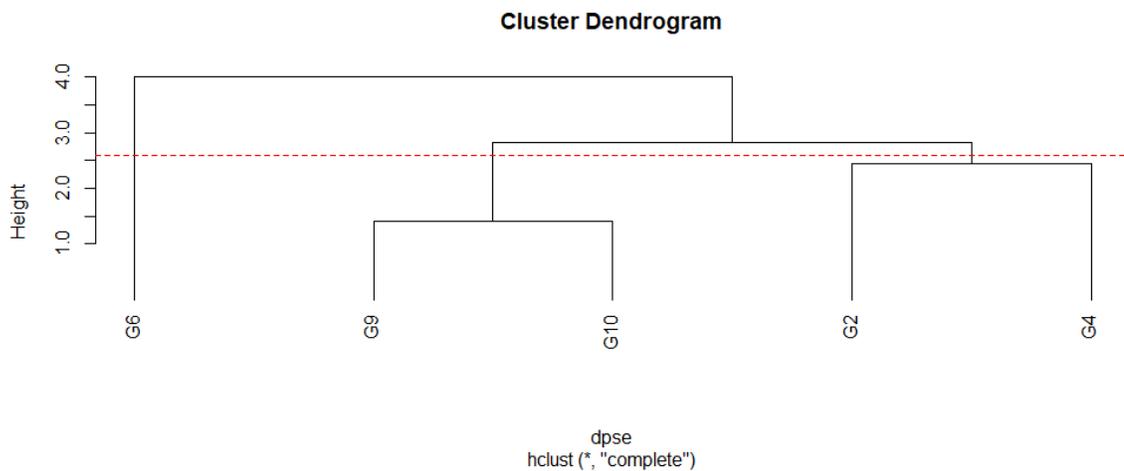


Figura 2. Dendrograma de características pseudocualitativas de chile piquín

En cuanto a los componentes principales (CP) el primero explicó la mayor proporción de varianza con el 66.1%, seguido del CP2 con 20.0%, CP3 con 9.3% y el CP4 con 4.66%. Lo cual nos indica que la mayor variación en las características evaluadas está en los dos primeros componentes principales. explicando el CP1 y el CP2 el 86.02% (Cuadro 2).

En relación a esto, Hernández (2013) menciona que para elegir las variables morfológicas que más discriminen, existen métodos y criterios para

seleccionarlos, como son el análisis de varianza propuesto por Johnson (1998) y análisis de componentes principales (López et al., 2008).

Cuadro 2. Componentes de importancia para las variables pseudocualitativas

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Desviación estándar	2.439	1.342	0.913	0.648	9.40E-17
Proporción de varianza	0.661	0.200	0.093	0.046	0.00E+00
Proporción acumulada	0.661	0.861	0.953	1	1.00E+00

Los genotipos G6, G4 y G10 contribuyeron más a la variación respecto a las características pseudocualitativas. Los genotipos se distribuyeron en tres cuadrantes, lo que indica la variabilidad morfológica que existe en relación a estas características. Demostrando que la mayoría de las variables pueden discriminar a los genotipos (Figura 3). De acuerdo con De la Cruz., *et al* (2017) las poblaciones con amplia variabilidad morfológica significan un recurso genético que debe conservarse, ya que representan un reservorio de genes que pueden tener potencial para solucionar problemas agrícolas futuros. Es importante realizar estudios que lleven a identificar características de interés agronómico (Hernández *et al.*, 2012).

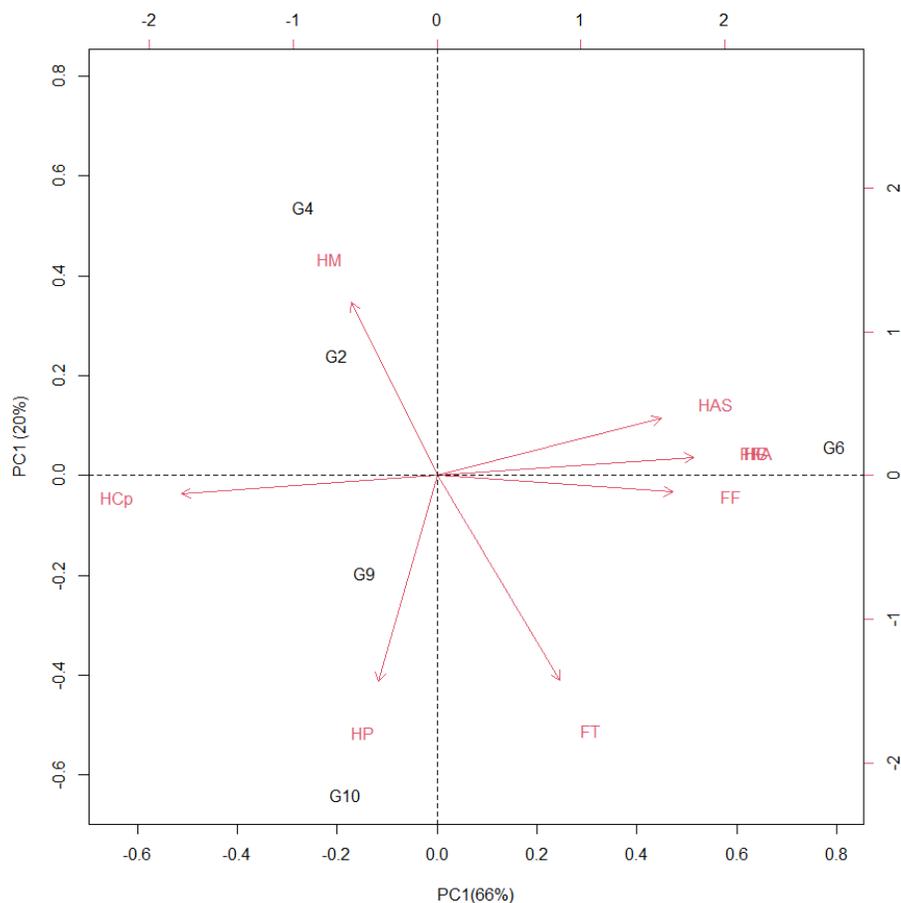


Figura 3. Biplot de características pseudocualitativas de cinco genotipos de chile piquín

En cuanto a las características cuantitativas los genotipos se dividieron en tres grupos a 5 unidades. El primero estuvo conformado por el genotipo G6 quien presentó la mayor variabilidad teniendo la mayor altura de planta, el color de antocianinas en el nivel de los nudos fuerte, mayor longitud de hojas, longitud de peciolo, la intensidad de color antes de madurez fue oscuro, tuvo mayor longitud de fruto, pero menor diámetro del fruto, la relación entre estos dos últimos presentó los valores más altos, así como también tuvo mayor grosor del pericarpio. En el segundo grupo se asociaron el genotipo G2 y G4 quienes presentaron la menor longitud de tallo, así como también el número predominante de lóculos del fruto y longitud de peciolo intermedio. El tercer grupo estuvo integrado por el genotipo G9 y G10 quienes se caracterizaron por tener de forma

intermedia la longitud de tallo, de hoja, de tallo y haber presentado los menores valores en cuanto a la longitud de pedúnculo (Figura 4).

En relación a lo anterior (Franco e Hidalgo, (2003) menciona que, aunque la población de individuos en una especie comparte características comunes y se pueden cruzar entre ellos, también es cierto que en cada uno existen muchas variantes individuales, ya que cada especie adapta la información contenida en su genoma de acuerdo con las necesidades de supervivencia en su entorno. La población de individuos que conforman una especie vegetal está bajo una continua interacción de adaptación con los factores bióticos y abióticos en los que crece.

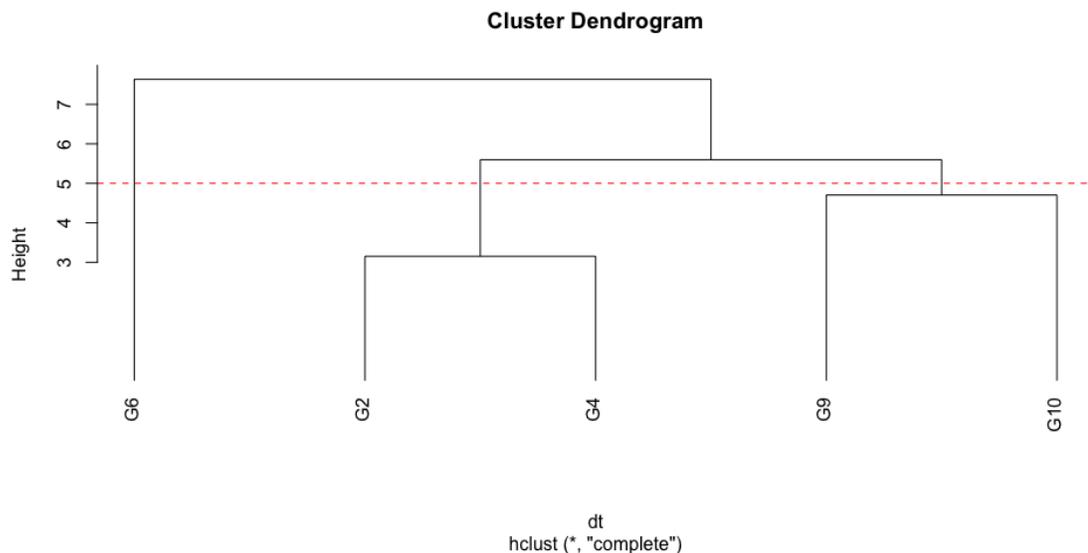


Figura 4. Dendrograma de características cuantitativas de cinco genotipos de chile piquín de diferentes orígenes geográficos.

El CP1 explicó la mayor proporción de varianza con 54.7%, seguido del CP2 con 23.8%, CP3 con 18.0% y el CP4 con 3.5%, siendo explicado el 78.5% de la varianza para estas características por los primeros dos componentes (Cuadro 3).

La disminución en la varianza en comparación con las características pseudocualitativas se podría deber a que generalmente las características cuantitativas están controladas por muchos genes de efecto pequeño, las cuales están afectadas por el ambiente. En contraste (Hernández, 2013) menciona que algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente.

Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. La caracterización se considera el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación (Hernández, 2013).

Cuadro 3. Componentes de importancia para las variables cuantitativas

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Desviación estándar	3.214	1.999	1.761	1.254	0.000
Proporción de varianza	0.544	0.210	0.163	0.083	0.000
Proporción acumulada	0.544	0.754	0.917	1.000	1.000

Para las características cuantitativas los genotipos que más contribuyeron a la variación fueron el G4 y G9. Los genotipos se distribuyeron en tres cuadrantes mostrando lejanía el uno con el otro. La mayoría de las variables fueron discriminantes. En este aspecto, los análisis de componentes principales y de discriminación de variables ayudan a determinar ciertos complejos morfológicos (Latournerie *et al.*, 2002).

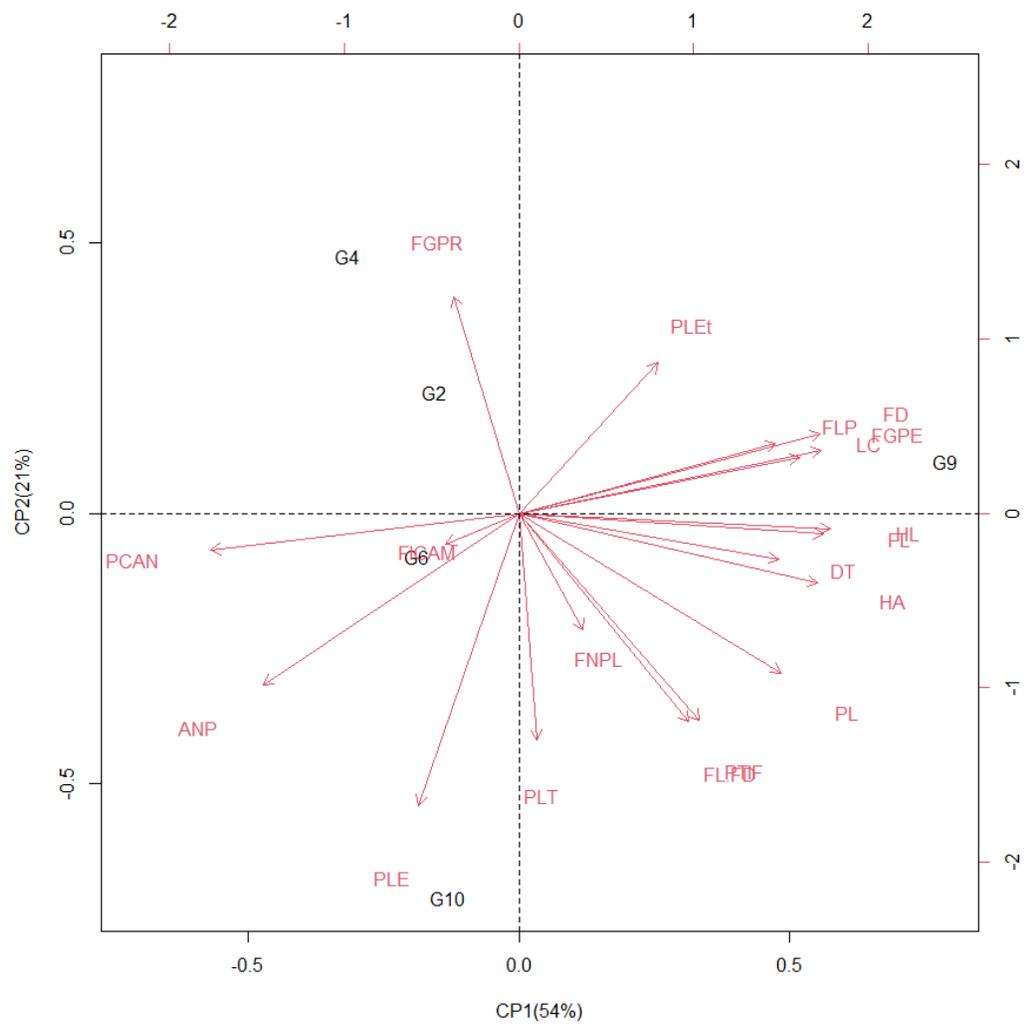


Figura 5. Biplot de características cuantitativas de cinco genotipos de Chile piquín

CONCLUSIONES

- Se logró determinar la variabilidad de características morfológicas existente entre los genotipos evaluados.
- Para las características cualitativas los genotipos mostraron ser iguales a excepción del genotipo 6 con diferente posición de la flor.
- El genotipo 9 y 10 tienen similitud respecto a características pseudocualitativas, así como el genotipo 2 con el 4.
- El genotipo 9 es el más diferente en cuanto a caracteres cuantitativos, mientras el 6 está relacionado con el 10 y el 4 con el 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar R. V. H; Corona T. T; López L. P; Latournerie M. L; Ramírez M. M; Villalón M. H; y Aguilar C. J. A. (2010). Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT Conkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.

Almanza, E. J. G. (1998). Estudios ecofisiológicos, métodos de propagación y productividad del chile piquín (*Capsicum annum* L. var. *aviculare* Dierb.) D y E. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León México. 82 p.

Alonso, B. R. A; Zambrano, C. B; Quiroga, M. R; Rosales, E. M. A; y Ponce, D. P. (2012). Caracterización morfológica y molecular de la variabilidad genética del timpinchile (*Capsicum annum* L. var. *Glabriusculum* sin. *Aviculare*) en Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1 (13), 4-18.

Alonso, R. A; Ponce, P; Quiroga, R; Rosales, M. A; Zuart, J. L; Moya, C; y Cabrera, A. (2008). Evaluación in situ de la variabilidad genética de los chiles silvestres (*Capsicum spp.*) en la región Frailesca del estado de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales*, 29 (2), 49-55.

Araiza L. N; Araiza L. E; y Martínez M. J G. (2011). Evaluación de la germinación y crecimiento de Plántula de Chiltepín (*Capsicum annum* variedad *glabriusculum*) en invernadero. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13 (2), 170-175.

Bañuelos, N; Salido, P. L; y Gardea, A. (2008). Etnobotánica del chiltepín: Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 16, (32), 177-205.

Beltrán, B. J. N; López, P. M. C. G; Hernández, M. E; y Cruz, H. N. (2020). Germinación in vitro de chile chiltepín (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) y regeneración por organogénesis. *Agrociencia*, 53 (2), 195-208.

Cano, V. A; López, P. M; Zavaleta, M. H. A; Cruz, H. N; Ramírez, R. I; Gardea, B. A; y González, H. V. A. (2015). Variación en grados de latencia en semillas entre colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*). *Botanical Sciences*, 93 (1), 175-184.

De la Cruz, L. E; Márquez, Q. C; Osorio, O. R; Preciado, R. P; y Márquez, H. C. (2017). Caracterización morfológica in situ de chile silvestre Pico de paloma (*Capsicum frutescens*) en Tabasco, México. *Acta universitaria*, 27 (2), 10-16.

Elizondo, C. E; y Monge, P. J. E. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes*, 18 (37), 129-154.

Elos, M. M; Ortiz, F. C; Grijalva, O. A; Rodríguez, J. G. G; Mercado, D. R; Herrera, S. A. R; y Enríquez, E. A. (2018). Deterioro de la calidad de la semilla de chile piquín de cuatro colectas de Querétaro y Guanajuato (*Capsicum annum* var. *Aviculare*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (8), 1627-1638.

Espinoza, G. J. 2018. Respuesta Fisiológica a Tratamientos Pregerminativos en Semilla de Cinco Genotipos de Chile Piquín (*Capsicum annum*, var. *aviculare*) Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 40 p.

Franco, T. L e Hidalgo, R. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. (IPGRI), Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. *Biodiversity International*.

García, F. A.; Montes, H, S; Rangel, L. J. A; García, M. E; y Mendoza E. M. (2010). Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín [*Capsicum annum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill] al ácido giberélico e hidrotermia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, (2), 203-216.

García, G. A. (2019). Efectos Físicos y Fisiológicos en Semilla de Cinco Genotipos de Chile Piquín (*Capsicum annum*, var. *glabriusculum*) Sometidos a

Tratamientos Pregerminativos. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila México. 52 p.

García, R. H. (2014). Efecto de condiciones ambientales de producción en las propiedades organolépticas del chile piquín (*Capsicum annuum L. var. aviculare/glabriusculum*). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León). 71 p.

González, C. N; Jiménez, V. R; Guerra, B. E. C; Silos, E. H; y Payro, C, E. (2015). Germinación del chile amashito (*Capsicum annuum L. var. Glabriusculum*) en el sureste mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6 (11), 2211-2218.

González, J. P; Moreno, L. A; Fraile, A; Piñero, D; y García, A. F. (2011). Impact of human management on the genetic variation of wild pepper, *Capsicum annuum var. glabriusculum*. *Plos One*, 6(12), 28715.

Guillen, C. O. I. (2017). Mejora de la germinación en chile piquín (*Capsicum annuum var. glabriusculum/aviculare*) mediante priming. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 55 p.

Gutiérrez, B. R; Latournerie, M. L; Garruña, H. R; Ruiz, S. E; Lara, M. A. R; y Castañón, N. G. (2020). Diversidad fenotípica de chile Amashito de Tabasco y Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (3), 649-662.

Hernández, V. A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *CONACYT. Revista Bio Ciencias*, 2 (3), 113-118.

Hernández, V. S; González, S. R. A; Porras, F; Parra, T. S; Valdez, O. A; Pacheco, O. A; y López, E. R. G. (2015). Plasticidad fenotípica de poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annuum var. glabriusculum*) en respuesta a disponibilidad de luz. *Botanical Sciences*, 93 (2), 231-240.

Hernández, V. S; Guevara, G. R. G; Rivera, B. R. F; Vázquez, Y. C; y Oyama, K. (1998). Los parientes silvestres del chile (*Capsicum spp.*) como recursos genéticos. *Botanical Sciences*, (62), 171-181.

Hernández, V. S; López, E. R. G; Porras, F; Parra, T. S; Villarreal, R. M; y Osuna, E. T. (2010). Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de chile silvestre. *Agrociencia*, 44 (6), 667-677

Hernández, V. S; Porras, F; Pacheco, O. A; López, E. R. G; Villarreal, R. M; Parra, T. S; y Osuna, E. T. (2012). Caracterización y variación ecogeográfica de poblaciones de chile (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) silvestre del noroeste de México. *Polibotánica*, (33), 175-191.

Johnson, D. E. 1998. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. México: Editorial International Thomson, 93-146.

Latournerie, L; Chávez, J. L; Pérez, M; Castañón, G; Rodríguez, S. A; Arias, L. M; y Ramírez, P. (2002). Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25 (1), 25-33.

Latournerie, L; Chávez, J. L; Pérez, M; Hernández, C. F; Martínez, R; Arias, L. M; y Castañón, G. (2001). Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, México. *Agronomía mesoamericana*, 12 (1), 41-47.

Long, L. T. (1998). *Capsicum y cultura: la historia del chilli*. México: Fondo de Cultura Económica.

López, E. R. G; Hernández, V. S; Parra, T. S; Porras, F; Pacheco, O. A; Valdez, O. A; Osuna, E. T; y Muy, R. M. D. (2016). Diferenciación geográfica de poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) del noroeste de México. *Revista internacional de botánica experimental*, 85 (1), 131-141.

López, E.J; Jiménez, L. J; Huez, L. M. A.; Dávila, L. J A; Ávila, M. E; y Robles, Z. R E. (2017). Germinación De Semillas De *Asclepias Subulata* En Condiciones De Casa Sombra Utilizando Ácido Giberélico. *European Scientific Journal*, 13, (15), 58-68.

López, L. P y Castro, G. F. H. (2006). La diversidad de los chiles (*Capsicum* spp., Solanaceae) de Oaxaca. *Avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI*. INIFAP-CIR-CENTRO. Celaya, Guanajuato, México. Libro científico, (1), 135-178.

López, S. J; Nieto, A. R; Barrietos, P. A. F; Rodríguez, P. E; Colinas, L. M. T; Borys, M. W y Gonzales, F. A. 2008. Selección de variables morfológicas para la caracterización del tejocote (*Crataegus* spp). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14 (2), 97-111.

López, S. S. R. (2006). Efecto de gibermass en solución osmótica sobre la latencia de semilla de chile piquín (*Capsicum annum*, var. *aviculare* *derb.*). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 45 p.

López, V. A. P. (2018). Biología de la latencia en semillas de chile piquín *Capsicum annum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. El papel de las fitohormonas. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León México. 117 p.

Márquez, Q. C; López, E. S. T; Cano, R. P; y Moreno, R. A. (2013). Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile Piquín bajo condiciones protegidas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19 (3), 279-286.

Martínez, S. D; Pérez, G. M; Rodríguez, P. J. E; y Moreno, P. E. C. (2010). Colecta y caracterización morfológica de chile de agua (*Capsicum annum* L.) en Oaxaca, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16 (3), 169-176.

Matilla, A. J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. *Fundamentos de fisiología vegetal*, 2, 549.

Medina, M. T. (2010). Manejo integral del chile piquín. *Ciencia UAT*, 5, (1), 28-29.

Medina, M. T; Villalón M. H; Pérez, H. J. M; Sánchez, R. G; y Salinas H. S. (2010). Avances y perspectivas de investigación del chile piquín en Tamaulipas, México. *Ciencia UAT*, 4 (4), 16-21.

Medina, M. T; Villalón, M. H; Lara, V. M; Gaona, G. G; Trejo, H. L; y Cardona, E. A. (2000). El chile piquín del Noreste de México. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México: *Folleto técnico*. Universidad Autónoma de Tamaulipas-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Universidad Autónoma de Nuevo León, 20.

Montes, H. S., Ramírez, M. M., Villalón, M. H., Medina, M. T., Morales, C. A., Heredia, G. E., y Martínez, T. H. L. (2006). Conservación y aprovechamiento sostenible de chile silvestre (*Capsicum spp. Solanaceae*) en México. *Avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI*. INIFAP-CIR-CENTRO. Celaya, Guanajuato, México. Libro científico, (1), 71-134.

Pérez, C. M. S. (2009). Distribución, medio ambiente y riesgos por pérdida de hábitat y contaminación genética de chiles silvestres (*Capsicum Spp*) en México. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Jesús María, Aguascalientes, México. 129 p.

Ramírez, M. M. (1989). Clasificación de genotipos de chile serrano *Capsicum annuum L.* según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas. (Tesis maestría). UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 115 p.

Ramírez, M. M; Villalón, M. H; Aguilar, R. V. H; Corona, T. T; y Latournerie, M. L. (2015). Caracterización morfológica de chiles silvestres y semidomesticados de la región huasteca de México. *Agroproductividad*, 8, (1), 9-16.

Ramírez, N. U. I; Cervantes, O. F; Montes, H. S; Raya, P. J. C; Cibrián, J. A; y Andrio, E. E. (2018). Diversidad morfológica del chile piquín (*Capsicum annuum L. var. glabriusculum*) de Querétaro y Guanajuato, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9, (6), 1159-1170.

Rodríguez del Bosque, L. A. 2003. Memoria del I Simposio Regional de Chile Piquín: Avances de Investigación en Tecnología de Producción y Uso Racional

del Recurso Silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Publicación Especial Núm. 26. México. 45 p.

Salazar, S. L. M. (2012). Calidad fisiológica de semillas de tres especies de gramíneas forrajeras introducidas. (Tesis Maestría). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. 54 p.

Salinas, H. R. M; Liévano, L. E. A; Ulín, M. F; Mercado, J. N.; y Petit, J. D. (2010). Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annuum* L.) variedad glabriusculum (dunal) heiser & pickersgill. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11, (1), 92-100.

Sandoval, R. A. (2011). El cultivo del chile piquín y la influencia de los ácidos orgánicos en el crecimiento, productividad y calidad nutricional. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. 97 p.

Villalón, M. H; Medina, M. T; y Ramírez, M. M. (2013). Factores de calidad de la semilla de chile silvestre (*Capsicum annuum* L. var. glabriusculum). *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4, (17), 182-187.