



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE AGROBIOLOGÍA 'PRESIDENTE
JUÁREZ'**

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA
EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**
Área temática Fisiología y Genética Vegetal

**VARIABILIDAD DE CHILE PERÓN (*Capsicum
pubescens* Ruiz y Pavón) EN LA REGIÓN DE
TACÁMBARO, MICHOACÁN**

Tesis que para obtener el grado de maestro en ciencias

PRESENTA:

ROSA GABRIELA CORIA MORA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HÉCTOR GUILLÉN ANDRADE

Uruapan, Michoacán

Mayo 2018



DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia y amigos; quienes han estado conmigo en todo momento de mi vida y me han apoyado incondicionalmente, desde el inicio de mis estudios hasta hoy. También dedico estas líneas a aquellos que ya no están aquí pero que de hacerlo compartirían el orgullo y la alegría que este logro representa.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo no podría haber sido elaborado sin el valioso apoyo de mi familia, asesores, profesores y amigos.

Particularmente quiero agradecer a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, al Centro Nacional de Recursos Genéticos y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
Aspectos generales de la especie <i>C. pubescens</i>	3
Descripción botánica de <i>C. pubescens</i>	3
Descripción bioquímica de <i>C. pubescens</i>	4
Origen y distribución de <i>C. pubescens</i>	4
Importancia de la especie <i>C. pubescens</i>	5
Caracterización de especies vegetales.....	6
Marcadores morfológicos	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9

Descripción del área de estudio	9
Material genético de <i>C. pubescens</i>	9
Descripción de las variables fenotípicas analizadas	10
Análisis de la información fenotípica obtenida	10
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
Análisis de las variables categóricas estudiadas en <i>C. pubescens</i>	12
Análisis de las variables cuantitativas estudiadas en <i>C. pubescens</i>	14
Discusión de resultados del estudio fenotípico de <i>C. pubescens</i>	25
VI. CONCLUSIONES	30
VII. LITERATURA CITADA.....	31
VII. APÉNDICE	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Características de los sitios y número de colectas <i>C. pubescens</i> en la región de Tacámbaro, Michoacán.....	10
Cuadro 2. Frecuencia (%) de las variables categóricas estudiadas en las accesiones de <i>C. pubescens</i>	12
Cuadro 3. Estadísticos simples determinados en características morfológicas de frutos de <i>C. pubescens</i> y comparación de medias de las características estudiadas.....	16
Cuadro 4. Vectores y valores propios de los primeros tres componentes principales del análisis de componentes principales para 89 accesiones de frutos de <i>C. pubescens</i> con base en la matriz de correlación.....	20
Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson de las variables estudiadas.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del municipio de Tacámbaro, Michoacán.....	9
Figura 2. Fotografía de frutos de <i>C. pubescens</i> que muestra la ausencia e incidencia de pigmentos antociánicos.....	13
Figura 3. Fotografía de frutos de <i>C. pubescens</i> que muestra la presencia y ausencia de cavidad pedúncular.....	14
Figura 4. Fotografía de colores del fruto previos a la madurez de <i>C. pubescens</i>	14
Figura 5. Fotografía de colores del fruto de <i>C. pubescens</i> a la madurez.....	14
Figura 6. Dispersión de 89 accesiones de frutos de <i>C. pubescens</i> en función del primer y segundo componente principal (CP).....	21
Figura 7. Dendrograma elaborado con 89 accesiones de <i>C. pubescens</i>	22

ÍNDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE

	Página
Figura 1A. Fotografía de la intensidad del color del fruto de <i>C. pubescens</i> antes de la madurez.....	35
Figura 2A. Fotografía de la relación entre la longitud y el diámetro del fruto de <i>C. pubescens</i>	35
Figura 3A. Fotografía de la forma de la sección longitudinal del fruto de <i>C. pubescens</i>	35
Figura4A. Fotografía de la forma en la sección transversal a nivel de placenta del fruto de <i>C. pubescens</i>	37
Figura 5A. Fotografía de la sinuosidad del pericarpio de la parte basal del fruto de <i>C. pubescens</i>	37
Figura 6A. Fotografía de la sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal del fruto de <i>C. pubescens</i>	38
Figura 7A. Fotografía de la textura de la superficie del fruto de <i>C. pubescens</i>	38
Figura 8A. Fotografía de la intensidad del color del fruto de <i>C. pubescens</i> a la madurez.....	38
Figura 9A. Fotografía del brillo de la superficie del fruto de <i>C. pubescens</i>	39
Figura 10A. Fotografía de la profundidad de la cavidad pedúncular del fruto de <i>C. pubescens</i>	39

Figura 11A.	Fotografía de la forma del ápice del fruto de <i>C. pubescens</i>	39
Figura 12A.	Fotografía de la profundidad de los surcos interloculares del fruto de <i>C. pubescens</i>	40
Figura 13A.	Fotografía del espesor de la pulpa del fruto de <i>C. pubescens</i>	40
Figura 14A.	Fotografía de la longitud del pedúnculo del fruto de <i>C. pubescens</i>	40
Figura 15A.	Fotografía del espesor del pedúnculo del fruto de <i>C. Pubescens</i>	41
Figura 16A.	Fotografía de frutos de <i>C. Pubescens</i> exhibiendo la cantidad de lóculos posibles.....	41

RESUMEN

El chile es uno de los cultivos más importantes, pertenece al género *Capsicum* que incluye 25 especies silvestres y cinco domesticadas: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. y *C. pubescens* Ruiz y Pavón. Este último conocido como chile perón, de variabilidad fenotípica, deseable en programas de mejoramiento genético. En esta investigación se estudió la variabilidad fenotípica de *C. pubescens* en el municipio de Tacámbaro, Michoacán, México. Entre agosto 2016 y febrero 2017 se realizaron colectas de frutos de 100 plantas pertenecientes a tres localidades para evaluar 19 caracteres morfológicos del fruto considerando la descripción de UPOV (2015) y ocho cuantitativos. Se llevaron a cabo análisis de varianza con cada una de las variables y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$), análisis de correlación múltiple, de componentes principales y de agrupamiento utilizando el método de Ward. De las 27 variables, 26 presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza. Los caracteres con mayor variación entre colectas son: presencia de pigmentación antocianica y de cavidad pedúncular (80.05 y 70.52). Se encontraron correlaciones entre volumen y longitud, volumen y peso, así como entre peso y longitud (0.70, 0.92 y 0.78, respectivamente). Los tres primeros componentes explicaron el 75.64 % de la variabilidad. En cuanto al análisis clúster se obtuvo un dendrograma con 15 clústeres donde la variabilidad está distribuida indistintamente al sitio de recolección. Se concluye que, en las colectas realizadas existe amplia variabilidad morfológica, indicando que esta especie es un recurso genético valioso que debe ser estudiada para su adecuada conservación y mejoramiento, además para conocer sus características y usos potenciales.

Palabras clave: Capsicum, variabilidad-genética, caracterización

ABSTRACT

One of the most important crops is pepper. It belongs to the genre *Capsicum*, which includes 25 wild crops and five domesticated species: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. and *C. pubescens* Ruiz y Pavon the latter also known as 'Peron Pepper'. The Peron pepper exhibits phenotypic variability, required in breeding programs. From three localities in Tacambaro, Michoacan, Mexico peppers from a 100 plants were harvested between August 2016 to February 2017 to evaluate 19 morphological characteristics of fruit described by UPOV (2015) plus eight quantitative variables. Analysis of variance, comparison of means with the Tukey test ($\alpha= 0.05$), multiple correlation, principal components and hierarchical cluster analysis using Ward's method tests were performed. Of the 27 variables 26 had statistical significance in the analysis of variance. The characters with more variations between accessions were presence of anthocyanin pigmentation and presence of pedicle cavity (80.05 and 70.52%). Significant and positive correlations were found between volume and length (0.70), volume and weight (0.92) and weight and length (0.78). The first three principal components explain 75.64% of variability. From the cluster analysis It was obtain a tree with 15 clusters were the variability is distributed indistinctly to the site of origin. It is concluded that the samples collected for this study have high morphological variability pointing that this species is an important genetic resource and it must be further studied to achieve an adequate conservation of the material and crop breeding, also to recognize all of its characteristics and potential uses.

Keywords: Capsicum, genetic-variability, characterization

I. INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum* spp) es uno de los cultivos agrícolas más importantes en México y el mundo, sus frutos se consumen tanto en fresco como seco para proporcionar color, sabor y aroma a infinidad de platillos, lo que lo sitúa entre las principales especias cultivadas (Aguilar, 2012). Pertenece al género *Capsicum*, el cual incluye aproximadamente 25 especies silvestres y cinco especies domesticadas (Rai *et al.*, 2013), las cuales se dividen de la siguiente manera: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. y *C. pubescens* Ruiz y Pavón, esta última es una especie andina que incluye los chiles del tipo perón (Long, 2011). El chile perón (*C. pubescens*) es originario de América del sur, dónde únicamente se conoce bajo cultivo, ya que no se ha determinado con exactitud su progenitor silvestre, sus parientes más cercanos son posiblemente *C. cardenasii* y *C. eximium* (Eshbaugh *et al.*, 1983). Esta especie exhibe variabilidad fenotípica deseable en la iniciación de programas de mejoramiento genético (Pérez *et al.*, 2004); en México existe diversidad en cuanto a hábitos de crecimiento de la planta, colores y formas del fruto; sin embargo, la mayor diversidad genética de la especie se encuentra en Sudamérica (Martínez, 2013). Los recursos genéticos de *Capsicum* poseen gran variación en muchas de sus características, misma que no ha sido utilizada por mejoradores. Por lo cual, una caracterización adecuada de los materiales es necesaria para su aprovechamiento racional y sustentable (Rai *et al.*, 2013). Para la identificación de materiales son útiles los marcadores morfológicos ya que son caracteres que representan la expresión de un conjunto de genes que pueden ser evaluados con métodos sencillos y a bajo costo (Carrera *et al.*, 2010).

En consecuencia, mediante el análisis de marcadores morfológicos se podrían determinar relaciones entre colectas, generar información filogenética que permita realizar agrupamientos e inferencias para desarrollar un conocimiento más claro sobre la diversidad de *C. pubescens* existente en localidades del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

Aun cuando *C. pubescens* es una planta endémica de diferentes ecosistemas del estado de Michoacán, de la cual se observan variaciones morfológicas y de contenido organoléptico sumamente contrastantes. A la fecha, son pocos los estudios que existen para describir la diversidad de los materiales que se cultivan. Lo anterior, justifica plenamente el planteamiento de esta investigación con la finalidad de caracterizar fenotípicamente materiales colectados en la región de Tacámbaro, Michoacán.

Hipótesis

En la región de Tacámbaro, Michoacán, existe variabilidad fenotípica de *Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón.

Objetivo general

Determinar la variabilidad del fruto de *C. pubescens* presente en la región de Tacámbaro, Michoacán.

Objetivos específicos

- a) Recolectar morfotipos de *C. pubescens* en la región de Tacámbaro, Michoacán.
- b) Evaluar las diferencias entre los morfotipos de fruto de *C. pubescens*, recolectados en el municipio de Tacámbaro, Michoacán.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Aspectos generales de la especie *C. pubescens*

C. pubescens fue descrita por primera vez en el año 1797 por Hipólito Ruíz López y José Antonio Pavón y Jiménez en la publicación *Flora Peruviana, et Chilensis* (Heiser and Pickersgill, 1969). La notoria presencia de pubescencias en las hojas le da su nombre en latín: *Pubescens* (Bosland and Ellington, 1996). En México recibe diferentes nombres de acuerdo al estado o región, por ejemplo: en Veracruz y Puebla se le llama “Chile de cera”, en el Estado de México “Chile manzano”, en Querétaro “Chile ciruelo”, en la sierra de Chiapas “Chile Jalapeño” y en el estado de Michoacán se le conoce como “Chile perón” (Ramírez *et al.*, 2014).

La clasificación taxonómica del chile perón es la siguiente:

REINO: Vegetal

SUBREINO: Embriophytas

DIVISIÓN: Tracheophytas

SUBDIVISIÓN: Pteropsidas

CLASE: Angiospermas

SUBCLASE: Dicotiledóneas

ORDEN: Tubiflorales

FAMILIA: Solanaceae

GÉNERO: Capsicum

EPÍTETO ESPECÍFICO:
pubescens Ruiz y Pavón
(Heiser and Pickersgill,
1969).

Descripción botánica de *C. pubescens*

C. pubescens es una planta herbácea o arbustiva de hasta tres metros de altura, follaje glabro a densamente pubescente, tallos frecuentemente estriados, nudos generalmente de color púrpura oscuro; hojas ovaladas, frecuentemente rugosas, de

margen suave o ciliado: flores normalmente solitarias; cáliz con cinco o seis dientes conspicuos, deltoides, de alrededor de un mm de largo; corola rotada a raramente semi campanulada, violeta con el centro blanco; anteras violeta, estilo frecuentemente con estigma verde: fruto rojo, naranja, amarillo naranja, amarillo limón, o café, globoso o alargado, pendiente, raramente erecto, y en algunos casos con un cuello prominente; semillas negras o café oscuro (amarillas cuando están inmaduras), prominentemente reticuladas (D'Aarcy y Eshaugh, 1974). El pimiento común es, como la mayoría de los otros *Capsicum*, autocompatible y autógeno facultativo (Gallais y Bannerot, 1992) *C. pubescens* se considera una especie autógena (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2010).

Descripción bioquímica de *C. pubescens*

El típico sabor picante de los frutos de chile del género *Capsicum*, se debe a la presencia de un grupo de compuestos conocidos como capsaicinoides que se sintetizan y acumulan en el tejido placentario (Gutiérrez *et al.*, 2007). *C. pubescens* incluye chiles con pungencia media a intensa. Desde 12 mil hasta 250 mil unidades de Scoville, un rango comparable con el del chile habanero (Bray, 2014). Los chiles son fuentes de vitamina C (Ácido ascórbico) y vitamina A (Retinol) (De Witt and Bosland, 2009). Algunos de los factores que influyen en los contenidos y concentraciones de estos compuestos son: la edad del fruto a la cosecha, el ambiente de desarrollo de la planta, manejo agronómico y la vida post-cosecha (Araiza *et al.*, 2015).

Origen y distribución de *C. pubescens*

C. pubescens fue domesticado hace seis mil años aproximadamente, por lo que es una de las plantas domesticadas más antiguas en el continente americano (De Witt and Bosland, 2009). Esta especie es originaria de América del sur y fue introducida a México en el siglo XX (Pérez *et al.*, 2004); sin embargo, existen discrepancias sobre su procedencia. Se cree que es originario de la zona Andina (Perú y Bolivia) ya que allí existe gran cantidad de variedades y cuenta con una abundante producción, además, en Perú se han encontrado bayas secas del fruto en tumbas con antigüedad de dos mil años (Mata y Salas, 2014). Se considera que el ancestro silvestre de esta especie está relacionado estrechamente con *C. cardenasii* y *C. eximium*, dos especies

silvestres de América del Sur (Eshbaugh, 1975). Los chiles domesticados y sus parientes silvestres forman un grupo conocido como "chiles verdaderos", que de manera informal son divididos en dos grandes grupos, el grupo de flores blancas y el grupo de flores púrpura, cuyos híbridos no se producen fácilmente y representan dos linajes evolutivos diferentes, *C. pubescens* es la única especie que pertenece a este último grupo (Montes-Hernández *et al.*, 2010).

México es un centro importante de domesticación y de diversidad de numerosos cultivos (Bellón *et al.*, 2009). Ejemplo de ello es *C. pubescens* que exhibe variabilidad fenotípica (arquitectura de la planta y características del fruto), la cual no solo es importante sino también deseable en la iniciación de programas de mejoramiento vegetal (Pérez *et al.*, 2004). Se han identificado diferentes hábitos de crecimiento (determinado, intermedio e indeterminado), colores variados del fruto (rojo, amarillo y anaranjado), diversas formas de fruto (de pera con uno o dos lóculos y cuadrados "manzana" con tres o cuatro lóculos) quienes, con base en lo anterior, concluyen que a pesar de que la mayor de la diversidad de la especie se encuentra en Sudamérica, en México existe también gran diversidad (Pérez y Castro, 2010).

Importancia de la especie *C. pubescens*

Los usos potenciales y beneficios del cultivo de *Capsicum* spp cubren diversas áreas como la alimentación y nutrición, la medicina, cosmética, elaboración de insecticidas, entre otros (Dagnoko *et al.*, 2013). En la industria alimentaria se encuentra su principal uso: como especia. Sin embargo, en la industria farmacéutica se utiliza por su variada actividad biológica (Cruz *et al.*, 2007).

El chile es uno de los cultivos agrícolas más importantes del mundo y particularmente de México, donde ha formado parte de la dieta básica de la población desde hace cinco mil años (Long, 2011), porque sus frutos se consumen tanto en fresco como seco para proporcionar color, sabor y aroma a infinidad de platillos, lo que lo sitúa entre las principales especias cultivadas (Aguilar, 2012).

Las principales zonas productoras en México se encuentran en Michoacán, principalmente Tacámbaro y Zitácuaro; Veracruz, en Altotonga, Zongólica y Huatusco; Teziutlán en la Sierra Norte de Puebla; Coatepec Harinas y Tenancingo en el Estado de México (Torres *et al.*, 2014). En el estado de México el precio en el mercado de este producto oscila de \$ 10.00 a \$ 80.00 por kg (Espinoza *et al.*, 2014).

Caracterización de especies vegetales

La caracterización de accesiones involucra la determinación de la expresión de características altamente heredables, las que permiten una discriminación rápida y fácil entre fenotipos para agrupar las accesiones (Engels y Visser, 2003). La caracterización morfológica es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas, algunos de estos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente (Hernández, 2007). La caracterización adecuada de los atributos morfológicos y agronómicos es necesaria para facilitar la utilización del germoplasma (Upadhyaya *et al.*, 2008). Por ello, la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación (Hernández, 2007).

Marcadores morfológicos

Los marcadores morfológicos son caracteres útiles en la identificación de materiales, dado que representan un conjunto de genes que pueden ser evaluados con métodos sencillos y a bajo costo (Carrera *et al.*, 2010). Características visibles como la forma de las hojas, color de las flores, color de las pubescencias, color de las vainas, color y forma de las semillas, entre otras más, son marcadores morfológicos que generalmente representan polimorfismos genéticos que son fácilmente identificables y manejables. Algunos de estos marcadores están asociados con otras características agronómicas, por lo tanto, pueden ser usados como criterios indirectos de selección en programas de mejoramiento (Guo-Jiang, 2013).

Se han realizado trabajos de caracterización de *Capsicum* spp utilizando marcadores moleculares exitosamente, ejemplo de ello es el estudio de Zhigila *et al.* (2014) quienes examinaron variedades de *C. annuum* y la utilidad de la variación de sus características morfológicas para diferenciarlas entre sí, obteniendo finalmente una guía para la identificación de las variedades de *C. annuum*.

Por su parte, Bianchi *et al.* (2016) caracterizaron agro-morfológicamente accesiones del banco de germoplasma del Instituto Federal Do Espirito Santo en Brasil y estimaron la divergencia genética, obtuvieron evidencia de una alta variabilidad genética indistinta al sitio de origen de las accesiones.

En otro estudio, Villota-Cerón *et al.* (2012) caracterizaron morfológicamente introducciones de *Capsicum* spp de la colección de germoplasma del género *Capsicum* originarias de la colección de la corporación para la investigación agrícola en Colombia, concluyeron que las especies *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens* son cercanas filogenéticamente, al contrario de las especies *C. baccatum* y *C. pubescens*, las cuales no forman parte de ninguno de los grupos filogenéticos obtenidos con las otras especies de *Capsicum*.

También destaca el estudio realizado por Hernández-Verdugo *et al.* (2012) en el cual se caracterizaron poblaciones silvestres de *C. annuum* var. *gabriusculum* del noroeste de México además de la variación ecogeográfica de los sitios, encontraron amplia variabilidad entre poblaciones y características geográficas y climáticas, concluyeron que estas son importantes para la diferenciación de las poblaciones silvestres estudiadas.

Se han utilizado los marcadores morfológicos en *Capsicum* spp para describir la variabilidad fenotípica con el fin de utilizarla para generar variedades con características de interés agronómico, ornamental y probiótico. Aunque los chiles cultivados varían dramáticamente en tamaño, forma, pungencia y color, comúnmente carecen de características de resistencia (Naegele *et al.*, 2016).

En estudios realizados por otros autores, Khamdnonda (1950), Xue-Jun *et al.* (2012), Naegele *et al.* (2013) y Naegele *et al.* (2016) se describen algunas características agronómicas importantes que están directamente ligadas con susceptibilidad a enfermedades. Los colores atractivos aumentan la palatabilidad de los alimentos. El color, más que cualquier otro factor, influye en la aceptabilidad de los productos (Shetty *et al.*, 2017) y es por ello que se han realizado extensas investigaciones sobre el color en especies de Solanáceas como *Capsicum* spp. Ha *et al.* (2007) y Li *et al.* (2013) estudiaron la coloración amarilla en *Capsicum*, Moehs *et al.* (2001) y Thorup *et al.* (2000) la coloración rojiza y naranja en *Capsicum* y en flores de caléndula y Stommel y Griesbach (2008) la coloración púrpura en *Capsicum*. Mientras que Kovács *et al.* (2017) y Sadilova *et al.* (2006) describen el uso y la importancia de los pigmentos antociánicos en especies de la familia solanácea como el jitomate (*Solanum lycopersicum*), la berenjena (*Solanum melongena*) y el chile (*Capsicum* spp) por sus propiedades probióticas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio fue el municipio de Tacámbaro, Michoacán (Figura 1). Se localiza al centro del estado de Michoacán, posee una superficie de 788.69 km², la cabecera municipal se ubica a una altitud de 1,640 msnm. Su clima es tropical y templado con lluvias en verano, con precipitación pluvial anual de 1,451.6 mm y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9 °C (INAFED, 2015).



Figura 1. Ubicación del municipio de Tacámbaro, Michoacán.

Material genético de *C. pubescens*

El material genético estuvo conformado por el germoplasma de *C. pubescens* recolectado de 100 individuos entre agosto 2016 y febrero 2017, durante la exploración realizada en tres localidades de la región de Tacámbaro, en el estado de Michoacán: Yoricostio, Rincón de Chorícuaró y El Pantano (Cuadro 1). Se eligieron estas localidades porque tradicionalmente han sido identificadas como productoras de chile perón en la región. De cada una de las plantas se cosecharon

hasta seis frutos con características de desarrollo vegetativo homogéneas obteniendo un total de 416 frutos. Así mismo, para cada una de las localidades fue llevado un registro de las coordenadas geográficas y altitud (msnm), mediante el sistema de posicionamiento global (GPS).

Cuadro 1. Características de los sitios y número de colectas de *C. pubescens* en la región de Tacámbaro, Michoacán.

Localidad y colecta	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud	P/C ¹	F/SC ²
El Pantano	2291	19°20'23.9"	101°24'37.9"	14	53
Yoricostio alto	2293	19°20'31.1"	101°24'12.0"	8	28
Yoricostio bajo	2280	19°20'21.0"	101°24'31.8"	9	26
Yoricostio I	2291	19°24'06.02"	102°02'30.07"	14	67
Yoricostio II	2291	19°19'49.3"	101°23'26.9"	14	60
Rincón de Choricuaro I	2291	19°19'49.3"	101°23'26.9"	14	62
Rincón de Choricuaro alto	2293	19°19'49.3"	101°23'26.9"	13	61
Rincón de Choricuaro II	2291	19°20'00.8"	101°23'24.2"	14	59

Dónde: ¹ Plantas por colecta y ² Frutos por sitio de colecta

Descripción de las variables fenotípicas analizadas

Durante la exploración y colecta de las muestras de *C. pubescens*, se evaluaron los caracteres morfológicos de fruto de acuerdo a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad, propuesto para *C. annuum* por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2015) también se cuantificó el número de lóculos, la longitud, diámetro, volumen y peso del fruto, el peso por semilla, la cantidad de semillas y el color (De acuerdo con la tabla de colores de RAL-K7).

Análisis de la información fenotípica obtenida

Se determinó la frecuencia y porcentaje de las observaciones cualitativas, además se realizó el análisis de varianza en una vía para determinar la existencia

o no de diferencia estadística entre caracteres evaluados y la comparación de medias con empleo de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se llevó a cabo un primer análisis de componentes principales que incluyó 23 variables de fruto (se eliminó la variable diámetro por no presentar diferencias significativas en el análisis de varianza) y 89 colectas (se eliminaron las accesiones B1, C1, C13, L1, L5, L6, L7, J2, R2, R6 y R8) a partir de las cuales se determinaron los ocho caracteres de mayor importancia para describir la variabilidad observada.

Una vez seleccionadas las principales variables se procedió a realizar un segundo análisis de componentes principales, en donde el porcentaje de variación explicada con los primeros tres componentes pasó de 41.25 % a 75.64 %. En ambos análisis la estimación de los componentes principales se obtuvo a partir de la matriz de correlación. Se procedió a realizar un análisis de conglomerado jerárquico con el método de Ward, la medida de similitud fue la distancia euclidiana. Con la matriz de distancias se construyó el dendrograma y el punto de corte para la formación de los grupos se basó en la R^2 semi-parcial y la prueba de pseudo-F (SAS Institute, 2014). Con esto se obtuvo el sitio de corte a una altura de 0.0104 puntos, todos los análisis se hicieron con el programa SAS (9.2) (SAS Institute, 2013).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de las variables categóricas estudiadas en *C. pubescens*

La pigmentación antociánica en la epidermis de los frutos, se presentó en el 72.35 % de las accesiones estudiadas, mientras que el 27.65 % de ellos carece de ella (Cuadro 2) la variación observada se ilustra en la figura 2, donde las letras A, B y C indican ausencia de pigmentación antociánica y las letras D, E y F indican presencia de pigmentación antociánica.

Cuadro 2. Frecuencia (%) de las variables categóricas estudiadas en las accesiones de *C. pubescens* caracterizadas.

Característica	Clase	Frecuencia	Porcentaje
Pigmentación antociánica	Ausencia	301	72.356
	Presencia	115	27.644
Cavidad pedúncular	Ausencia	217	52.163
	Presencia	199	47.83
Color antes de la madurez	Verde	401	97
	Púrpura	15	3
Color a la madurez	Amarillo	340	89.2397
	Naranja	11	2.8871
	Rojo	19	4.9868
	Púrpura	11	2.8871

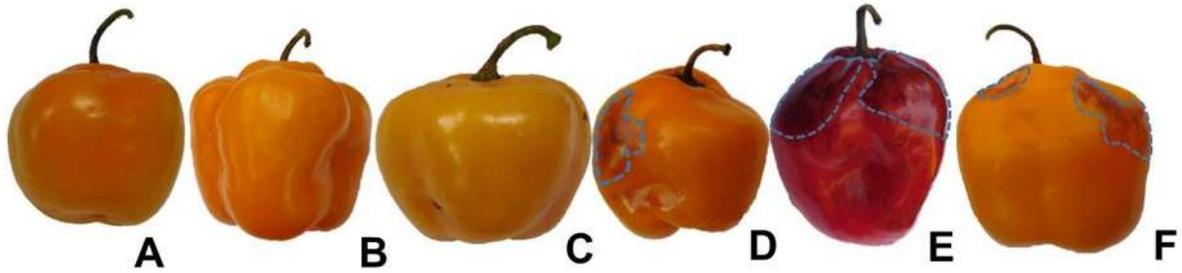


Figura 2. Fotografía de frutos de *C. pubescens* que muestra la ausencia e incidencia de pigmentos antociánicos.

El 51.13 % de las accesiones de chile incluidas en el presente estudio, no presentaron cavidad pedúncular mientras que el 47.83 % si la presentaron (Cuadro 2); en la figura 3 se ilustran las opciones de esta variable donde la letra A indica ausencia de cavidad pedúncular y la letra B presencia.

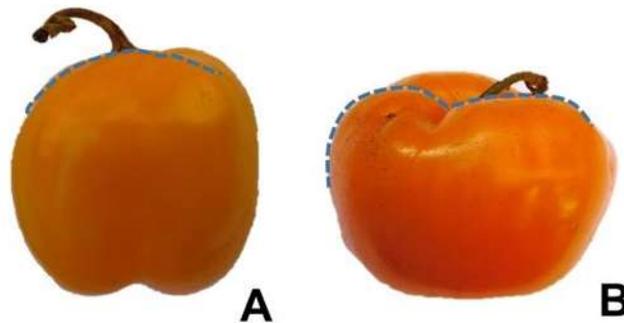


Figura 3. Fotografía de frutos de *C. pubescens* que muestra la presencia y ausencia de cavidad pedúncular.

En referencia a la coloración previa de la epidermis a la madurez, solo se presentaron dos categorías: color verde y color púrpura. La mayor incidencia la presentó el color verde con un 97 % mientras que el púrpura solo estuvo presente en el 3 % de las accesiones (Cuadro 2). En la figura 4, se ilustra la característica donde la letra A indica coloración verde antes de la madurez y la letra B coloración purpura.

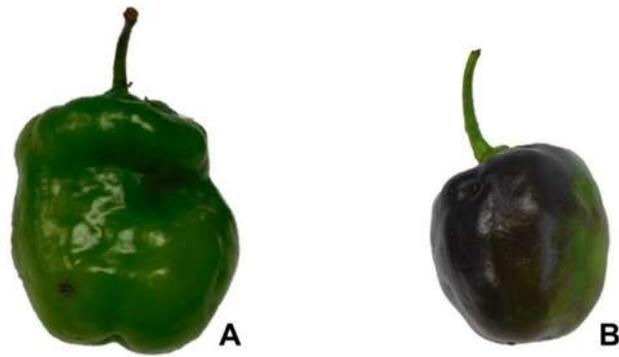


Figura 4. Fotografía de colores del fruto previos a la madurez de *C. pubescens*.

La coloración adquirida durante la madurez del fruto presentó la siguiente distribución: la coloración amarilla fue la más común, con presencia en el 89 % de los casos. Le sigue en incidencia la coloración rojiza con el 5 %, finalmente fueron observadas coloraciones naranja y púrpura en la epidermis, cada una con 3 % de incidencia (Cuadro 2). La variación de la coloración se ilustra en la figura 5, donde la letra A señala la coloración amarilla a la madurez, la letra B la coloración naranja, la letra C la coloración rojiza y la letra D la coloración purpura.

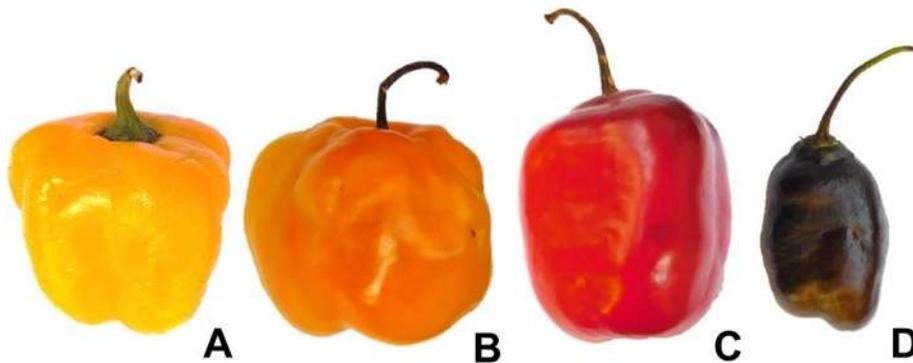


Figura 5. Fotografía de colores del fruto de *C. pubescens* a la madurez.

Análisis de las variables cuantitativas estudiadas en *C. pubescens*

A continuación, se describen los resultados obtenidos en el análisis de varianza y la prueba de Tukey (Cuadro 3). Diferencia estadística significativa se obtuvo en 22 de las 23 variables cuantitativas estudiadas. La variable que no presentó diferencia significativa fue el diámetro de fruto. Con relación al coeficiente de determinación (R^2),

la variable color de la epidermis antes de la madurez presentó el ajuste mayor al modelo utilizado, ya que explicó en un 94.67 % para la variable proporción de la variación del color antes de la madurez. En contraste, la variable diámetro del fruto obtuvo el valor menor de ajuste en el modelo, lo que explica en un 0.23 % la proporción de variación del diámetro. Los coeficientes de variación (C.V.) de las 24 variables oscilan entre el 62.60 y 1.65 %; fue la variable profundidad de la cavidad pedúncular del fruto, la que denota una variación mayor respecto a la media; en tanto que el color del fruto antes de la madurez, la que denota menor variación en relación con la media, mientras que para la desviación estándar (D.E.), la cantidad de semillas tuvo un valor de 76.64 % de la media aritmética, siendo el mayor de todas las variables, mientras que el peso por semilla, con un valor de 0.017 %, fue la variable con el valor más bajo.

Los frutos obtenidos del sitio Yoricostio I, presentaron valores superiores en comparación con los obtenidos en el resto de los sitios de colecta en cuanto a las variables sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal (Figura 6A), brillo de la superficie (Figura 9A), profundidad de los surcos interloculares (Figura 12A) y espesor de la pulpa (Figura 13A).

En contraste con los valores obtenidos en las accesiones recolectadas en otros sitios, las muestras procedentes del sitio Yoricostio II, proporcionaron valores superiores en cuanto a la intensidad de la coloración previa a la madurez (Figura 1A), profundidad de la cavidad pedúncular (Figura 10A), espesor del pedúnculo (Figura 15A), talla (longitud, peso y volumen). Sin embargo, proporcionaron valores superiores en cuanto a la sinuosidad de la parte basal (Figura 5A), sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal (Figura 6A) y brillo de la superficie (Figura 9A).

Cuadro 3. Estadísticos simples determinados en características morfológicas de frutos de *C. pubescens* y comparación de medias de las características estudiadas

Variable	R ²	C.V. ¹	D.E. ²	Pr>F	Media	Sitios de colecta															
						YI	YII	YA	YB	RCI	RCII	RCA	EP								
CAM	0.94	1.65	0.5	**	3.03	3.07	b	3	c	3	c	3.19	a	3	c	3	c	3	c	3.09	b
ICAM	0.91	11.94	0.55	**	4.68	4.49	b	5.36	a	4.71	b	4.69	b	5.19	a	4.45	b	4.54	b	3.98	c
RELYD	0.61	22.31	0.9	**	4.04	4.22	bc	4.03	bcd	5.14	a	4	bcd	3.67	cd	3.47	d	3.98	bcd	4.39	b
FSL	0.48	19.71	1.01	**	5.13	5.37	a	5.01	abc	4.39	c	4.46	bc	5.54	a	5.45	a	4.96	acb	5.07	ab
FSTAP	0.36	30.36	0.67	**	2.22	2.2	ab	2.15	ab	1.95	b	2.05	ab	2.27	ab	2.06	ab	2.32	ab	2.51	a
SPPB	0.44	57.71	1.17	**	2.02	2.1	b	1.73	b	2.21	b	3.15	a	2.16	b	2.01	b	1.78	b	1.75	b
SPEPB	0.66	35.59	1.01	**	2.85	3.83	a	2.1	e	3.42	ab	3.07	bc	2.61	cde	2.38	de	2.83	bcd	2.84	bcd
TSF	0.37	30.21	0.36	**	1.2	1.13	bcd	1.11	cd	1	d	1	d	1.38	a	1.27	abc	1.36	ab	1.11	cd
CM	0.68	34.53	0.53	**	1.54	1.39	c	1.48	bc	1.42	bc	1.84	a	1.75	ab	1.59	abc	1.36	c	1.62	abc
ICM	0.58	22.2	0.99	**	4.46	4.68	a	4.56	a	4.42	a	4.69	a	4.35	a	4.59	a	4.11	a	4.39	a
B	0.64	28.48	1.2	**	4.22	5	a	3.7	bc	4.42	ab	5	a	3.12	c	3.82	bc	4.77	a	4.43	ab
PCP	0.45	62.6	1.27	**	2.04	1.89	ab	2.46	a	1.92	ab	2.61	a	1.9	ab	2.15	ab	2.06	ab	1.52	b
FA	0.51	9.95	0.43	**	4.41	4.41	abc	4.5	ab	4.46	abc	4.19	c	4.62	a	4.37	abc	4.37	acb	4.24	bc
PSI	0.64	35.56	1.14	**	3.21	4.35	a	3.26	bc	3.07	bcd	3	bcd	3.45	b	2.52	d	2.91	bcd	2.73	cd
EP	0.5	30.05	1.52	**	5.05	5.96	a	5.9	ab	5.5	abc	4.76	cd	4.51	d	4.96	bcd	4.13	d	4.69	cd
PL	0.59	25.4	1.22	**	4.84	5.11	abc	5.3	ab	4.71	bcd	4.23	de	4.9	abcd	5.54	a	4.4	cde	3.98	e
PE	0.49	29.04	1.28	**	4.42	4.81	a	5	a	4.42	ab	4.3	ab	4.48	ab	4.18	ab	3.85	b	4.2	ab
NL	0.29	19.36	0.52	*	2.7	2.49	b	2.83	ab	2.82	ab	2.84	a	2.8	ab	2.69	ab	2.7	ab	2.56	ab
LON	0.57	14.73	0.7	**	4.77	4.94	a	5.13	a	4.2	c	4.15	c	4.87	ab	4.95	a	4.44	bc	4.79	ab
PESO	0.23	41.79	2.16	**	49.88	48.9	b	68.7	a	38.4	bc	35.9	c	47.1	b	48.3	b	46.3	bc	49.1	b
DIAM	0.54	32.84	16.38	0.55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
VOL	0.55	34.15	17.5	**	51.23	55.1	b	72.8	a	34.7	c	30.8	c	50.9	b	50.5	b	47.6	b	46.1	b
CS	0.56	25.81	19.78	**	76.64	65.2	bc	88.6	a	49.1	d	55.2	cd	94.1	a	89.4	a	72	b	71.7	b
PPS	0.46	35.39	0.006	**	0.017	0.02	a	0.02	a	0.02	a	0.02	a	0.02	a	0.02	a	0.02	a	0.01	b

Dónde: ¹ Coeficiente de variación, ²Desviación estándar, * Significancia $\alpha=0.05$, **Significancia $\alpha=0.01$ (Tukey $\alpha=0.05$). YI (Yoricostio I), YII (Yoricostio II), YA (Yoricostio alto), YB (Yoricostio bajo), RCI (Rincón de Chorícuaru I), RCII (Rincón de Chorícuaru II), RCA (Rincón de Chorícuaru alto), EP (El Pantano), CAM (Color del fruto antes de la madurez), ICAM (Intensidad del color del fruto antes de la madurez), PA (Pigmentación antocianica de fruto), RELYD (Relación entre la longitud y el diámetro del fruto), FSL (Forma de la sección longitudinal del fruto), FSTAP (Forma de la sección transversal del fruto a nivel placenta), SPPB (Sinuosidad del pericarpio del fruto), SPEPB (Sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal del fruto), TFS (Textura de la superficie del fruto), CM (Color del fruto a la madurez), ICM (Intensidad del color del fruto a la madurez), B (Brillo del fruto), CP (Cavidad peduncular del fruto), PCP (Profundidad de la cavidad peduncular del fruto), FA (Forma del ápice del fruto), PSI (Profundidad de los surcos interloculares del fruto), EP (Espesor de la pulpa del

fruto), LP (Longitud del pedúnculo del fruto), PE (Espesor del pedúnculo del fruto), NL (Número de lóculos del fruto), LON (Longitud del fruto), PESO (Peso del fruto), DIAM (Diámetro del fruto), VOL (Volumen del fruto), COLOR (Color del fruto de acuerdo con la tabla de colores de RAL), CS (Cantidad de semillas de fruto) y PPS (Peso por semilla). Medias con las letras iguales en la misma columna son estadísticamente similares.

Las accesiones recolectadas en el sitio Yoricostio alto, presentaron valores superiores para la relación entre la longitud y el diámetro (Figura 2A). No obstante, la forma de la sección longitudinal (Figura 3A), la forma de la sección transversal a nivel placenta (Figura 4A), la textura (Figura 7A) y la cantidad de semillas por unidad fueron inferiores a los obtenidos en las accesiones recolectadas en otros sitios.

Para el caso del sitio Yoricostio bajo, las variables sinuosidad del pericarpio de la parte basal (Figura 5A), el color a la madurez (Figura 5) y el brillo de la superficie (Figura 9A) presentaron valores superiores a las de otros sitios de recolección. Al contrario, la textura de la superficie del fruto (Figura 7A), la forma del ápice (Figura 11A) y la talla (longitud, peso y volumen) son variables que para las accesiones de este sitio de recolección presentaron los valores más bajos.

Del sitio el Rincón de Chorícuaro I, fueron superiores los valores obtenidos en las variables forma de la sección longitudinal del fruto (Figura 3A), textura de la superficie (Figura 7A), forma del ápice (Figura 11A) y cantidad de semillas.

Mientras que del Rincón de Chorícuaro II, la intensidad de la coloración a la madurez (Figura 8A) y la longitud del pedúnculo (Figura 14A) presentaron los valores más altos, esto en comparación con los frutos originarios de otros sitios. En tanto que la variable profundidad de los surcos interloculares (Figura 12A) presentó el valor menor al comparar con los obtenidos del resto de sitios de colecta.

Las accesiones originarias del sitio de colecta Rincón de Chorícuaro alto son las que presentaron los valores más bajos en cuanto a la intensidad de la coloración a la madurez (Figura 8A), coloración a la madurez (Figura 5), espesor de la pulpa (Figura 13A) y espesor del pedúnculo (Figura 15A).

Para el caso de la variable forma de la sección transversal a nivel placenta (Figura 4A), se obtuvo valor superior en las accesiones originarias del sitio de recolección El Pantano. Mientras que en la intensidad de la coloración antes de la madurez (Figura 1A), la relación entre la longitud y el diámetro (Figura 2A), profundidad

pedúncular (Figura 10A) y longitud del pedúnculo (Figura 15A) se cuantificaron los valores más bajos en este sitio.

Respecto al color antes de la madurez (Figura 4), se obtuvieron diferencias significativas. Sin embargo, todos los grupos formados pertenecen a la coloración verde con tendencia a púrpura y los valores superiores e inferiores pertenecen a la coloración verde. En cuanto al número de lóculos del fruto (Figura 16A), se encontraron diferencias significativas entre los sitios de colecta (valores de 2.4 a 2.8) siendo que todas las accesiones, independientemente del sitio de recolección presentan de dos a tres lóculos por fruto. Respecto al peso de las semillas únicamente el sitio de colecta El Pantano presentó diferencias con respecto del obtenido en los demás sitios, siendo este al que pertenecen las semillas más ligeras (0.01 gr por semilla).

Los primeros tres componentes obtenidos en el ACP explican el 75.64 % de la variabilidad (Cuadro 4), las variables que explicaron la mayor proporción de esta en el primer componente son espesor de la pulpa, longitud, peso y volumen. Las variables que explican la mayor proporción del componente dos son forma en la sección transversal a nivel placenta, color a la madurez e intensidad del color a la madurez. Finalmente fue la textura de la superficie del fruto la variable que explica la mayor proporción del componente tres.

Cuadro 4. Vectores y valores propios de los primeros tres componentes principales del análisis de componentes principales para 89 accesiones de frutos de *C. pubescens* con base en la matriz de correlación.

Variable	CP1	CP2	CP3
Forma en la sección transversal a nivel placenta	0.053889	-0.51662	-0.126586
Textura de la superficie	-0.052875	-0.013817	0.982366
Color a la madurez	-0.218072	0.558991	-0.046834
Intensidad del color a la madurez	-0.156465	0.59469	-0.064024
Espesor de la pulpa	0.43312	0.071783	-0.035036
Longitud	0.459345	0.11889	0.102817
Peso	0.519701	0.13531	-0.012774
Volumen	0.503571	0.17085	0.02605
Valor propio	3.261402	1.7853531	1.0046544
Porcentaje	40.77	22.32	12.56
Porcentaje acumulado	40.77	63.08	75.64

En lo que respecta a la dispersión de las accesiones de frutos de Chile perón, de acuerdo a los componentes principales 1 y 2, se puede observar en la Figura 2 que la mayoría se encuentra dentro de la elipse de predicción; sin embargo, se encontraron seis accesiones fuera de este. En el cuadrante I se encuentran las accesiones J8, R7 y E7, las cuales presentan talla menor (longitud, peso, volumen y espesor de la pulpa) y coloración amarilla de intensidad clara, además tienen forma elíptica en la sección transversal a nivel placenta. En el cuadrante II se encuentran las accesiones E4 y B15, que presentan mayor talla, coloración rojiza de intensidad oscura, además tienen forma transversal a nivel placenta circular. Las accesiones contenidas dentro del elipse de predicción se pueden describir como frutos de talla normal y coloración amarilla/anaranjada de intensidad media con forma transversal a nivel placenta angular (forma triangular).

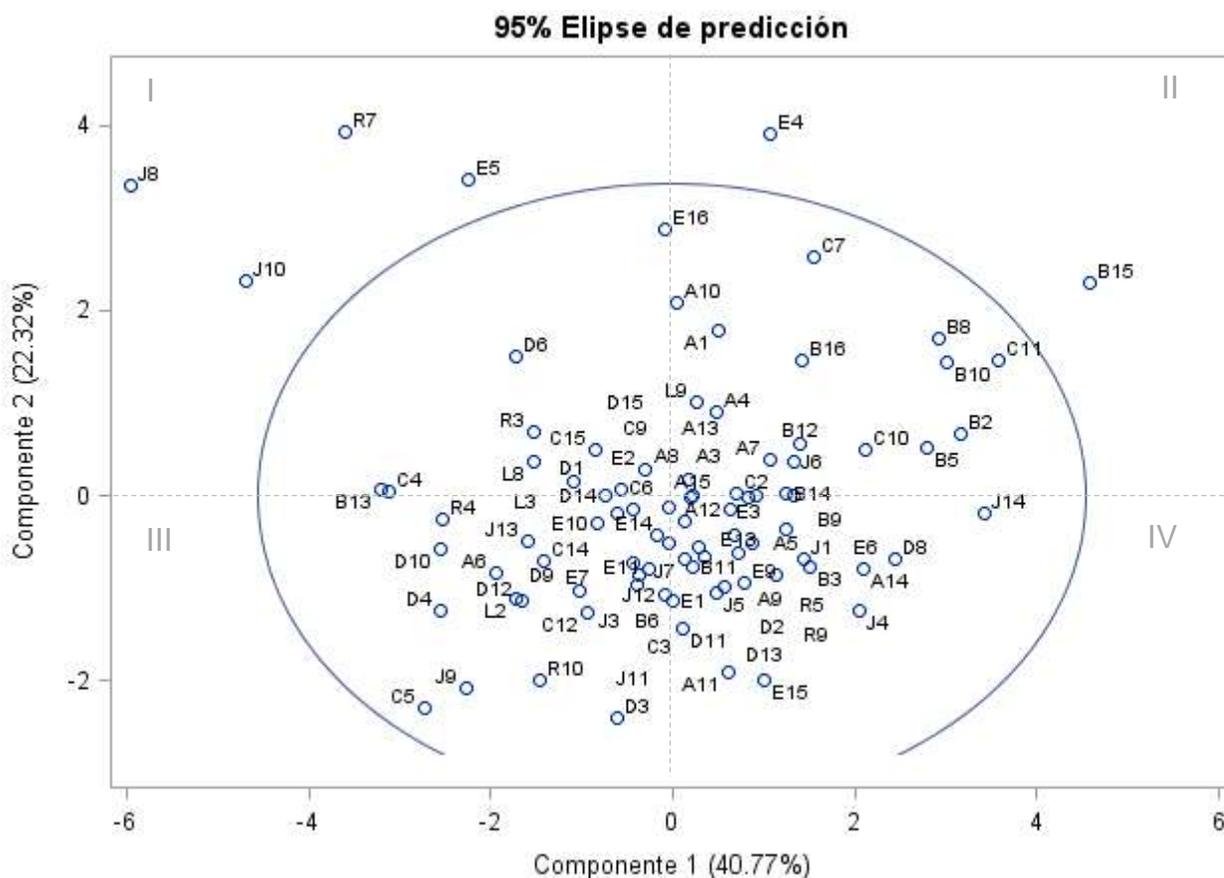


Figura 6. Dispersión de 89 accesiones de frutos de *C. pubescens* en función del primer y segundo componente principal (CP).

En cuanto al dendrograma obtenido (Figura 3), el punto de corte para la formación de los grupos, se basó en la R^2 semi-parcial y la prueba de pseudo-F (SAS Institute, 2014) a una altura de 0.0104 puntos, formó 18 agrupaciones (la línea indica la altura de corte y el número de grupos formados) donde no hay distinciones por sitios de colecta, siendo que cada letra representa un sitio diferente y el número la accesión de dicho sitio.

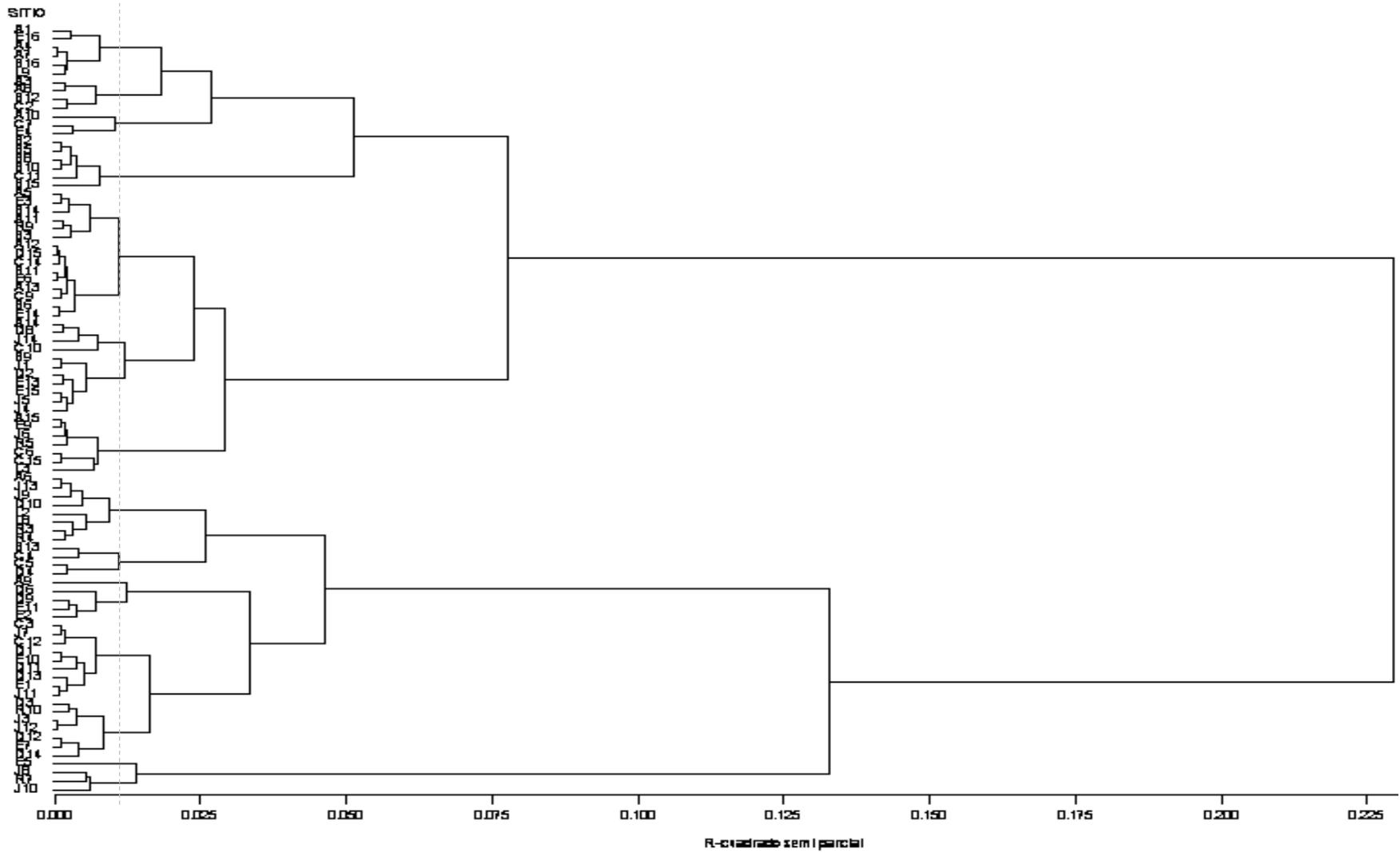


Figura 7. Dendrograma elaborado con 89 accesiones de *C. pubescens* .

En el análisis de correlación múltiple (Cuadro 5) se obtuvieron correlaciones positivas de peso con longitud ($R= 0.78$), peso con volumen ($R= 0.92$) y volumen con longitud ($R= 0.70$).

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson de las variables estudiadas.

	FSTAP	TS	CM	ICM	EP	LON	PESO	VOL
FSTAP	1							
TS	-0.03153	1						
CM	-0.34389*	0.00741	1					
ICM	-0.35269*	-0.00335	0.6009*	1				
EP	0.04073	-0.07364	-0.23863*	-0.08888	1			
LON	-0.06647	-0.01839	-0.18516	-0.16642	0.49878*	1		
PESO	0.00491	-0.10034	-0.20281	-0.12827	0.6532*	0.78124*	1	
VOL	0.00072	-0.04824	-0.17157	-0.0444	0.67288*	0.70083*	0.92065*	1

*Interacciones significativas ($\alpha = 0.05$); FSTAP (Forma en la sección transversal a nivel de placenta), TS (Textura de la superficie), CM (Color a la madurez), ICM (Intensidad del color a la madurez), EP (Espesor de la pulpa, LON (Longitud del fruto), DIAM (Diámetro del fruto), PESO (Peso del fruto) y VOL (Volumen del fruto).

Discusión de resultados del estudio fenotípico de *C. pubescens*

En el estudio realizado por Sudré *et al.* (2010) *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. frutescens* presentaron una distribución de coloración del fruto antes de la madurez diferente a *C. pubescens*. Para el caso de *Capsicum* spp se citan los siguientes porcentajes de coloración: naranja 52 %, verde 29 %, café 10 %, amarillo 7 % y púrpura 1.7 %. Los valores anteriores, contrastan con los porcentajes obtenidos en el presente trabajo: verde 97 % y púrpura 3 %. Con ello se puede observar que *C. pubescens* tiene una menor variación de coloración en su estado anterior a la maduración, ya que se observaron únicamente dos colores.

Algunas variedades de *Capsicum* acumulan antocianinas en diferentes órganos. La biosíntesis de esos pigmentos (aparte de la determinación genética) depende de diversos factores como el ambiente, el estado de desarrollo y el tipo de tejido Kovács *et al.* (2017). En el caso de *C. annuum* L. el color del fruto se debe mayormente a una mezcla de diferentes carotenoides y clorofilas, siendo que el fruto raramente contiene antocianinas. Aunque hay algunos ejemplos de la co-ocurrencia de antocianinas y carotenoides en los frutos de Solanáceas (Por ejemplo, el jitomate) (Sadilova *et al.*, 2006), esta pigmentación en *C. annuum* es influenciada por un gen de dominancia incompleta que codifica un factor de transcripción ausente en los genotipos que no acumulan antocianinas (Lightbourn *et al.*, 2007). Aunque es poco reportada la presencia de antocianinas en los frutos de *Capsicum*, en el presente trabajo se encontró una incidencia del 27.64 % de manchas antociánicas en las accesiones de *C. pubescens*.

La acumulación de carotenoides induce la formación del color en frutos de *Capsicum* maduros. Es la capsantina el carotenoide principal en los frutos de Chile lo que otorga la coloración rojiza (Tian *et al.*, 2015). A pesar de ello, en el presente trabajo se reporta que en *C. pubescens* el color amarillo es el más común en los frutos maduros (color del fruto a la madurez) y representaron el 89.23 % de las accesiones estudiadas, esta coloración hasta hace poco se creía era el resultado de la delección del gen *Ccs* (Capsantina-capsorrubina sintetasa), pero como se expone en el estudio

de Ha *et al.* (2007) esta coloración es el resultado de un codón de 'stop' prematuro o por un cambio en el marco de lectura (cambio de una base C a G) como el que reporta Li *et al.* (2013). Con la coloración rojiza y naranja se encontró el 4.9 y 2.8 % de frutos respectivamente, en *C. pubescens*. El color rojo en los frutos de Chile está controlado por el gen *Ccs*, el que se expresa durante la conversión de anteraxatina a capsantina y capsorubina (Moehs *et al.* 2001) paso que precede a la acumulación de compuestos que dan origen al color amarillo (fruto amarillo por acumulación de capsantina y capsorrubina) (Thorup *et al.*, 2000) siendo que el color rojo del fruto es dominante sobre el amarillo y naranja (Stommel, 2008). El color púrpura observado en el 2.8 % de las accesiones de *C. pubescens* estudiadas ha sido reportado por Stommel y Griesbach (2008) en *C. frutescens* como una característica cuya expresión no es afectada por factores ambientales sino por componentes genéticos tanto en la coloración anterior a la madurez como en la madurez. Ha *et al.* (2007) también reportan que la concentración de carotenoides es menor en frutos de *Capsicum* con coloraciones distintas a la roja.

Al igual que Geleta *et al.* (2005) al estudiar *C. annuum* L., en el presente estudio se obtuvo diferencia significativa ($\alpha=0.05$) para las variables forma del fruto, longitud, peso, espesor de la pulpa y longitud del pedúnculo. Sin embargo, el resultado obtenido en este estudio difiere para la variable diámetro del fruto, ya que se obtuvo diferencia no significativa. También se determinaron coeficientes de variación superiores a 20 % en 21 de las variables analizadas las cuales de acuerdo con Hernández-Verdugo *et al.* (2010) indican la presencia de variación elevada dentro de poblaciones o especies vegetales útiles para la agricultura y la alimentación.

En relación a la variable número de lóculos presentes en el fruto, se obtuvo una media de 2.70, con un mínimo de 2 y un máximo de 3 lóculos, resultado que es coincidente con el trabajo de Bianchi *et al.* (2016) quienes determinaron una media de 2.72 para esta característica. En un estudio llevado a cabo por Villota-Cerón *et al.* (2012) (donde trabajaron con accesiones de *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens* y *C. baccatum*) determinaron la media de 2.59 para la misma variable.

En el análisis de componentes principales se cuantificó el 41.25 % previo a la sección de los caracteres de mayor importancia; mientras que, posteriormente a su elección el porcentaje de variación explicada alcanzó un valor de 75.64 %, que es similar a los valores obtenidos por Latournerie *et al.* (2002), quienes estudiaron 75 poblaciones de *Capsicum* sp y determinaron una variación explicada previa del 42.8 %; misma que, posterior a la elección de los siete caracteres de mayor importancia pasó al 79.5 %. Por su parte, Castañón-Nájera *et al.* (2008) determinaron el 78.47 % de la variabilidad explicada en el tercer componente al estudiar 11 morfotipos de Chile de las especies *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense*; Martínez-Sánchez *et al.* (2010) determinaron el 74 % a partir de 15 caracteres evaluados en *C. annuum*.

Las variables peso y longitud del fruto y espesor de la pulpa del fruto fueron de importancia para explicar la variabilidad en el primer componente. El peso fue de importancia para la explicación de la variabilidad en el trabajo realizado por Singh *et al.* (2017) quienes estudiaron la variabilidad de 18 genotipos de *C. annuum* L.; la variable longitud del fruto ha sido reportada por Latournerie *et al.* (2002) y Castañón-Nájera *et al.* (2008) como contribuyente de importancia para la explicación de la variación en el primer componente de la caracterización morfológica de *C. annuum*; mientras que el peso, longitud del fruto y espesor de la pulpa del fruto fueron coincidentes con las variables determinadas importantes en el trabajo de Medina *et al.* (2006) al estudiar *C. pubescens*, Occhiuto *et al.* (2014) al estudiar *C. baccatum* y *C. annuum* y Bozokalfa *et al.* (2008) al estudiar en *C. annuum* las características previamente mencionadas además del volumen. De acuerdo a Howell (1998) y basado en los principios de genética y en la mejora vegetal se puede utilizar la información de los caracteres o descriptores que mostraron la mayor variabilidad en el análisis de componentes principales para producir variedades hortícolas con características más deseables (Martínez-Sánchez *et al.*, 2010).

Correlaciones significativas fueron determinadas entre el peso y la longitud del fruto (0.78), con un valor similar (0.60) al obtenido por Villota-Cerón *et al.* (2012). Lo anterior significa que, para los materiales analizados, a mayor peso del fruto, este será

más largo, lo que concuerda con lo reportado por Martin y González (1991) al estudiar *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. baccatum*.

Por otra parte, el espesor de la pulpa y el peso del fruto fueron correlacionados positivamente, lo cual ha sido reportado previamente por Lannes *et al.* (2007); Rêgo *et al.* (2011) y Occhiuto *et al.* (2014). En el 2012 fue determinado por Xue-Jun *et al.* (2012) que la masa, el diámetro, la forma el radio y el grosor del pericarpio de *Capsicum* son controlados por dos genes dominantes con una heredabilidad del 38 al 88 %. Khamdnonda (1950) determinó que la longitud y el diámetro del fruto se transmiten juntos y están sujetos a la expresividad del gen en diferentes sustratos genéticos y ambientales, haciendo la selección de individuos segregantes para líneas paternas difícil. El peso del fruto, el cual es el tamaño obtenido al final del crecimiento y desarrollo, es dominante, esto significa que cualquier intento de mejoramiento sería de proporcional avance.

Estas características son importantes para el desarrollo de variedades de venta fresca en el mercado, ya que los chiles con pericarpios gruesos son más resistentes al daño ocurrido post-cosecha y durante su traslado. Además, estos frutos tienen una apariencia más fresca que es preferida por el consumidor, en contraste a los frutos con pericarpios más delgados (Lannes *et al.*, 2007); sin embargo, Naegele *et al.* (2016) encontraron en *C. annuum* una correlación positiva entre el grosor del pericarpio del fruto y la susceptibilidad a enfermedades, al igual que Naegele *et al.* (2013) y concluyen que los frutos con pericarpio delgado poseen una mayor resistencia a *Phytophthora capsici*. También se relacionó la forma del fruto y el perímetro de este con la susceptibilidad a la enfermedad. Aunque esto no se expresa como una reducción en el tamaño de la cosecha sí indica que la producción de variedades con pericarpios anchos y tamaños grandes con resistencia puede ser difícil. Las características de la fruta (por ejemplo, forma y grosor del pericarpio) son determinantes importantes para la selección de los cultivares y su asociación con susceptibilidad a enfermedades que pueden reducir la eficacia de los programas de mejoramiento (Naegele *et al.*, 2016), por ello es de suma importancia conocer las

relaciones entre las características de la fruta y la resistencia a enfermedades para mantener mejoramiento constante de las variedades (Naegele *et al.*, 2013).

VI. CONCLUSIONES

Poseen variabilidad fenotípica de fruto las accesiones recolectadas de *Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón en la región de Tacámbaro, Michoacán.

La variabilidad fenotípica encontrada entre los morfotipos de fruto de *C. pubescens* no presenta relación con el sitio de colecta.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar** R. V. H. 2012. Cultivo del chile en México. *Revista fitotecnica mexicana*. 35(4):264.
- Araiza** Z. D., Ceceña, D. C., Espinoza, S. S., López, L. A., Nuñez, R. F. y Ruíz, A. C. R. 2015. Biosíntesis, acumulación y efecto del ambiente sobre compuestos antioxidantes del fruto del cultivo de chile (*Capsicum spp.*) *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*. 17(2):50-58.
- Bellón** M. R., Barrientos-Priego A. F., Colunga-García M. P., Perales H., Reyes A. J. A. 2009. Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital Natural de México*. 2: 355-38.
- Bianchi** A. P., Petronilia D. I., Moreira M. M., Oliviera S. J. y Santos J. A. C. 2016. Morphological characterization and analysis of genetic variability among pepper accesions. *Ciência Rural*. 46(7):1151-1157.
- Bray** M. 2014. The Pepper Scale: A Cool Primer to the Scoville Scale and the Hottest Peppers in the World. Createspace Independent. Seattle, Washington p 132.
- Bosland** P. W. and Ellington J. J. 1996. Comparison of *Capsicum annuum* and *C. pubescens* for Antixenosis as a Means of Aphid Resistance. *Hort. Science*. 31(6):1017-1018.
- Bozokalfa** M. K., Eşiyok D. y Turhan K. 2009. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of pepper (*Capsicum annuum* L.) from Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 7(1):83-95.
- Carrera** A., Helguera M. y Martinez M. C. 2010. Marcadores moleculares. En: G. Levitus, V. Echenique & C. Rubinstein, edits. *Bioteconología y mejoramiento vegetal II*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. p. 70.
- Castañón-Nájera** G., Latournerie-Moreno L., Mendoza-Elos M., Vargas-López A. y Cárdenas-Morales H. 2008. Colección y caracterización de Chile (*Capsicum spp*) en Tabasco, México. *Revista internacional de botánica experimental*. 77:189-202.
- Cruz** P. A. B., Gardea B. A. A., Gutierrez E. M. A., Gonzales H. V. A., Perez G. M. y Soto H. R. M. 2007. Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile manzano. *Agrociencia*. 41(6):627-635.
- Dagnoko** S., Yaro-Diarisso N., Nador S. P., Adetula O., Dolo-Nantumé A., Gamby-Touré K., Traoré-Théra A., Katile S., and Diallo-Ba D., 2013. Overview of pepper (*Capsicum spp.*) breeding in West africa. *AJAR*. 8(13):1108-1114.
- D'Arey** W. G. y Eshbaugh W. H. 1974. New World peppers (*Solanaceae Capsicum*) north of Colombia. *Baileya* 19: 93-105
- De Witt** D. and Bosland P. W. 2009. Complete Chile Pepper Book: A gardener's Guide to Choosing, Growing, Preserving, and Cooking. Timber Press. Portland, Oregon, EUA. Pp 9-18.

- Engels** J. M. M. and Visser L. 2003. Genebank Management Procedures. *En: Engels J. M. M. and Visser L. Eds A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italy p.73.*
- Espinosa** T. L. E., Ramírez A. O. y Hernández E. F. 2014. Tipología del mercado de chile manzano en el Estado de México. *Debate Económico*. 3(2):143-163.
- Eshbaugh** W. H.; S. I. Guttman y M. J. McLeod. 1983. The origin and evolution of domesticated *Capsicum* species. *Journal of Ethnobiology*. 3:49-54.
- Eshbaugh** W. H. 1975. Genetical and biochemical systematic studies of chile peppers (*Capsicum-Solanaceae*). *Bull. Torrey Bot. Club* 102:396-403.
- Gallais** A., Bannerot H. 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de selection. *Mieux Comprendre*. Paris, France INRA Editions, 768 p.
- Geleta** L. F., Labuschagne M. T., and Viljoen C. D. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation*. 14(10):2361-2375.
- Guo-Jiang** L. 2013. Molecular Markers and Marker-Assisted Breeding in Plants. *En: Andersen S. B. Ed, Plant Breeding from Laboratories to Fields. InTech Pp. 45-48*
- Ha** S. H., Kim J. B., Park J. B., Lee J. S. and Cho K. J. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening color: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *J. Exp. Bot.* 58(12):3135-3144.
- Heiser** C. B. and Pickersgill B. 1969. Names for the Cultivated *Capsicum* Species (*Solanaceae*). *Taxon* 18(3): 277-283
- Hernández** V. A. E. 2007. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Bio ciencias*. 2(3):113-118.
- Hernández-Verdugo** S., Porras F., Pacheco-Olvera A., López-España R. G., Villareal-Romero M., Parra-Terraza S. P. y Osuna E. T. 2012. Caracterización y Variación Ecográfica de Poblaciones de Chile (*Capsicum Annum* var. *Glabriusculum*) Silvestre del Noroeste de México. *POLIBOTANICA*. 33:175-191.
- INAFED**. 2015. Monografía Tacámbaro. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16082a.html (Consulta: 1 de agosto 2016).
- Khambnonda** I. 1950. Quantitative inheritance of fruit size in red pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Genetics*. 35(3): 322-343.
- Kovács** Z., Csilléry G., Szöke A., Kiss E. and Veres A. 2017. Characteristics and regulation of anthocyanin biosynthesis in pepper-review. *J.A.E.S.* 4(1):47-58.
- Latournerie** L., Chávez J. L., 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.

- Lannes** S. D., Finger F. L., Shuelter A. R., and Casali V. W. D. 2007. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Sci Horti*. 112(3):266-270.
- Li** Z., Wang S., Gui X. L., Chang X. B. and Gong Z.H. 2013. A further analysis of the relationship between yellow ripe-fruit color and the capsanthin-capsorubin synthase gene in pepper (*Capsicum spp.*) indicated a new mutant variant in *C. annuum* and a tandem repeat structure in promoter region. *Plos One* 8: e61996.
- Lightbourn** G. J., Stommel J. R. and Griesbach R. J. 2007. Epistatic interactions influencing anthocyanin gene expression in *Capsicum annuum*. *Hort. Science*. 132(6):824-829.
- Long** T. J. 2011. El *Capsicum* a través de la historia mexicana. *En*: K. Richterich Ed. El Chile. Protagonista de la independencia y la revolución. Fundación Herdez. México D.F. Pp. 7-8.
- Mata** J. y Salas A. 2014. Banco de germoplasma CATIE: *Capsicum pubescens*. Cartago, Turrialba. Recuperado de: banco.degermoplasma.catie.ac.cr/capsicum_pubescens
- Martín** C. N. y González G. W. 1991. Caracterización de Acciones de Chile (*Capsicum spp.*) *Agronomía mesoamericana*. 2:31-39.
- Martínez** E. I. 2013. Caracterización morfológica de tres colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.), de la región sur del estado de México. Universidad Autónoma del estado de México Tenancingo, Estado de México p. 119.
- Martínez-Sánchez** D., Pérez-Grajales M., Rodríguez-Pérez J. E. y Moreno P. E. del C. 2010. Colecta y caracterización morfológica de 'chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 13(3):169-176.
- Medina** C. I., Lobo M. y 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(2): 25-39.
- Moehs** C. P., Tian L., Osteryoung K. W., and Dellapenna D. 2001. Analysis of carotenoid biosynthetic gene expression during marigold petal development. *Plant mol. Biol*. 45(3): 281-293.
- Montes-Hernández**, S., P. López- López, S. Hernández-Verduzco y M. Ramírez-Meraz. 2010. Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México (Informe final). Campo Experimental Bajío, Campo Experimental Valles Centrales, Campo Experimental Sur de Tamaulipas INIFAP- Escuela de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Dentro del Proyecto "Generación y recopilación de información de las especies de las que México es centro de origen y diversidad genética", financiado por la Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables (DGSPNR), perteneciente a la SEMARNAT y coordinado por la CONABIO. CONABIO. México D.F. Pp. 39-42.

- Naegele** R. P., Mitchell J., and Hausbeck M. K. 2016. Genetic diversity, population structure, and heritability of fruit traits in *Capsicum annuum*. *PlosOne* 11(7): e0156969.
- Naegele** R. P., Hill T., Ashrafi H., Reyes C-W. S., Van D. A., and Hausbeck M. K. 2013. QTL mapping of fruit rot resistance to the plant pathogen *Phytophthora capsici* Leonian in a recombinant inbred line *Capsicum annuum* L. population. *Phytopathology*. 104(5):479-483.
- Occhiuto** P. N., Peralta I. E., Asprelli P. D. y Galmarini C. R. 2014. Characterization of *Capsicum germplasm* collected in Northwestern Argentina based on morphological and quality traits. *Agroscientia*. 31(2):63-73.
- Pérez**, G. M. y Castro, B. R. 2008. El chile manzano. Universidad Autónoma Chapingo 1a. Reimpresión. 135 p
- Pérez** G. M., González H. V. A., Mendoza C. M. C., and Peña V. C. 2004. Physiological characterization of manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R & P) landraces. *HortScience*. 129(1):88-92.
- Rai** V. P., Kumar R., Kumar S., Rai A., Kumar S., Singh M., Singh S.P., Rai A. B. and Paliwal R. 2013. Genetic diversity in *Capsicum* germplasm based on microsatellite and random amplified microsatellite polymorphic markers. *Physiol. Mol. Bio. Plants*. 19(4):572-586.
- Ramírez** A. O., Espinosa T. L. E., Barrios P. G., y Figueroa H. E. 2014. Evaluación técnica, financiera y comercial de los sistemas de producción de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P) en México. *Análisis Económico*, 29 (mayo-agosto): 209-219.
- Rêgo** E. R., M. M. Rêgo, C. D. Cruz and, F. L. Finger. 2011. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 58(6):909-918.
- Sadilova**, E., Stintzing, F. C., and Carle, R. 2006. Anthocyanins, colour and antioxidant properties of eggplant (*Solanum melongena* L.) and violet pepper (*Capsicum annuum* L.) peel extracts. *Z. Naturforsch C*. 61(7-8):527-35.
- Sánchez-Sánchez** H., Gonzáles-Hernández V. A., Cruz-Pérez A. B., Pérez-Grajales M., Gutiérrez-Espinoza M. A., Gardea-Béjar A. A. y Gómez-Lim M. A. 2010. Herencia de capsacinoides en chile manzano (*Capsicum Pubescens* R y P). *Agrociencia*. 44(6):646-665.
- Sadilova** E., Stintzing F. C., and Carle R. 2006. Anthocyanins, colour and antioxidant properties of eggplant (*Solanum melongena* L.) and violet pepper (*Capsicum annuum* L.) peel extracts. *Z. Naturforsch C*. 61(7-8):527-35.
- Shetty** M., Geethalekshmi P. R., and Mini C. 2017. Natural pigments as potential food colourants: a review. *Trends in biosciences*. 10(21):4057-5064.
- Singh** P., Jain P. K., and Sharma A. 2017. Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Chilli (*Capsicum annuum* L.) Genotypes. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 6(9):20704-2709.

- Statistical Analysis Systems (SAS)**. 2013. Release 9.2 SAS, Cary, N.C., USA.
- SAS**, Institute Inc. 2014. Introducción a la programación en SAS® Studio 3.2. Cary, North Carolina, EUA.
- Stommel** J. R. 2008. INheritance of fruit, foliar, and plant habit attributes in Capsicum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(3):396-407.
- Stommel** J. R., and Griesbacj R. J.2008. Inheritance of fruit, foliar, and plant habit attributes in Capsicum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(3):396-408.
- Sudré** P. C., Goncalves A. S. L., Rodriguez R., Do Amaral Junior A. T., Riva-Souza E. M., Bento C. and Dos S. 2010. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genet. Mol. Res.* 9(1):283-294.
- Tian** S. L., Li L., Shah S.N.M. and Gong Z.H. 2015. The relationship between red fruit color formation and key genes of capsanthin buisynthesis pathway in *Capsicum annuum*. *Biologia platarum.* 59(3):507-513.
- Thorup** T. A., B. Tanyolac, K. D. Livingstone, S. Popovsky, I. Paran, and M. Jahn. 2000. Candidate gene analysis of organ pigmentation loci in the Solanaceae. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97(21):11192– 11197.
- Torres**. E. L. E, Ramírez A. O., Barrios P. G. y Figueroa H. E. 2014. Evaluación técnica, financiera y comercial de los sistemas de producción de chile manzano (*Capsicum pubescens* R Y P) en México. *Análisis económico.* 71(29):209-2019.
- Upadhyaya** H. D., Gowda C. L. L., and, Sastry D. V. S. S. R. 2008. Plant genetic resources management: collection, characterization, conservation and utilization. *Journal of SAT Agricultural Research* 6:1-15.
- UPOV**. 2015. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Documento T6/76/8Rev. Ginebra, Suiza. Pp. 53 www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg076.pdf (Consulta: 23 de agosto 2016).
- Villota-Cerón** D., Bonilla-Betancourt M. L., Carmen-Carrillo H., Jaramillo-Vásquez J. and García-Dávila M. A. 2012. Morphological characterization of *Capsicum* spp. Accessions from the germoplasm collection of Corpoica C.I. Palmira, Colombia. *Acta agronómica.* 61(1):16-26.
- Xue-Jun** C., Rong F., Kun-Hua Z., Nan-Sheng M., Chang-Lin H. 2012. Major gene plus polygene inheritance analysis of fruit traits in pepper. *Xibei Zhiwu Xuebao.* 32:246-251.
- Zhigila** D. A., AbdulRahaman A. A., Kolaqole O. S. and Oladele F. A. 2014. Fruit Morphology as Taxonomic Features in Five Varieties of *Capsicum annuum* L. Solanaceae. *Journal of Botany.* Vol. 2014

VII. APÉNDICE

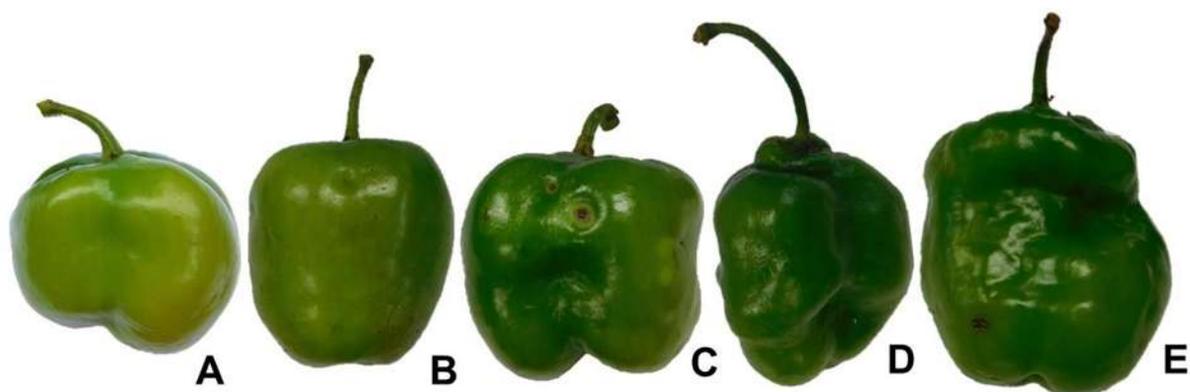


Figura 1A. Fotografía de la intensidad del color del fruto de *C. pubescens* antes de la madurez: A (Intensidad muy clara), B (Intensidad clara), C (Intensidad media), D (Intensidad oscura) y E (Intensidad muy oscura).

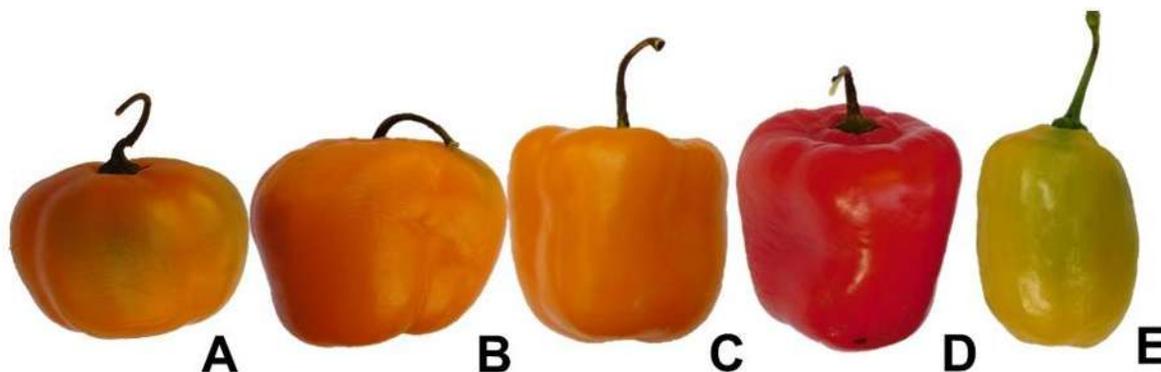


Figura 2A. Fotografía de la relación entre la longitud y el diámetro del fruto de *C. pubescens*: A (Muy pequeña), B (Pequeña), C (Media), D (Grande) y E (Muy grande).

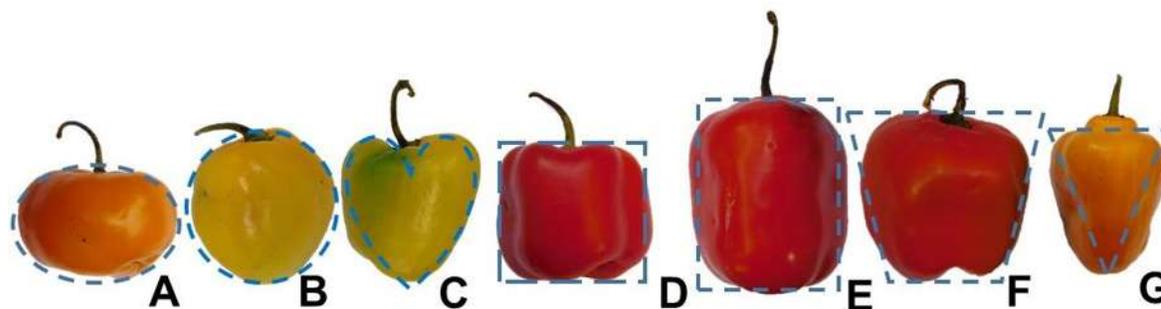


Figura 3A. Fotografía de la forma de la sección longitudinal del fruto de *C. pubescens*: A (Plana), B (Circular), C (Acorazonada), D (Cuadrada), E (Rectangular), F (Trapezoidal) y G (Moderadamente triangular).

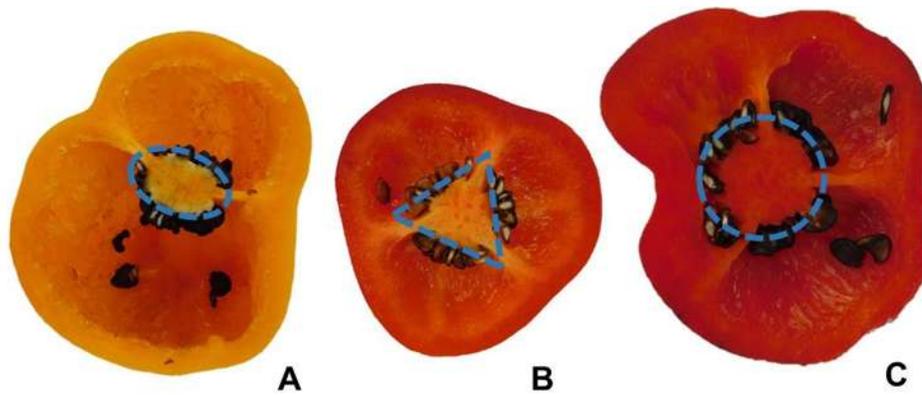


Figura 4A. Fotografía de la forma en la sección transversal a nivel de placenta del fruto de *C. pubescens*: A (Forma placenta elíptica), B (Forma angular) y C (Forma circular).

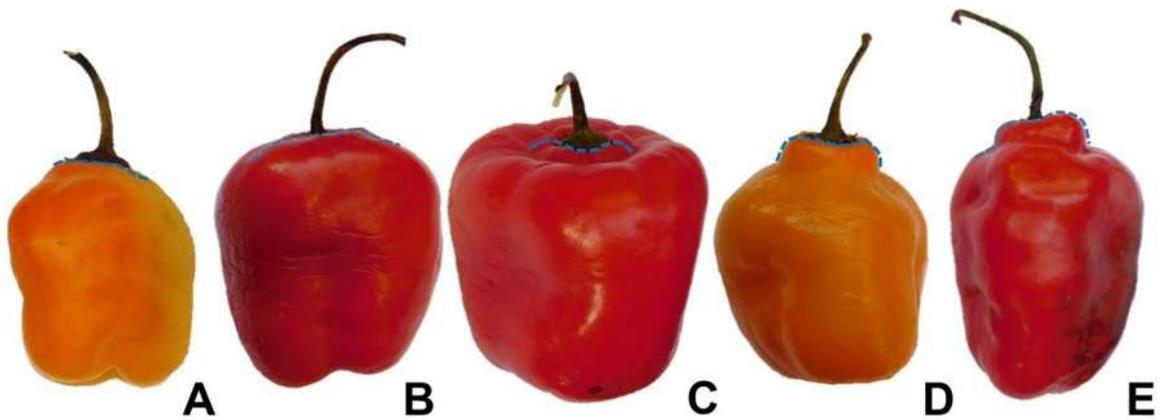


Figura 5A. Fotografía de la sinuosidad del pericarpio de la parte basal del fruto de *C. pubescens*: A (Sinuosidad ausente o muy débil), B (Sinuosidad débil), C (Sinuosidad media), D (Sinuosidad fuerte) y E (Sinuosidad muy fuerte).

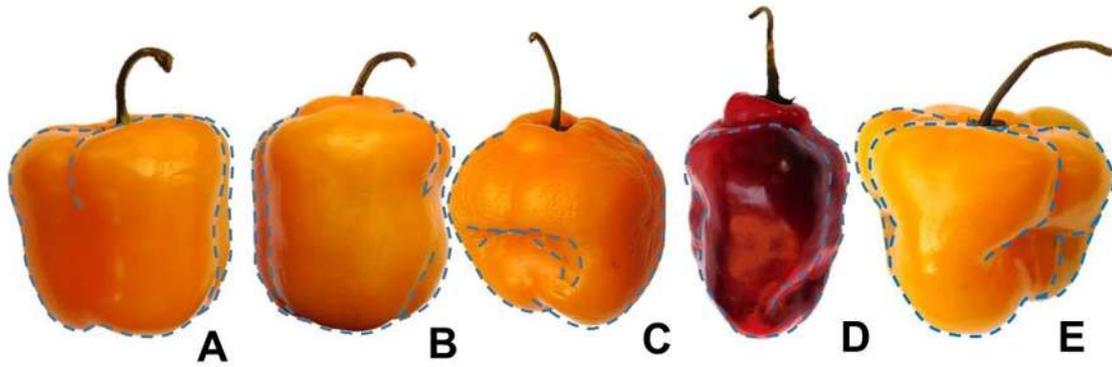


Figura 6A. Fotografía de la sinusoidad del pericarpio excluida la parte basal del fruto de *C. pubescens*: A (Sinuosidad ausente o muy débil), B (Sinuosidad débil), C (Sinuosidad media), D (Sinuosidad fuerte) y E (Sinuosidad muy fuerte).

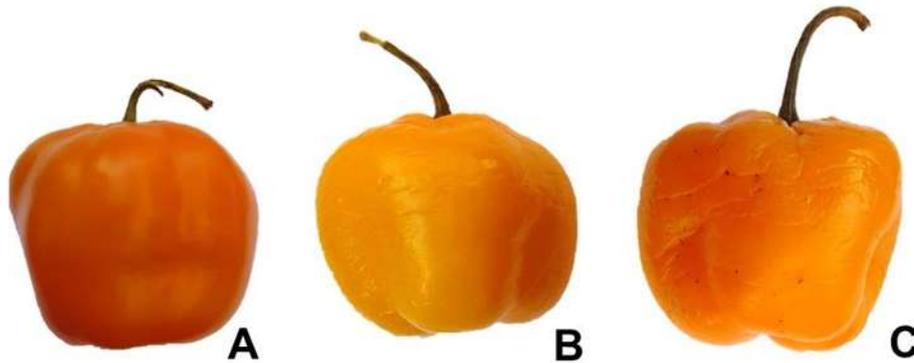


Figura 7A. Fotografía de la textura de la superficie del fruto de *C. pubescens*: A (Textura de la superficie del fruto lisa o muy ligeramente arrugada), B (Textura del fruto ligeramente arrugada) y C (Textura del fruto fuertemente arrugada).

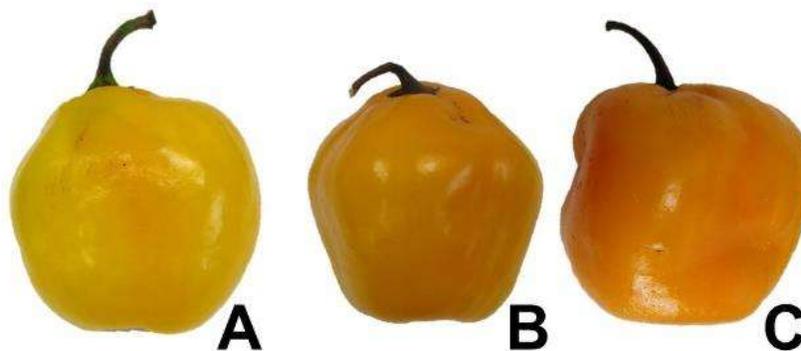


Figura 8A. Fotografía de la intensidad del color del fruto de *C. pubescens* a la madurez: A (Intensidad de coloración del fruto clara), B (Intensidad de coloración del fruto media) y C (Intensidad de coloración oscura).

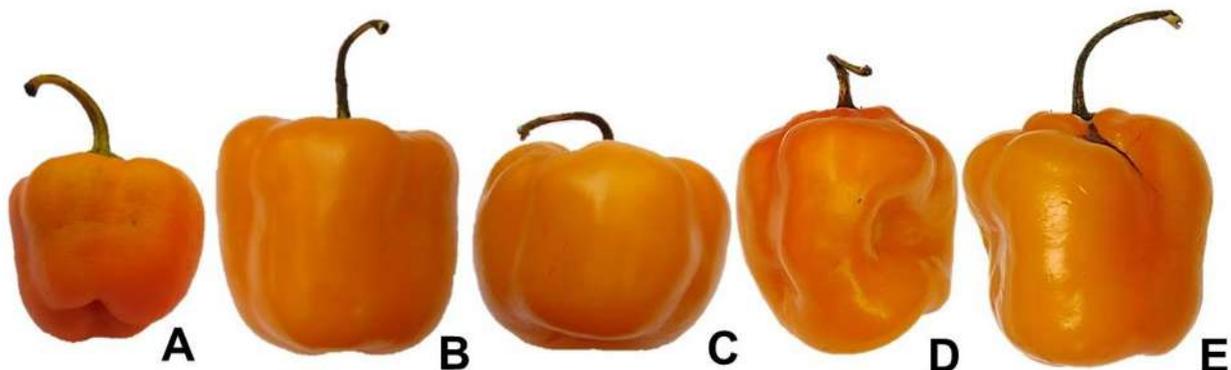


Figura 9A. Fotografía del brillo de la superficie del fruto de *C. pubescens*: A (Brillo del fruto muy débil), B (Brillo del fruto débil), C (Brillo del fruto medio), D (Brillo del fruto fuerte) y E (Brillo del fruto muy fuerte).

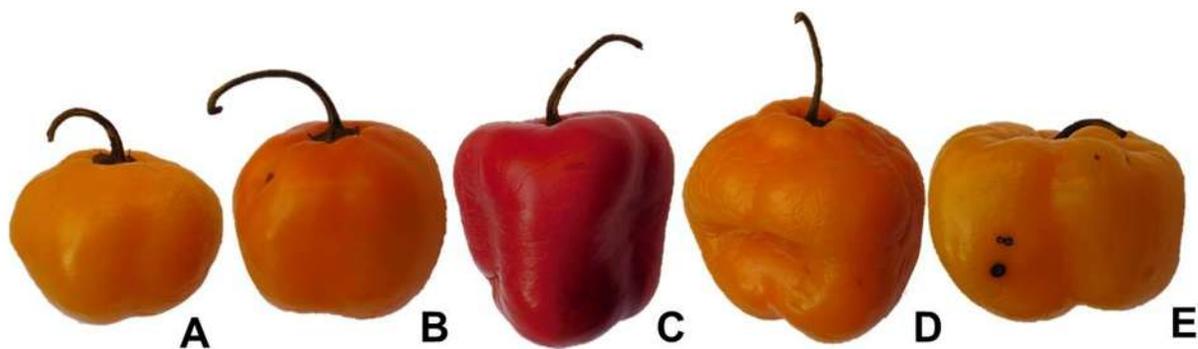


Figura 10A. Fotografía de la profundidad de la cavidad pedúncular del fruto de *C. pubescens*: A (Muy poco profunda), B (Poco profunda), C (Media), D (Profunda) y E (Muy profunda).

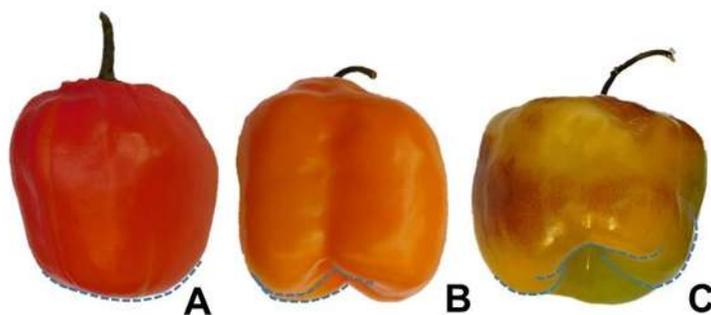


Figura 11A. Fotografía de la forma del ápice del fruto de *C. pubescens*: A (Redondeada), B (Hundida) y C (Muy hundida).

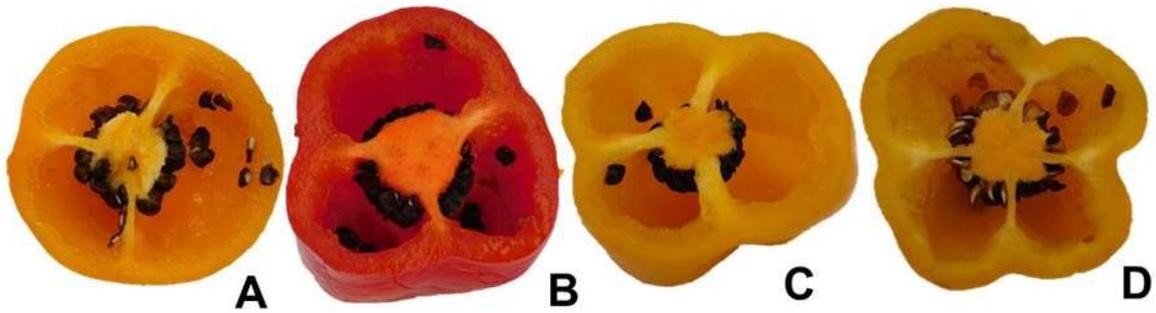


Figura 12A. Fotografía de la profundidad de los surcos interoculares del fruto de *C. pubescens*: A (Ausente o muy poco profunda), B (Poco profunda), C (Media) y D (Profunda).



Figura 13A. Fotografía del espesor de la pulpa del fruto de *C. pubescens*: A (Pulpa muy delgada), B (Pulpa delgada) C (Pulpa media), D (Pulpa gruesa) y E (Pulpa muy gruesa).

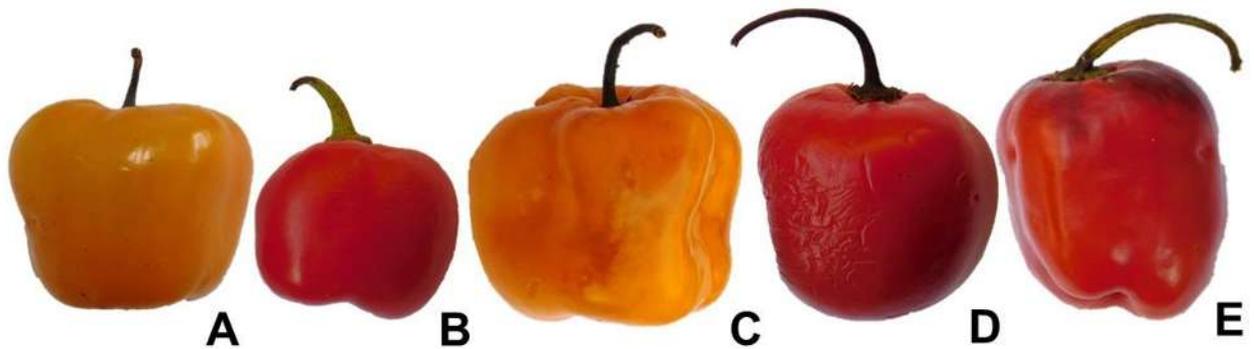


Figura 14A. Fotografía de la longitud del pedúnculo del fruto de *C. pubescens*: A (Muy corta), B (Corta), C (Media), D (Larga) y E (Muy larga).

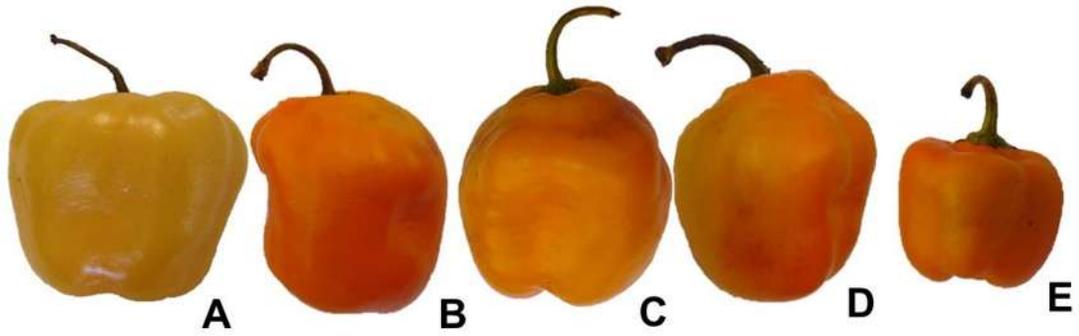


Figura 15A. Fotografía del espesor del pedúnculo del fruto de *C. Pubescens*: A (Muy delgado), B (Delgado), C (Medio), D (Gruoso) y E (Muy grueso).

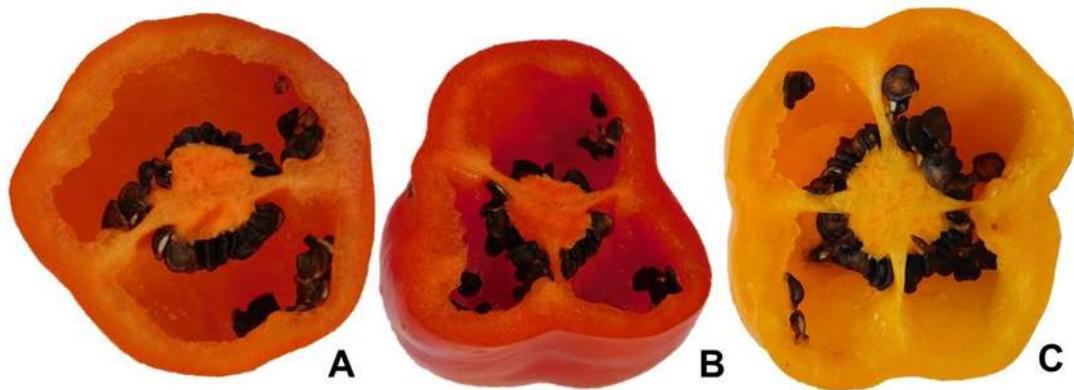


Figura 16A. Fotografía de frutos de *C. Pubescens* exhibiendo la cantidad de lóculos posibles: A (Dos lóculos), B (Tres lóculos) y C (cuatro lóculos).