

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



"Enseñar la explotación de la
tierra, no la del hombre"

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y POSCOSECHA DE OCHO LÍNEAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* R. y P.)

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN HORTICULTURA**



DIRECCIÓN GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Presenta:

Joaquín Torres José

Chapingo, México, Junio de 2014.



La presente Tesis titulada: "Caracterización Morfológica y Poscosecha de Ocho Líneas de Chile Manzano (*Capsicum Pubescens* R. y P.)" realizada por José Joaquín Torres, bajo la dirección del jurado calificador abajo indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias

Especialista en Horticultura

JURADO CALIFICADOR:

Presidente: _____

Dr. Mario Pérez Grajales

Asesor: _____

Dra. María Teresa B. Colinas León

Asesor: _____

Dr. Jaime Sahagún Castellanos

Chapingo, Estado de México, Junio de 2014.

DATOS BIOGRÁFICOS DEL AUTOR

El autor C. José Joaquín Torres, es originario de San Juan Ixcaquixtla, Puebla. Cursó sus estudios de preparatoria en la Universidad Autónoma Chapingo de 1991 a 1994. La licenciatura la cursó en el departamento de Fitotecnia en el periodo de 1994 a 1998. Realizó el examen profesional para titularse como ingeniero agrónomo especialista en fitotecnia el 24 de junio de 1999. De 1999 a 2007 trabajó en empresas dedicadas a la comercialización de plaguicidas e insumos agrícolas. Se dedicó a la producción de hortalizas y granos básicos del año 2008 a 2011, e ingresó a la maestría en ciencias en horticultura en el Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia en la Universidad Autónoma Chapingo en el año 2012, terminando y cumpliendo con los créditos requeridos en diciembre de 2013.

AGRADECIMIENTOS

A **Jehová, Señor Jesucristo, el Todopoderoso**, quién me ha ayudado hasta el día de hoy.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACyT**) por todo el apoyo económico requerido para cumplir satisfactoriamente la maestría.

Al **Dr. Mario Pérez Grajales**, por sus sabia dirección, buenos consejos y sobre todo por su gran paciencia que me tuvo para la realización de ésta tesis.

A la **Dra. María Teresa Colinas León** y al **Dr. Jaime Sahagún Castellanos**; por sus acertadas sugerencias y correcciones al presente trabajo.

A los profesores del Instituto de Horticultura de la Universidad Autónoma Chapingo por enriquecerme con sus sabios conocimientos.

A mis hermanos Severo, Bertín y Salvador por creer en mí y apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mis compañeros Alma, Alejandro, Gerardo, Miguel Ángel y Paty, por su apoyo incondicional y hacer más placentera mi estancia durante la maestría.

DEDICATORIA

Al **REY** de reyes, **SEÑOR** de señores y **DIOS** de los dioses;
con infinito amor y admiración.

A tres de la bendiciones que me ha dado Jehová

Miriam - Elim - Salem

A la compañera de mi vida

Rosalba



CONTENIDO

	Página
DATOS BIOGRÁFICOS DEL AUTOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y POSCOSECHA DE OCHO	
LÍNEAS DE CHILE MANZANO (<i>Capsicum pubescens</i> R y P).....	x
RESUMEN GENERAL.....	x
GENERAL ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE OCHOLÍNEAS	
DE CHILE MANZANO (<i>Capsicum pubescens</i> R y P).....	4
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA.....	45

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN POSCOSECHA DE OCHO LÍNEAS

DE CHILE MANZANO (<i>Capsicum pubescens</i> R y P).....	48
RESUMEN.....	48
ABSTRACT.....	49
INTRODUCCIÓN.....	50
MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
RESULTADOS.....	59
DISCUSIÓN.....	64
CONCLUSIONES.....	67
LITERATURA CITADA.....	68
DISCUSIÓN GENERAL.....	71
CONCLUSIONES GENERALES.....	75
LITERATURA CITADA GENERAL.....	76
ANEXO.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1 Comparaciones múltiples de medias entre cinco variables cuantitativas de hoja y tallo de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	35
CUADRO 2 Comparaciones múltiples de medias entre seis variables cuantitativas de fruto de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	37
CUADRO 3 Correlaciones de Pearson entre cinco variables de morfología de tallo y hoja de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	38
CUADRO 4 Correlaciones de Pearson entre seis variables de morfología de fruto de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	40
CUADRO 5 Comparaciones múltiples de medias entre cinco variables de análisis poscosecha de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	60
CUADRO 6 Comparaciones múltiples de medias de tres variables poscosecha relacionadas con el color de fruto de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	62
CUADRO 7 Correlaciones de Pearson entre cinco variables poscosecha de ocho líneas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.).....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Hipocótilo morado por presencia de antocianinas.....	21
Figura 2 Planta tutorada para evitar quede postrada en el suelo.....	22
Figura 3 Aspecto de tallo pubescente.....	22
Figura 4 Nudo morado por presencia de antocianinas.....	23
Figura 5 Hoja alargada de la línea L3.....	23
Figura 6 Hoja Oval (tipo de siete líneas).....	23
Figura 7 Aspecto de hoja con ampollas de nivel medio.....	24
Figura 8 Pedicelos erectos.....	24
Figura 9 Aspecto de hojas pubescentes.....	25
Figura 10 Flor pendiente.....	25
Figura 11 Colores de antera y filamento.....	26
Figura 12 Estigma inserto.....	26
Figura 13 Flor mostrando sus órganos reproductores.....	27
Figura 14 Coloración verde intenso de fruto.....	27
Figura 15 Fruto pendiente.....	28
Figura 16 Fruto cuadrado, tipo de 7 líneas.....	28
Figura 17 Fruto trapezoidal de línea 3.....	28
Figura 18 Fruto angular tipo de 7 líneas.....	29
Figura 19 Fruto circular de línea L3.....	29
Figura 20 Fruto sin ondulaciones.....	29

Figura 21	Coloración amarilla de fruto.....	30
Figura 22	Fruto con cavidad peduncular.....	30
Figura 23	Fruto de L3 sin cavidad peduncular.....	30
Figura 24	Fruto L4 sin cavidad peduncular.....	31
Figura 25	Fruto L5 sin cavidad peduncular.....	31
Figura 26	Fruto con ápice hundido, característico de 7 líneas.....	31
Figura 27	Fruto con ápice hundido, característico de la L3.....	31
Figura 28	Aspecto de fruto con textura lisa.....	32
Figura 29	Fruto sin profundidades interloculares.....	32
Figura 30	Placenta compacta.....	33
Figura 31	Aspecto de cáliz dentado no desarrollado.....	33

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y POSCOSECHA DE OCHO LÍNEAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* R y P)

RESUMEN GENERAL

Se estudió la morfología de ocho líneas (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 y L8) de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) con base en los caracteres de descripción varietal para el género *Capsicum* junto con la calidad poscosecha. Se cultivó en condiciones de invernadero e hidroponía a una altitud de 2240 m, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Las plantas se establecieron en un diseño experimental completamente al azar con 18 repeticiones, la unidad experimental y de muestreo consistió de una planta. Para la determinación de la calidad poscosecha los frutos se evaluaron a los 1, 3, 5, 7 y 9 días después de la cosecha. Los resultados mostraron que las diferentes variables cualitativas de los caracteres morfológicos de las ocho líneas son muy homogéneos en la gran mayoría de ellos, las únicas que presentan diferencias es en la forma de la hoja, donde la L3 presenta una forma oval alargada, esta misma línea junto con la L2 y la L4 no presentan cavidad peduncular. Asimismo, la L3 es la única que cuenta con un ápice en forma redondeada, razón por la cual el fruto de la misma presenta una forma trapezoidal. Es decir, la L3 sale del promedio en cuanto a caracteres morfológicos con respecto a las otras líneas evaluadas. En lo que respecta a tallo, hoja y fruto, en todas sus variables cuantitativas existen diferencias estadísticas significativas en las comparaciones de

medias para todas las variables, siendo la variable longitud de fruto (LF) y ancho de fruto (AF) donde las líneas L1, L3 y L8 son las de mayor tamaño. Para la variable número de lóculos (NL) las líneas L4 y L8 presentan alrededor de 4 lóculos por fruto en tanto que la de menor valor fue la L7 con promedio de 2.4 lóculos por fruto. La caracterización poscosecha de los frutos se realizó con base en pérdida fisiológica de peso, brillo, tonalidad y pureza del color, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH y firmeza. La L3 fue la mejor en cuanto a firmeza con un valor de 3.2632 kg-f y la L5 con el valor más bajo con 1.8613 kg-f. En cuanto a sólidos solubles totales (SS) la L7 presentó 9.5467 °Brix. Mientras que para la variable pérdida de peso las líneas L6 y L7 fueron las que más se deshidrataron, con valores de 21.000 g y 20.0037g, respectivamente. No obstante que la L6 a pesar de que perdió peso, mantuvo la segunda firmeza más alta. Las variables acidez titulable y pH las que a pesar de que muestran diferencias significativas en sus comparaciones múltiples de medias, los valores son más homogéneos. Considerando el estudio morfológico y el de poscosecha concluye que la L3 sobresale positivamente en los caracteres evaluados, seguidos por la L1, L6 y L8.

Palabras clave: caracterización morfológica, evaluación poscosecha, chile manzano.

GENERAL ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND POSTHARVEST CHARACTERIZATION OF EIGHT MANZANO PEPPER LINES (*Capsicum pubescens* R. and P.)

Morphology based on varietal descriptive characteristics for gender *Capsicum* and the eight postharvest quality lines (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 and L8) manzano pepper (*Capsicum pubescens* R. and P.) cultivated under hydroponic greenhouse conditions at 2400 masl at Experimental Field at Chapingo Autonomous University was studied. Plants were set on an experimental random design with 18 replicates. The experimental and sampling unit consisted of one plant, crop direction and management was done under greenhouse and hydroponic conditions. Results showed that the different qualitative variables of the morphological characteristics of the eight lines in the great majority are very homogenous; L3 presents an elongated oval form; in this same line, L2 and L4 do not present stem cavity. L3 as well is the only one who has a rounded shape apex that is why its own fruit presents a trapezoidal shape. This means that L3 is not averaged for other morphological characters with regard to the other materials. As far as the stem, fruit, leaf, and all its quantitative variables there are statistical differences on comparisons of means for all the variables, being the length fruit the variable (LF) and fruit width (FW) where lines L1, L3 and L8 are

the biggest. For the lobe variable (NV) lines L4 and L8 may have 4 lobes per fruit and L7 has the lowest value with 2.4. Stem L7 data show that it is the longest (7.18) but it is thinner (5.16mm) and L6 presents the opposite, it is thicker and longer 6.497 and 5.63 respectively. Postharvest characterization was done on physiological weight loss, brightness, tone and color purity, total soluble solids (SS) titratable acidity, pH and firmness. L3 was the best in firmness with a value of 3.2632 kg-f and L5 presented the lowest value 1.8613 kg-f. Regarding total soluble solids, (SS) L7 presented 9.5467 °Brix. Meanwhile for the weight loss lines L6 and L7 were the most dehydrated 21.000g and 20.0037g respectively. Eventhough L6 lost weigh it stood the second in higher firmness. Despite Titratable Acidity (TA) and PH (pH) variables presented meaningful differences in their multiple means comparisons, their values are more homogeneous. Thus, it is concluded that based on analysis the morphological and postharvest characteristics L3 followed by L1, L6 and L8 is outstanding.

Key words: characterization, morphological, postharvest evaluation, manzano pepper.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón) es originario de América del Sur, de las partes altas de Perú y Bolivia, y en México se le encuentra a una altitud de 1700 a 2500 m. No obstante que la mayor diversidad genética de la especie se encuentra en Sudamérica, en México existe también una gran diversidad en cuanto a hábitos de crecimiento de la planta, colores y formas del fruto. Las principales regiones donde se encuentra distribuida en México, son: Sierra Norte de Puebla (Tlatlahuiquitepec, Zacapoaxtla, Teziutlán); Michoacán (Tacámbaro y Zitácuaro); Centro de Veracruz (Huatusco, Coscomatepec y Zongolica); Estado de México (Coatepec de Harinas y San Miguel Tlaixpan) y Chiapas (San Cristóbal y Motozintla), (Pérez y Castro, 2008).

En México, existe una demanda regional alta de chile manzano y su consumo es cada vez mayor debido a la diversificación de sus formas de consumo. Por ello, es notorio el incremento en áreas y sistemas de producción. Además, se alcanzan precios elevados de hasta \$40.00/kg en los meses de enero a mayo, lo cual lo convierte en un cultivo muy atractivo para los productores (Pérez y Castro, 1998). En esos meses la temperatura y precipitación disminuyen, en consecuencia también la producción de fruto. Una alternativa para producir este cultivo en los meses señalados es la producción intensiva en condiciones de invernadero en altas densidades de población ($18,000 \text{ plantas} \cdot \text{ha}^{-1}$) con variedades cuyos atributos sean superiores a la de las variedades criollas (Pérez y Castro, 2008).

Las variedades criollas presentan variación fenotípica y genotípica, lo que repercute en una baja producción y calidad de frutos. Por tanto, es necesario la identificación

de genotipos apropiados para el cultivo bajo sistemas de producción intensivos, especialmente para condiciones de invernadero, en donde se requieren plantas de porte bajo, precocidad para la cosecha y, por supuesto, de alto rendimiento y calidad de fruto (Hernández, 1995). Para atender esta demanda, en 1994 en la UACH, se inició un programa de mejoramiento genético de la especie. Se efectuaron colectas en diversas áreas de México y algunas en Perú. De cada una de las colectas se seleccionaron individuos sobresalientes en caracteres agronómicos, fisiotécnicos y de poscosecha. Solo seis colectas contrastantes fueron empleadas para llevar a cabo cruzamientos entre ellas. Se empleó el modelo dialélico de Griffing (1956) método dos, es decir, se efectuaron cruza entre las seis colectas sin estudiar efectos maternos. Como resultado se obtuvieron 15 híbridos intervarietales más los seis progenitores, es decir 21 genotipos. De la evaluación de estos materiales genéticos, en 2002 se identificó al híbrido intervarietal Zongolica X Puebla como sobresaliente en caracteres de calidad, rendimiento y precocidad de frutos. Fue evaluado y descrito de acuerdo a los descriptores de Capsicum del SNICS con fines de registro de derechos de obtentor para la Universidad Autónoma Chapingo y en 2012 quedó registrado con el nombre de Grajales St. Paralelamente, en 2002, de este híbrido interpoblacional o intervarietal se derivaron ocho líneas a través de cinco ciclos de autofecundación en cada una de ellas. Estas líneas tienen características sobresalientes en calidad de fruto, pues tienen pericarpio grueso (al menos 0.5 cm), de tres a cuatro lóculos que les confiere la forma cuadrada, frutos grandes (al menos 70 ml), de color amarillo intenso, de picantes moderada a alta; y las plantas son de crecimiento indeterminado por lo que se manejan con sistema de tutoreo y podas

frecuentes. Dichas características pueden aún mejorarse a través de cruza dialélicas entre las ocho líneas sobresalientes.

Las ventajas de identificar híbridos de cruza simple sería la obtención de materiales iguales o superiores a sus progenitores y de gran uniformidad en las características mencionadas (Pozo, 1983). Incluso se puede utilizar las líneas sobresalientes para su uso comercial y registrarlas para su protección legal en caso de que sean progenitores de híbridos de cruza simple sobresalientes. Por lo que es necesario efectuar la caracterización morfológica y de poscosecha de esas ocho líneas avanzadas de Chile manzano.

CAPÍTULO I

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE OCHO LÍNEAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens*R y P)

RESUMEN

Se estudió la morfología de ocho líneas (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 y L8) de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) con base en los caracteres de descripción varietal para el género *Capsicum* junto con la calidad poscosecha. Se cultivó en condiciones de invernadero e hidroponía a una altitud de 2240 m, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Las plantas se establecieron en un diseño experimental completamente al azar con 18 repeticiones, la unidad experimental y de muestreo consistió de una planta. Para la determinación de la calidad poscosecha los frutos se evaluaron a los 1, 3, 5, 7 y 9 días después de la cosecha. Los resultados mostraron que las diferentes variables cualitativas de los caracteres morfológicos de las ocho líneas son muy homogéneas en la gran mayoría de ellos, las únicas que presentan diferencias es en la forma de la hoja, donde la L3 presenta una forma oval alargada, esta misma línea junto con la L2 y la L4 no presentan cavidad peduncular. Asimismo, la L3 es la única que cuenta con un ápice en forma redondeada, razón por la cual el fruto de la misma presenta una forma trapezoidal. Es decir, la L3 sale del promedio en cuanto a caracteres morfológicos con respecto a las otras líneas evaluadas. En lo que respecta a tallo, hoja y fruto, en todas sus variables

cuantitativas existen diferencias estadísticas significativas en las comparaciones de medias para todas las variables, siendo la variable longitud de fruto (LF) y ancho de fruto (AF) donde las líneas L1, L3 y L8 son las de mayor tamaño. Para la variable número de lóculos (NL) las líneas L4 y L8 presentan alrededor de 4 lóculos por fruto en tanto que la de menor valor fue la L7 con promedio de 2.4 lóculos por fruto. La variable longitud de tallo tuvo una correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$), con las variables longitud de entrenudos, ancho de limbo (AL) y longitud de pedicelo (LC), o sea, al aumentar la longitud de tallo aumenta la longitud de entrenudos. Para variables cuantitativas de fruto la principal correlación positiva altamente significativa ($p \leq 0.05$) fue entre anchura de fruto y longitud del fruto, así como también entre anchura de fruto y número de fruto, esto es debido a que entre más lóculos contenga un fruto, la anchura del fruto tiende a ser mayor. Una situación similar ocurre entre grosor de pericarpio y longitud de pedúnculo (LP) Considerando todas las características morfológicas sobresalen la L3, L1 y L8 y son recomendadas para ser registradas ante el SNICS.

Palabras clave: caracterización, morfológica, chile manzano.

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF EIGHT MANZANO PEPPER LINES (*Capsicum pubescens* R. and P.)

Morphology based on varietal descriptive characteristics for gender *Capsicum* and the eight postharvest quality lines (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 and L8) manzano pepper (*Capsicum pubescens* R. and P.) cultivated under hydroponic greenhouse conditions at 2400 masl at Experimental Field at Chapingo Autonomous University was studied. Plants were set on an experimental random design with 18 replicates. The experimental and sampling unit consisted of one plant, crop direction and management was done under greenhouse and hydroponic conditions. Results showed that the different qualitative variables of the morphological characteristics of the eight (stem, leaf, flower and fruit) in the great majority are very homogenous; L3 presents an elongated oval form; in this same line, L2 and L4 do not present stem cavity. L3 as well is the only one who has a rounded shape apex that is why its own fruit presents a trapezoidal shape. This means that L3 is not averaged for other morphological characters with regard to the other materials. As far as the stem, leaf and fruit in all its quantitative variables there are statistical differences on comparisons of means for all the

variables, being the fruit length the variable (FL) and fruit width (FW) where lines L1, L3 and L8 are the biggest. For the lobe variable number (LV) lines L4 and L8 may have 4 lobes per fruit and L7 has the lowest value with 2.4. Stem L7 data show that it is the longest (7.18) but it is thinner (5.16mm) and L6 presents the opposite, it is thicker and longer 6.497 and 5.63 respectively. LT variable has a hugely and positive meaningful correlation ($p \leq 0.01$) with variables LE, AL and LC present an increment length of internodes as long as the SL increases. While correlations between AL and LC variables were positive and hugely meaningful ($p \leq 0.01$) concerning the LE variable. AL variable kept a positive and hugely meaningful correlation ($p \leq 0.01$) with LL variable, similarly to pedicel length. In like manner for GP and LP thus L3, L1 and L8 their desired morphological characteristics outstand from an agricultural point of view, being these three more suitable to be recognized by SNICS.

Key words: characterization, morphological, manzano pepper

INTRODUCCIÓN

Existe gran diversidad de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuanto a color, forma y tamaño de fruto; por lo común, los frutos amarillos son preferidos a los rojos y anaranjados; mientras que, los de forma de manzana o cuadrada se prefieren sobre los que presentan una forma de pera y en cuanto a tamaño son preferidos los frutos medianos (70 g) y grandes (90 g) (Pérez y Castro, 2008).

Por otra parte, con el crecimiento de la demanda de chile manzano en los Estados Unidos de Norteamérica y los mercados nacionales, se requiere incrementar la calidad de este producto y su producción durante todo el año (Laborde y Pozo, 1982). Sin embargo, la producción en México se caracteriza por ser principalmente de temporal, lo cual provoca una concentración de este producto en los meses de julio a diciembre y una carencia casi absoluta, de enero a junio. Por ello, han surgido, en los últimos 10 años, el cultivo intensivo en invernadero y a campo abierto con el uso de riego por goteo. Estas variantes de producción constituyen sistemas que generan mayor calidad y rendimiento de fruto. Al respecto, se deduce que los sistemas de producción intensivos tienen ventajas no sólo en la calidad y cantidad de producto cosechado, sino también en la oportunidad de su producción; es decir, abastecer en los meses de enero a junio (Pérez, 2002).

Generalmente, la producción se realiza en zonas altas y frías (Pérez y Castro, 1998) en huertos de traspatio y en superficies de no más de 5 hectáreas donde se le asocia con árboles frutales. Su cultivo depende del temporal y los rendimientos son relativamente bajos, de cinco a siete t/ha/año (Pérez y Castro, 1998). En tanto que

en un sistema de producción intensivo en invernadero se alcanzan 75 t/ha/año y mayor calidad de fruto, lo cual representa una ventaja en la comercialización del producto.

Descripción Botánica

Raíz. Cuando se cultiva a campo abierto, el sistema radical consta de una raíz principal típica o pivotante de origen seminal y numerosas raíces secundarias que pueden alcanzar hasta 1.2 m de profundidad y 0.8 m de exploración horizontal; el 80 % de ellas se encuentra en una capa de 20 a 30 cm, pero, cuando se cultiva en sustratos inertes como el tezontle rojo, se concentra en los primeros 15 cm, es más ramificada y su volumen se ve reducido.

Tallo. Es leñoso con hábito de crecimiento compacto y erecto; presenta abundante pubescencia y es de color verde, excepto en los primeros entrenudos, en los cuales el color es púrpura. Su ramificación es pseudodicotómica.

Hoja. Es simple, su forma es cordada con ápice acuminado y borde liso, excesivamente vellosa y la nervadura es reticulada perinerve. Es peciolada y su filotaxia es alterna dística.

Flor. Es hermafrodita, de color violeta y raramente blanca. El centro es blanco, el cáliz y la corola están fusionados en su base. Los estambres tienen la misma longitud y el ovario es súpero. En las axilas se encuentran uno o dos pedicelos, cuya posición puede ser erecta o intermedia. Cuando el número de pedicelos es de tres, el del centro se desarrolla y crece más rápidamente. Esta situación se presenta con mayor frecuencia en los extremos de las ramas de plantas adultas.

Fruto. El color del fruto en estado inmaduro es verde y maduro puede ser amarillo, naranja o rojo. Tiene una placentación axilar. Su forma varía dependiendo del número de lóculos. Cuando se presentan uno o dos tiene la forma de pera y cuando tiene tres o cuatro la forma es de manzana. La longitud del fruto es de 4 a 8 cm y diámetro de 2 a 6 cm; el grosor del pericarpio varía de 2 a 6 mm. Su posición es declinante. La forma del margen del cáliz es dentado, presenta una constricción anular en la unión del cáliz y el pedúnculo. La forma del fruto en la unión con el pedúnculo es truncada y acorazonada, no presenta cuello en la base del fruto y la forma del ápice es hundido y raras veces de forma obtusa. Presenta una ligera corrugación al observarse en corte transversal.

Semilla. Es el único del género *Capsicum* que posee semillas negras, es de forma ovalada, con el borde ligeramente ondulado. Mide alrededor de 5 mm de diámetro y están constituidas de testa gruesa, embrión y endospermo. El embrión es curvo y ligeramente enrollado con cotiledones plegados. El endospermo es el tejido en donde se localizan las reservas alimenticias, razón por la cual pertenecen al grupo de semillas albuminosas (Pérez y Castro, 2008).

Descriptores de *Capsicum annum* L.

El término descriptor se emplea cada vez con más frecuencia al referirse a cada uno de aquellos caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una población. Los descriptores varían con la especie y también varían según sean seleccionados por fitomejoradores, botánicos, genetistas o expertos en otras disciplinas. Hoy se tiene la solución mediante selección de un número de descriptores universalmente aceptados que facilitan el intercambio de información y

material (IPGRI, 1995). La lista de descriptores proporciona un formato internacional y por eso produce un lenguaje universalmente entendible para todos los datos de fuentes genéticas de la planta. Esto ayuda gradualmente a la utilización del germoplasma directamente de la red internacional de recursos genéticos, por lo tanto, se recomienda que la información debe ser producida fielmente siguiendo la lista de descriptores (IBPGR, 1983).

Descripción varietal

En relación con el presente trabajo se consideran útiles las definiciones establecidas por Muñoz (1983), citado por Gatica (1987), quien establece que la descripción varietal es el conjunto de observaciones que permiten distinguir y caracterizar a una población de plantas que constituyen a una variedad. Por su parte, Poey (1980), citado por Gatica (1987), la define como una fotografía por escrito de las características fenotípicas de la variedad, en donde el fenotipo observado depende del potencial genético de cada planta y de su expresión fenotípica acorde con los efectos del ambiente.

Guía técnica para la descripción varietal

La guía técnica establece los lineamientos para la caracterización de variedades vegetales de *Capsicum annum* L. (Anexo1) de las cuales se pretenda certificar su semilla o para las cuales se solicite la expedición de título de obtentor, para determinar el cumplimiento de la distinción, homogeneidad y estabilidad (SNICS, 2002).

Como en Chile manzano se requiere de nuevos y mejores materiales genéticos que satisfagan las necesidades principalmente en cuanto a cantidad, oportunidad y calidad que el mercado demanda, ya que la población aumenta cada vez más, en el presente trabajo se tiene como objetivo describir ocho líneas de Chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) con base en los descriptores de *Capsicum* del SNICS para su inscripción en el Registro Nacional de Variedades y Plantas (RNVP) y analizar los caracteres morfológicos que identifican a las ocho líneas. Con la hipótesis de que al menos una es sobresaliente en cuanto a sus caracteres morfológicos y por lo tanto, adecuada para ser registrada ante el SNICS.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

Las plantas se establecieron en un invernadero que se ubica al costado norte de la localidad Unidad ISSSTE cercana al campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, localizado geográficamente a 19° 29' de LN y 98° 53' de LW. El tipo de clima es C(Wo)(w)b(i)`g, considerado el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano, con una precipitación invernal de 4.3% con oscilación térmica mayor a 6°C, temperatura media anual de 16.4°C, máxima de 28°C en Mayo y mínima de 0.2°C en Febrero, precipitación de 604.3 milímetros anuales y una altura de 2240 metros sobre el nivel del mar (García, 1988).

Establecimiento de las Plantas y su Manejo Agronómico

La siembra se realizó el 12 de diciembre de 2011, en charolas germinadoras de unicel de 200 cavidades. Ahí permanecieron 30 días, hasta que alcanzaron cuatro hojas verdaderas. Posteriormente, se trasplantaron a vasos de unicel del número ocho y permanecieron 42 días más, hasta obtener diez hojas. El trasplante definitivo se llevó a cabo el 24 de febrero de 2012, en camas hundidas (a una profundidad de 30 cm) rellenas de tezontle rojo (granulometría de 3 a 7 mm), protegida en su parte inferior con polietileno negro calibre 100, el cual sirvió para separar el sustrato con el suelo. Se emplearon dos mangueras de goteo por cada línea de plantas. Las plantas se ubicaron en camas de cultivo de tezontle fino (0.1 a 0.5 mm), las cuales tienen 40 m de largo por 40 cm de anchura y 30 cm de profundidad. La distancia entre plantas que de 0.5 m y entre camas de 1.6 m.

Las plantas se manejaron con 80 % de humedad en el sustrato, lo cual se consiguió con cinco a seis riegos diarios de cinco minutos cada uno, dependiendo de las condiciones ambientales presentes (radiación, viento, temperatura y humedad relativa).

Las plagas que se presentaron fueron: Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), Gusano del fruto (*Heliothis zea*), pulgón (*Myzus persicae zeller*) y araña roja (*Tetranychus urticae*). Todas ellas fueron controladas con productos de extractos de plantas (biocrack®, neem), trampas (amarillas y azules) e insecticidas (abamectina®, beleaf®, ambush®). Las enfermedades de cuello de la planta como *Rhizoctonia* spp fueron controladas con entomopatógenos como el *Thrychoderma*, *Bacillus subtilis* y aplicación de cal.

La nutrición del cultivo se efectuó con la aplicación de la solución nutritiva universal de Steiner (1984), para lo cual se empleó riego por goteo y los fertilizantes y procedimientos que recomiendan Pérez y Castro (1998).

Material Genético

Se utilizaron ocho líneas que se originaron de la variedad interpoblacional Zongolica x Puebla, obtenida en 2002. Esta variedad a su vez se obtuvo de colectas realizadas en 1994 a través del proyecto genética y fisiología del chile manzano de la UACH, ya que fue cuando se inició un programa de mejoramiento genético de la especie. Se efectuaron colectas en diversas áreas de México y algunas en Perú, de las cuales se

seleccionaron individuos sobresalientes en caracteres agronómicos, fisiotécnicos y de poscosecha. Solo seis colectas contrastantes fueron empleadas para llevar a cabo cruzamientos entre ellas. Se empleó el modelo dialélico de Griffing (1956) método dos, es decir, se efectuaron cruza entre las seis colectas sin estudiar efectos maternos. Como resultado se obtuvieron 15 híbridos intervarietales más los seis progenitores, es decir 21 genotipos. De la evaluación de estos materiales genéticos, en 2002 se identificó al híbrido intervarietal Zongolica X Puebla como sobresaliente en caracteres de calidad, rendimiento y precocidad de frutos. Fue evaluado y descrito de acuerdo a los descriptores de *Capsicum* del SNICS con fines de registro de derechos de obtentor para la Universidad Autónoma Chapingo y en 2012 quedó registrado con el nombre de Grajales St. Paralelamente, en 2002, de este híbrido interpoblacional o intervarietal se derivaron ocho líneas a través de cinco ciclos de autofecundación en cada una de ellas. Estas son las líneas que se caracterizan morfológicamente en el presente estudio.

Diseño Experimental y Tratamientos

Se establecieron los ocho tratamientos, cada tratamiento está constituido por una línea (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, y L8) bajo un diseño experimental completamente al azar con 18 repeticiones. Cada repetición consistió de una planta (18 plantas por tratamiento). La unidad experimental consistió de una planta completa.

Toma de Datos

La forma en que los datos fueron tomados para cada uno de los caracteres observados basándose en la guía de descriptores de *Capsicum annum* L. (Anexo 1), se describe a continuación:

Caracteres Evaluados

Plántula

Coloración de antocianinas del hipocótilo. Se observó la coloración del tallo de la plántula un mes después de su emergencia.

Planta

a). Posición y hábito de crecimiento. Estos dos caracteres se observaron a los siete meses después de la siembra.

b) Largo del tallo. Con cinta métrica se midió la altura del tallo (cm), considerando de los cotiledones hasta la primera bifurcación del tallo principal.

c) Color de antocianinas en el nivel de los nudos. Este carácter se observó a los diez meses después del trasplante y se eligió una de las opciones propuestas por la guía del SNICS.

Tallo

Pubescencia en plantas maduras. Se realizó la medición de manera visual al tallo y con ayuda de una lupa se determinó, de forma cualitativa, si la pubescencia es escasa, intermedia o densa.

Hoja

a) Forma. De acuerdo a la relación de largo y ancho del limbo se determinó si es deltoide, oval o lanceolada.

b) Longitud y ancho del limbo. Con la ayuda de una cinta métrica, se midió el largo y ancho (cm) de diez hojas de la parte media de 18 plantas de los ocho tratamientos.

c) Color de hoja. Se determinó, de manera visual, si la hoja tiene color verde claro, intermedio u oscuro.

d) Ampolla de la superficie y margen de la hoja. Se determinó visualmente, mediante observaciones semanales si la ampolla es: débil, medio o fuerte. Y entera, ondulada o ciliada para el margen de la hoja.

e) Posición del pedúnculo. Mediante la observación visual se determinó si es: erecto o no erecto.

f) Pubescencia. Este carácter se observó en la hoja madura más joven (cuarta hoja del ápice a la base de la planta) y con ayuda de una lupa se determinó si es escasa, intermedia o madura.

Pecíolo.

Longitud. A las diez hojas por planta empleadas para medir el largo y ancho del limbo, también fueron empleadas para medir el largo del pecíolo. Para lo cual se utilizó cinta métrica y se determinó si es corto, intermedio o largo.

Flor

a) Posición. Mediante la observación se determinó si la posición de la flor es erecta, intermedia o pendiente.

b) Color de las anteras y del filamento. Para el color de las anteras, se determinó después de la floración y en el momento de la antesis. Mientras que para el color del filamento cuando la antesis se completó, todo ello de manera visual.

c) Exserción del estigma. Se determinó inmediatamente después de la antesis, de las cuales se tomó el promedio de diez flores de diez plantas por línea. Para saber si está inserto, al mismo nivel o exserto.

d) Esterilidad masculina. Se observó al momento de la antesis y posteriormente en fructificación.

Fruto

a) Color antes de la madurez e intensidad. Se realizó la observación a los cinco meses después del trasplante antes de la maduración del fruto para definir si es blanco amarillento, verde o púrpura y determinar su intensidad, claro, medio y oscuro.

b) Posición. De manera visual se concluyó si la posición del fruto es erecto, intermedio o pendiente.

c) Longitud, diámetro y relación ancho/largo. Se midió en centímetros con un vernier diez frutos en madurez fisiológica de 18 plantas por cada línea.

d) Forma predominante de la sección longitudinal. Para determinar éste carácter se utilizaron frutos maduros y mediante la ayuda de la guía se decidió si la sección longitudinal es aplanada, redonda, en forma de corazón, cuadrada, rectangular, trapezoidal, triangular, triángulo estrecho o en forma de cuerno.

e) Forma predominante de la sección transversal. Se determinó a nivel de la placenta y para concluir si es: elíptica, angular o circular.

f) Ondulación transversal. Se realizó un corte transversal y de manera visual se determinó si la ondulación es ausente o muy débil, débil, media, fuerte o muy fuerte.

g) Color en madurez, intensidad y brillantez. El color se determinó a los seis meses después del trasplante de manera visual, para definir si el fruto es amarillo, naranja, rojo o café; su intensidad, claro, medio y oscuro, y su brillantez débil, media o fuerte.

h) Cavidad peduncular y profundidad. Se tomaron diez frutos maduros y de manera visual se determinó si es poco profunda, media o profunda.

i) Forma del ápice. Se tomaron diez frutos para determinar si el ápice es agudo, redondo, o hundido.

j) Textura de la superficie. De manera visual en diez frutos maduros se determinó si es liso, corchoso o rugoso.

k) Número predominante de lóculos. Se realizaron cortes transversales a diez frutos maduros de 18 plantas, en cada línea, para poder hacer la observación y conteo de los lóculos y determinar si existen solo dos, de dos a tres, de tres a cuatro o más de cuatro.

l) Profundidad de depresiones interloculares. Éste carácter se determinó de manera visual a diez frutos al comienzo de la maduración, para concluir si las depresiones están ausentes o muy pocas, profundas, poco profundas, medias, profundas o muy profundas.

m) Grosor del pericarpio. Se realizó cortes transversales a diez frutos maduros de 18 plantas, en cada línea, y con un vernier se midió en (mm) el grosor del pericarpio para determinar si es delgado, mediano o grueso.

Placenta.

Posición. A los frutos que fueron empleados para medir la variable de “cortes transversales”, se utilizaron también para observar la placenta y determinar si era compacta, semi-compacta o distribuida.

Pedúnculo

Longitud y grosor. Se tomaron diez frutos de cada línea y se les midió la longitud y grosor de pedúnculo en milímetros con ayuda de un vernier.

Cáliz

Aspecto y margen. Mediante la observación de los frutos maduros se determinó si el cáliz ésta desarrollado o no, y si el margen es entero, intermedio o dentado.

Tipo de Variables Evaluadas

A). Variables Cualitativas.

Las variables evaluadas fueron: color de antocianinas en plántula, hábito de crecimiento, color de antocianinas a nivel de nudos, pubescencia en tallos, forma de la hoja, color de hoja, ampolla de la superficie, margen de la lámina foliar, pubescencia en hoja, posición de la flor, color de anteras y filamento, exserción del estigma, esterilidad masculina, color, intensidad y brillantez del fruto antes y después de madurar, posición del fruto, la forma de la sección longitudinal y transversal del fruto, forma del ápice, textura, sabor, aspecto y margen del cáliz.

B). Variables Cuantitativas

Las variables cuantitativas fueron: largo del tallo, longitud de entrenudo; ancho de limbo, largo del limbo, longitud de peciolo; longitud de fruto, diámetro de fruto, número de lóculos, grosor del pericarpio, longitud de pedúnculo y grosor del pedúnculo.

Análisis Estadístico.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante un análisis de varianza (ANOVA), el análisis de correlaciones correspondientes y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), a través del paquete Statistical Analysis System (SAS, 2009).

RESULTADOS

A) Variables Cualitativas

Plántula

Coloración de antocianinas

El hipocótilo de la plántula de las ocho líneas analizadas presenta una coloración morada por la presencia de antocianinas.



Figura 1. Hipocótilo morado por presencia de antocianinas.

Planta

Posición y hábito de crecimiento

La posición de la planta de las ocho líneas analizadas es postrada y su hábito de crecimiento es pseudodicotómico.



Figura 2. Planta del tutorada evitar quede postrada en el suelo.

Tallo

a). Pubescencia en plantas maduras.

La pubescencia del tallo, excluyendo los dos primeros nudos debajo del brote, es intermedia en las ocho líneas analizadas.



Figura 3. Aspecto de tallo pubescente.

b) Color de antocianinas en el nivel de los nudos.

El nivel de antocianinas en los nudos es fuerte en las ocho líneas analizadas.



Figura 4. Nudo morado por presencia de antocianinas.

Hoja

a) Forma.

De acuerdo a las dimensiones de las hojas se determina que tienen una forma oval, a excepción de la línea 3, la cual tiene una forma alargada.



Línea L3

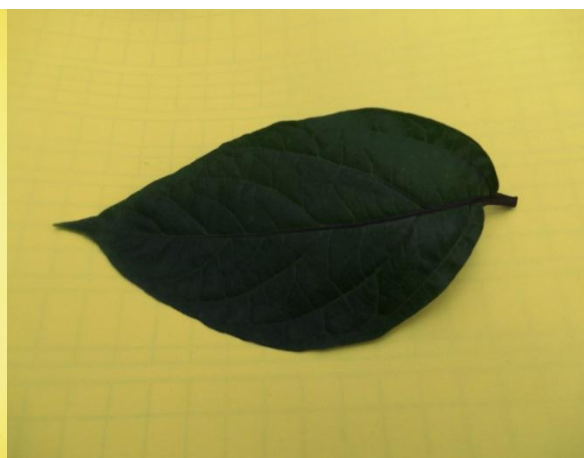


Figura 5. Hoja alargada de la línea L3.

Figura 6. Hoja Oval (tipo de siete líneas)

b) Ampolla de la superficie y margen de la hoja.

La hoja de los ocho materiales tiene una ampolla de nivel medio y un margen entero.



Figura 7.Aspecto de hoja con ampollas de nivel medio.

c) Posición del pedicelo.

La posición del pedicelo de acuerdo al diagrama establecido en la guía es erecto en las ocho líneas analizadas.



Figura 8. Pedicelos erectos.

d) Pubescencia.

En hojas maduras la pubescencia es intermedia en las ocho líneas analizadas.



Figura 9. Aspecto de hojas pubescentes.

Flor.

a) Posición.

La posición de la flor de los 8 materiales de chile manzano es pendiente.

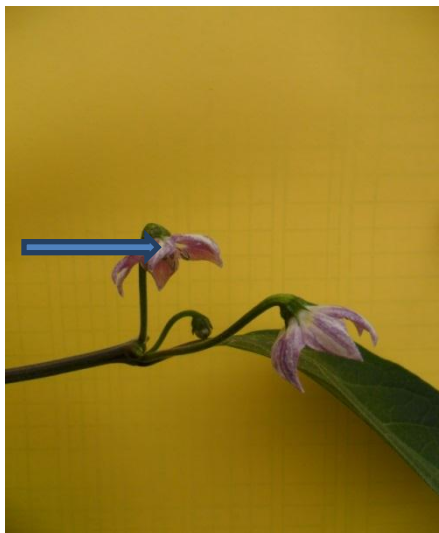


Figura 10. Flor pendiente.

b) Color de las anteras y del filamento.

Una vez que la flor abre la antera es color crema blanquesino y el filamento morado en las ocho líneas analizadas.



Figura 11. Colores de anteras y filamento

c) Exserción del estigma.

La exserción del estigma de las ocho líneas analizadas es inserto.



Figura 12. Estigma inserto

e) Esterilidad masculina.

La esterilidad masculina en las ocho líneas analizadas está ausente, las flores se autofecundan y forman frutos.



Figura 13. Flor mostrando sus órganos reproductores.

Fruto

a) Color antes de la madurez e intensidad.

El color del fruto en las ocho líneas analizadas antes de madurar es verde con intensidad oscura.



Figura 14. Coloración verde intenso de fruto.

b) Posición

El fruto de los 8 materiales de chile manzano tiene una posición pendiente.



Figura 15. Fruto pendiente

c) Forma predominante de la sección longitudinal.

A excepción de la línea L3, que tiene fruto de forma trapezoidal, los otros siete materiales de chile manzano tienen un fruto cuadrado.

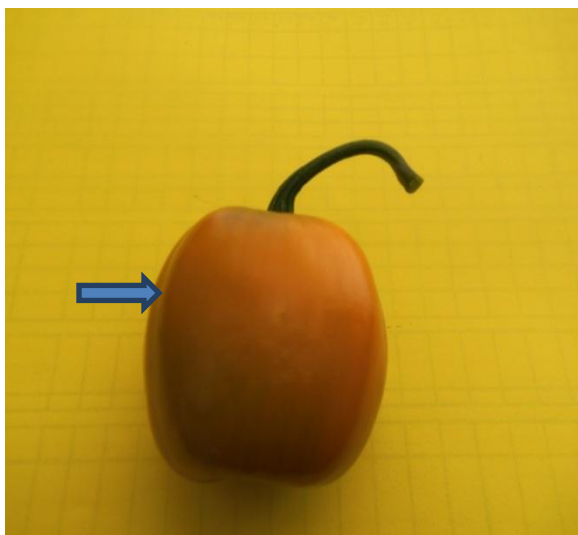


Figura 16. Fruto cuadrado, tipo de 7 líneas



Figura 17. Fruto trapezoidal de línea 3.

d) Forma predominante de la sección transversal.

El fruto desietelíneas de chile manzano presenta una sección transversal angular y la L3 con forma más circular.

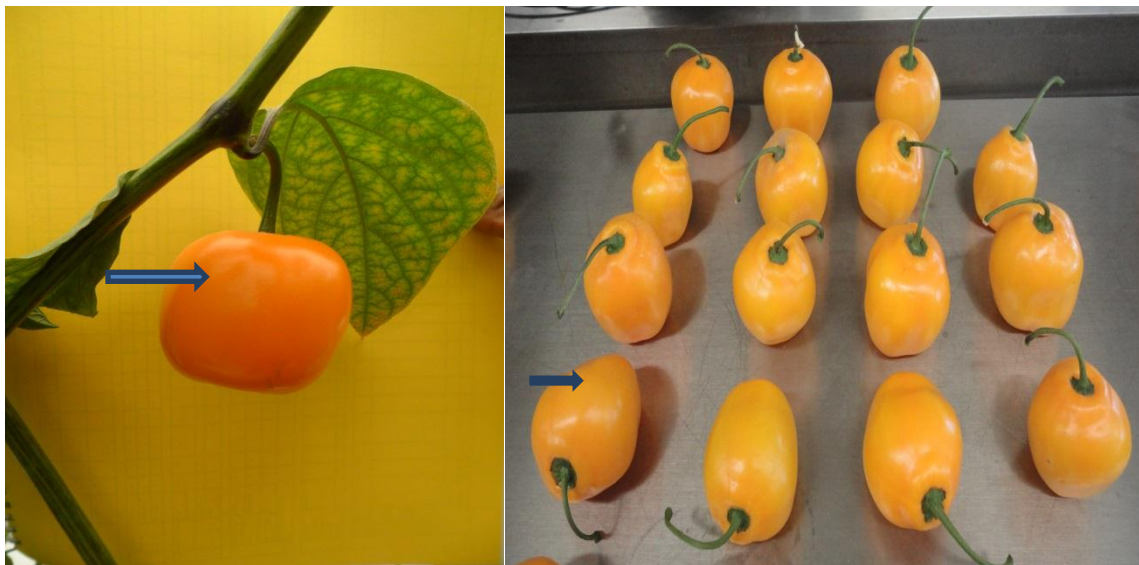


Figura 18. Fruto angular tipo de 7 líneas Figura 19. Fruto circular de línea L3

e) Ondulación transversal.

La ondulación del fruto es ausente o muy débil en las ocho líneas analizadas.

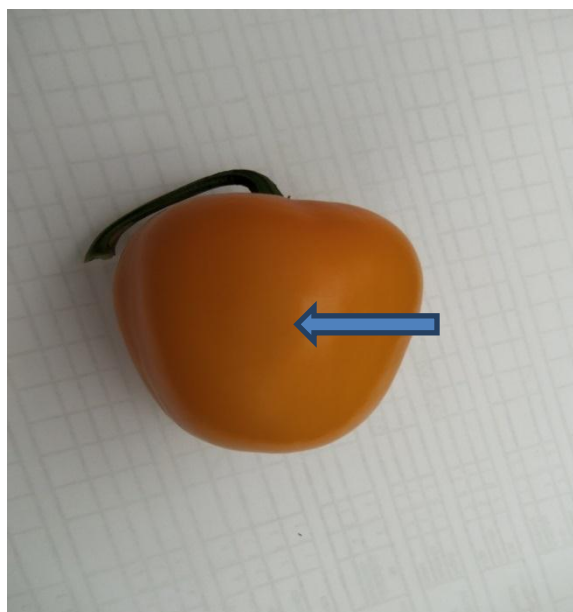


Figura 20. Fruto sin ondulaciones

f) Color en madurez, intensidad y brillantez.

El fruto de los 8 materiales de chile manzano al madurar es de color amarillo brillante.

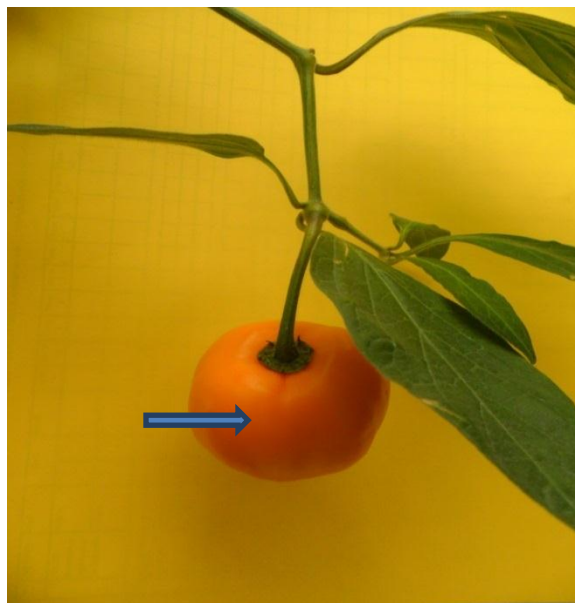


Figura 21. Coloración amarilla de fruto

g) Cavidad peduncular y profundidad.

El fruto tiene una cavidad peduncular poco profunda, a excepción de las líneas L3, L4 y L5; las cuales no tienen cavidad peduncular



Figura 22. Fruto con cavidad peduncular. Figura 23. Fruto de L3 sin cavidad p.



Figura 24. Fruto L4 sin cavidad pedunc. Figura 25. Fruto L5 sin cavidad pedunc.

h) Forma del ápice.

El ápice del fruto de las líneas analizadas de chile manzano es hundido a excepción de la línea 3, la cual tiene un ápice redondeado.



Figura 26. Fruto con ápice hundido, característico de 7 líneas. Figura 27.

Fruto con ápice hundido, característico de la L3.

i) Textura de la superficie.

La textura del fruto es lisa en las ocho líneas analizadas.es lisa.



Figura 28. Aspecto de fruto con textura lisa

j) Profundidad de depresiones interloculares.

Las profundidades interloculares son ausentes o muy raramente aparecen en el fruto de las ocho líneas analizadas de chile manzano.

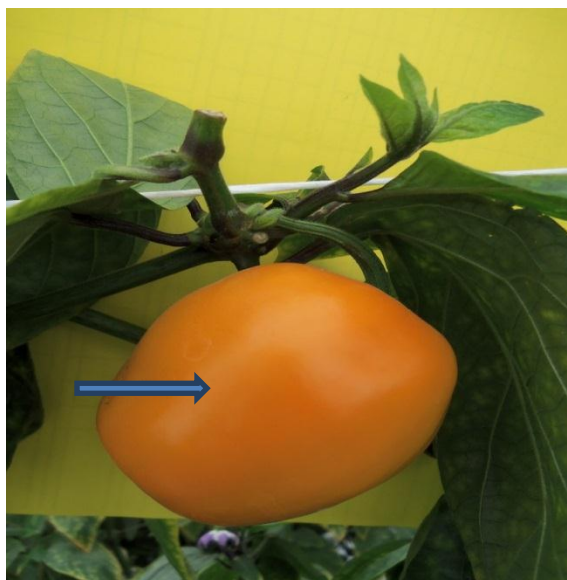


Figura 29. Fruto sin profundidades interloculares

k) Sabor y contenido de capsicina.

En el fruto de las ocho líneas analizadas de chile manzano la capsicina está presente, su sabor es picante.

l) Posición de la placenta.

La placenta del fruto de las ocho líneas analizadas de chile manzano tiene posición compacta.

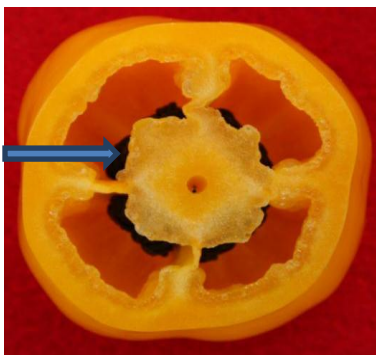


Figura 30 Placenta compacta.

Cáliz: Aspecto y margen.

El aspecto del cáliz del fruto en las ocho líneas analizadas es no desarrollado y dentado.

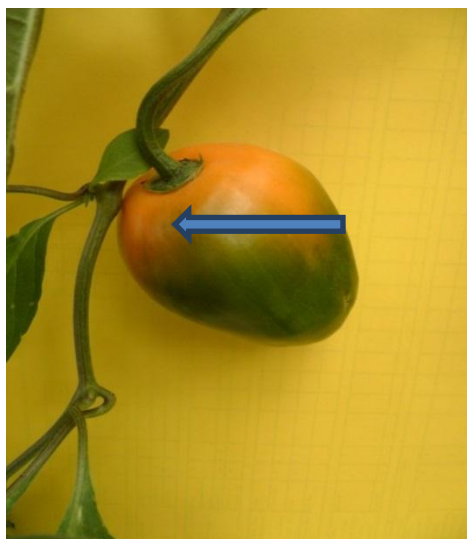


Figura 30. Aspecto de cáliz dentado no desarrollado

B) Variables Cuantitativas

Los datos obtenidos del análisis de comparaciones múltiples de medias indican que las cinco variables cuantitativas analizadas respecto a tallo y hoja, que se muestran en el Cuadro 1, presentan diferencias significativas. Principalmente las variables longitud de tallo (LT), longitud de entrenudos (LE) y longitud de limbo (LL), las cuales presentan diferencias con valores más altos entre líneas.

Por el contrario los datos de las variables ancho de limbo (AL) y longitud de pedicelo (LC) son similares entre líneas, aunque también presentan diferencias significativas. Mientras tanto para el caso particular de la variable LT y LE sobresalen notablemente las líneas L1, L8 y L5; las cuales presentan una mayor longitud de tallo y de entrenudos; en tanto que las líneas L6 y L7 fueron las de valores más bajos.

En el carácter largo de limbo, las líneas L3 y L6 tuvieron los valores más altos, mientras que las líneas L1 y L8 presentaron los mayores valores para ancho de limbo (AL). Para el caso de longitud de pedicelo (LC) la línea L7 mantuvo el valor más alto con 2.82cm y la línea L4 el más bajo con 1.19 (Cuadro 1).

CUADRO1. Comparaciones múltiples de medias para cinco variables cuantitativas de hoja y tallo de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens*R. y P.).

LÍNEA	LT	LE	LL	AL	LC
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	39.333 a	14.000 a	17.3356 dc	12.1817 a	1.3489 c
2	25.333 cd	9.1667 d	14.6406 e	8.7922 d	2.0600 b
3	28.444 c	10.444 cd	20.8222 a	10.1872 bc	2.0944 b
4	33.278 b	11.833 bc	16.0972 d	11.1200 b	1.1889 c
5	35.667 ab	14.611 a	17.2872 cd	10.9700 b	1.4156 c
6	25.000 cd	9.1111 d	19.0294 b	10.3122 bc	2.5089 a
7	23.667 d	11.222 bc	16.6772 cd	9.9806 c	2.8256 a
8	36.000 ab	12.888 ab	17.4900 c	12.5878 a	1.3944 c
DMS	4.1238	1.8086	1.3394	0.9373	0.3593

Valores con la misma letra para cada variable en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$; **LT**: longitud de tallo, **LE**: longitud de entrenudo, **LL**: longitud de limbo, **AL**: ancho de limbo, **LC**: longitud de pedúnculo, y **DMS**: diferencia mínima significativa.

Los valores obtenidos respecto a las seis variables cuantitativas de fruto para las ocho líneas de chile manzano analizadas se obtuvo con la comparación múltiple de medias que las variables ancho de fruto (AF) y grosor de pericarpio (GP) presentaron las diferencias significativas más notables entre líneas, siendo las líneas L1 y L3 las que presentan los valores más altos en ambas variables. La L3 fue la de

mayor valor respecto a la variable longitud de fruto (LF) con 6.061 cm y en cuanto a longitud de pedúnculo (LP) fue la L6 con 6.497 cm (Cuadro2).

Los frutos más grandes se encontraron en las líneas L8 y L3, con dimensiones de 5.852 x 7.145 y 6.061 x 6.521, de largo y anchura, respectivamente.

Las líneas L8 y L4 con 4.1 y 3.9 presentan los mayores valores para la variable número de lóculos (NL), y en cuanto a grosor de pedúnculo (GC) los mayores valores los presentaron la L6 y L8 con 3.65 mm y 3.16 mm, respectivamente (Cuadro 2).

Las dos líneas que presentan los frutos más pequeños son las líneas L5 y L7; con dimensiones de 5.227 cm x 5.79 cm, de largo y anchura, para la primera y 5.429 x 5.561 para la segunda.

CUADRO 2. Comparaciones múltiples de medias para seis variables cuantitativas de fruto de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens*R. y P.)

LÍNEA	LF	AF	NL	GP	LP	GC
	(cm)	(cm)		(mm)	(cm)	(mm)
1	5.869 ab	6.887 ab	3.8 ab	6.58 ab	5.432 c	2.90 b
2	5.811 ab	6.502 bc	3.7 ab	6.52 b	5.850 abc	3.01 b
3	6.061 a	6.521 bc	3.2 abc	6.27 bc	6.163 ab	2.71 b
4	5.677 abc	6.499 bc	3.9 ab	6.10 bcd	5.425 c	2.70 b
5	5.227 c	5.790 d	3.0 bc	5.64 cd	5.556 bc	2.94 b
6	5.708 ab	6.224 c	3.5 ab	5.63 d	6.497 a	3.65 a
7	5.429 bc	5.561 d	2.4 c	7.18 a	5.167 c	3.07 b
8	5.852 ab	7.145 a	4.1 a	6.43 b	5.534 bc	3.16 ab
DMS	0.4591	0.3974	0.9594	0.6343	0.6925	0.5106

Valores con la misma letra para cada variable en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$; **LF**: longitud de fruto, **AF**: ancho de fruto, **NL**: número de lóculos, **GP**: grosor de pericarpio, **LP**: longitud de pedúnculo, **GC**: grosor de pedúnculo, y **DMS**: diferencia mínima significativa.

Correlaciones entre variables

La variable (longitud de tallo) LT tuvo una correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) con las variables longitud de entrenudo (LE), ancho de limbo (AL) y longitud de pedicelo (LC), es decir, al aumentar la longitud de tallo se incrementa la longitud de entrenudo, ancho de limbo y longitud de pedicelo, esto

indica que plantas con tallo más alto por lo general tienen ramas más y hojas más largas.

La correlación entre AL y longitud de pedicelo (LC) fue positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) con la variable LE, es decir es decir una línea con entrenudo largo genera pedicelos más largos y hojas más anchas. La variable AL mantuvo una correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) con la variable longitud de limbo (LL) lo cual es lógico, ya que una hoja aumenta de manera proporcional en sus dimensiones. Cabe señalar que la única línea que no sigue esta tendencia es la línea L3, la cual tiene la mayor longitud de limbo (20.8222) y uno de los valores más bajos en cuanto a ancho de limbo (10.1872), es decir, tiene una hoja de forma alargado cual es muy característico para esta línea

CUADRO 3. Correlaciones de Pearson entre cinco variables de morfología tallo y hoja de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.).

LÍNEA	LT	LE	LL	AL	LC
LT		0.6784**	0.1125 ^{NS}	0.6721**	0.6638**
LE			0.0066 ^{NS}	0.4778**	- 0.4764**
LL				0.3967**	0.1205 ^{NS}
AL					- 0.4785**
LC					

LT: longitud de tallo, LE: longitud de entrenudo, LL: longitud de limbo, AL: ancho de limbo, LC: longitud de pedicelo, ^{NS}: no significativo, *: significativo ($p \leq 0.05$), **: altamente significativo ($p \leq 0.01$).

Para el caso de variables cuantitativas de fruto la principal correlación positiva altamente significativa ($p \leq 0.01$) es entre ancho de fruto (AF) y longitud de fruto (LF), puesto que al aumentar el grosor del fruto también aumenta su longitud, lo mismo ocurre entre las variables AF y número de lóculos (NL), esto es debido a que entre más lóculos contenga un fruto, la anchura del fruto tiende a ser mayor. Una situación similar ocurre entre longitud de pedúnculo (LP) y grosor de pericarpio (GP) ya que se entiende que un pedúnculo más largo transporta una mayor cantidad de fotoasimilados hacia el fruto, además de que influyen las propias características fenotípicas de la planta (Cuadro 4).

Una alta correlación positiva se presenta también entre las variables longitud de pedúnculo (LP) y grosor de pedúnculo (GC), es decir, un pedúnculo entre más largo sea tiende a ser más grueso, ya que para que un pedúnculo largo sostenga un fruto y transporte las sustancias suficientes para el desarrollo del mismo deberá ser más grueso.

CUADRO 4.-Correlaciones de Pearson entre seis variables de morfología de fruto de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens*R. y P.).

LÍNEA	LF	AF	NL	GP	LP	GC
LF		0.5186**	0.1174 ^{NS}	0.1743 ^{NS}	0.1650 ^{NS}	0.0187 ^{NS}
AF			0.5112**	0.1108 ^{NS}	0.0634 ^{NS}	- 0.057 ^{NS}
NL				- 0.115 ^{NS}	- 0.044 ^{NS}	- 0.031 ^{NS}
GP					- 0.290**	- 0.081 ^{NS}
LP						0.2354*
GC						

LF: longitud de fruto, **AF:** ancho de fruto, **NL:** número de lóculos, **GP:** grosor de pericarpio, **LP:** longitud de pedúnculo, **GC:** grosor de pedúnculo^{NS}: no significativo, *: significativo ($p \leq 0.05$), **: altamente significativo ($p \leq 0.01$).

DISCUSIÓN

De acuerdo a la forma y condiciones en que se realizó el presente trabajo se obtuvo, al igual que lo encontrado por Martínez (2005), quien al caracterizar 82 colectas de chile guajillo (*Capsicum annum*); encontró que las diferentes variables cualitativas de los caracteres morfológicos (tallo, hoja, flor y fruto) de las ocho líneas son muy homogéneos en la gran mayoría de ellos. Las únicas que presentan diferencias en cuanto a forma de la hoja es la L3, la cual presenta una forma oval alargada; además, esta misma línea junto con la L2 y L4 no presentan cavidad peduncular. Mientras que Carlos y Hernández(2006) al relacionar variables morfológicas y rendimiento de frutos vs contenido total de nitrógeno expresado en porcentaje, fue de forma negativa, ya que conforme aumentó la biomasa, durante el desarrollo de las etapas fenológicas del cultivo, la concentración de nitrógeno expresado sobre materia seca decreció.

Se encontraron diferencias significativas en todas las variables cuantitativas analizadas para tallo, hoja y fruto, principalmente por los caracteres: longitud de fruto, ancho de fruto, número de lóculos, grosor de pericarpio, longitud de pedúnculo, grosor de pedúnculo, longitud de tallo, longitud de entrenudo, longitud de limbo, ancho de limbo y longitud de pedicelo, lo cual concuerda con lo obtenido por Hernández (2003) quien encontró una alta diferencia para los mismos caracteres.

Las líneas L5 y L6 son las que presentan el más bajo grosor de pericarpio, lo cual es semejante a lo encontrado por Facundo (2014) quien para la misma línea L5 registró el menor peso promedio (57 g) y el menor grosor de pericarpio (5.20 mm).

Asimismo, la L3 es la única que cuenta con un ápice en forma redondeada, razón por la cual el fruto de la misma presenta una forma trapezoidal. Es decir, la L3 sale del promedio en cuanto a caracteres morfológicos con respecto a los otros materiales. Asimismo, Arellano (2009) con base en los descriptores de *Capsicum* del SNICS y caracterizando morfológicamente el híbrido intervarietal de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) “Zongolica X Puebla” encontró la misma tendencia en sus diferentes órganos de la planta de la siguiente manera: plántula con presencia de antocianinas; planta con posición erecta, largo del tallo de 22 cm y el color de antocianinas a nivel de nudos es fuerte; la pubescencia en tallos es intermedia; hoja oval, con una longitud de 142.3 mm y un ancho de 8.40 mm, su color es verde oscuro; flor morada con posición pendiente; fruto antes de madurez verde oscuro, y al madurar amarillo brillante, con posición pendiente, longitud de 4.9 cm, diámetro de 5.11 cm, y la forma predominante de la sección longitudinal es cuadrada, presenta ápice hundido, textura lisa, de tres a cuatro lóculos, 4.90 mm de grosor de pericarpio y presencia de capsaicina, placenta compacta; cáliz no desarrollado y dentado.

Para el caso de variables cuantitativas de fruto, la principal correlación positiva altamente significativa ($p \leq 0.05$) es entre ancho de fruto (AF) y largo de fruto (LF), puesto que al aumentar el grosor del fruto también aumenta su longitud, así como también entre AF y número de lóculos (NL), esto es debido a que entre más lóculos

contenga un fruto, la anchura del fruto lógicamente tiende a ser mayor. Una situación similar ocurre entre grosor de pericarpio (GP) y longitud de pedúnculo (LP). Mientras que Facundo (2014) al correlacionar el peso con las variables; grosor de pericarpio, peso promedio de fruto y precocidad obtuvo coeficientes de -0.13891, -0.12868 y 0.64019, respectivamente.

Para el presente trabajo, las líneas L3, L1 y L8 sobresalen en sus características morfológicas deseables desde el punto de vista agronómico, siendo las tres líneas más aptas para ser registradas ante el SNICS.

CONCLUSIONES

Se describieron morfológicamente ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) con base en los descriptores de *Capsicum* del SNICS y se analizaron los caracteres morfológicos que identifican a cada una de ellas. La línea tres (L3) se distinguió por presentar una longitud de tallo no tan alta 28.444 cm, entrenudos cortos (10.44 cm), hoja larga y angosta (20.8222 cm x 10.1872): es decir, tiene una hoja de forma muy alargada lo cual es muy característico para esta línea, buenas dimensiones de fruto 6.061 cm x 6.521 cm, un promedio de más de 3 lóculos por fruto (3.2), pedúnculo largo (6.163 cm), pericarpio grueso (6,27 mm). Por lo cual se recomienda para ser registrada ante el SNICS para su inscripción en el Registro Nacional de Variedades y Plantas (RNVP).

LITERATURA CITADA

- ARELLANO S., M. 2009.** Descripción Varietal del Híbrido Chapingo Amarillo (Zongolía X Puebla) *Capsicum pubescens* R. y P. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 63 p.
- CARLOS M., R. y HERNÁNDEZ H., A. 2006.** Contenido de nitrógeno total en chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) y su relación con rendimientos y caracteres morfológicos. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 62 p.
- FACUNDO A., P. 2014.** Rendimiento y calidad de fruto de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 33 p.
- GARCÍA C., E. 1988.** Descripción climática de los Estados Unidos Mexicanos. Editorial Mundo. D. F., México, 182 p.
- GATICA, V. M. 1987.** Descripción varietal de tres genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Mesa Central de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 91 p.
- HERNÁNDEZ G., M. 2003.** Caracterización morfológica de chile guajillo (*Capsicum annum*). Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
- HERNÁNDEZ, S. A. 1995.** Producción y comercialización de semillas mejoradas y certificadas en México. Aspectos normativos y operativos. CIESTAAM. UACH. Chapingo, México. 60 p.

IBPGR SECRETARIAT. 1983. Genetic resources of *Capsicum*. Rome, Italy. Folleto. 49 p.

IPGRI, AVRDC; CATIE. 1995. Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum sp.*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los vegetales, Taipei, Taiwán y Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 110 p.

LABORDE, C. J.; POZO, C. O. 1982. Pasado y presente del chile en México. SARH-INIA. México. Publicación especial no. 85. Folleto. 80 p.

MARTÍNEZ G., S. 2005. Caracterización morfológica de chile guajillo (*Capsicum annum*). Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.

MARTÍNEZ S., D. 2008. Colecta, caracterización morfológica y análisis de crecimiento de chile de agua (*Capsicum annum*). Tesis de doctorado en ciencias. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 72 p.

PÉREZ G., M. 2002. Estudio genético y fisiológico del crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Tesis de doctor en ciencias. Especialidad en genética. Colegio de posgraduados. Montecillo, México. 106 p.

PÉREZ G., M.; R. CASTRO B. 1998. Guía para la producción intensiva de chile manzano. Boletín de divulgación núm. 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Depto. de Fitotecnia. UACH. 17 p.

PÉREZ G., M.; R CASTRO B. 2008. El Chile Manzano. Universidad Autónoma Chapingo. 140 p.

POZO C., O. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en Chile. SARH-INIA. México. 20 p.

SAS. 1985. Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics. 5^o edition. SAS Instituto, Inc. Cary. N.C. 956 p.

SNICS; IPGRI. 2000. Guía técnica para la descripción varietal: Chile (*Capsicum annum* L.). México. 17 p.

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN POSCOSECHA DE OCHO LÍNEAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens*R y P)

RESUMEN

Se efectuó la caracterización poscosecha de frutos de ocho líneas (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 y L8) de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) cultivado bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Las plantas se establecieron en un diseño experimental completamente al azar con 18 repeticiones, la unidad experimental y de muestreo consistieron de una planta. Para la determinación de la calidad poscosecha los frutos se evaluaron a los 1, 3, 5, 7 y 9 días después de la cosecha ya que después de la última fecha de toma de datos, los frutos de la L7 y L5 ya se habían deteriorado considerablemente. La caracterización poscosecha, se realizó con base en la pérdida fisiológica de peso de los frutos; brillo, tonalidad y pureza del color, sólidos solubles totales, acidez titulable y firmeza. Los resultados de la comparación múltiple de medias indicaron que en siete de las ocho variables analizadas existen diferencias significativas, siendo la variable Hue (ángulo del color) la que no mostró diferencias significativas en sus medias. La L3 fue la mejor en cuanto a firmeza con un valor de 3.2632 kg-f y la L5 con el valor más bajo con 1.8613 kg-f.

En cuanto a sólidos solubles totales (SS) la L7 presentó el valor más alto con 9.5 °Brix. Mientras que para la variable pérdida de peso las líneas L6 y L7 fueron las que más se deshidrataron, con valores de 21 g y 20 g, respectivamente, y aunque la L6 a perdió peso, mantuvo la segunda firmeza más alta. En relación a la acidez titulable (AT) y pH fueron variables que a pesar de que muestran diferencias significativas en sus comparaciones múltiples de medias, los valores son más homogéneos. La variable AT tuvo una correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0.05$) con la variable firmeza de fruto, ya que al aumentar la acidez titulable aumentó la firmeza del fruto. La luminosidad y Pureza del color también presentaron correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$). De manera general se concluye que L3, seguida de L1 y L6 poseen los mejores atributos poscosecha.

Palabras clave: evaluación poscosecha, pH, color de fruto, acidez titulable, chile manzano

ABSTRACT

POSTHARVEST CHARACTERIZATION OF EIGHT MANZANO PEPPER LINES (*Capsicum pubescens* R. and P.)

Postharvest characterization of eight lines (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 and L8) of manzano pepper (*Capsicum pubescens* R. and P.) cultivated under hydroponic greenhouse conditions at 2400 masl at Experimental Field at Chapingo Autonomous University was studied. Plants were set on an experimental random design with 18 replicates. The experimental and sampling unit consisted of one plant. To determine postharvest quality fruits were evaluated 1, 3, 5, 7, and 9 days after harvest because after the last data record L7 and L5 fruits had already been considerably damaged. Postharvest characterization was done on physiological weight loss, brightness, tone and color purity, total soluble solids (SS) titratable acidity, pH and firmness. Results showed that from eight realized variables seven present meaningful differences when comparing multiple means being the Hue variable (color angle) the one who did not present meaningful differences in its means. L3 was the best in firmness with a value of 3.2632 kg-f and L5 with the lowest value 1.8613 kg-f. Regarding total soluble solids (SS) L7 presented 9.5467 °Brix. Meanwhile for the weight loss lines L6 and L7 were the most dehydrated with values of 21.000g

and 20.0037g respectively. Eventhough L6 lost weigh it stood the second in higher firmness. Despite titratable Acidity (TA) and PH (pH) variables presented meaningful differences in their multiple means comparisons, their values are more homogeneous. Titratable acidity (TA) had a positive and hugely meaningful correlation ($p \leq 0.05$) with FR variable, which is to say that the most the titratable similarly increases firmness in fruit while the SS and PP variables was positive and meaningful ($p \leq 0.01$). It is worth mentioning that there is a strong positive correlation between SS and FR increasing total soluble solids firmness fruit increases as well. For color case, the main positive meaningful correlation ($p \leq 0.05$) is between the Hue color angle and luminosity while correlation between luminosity and color purity is positive and hugely meaningful ($p \leq 0.01$). Thus it is concluded that line L3 followed by L1 and L6 according to the analysis done the desirable postharvest characteristics are outstanding from the agricultural point of view.

Key words: characterization, postharvest evaluation, pepper manzano.

INTRODUCCIÓN

Para comprender los procesos de una planta completa que afectan el rendimiento y calidad en poscosecha, se considera el crecimiento y desarrollo de la planta como la integración de los flujos de energía, agua y nutrimentos a través de ella. La calidad de la fruta en la cosecha y en el consumo depende de los efectos netos de los flujos de energía, agua y nutrimentos hacia adentro y hacia afuera de la fruta. Los mismos principios se aplican a los cambios de calidad en poscosecha, ya que la continua respiración y transpiración constituyen pérdidas netas de energía y agua de los frutos cosechados que resulta en una pérdida de calidad (Pérez, 2002).

La calidad de los frutos depende mucho de la oportunidad de cosecha, es decir, del momento adecuado en que los frutos hayan alcanzado la madurez fisiológica y comercial. Entre los indicadores de calidad se pueden mencionar los siguientes: visuales (color externo del fruto y tamaño del fruto), físicos (facilidad de absorción, firmeza y peso específico), y químicos (cantidad de azúcares, almidones y acidez), así como los días a cosecha de la especie y la variedad que se esté cultivando (Cuevas, 1999).

El sabor picante depende del contenido de capsaicina y se encuentra principalmente en la placenta, en menor medida en la pulpa y prácticamente llega a cero en semillas y piel (López *et. al.*, 1996). Otros factores determinantes del sabor son la naturaleza de los ácidos, la proporción de cada uno de estos en relación con los restantes, los azúcares, los ésteres y los compuestos cetoalcoholes y aldehídos. Las cantidades en que se presentan estas sustancias son variables, pero estas variaciones no determinan la intensidad del sabor (Kader, 2002).

El proceso de maduración que ocurre, ya sea en la planta o luego de la recolección, es el resultado de numerosos procesos fisiológicos y bioquímicos los cuales presentan una secuencia de cambios en el color, textura aroma y sabor, conduciendo eventualmente a un estado fisiológico en el cual el fruto es considerado comestible desde el punto de vista comercial (Hardenburg, 1988).

Espinosa *et.al.* (2010) mencionan que el fruto de chile manzano presenta una prolongada vida de anaquel a temperaturas de almacenamiento menores a 12 °C, lo cual es importante para evitar pérdidas poscosecha y así tener una alternativa más de comercialización mejorando los ingresos de los productores y comercializadores.

Puesto que la calidad en toda hortaliza está compuesta por un conjunto de características de estimación, tanto internas como externas que dan a un producto un valor determinado (Pelayo y Ebeler, 2003), en forma general, la calidad se refiere a los factores que son de importancia para la aceptación y la valoración de un producto con características que llevan a la satisfacción de una necesidad. Las características principales que describen a un fruto para consumo en fresco y que tenga una buena aceptación por parte del consumidor son: firmes, frescos, limpios, con brillo característico, olor propio, con pedúnculo bien desarrollado, color característico (amarillo, naranja, rojo y verde), sin daños por sol, libres de patógenos y sin lesiones o cicatrices (Cuevas, 1999).

Dentro de la calidad interna de un fruto se considera que entre más grueso sea el pericarpio, se obtiene una mayor resistencia al manejo, a la aplicación de tratamientos en poscosecha y, en ocasiones, mayor vida durante el almacenamiento,

característica que beneficia directamente al productor y agentes que intervienen durante la comercialización (Laborde y Pozo, 1982).

En el presente trabajo se analizan las características morfológicas de los materiales en cuestión, para cubrir las demandas de los mercados, ya que estos, exigen materiales que reúnan la mayor cantidad de caracteres de alta calidad en un producto para que le proporcionen mayor valor a los índices de calidad de un fruto. Para ello, se planteó como objetivo el de describir las características de poscosecha de ocho líneas de chile manzano con base a las condiciones bromatológicas de los frutos. Es decir, analizar los componentes de calidad interna y externa de los frutos y determinar cuáles son las mejores de acuerdo a sus caracteres de poscosecha, con la hipótesis de que al menos una de ellas tiene caracteres sobresalientes en calidad comercial poscosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

Las plantas se establecieron en un invernadero que se ubica al costado norte de la localidad Unidad ISSSTE cercana al campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, localizado geográficamente a 19° 29' de LN y 98° 53' de LW. El tipo de clima es C(Wo)(w)b(i)`g, considerado el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano, con una precipitación invernal de 4.3% con oscilación térmica mayor a 6°C, temperatura media anual de 16.4°C, máxima de 28°C en Mayo y mínima de 0.2°C en Febrero, precipitación de 604.3 milímetros anuales y una altura de 2240 metros sobre el nivel del mar (García, 1988).

Material Genético

Se utilizaron ocho líneas que se originaron de la variedad interpoblacional Zongolica x Puebla, obtenida en 2002. Esta variedad a su vez se obtuvo de colectas realizadas en 1994 a través del proyecto genética y fisiología del chile manzano de la UACH, ya que fue cuando se inició un programa de mejoramiento genético de la especie. Se efectuaron colectas en diversas áreas de México y algunas en Perú, de las cuales se seleccionaron individuos sobresalientes en caracteres agronómicos, fisiotécnicos y de poscosecha. Solo seis colectas contrastantes fueron empleadas para llevar a cabo cruzamientos entre ellas. Se empleó el modelo dialélico de Griffing (1956) método dos, es decir, se efectuaron cruza entre las seis colectas sin estudiar efectos maternos. Como resultado se obtuvieron 15 híbridos intervarietales más los seis progenitores, es decir 21 genotipos. De la evaluación de estos materiales genéticos, en 2002 se identificó al híbrido intervarietal Zongolica X Puebla como

sobresaliente en caracteres de calidad, rendimiento y precocidad de frutos. Fue evaluado y descrito de acuerdo a los descriptores de Capsicum del SNICS con fines de registro de derechos de obtentor para la Universidad Autónoma Chapingo y en 2012 quedó registrado con el nombre de Grajales St. Paralelamente, en 2002, de este híbrido interpoblacional o intervarietal se derivaron ocho líneas a través de cinco ciclos de autofecundación en cada una de ellas. Estas son las líneas que se estudian sus frutos desde el punto de vista de la calidad poscosecha.

Diseño Experimental y Tratamientos

Se establecieron ocho tratamientos, cada tratamiento está constituido por una línea, bajo un diseño experimental completamente al azar con 18 repeticiones. Cada repetición consistió de una planta (18 plantas por tratamiento). La unidad experimental consistió de una planta completa.

Establecimiento de las Plantas y su Manejo Agronómico.

La siembra se realizó el 12 de diciembre de 2011, en charolas germinadoras de unicel de 200 cavidades. Ahí permanecieron 30 días, hasta que alcanzaron cuatro hojas verdaderas. Posteriormente, se trasplantaron a vasos de unicel del número ocho y permanecieron 42 días más, hasta obtener diez hojas. El trasplante definitivo se llevó a cabo el 24 de febrero de 2012, en camas hundidas (a una profundidad de 30 cm) rellenas de tezontle rojo (granulometría de 3 a 7 mm), protegida en su parte inferior con polietileno negro calibre 100, el cual sirvió para separar el sustrato con el suelo. Se emplearon dos mangueras de goteo por cada línea de plantas. Las plantas se ubicaron en camas de cultivo de tezontle fino (0.1 a 0.5 mm), las cuales tienen

40m de largo por 40 cm de anchura y 30 cm de profundidad. La distancia entre plantas fue de 0.5 m y entre camas de 1.6 m.

Las plantas se manejaron con 80 % de humedad en el sustrato, lo cual se consiguió con cinco a seis riegos diarios de cinco minutos cada uno, dependiendo de las condiciones ambientales presentes (radiación, viento, temperatura y humedad relativa).

La nutrición del cultivo se efectuó con la aplicación de la solución nutritiva universal de Steiner (1984), para lo cual se empleó riego por goteo y los fertilizantes y procedimientos que recomiendan Pérez y Castro (1998).

La toma de los datos se realizó en el laboratorio de Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, donde se analizaron quince frutos por línea de la segunda floración en el mes de noviembre de 2013. Las variables evaluadas fueron: firmeza, color, acidez titulable, sólidos solubles totales (°Brix), pérdida fisiológica de peso y pH. La toma de datos se realizó a los 1, 3, 5, 7, y 9 días después de la cosecha, ya que después de la última fecha de toma de datos, los frutos de la L7 y L5 ya se habían deteriorado considerablemente.

Variables evaluadas

Firmeza

Para esta variable se utilizaron tres frutos (tres repeticiones por línea) y se utilizó un texturómetro digital marca Chatillón montado en una prensa manual con una punta en forma de cono de 0.6 mm de altura y 0.7 mm de diámetro. Los valores obtenidos se presentan como la fuerza necesaria en Newton (N) para penetrar o romper el pericarpio del fruto (Espinosa *et al.*, 2010). Se efectuaron tres lecturas por fruto.

Color

El color del fruto se determinó mediante un espectrofotómetro de esfera X-Rite modelo SP-62, el cual se basa en las escalas de Hunter Lab dando tres lecturas, la primera "L" mide la luminosidad o brillantez de la muestra, cuyos valores varían desde 0 – 50, que representa colores oscuros y de 50 - 100, que representa colores de máxima brillantez (blanco). "C" se refiere al croma o a la pureza del color, es decir, que tan intenso es el color y "H"; al hue o ángulo del color, que va de 0 a 360°.

Acidez Titulable (%)

Para medir la acidez titulable (como % de ácido cítrico) de los frutos, se utilizó el método de AOAC (1990). Se licuaron 10 g de muestra en 50 ml de agua destilada, después se filtró a través de una coladera. Posteriormente se midió el volumen final en una probeta graduada. Se tomó una alícuota de 5 ml de la mezcla y se colocó en un vaso de precipitado, a esta muestra se le agregaron dos gotas de fenolftaleína al 1 % y con ayuda de una bureta sujeta en un soporte universal se agregó de manera constante gotas de NaOH 0.01 N hasta la aparición de un color rosa ligeramente violeta que durara un minuto, entonces se retiró el frasco y se registró el volumen que se gastó de NaOH 0.01 N.

Posteriormente se calculó el porcentaje de acidez con base en ácido cítrico, utilizando la ecuación siguiente.

ml NaOH x N x Meq Ác. x V

% Acidez = ----- x 100

Peso de la Muestra x Alícuota

Donde:

N= Normalidad del NaOH

V= Volumen total (ml de extracto después de licuar)

Meq. Ac.= Miliequivalente del ácido cítrico (0.064)

PM ácido orgánico

Meq. Ác. = -----

Valencia x 1000

Sólidos solubles totales (°Brix)

Para determinar esta variable, se utilizó un chile por cada repetición dando un total de tres chiles por línea en cada fecha de toma de datos, cada fruto se cortó y se tomaron tres gotas de su jugo colocándolas en el censor óptico del refractómetro de mano modelo PAL-1 marca Atago, con escala de medición de 0 – 53 %, así se obtuvo la lectura correspondiente de la muestra, la cual se expresa en °Brix. Para tener una lectura más acertada cada vez que se tomaba una lectura, el censor óptico del refractómetro se enjuagó con agua destilada.

Pérdida de peso

Para estudiar esta variable se utilizaron tres chiles, de cada línea, por repetición. Se registró el peso de los frutos a los 1, 3, 5, 7 y 9 días después de la cosecha, los frutos permanecieron almacenados a temperatura ambiente (20 °C).

El peso se determinó en una báscula digital con aproximación de 0.01 g. El valor de pérdida de peso fue cuantificado en función de la diferencia entre el peso inicial y el peso final.

pH

Para la determinación de pH de los frutos de chile, se tomaron 10 g de fruto y se mezclaron con 50 ml de agua destilada, posteriormente se molió y con la ayuda de un potenciómetro se le midió el pH a la mezcla.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante un análisis de varianza (ANOVA), el análisis de correlaciones correspondientes y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), a través del paquete Statistical Analysis System (SAS, 2009).

RESULTADOS

Los datos obtenidos del análisis de comparaciones múltiples de medias indican que las cinco variables analizadas en el Cuadro 5 presentan diferencias significativas. Principalmente las variables sólidos solubles totales (SS) y Firmeza (FR); las cuales presentan más diferencias entre las líneas. En el caso particular de FR sobresalen notablemente las líneas L3 y L6; las cuales presentan una mayor duración en poscosecha. La L7 fue la que más sólidos solubles contiene con 9.54 °Brix y la L3 la que presenta el valor más bajo para la misma variable con 6.38 °Brix.

Por el contrario los datos de las variables acidez titulable (AT), pH (PH) y pérdida de peso (PP) son similares entre líneas. La variación encontrada en los datos obtenidos, se puede deber a la madurez de cada uno de los frutos, lo cual tiene una gran influencia en el comportamiento de la acidez titulable (Thompson, 1998).

Las líneas L1 y L5 fueron las de menor pérdida de peso con valores de 13.300 g y 13.367g, respectivamente. Y la L6 y L7 las de mayor pérdida 21.000 y 20.033, respectivamente.

Por otro lado, respecto a las variables AT y PH los valores a pesar de que presentan medias estadísticamente diferentes, estos tienden a ser más homogéneos. Siendo las líneas L4 (0.3865) y L5 (0.3616) las más altas en acidez titulable y las líneas L7 y L2 para pH, con 5.5013 y 5.2626, respectivamente.

CUADRO 5. Comparaciones múltiples de medias entre cinco variables de análisis poscosecha para ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens*R. y P.)

LÍNEA	AT	PH	SS	PP	FR
1	0.35191 ab ^z	5.1486 bc	6.6400 cd	13.300 b	2.3313 bc
2	0.35746 ab	5.2626 b	7.1067 bc	15.233 ab	1.9787 de
3	0.32477 b	5.1286 bc	6.3800 d	16.100ab	3.2633 a
4	0.38653 a	5.0506 c	7.3533 b	16.267 ab	1.9847 cde
5	0.36165 ab	5.0233 c	7.1067 bc	13.367 b	1.8613 e
6	0.34253 b	5.0993 bc	6.7067 cd	21.000 a	2.5820 b
7	0.35789 ab	5.5013 a	9.5467 a	20.033 ab	1.9300 de
8	0.33374 b	5.0066 c	6.7933 bcd	17.200 ab	2.2153 cd
DMS	0.0417	0.2119	0.6118	7.3731	0.3494

^zValores con la misma letra para cada variable en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$; **AT**: acidez titulable, **PH**: pH, **SS**: sólidos solubles totales, **PP**: pérdida fisiológica de peso, **F**: Firmeza, y **DMS**: diferencia mínima significativa.

Color

Los valores de la comparación múltiple de medias respecto de las tres variables relacionadas con el color del fruto, de las ocho líneas de chile manzano, muestran que existen diferencias significativas entre las líneas para luminosidad (L) e intensidad o pureza del color (C). Los frutos de la L1 son de color más intenso (C = 62.333) y la L7 los menos intensos (C=46), situación diferente a la encontrada por

Moreno 2011, en Chile manzano ya que sus valores para croma se refiere a la pureza del color (intensidad cromática o saturación de color) en el primer muestreo los tratamientos de la SNUS al 100 y 50% no difieren estadísticamente con valores de 43.67 y 42.72. Respecto a la luminosidad solamente la línea L7 (43.667) presenta un color más oscuro, mientras que las otras siete líneas se presentan valores que oscilan entre los colores más claros (Cuadro 6).

La variable Hue (ángulo del color) puede tener valores de 0 a 360 grados, indicando el ángulo alrededor de un círculo de colores, que incluye el rojo intenso (0°), amarillo (60°), verde intenso (120°), azul (240°) y sus combinaciones fue la única que no mostró diferencias significativas en sus medias y sus valores oscilan de 72.00 a 76.00 (colores amarillos), es decir, todas ellas tienen un ángulo de color muy homogéneo ya que la DMSH para esta variable obtuvo un valor de 4.0802, misma situación encontrada por Moreno 2011 ya que sus datos obtenidos para esta variable no mostraron diferencias significativas para los muestreos 1, 2 y 4, en donde el ángulo estuvo entre 63.42 y 78.195.

CUADRO 6. Comparaciones múltiples de medias entre tres variables de análisis poscosecha relacionadas con el color de fruto de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens*R. y P.).

LÍNEA	L	C	H
1	55.000 a	62.333 a	76.000 a
2	50.000 ab	54.667 b	75.000 a
3	51.333 ab	54.667 b	75.667 a
4	51.667 ab	59.333 ab	74.333 a
5	52.333 a	59.333 ab	73.667 a
6	51.000 ab	56.333 b	74.333 a
7	43.667 b	46.000 c	72.667 a
8	51.667 ab	54.000 b	72.000 a
DMS	8.2819	5.6537	4.0802

Valores con la misma letra para cada variable en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$; **L**: luminosidad o brillantez (que tan claro u oscuro es el color), **C**: croma (que tan intenso o que tan puro es el color), **H**: ángulo Hue del color (va de 0 a 360 grados), y **DMS**: diferencia mínima significativa.

Correlaciones entre variables

La variable AT tuvo una correlación positiva y altamente significativa ($p \leq 0.05$) con la variable FR, o sea, al aumentar la acidez titulable aumenta la firmeza del fruto. Mientras que con las variables SS y PP fue positiva y significativa ($p \leq 0.01$).

La variable PH mantuvo una correlación positiva significativa con ($p \leq 0.05$) con la variable FR, y positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) con la variable SS. Cabe

mencionar que existe una fuerte correlación positiva entre SS y FR, es decir, al aumentar los sólidos solubles totales aumenta la firmeza de los frutos (Cuadro 7).

CUADRO 7. Correlaciones de Pearson entre cinco variables de análisis poscosecha de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens*R. y P.).

LÍNEA	AT	PH	SS	PP	FR
AT		0.15212 ^{NS}	0.21268*	- 0.1905*	- 0.4094**
PH			0.48706**	- 0.1612 ^{NS}	- 0.22768*
SS				- 0.3992**	- 0.5578**
PP					0.4541**
FR					

AT: acidez titulable, PH: pH, SS: sólidos solubles totales, PP: pérdida fisiológica de peso, F: Firmeza,

^{NS}: no significativo, *: significativo ($p \leq 0.05$), **: altamente significativo ($p \leq 0.01$).

Para el color de los frutos, la principal correlación entre Luminosidad y Pureza o croma del color (0.80) fue positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$), es decir para una línea que aumenta su luminosidad también aumenta su croma de color.

En tanto que Luminosidad y ángulo Hew del color presentaron una correlación (0.42) positiva significativa ($p \leq 0.05$), ya que al aumentar una de estas variables disminuye la otra.

DISCUSIÓN

Con base en las condiciones en que se realizó el presente trabajo se encontraron diferencias significativas en las variables físicas brillo y tonalidad del color del fruto, de las ocho líneas de chile manzano. Mientras que en las variables químicas se encontró para sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, lo cual concuerda con obtenido por Clemente(2004) quien al analizar características físicas (color) y químicas (ácido ascórbico, acidez titulable y pH) de frutos en poscosecha de chile manzano, encontró la misma tendencia.

Donde se obtuvieron resultados contrastantes con Clemente (2004) fue para la variable fisiológica pérdida fisiológica de peso, ya que en las ocho líneas analizadas hubo diferencias significativas, las cuales no se obtuvieron en los híbridos analizados por el otro autor.

La variable que no presentó diferencias significativas entre las ocho líneas fue la variable física de Hew o ángulo del color entre las ocho líneas analizadas.

Tomando en cuenta las variables fisiológicas, físicas y químicas que se evaluaron en poscosecha de las ocho líneas de chile manzano se encontró que la línea que presenta las mayores ventajas en cuanto a caracteres deseables que mejoran la calidad para el productor y consumidor es la línea L3 ya que mostró la mayor firmeza (3.2633 kg – f), un pH de 5.12, uno de los valores más bajos en cuanto a pérdida fisiológica de peso con 16.1 g y la menor cantidad de SS (6.3800), además de una de los mejores valores de L (brillantez), lo que indica que su color amarillo es muy llamativo y es una situación contradictoria con lo obtenido por Moreno 2011, quien para el mismo cultivo la prueba de comparación de medias para brillo (L),

componente del color, de los tres tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos.

La línea L7 la que tiene los valores más bajos en lo que se refiere a caracteres poscosecha de interés agronómico como son firmeza, tamaño de fruto y color (Cuadro 5).

La correlación entre las variables SS y PP fue positiva y significativa ($p \leq 0.01$). La variable PH mantuvo una correlación positiva significativa ($p \leq 0.05$) con la variable FR, y positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) con la variable SS. En la correlación de número de frutos con las demás variables, Facundo (2014) al analizar rendimiento y calidad de fruto en chile manzano, observó que cuando ésta variable se incrementa, el peso de frutos (0.72895) también lo hace, sin embargo, el peso promedio por fruto disminuye y la correlación es entonces negativa (-0.74221).

Cabe mencionar que existe una fuerte correlación positiva entre SS y FR es decir, al aumentar los sólidos solubles totales aumentó la firmeza de los frutos, situación contraria a lo expuesto por Rubio *et al.*, (2009) que indica que los parámetros de calidad de los frutos se ve afectado por los tratamientos salinos, donde la firmeza de la pulpa de la fruta disminuye. La pérdida de firmeza es una variable muy relacionada con la calidad del chile ya que la misma es efecto de la pérdida de agua y se expresa visualmente como arrugamiento del pericarpio este defecto reduce la calidad porque afecta negativamente la apariencia del fruto y se pierde la frescura, siendo por tanto una variable limitante para la comercialización (Avendaño, 2010). Mientras que Facundo 2014, en cuyo trabajo manejando las mismas líneas

que en el presente, encontró que la línea L5 fue la más precoz, en número y peso de frutos con 30.33 frutos por planta y 1767.80 g de peso.

Para el caso de color la principal correlación positiva significativa ($p \leq 0.05$) entre el ángulo Hue del color y la Luminosidad. En tanto que la correlación entre Luminosidad y Pureza del color la correlación es positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$), por otro lado, Clemente (2004), no encontró diferencias significativas para los valores de color en cinco híbridos de chile manzano. Para Facundo (2014) el comportamiento de la línea L3, que fue la de mayor peso de frutos puede explicarse ya que presenta el mayor peso de frutos, grosor de pericarpio y peso promedio de fruto.

Coincidentemente, lo obtenido en el presente trabajo y de acuerdo a los análisis realizados sobresalen en sus caracteres de poscosecha deseables desde el punto de vista agronómico, la Línea L3, seguida de las líneas L1 y L6.

CONCLUSIONES

Se describieron las características de poscosecha de las ocho líneas avanzadas de chile manzano con base en características físicas, químicas y fisiológicas. Se encontraron diferencias significativas para: firmeza, acidez titulable, sólidos solubles totales (°Brix), pérdida fisiológica de peso pH, brillantez y pureza del color, excepto en ángulo Hew del color.

Las líneas con los mejores atributos de calidad poscosecha de sus frutos fueron la línea L3, seguida de L1 y L6. Ya que la línea L3 tuvo 4.25 kg - fuerza de firmeza, 6.38 °Brix y perdió solamente 16.1 g de peso durante nueve días en poscosecha, además de presentar una brillantez de 51.333, pureza de color de 54.667 y un ángulo Hew del color de 75.667.

LITERATURA CITADA

- AGAR, I. T.; MASSATINI, R.; HEES, P.B.; KADER. A. A.1999.** Postharvest CO₂ and ethylene and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. J. Food Science. 64, 433-440.
- CARLOS M., R. y HERNÁNDEZ H., A. 2006.** Contenido de nitrógeno total en chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) y su relación con rendimientos y caracteres morfológicos. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 62 p.
- CLEMENTE, L. I. 2004.** Caracterización poscosecha de cinco híbridos de chile manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- CUEVAS, F. L. 1999.** Rendimiento, calidad y precocidad de chile manzano (*Capsicum pubescens* R & P) en función de aplicación de B-9 y contenido bromatológico. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- ESPINOSA, T. L. E.; M. PÉREZ, G. M.; M.T. MARTÍNEZ, D. M.T.; CASTRO, B. R.; BARRIOS, P. G. 2010.** Efecto de empaques y temperaturas en el almacenamiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón). Revista Chapingo Serie Horticultura 16(2): 115-122.
- FACUNDO A., P. 2014.** Rendimiento y calidad de fruto de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.).Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 33 p.

- GARCÍA C., E. 1988.** Descripción climática de los Estados Unidos Mexicanos. Editorial Mundo. D. F., México, 182 p.
- HARDENBURG, E. R. 1988.** Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Trad. Duran A. F. IICEA. San José, Costa Rica. 150 p.
- KADER, A. A. 2002.** Postharvest biology and technology. An Overviem. In Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. Agriculture and Natural Resource. Oakland California, USA. 39-47.
- LABORDE, C. J.; POZO, C. O. 1982.** Pasado y presente del chile en México. SARH-INIA. México. Publicación especial no. 85. Folleto. 80 p.
- LÓPEZ H, J., ORUÑA C. J. M., SIMAL L, J., VAZQUEZ B, M.E. GONZALEZ C, M.J. 1996.** Chemical composition of padron peppers (*Capsicum annum* L.) grown in Galicia (N.W. Spain). Food 57 (4): 557-559
- MARTÍNEZ G., S. 2005.** Caracterización morfológica de chile guajillo (*Capsicum annum*). Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
- MARTÍNEZ S., D. 2008.** Colecta, caracterización morfológica y análisis de crecimiento de chile de agua (*Capsicum annum*). Tesis de doctorado en ciencias. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 72 p.
- NUNES, M. C.; MORAIS, A. M. 1995.** Physical and chemical quality characteristic of strawberries after storage are reduced by short delay to cooling. Postharvest Biology and Technology: 17-28.

- MORENO R., M., J. 2011.** Comportamiento poscosecha de chile manzano (*capsicum pubescens* R & P) en tres concentraciones de solución nutritiva de Steiner. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 82 p.
- PELAYO, C.; EBELER, S. E. 2003.** Postharvest life and flavor quality of three strawberries cultivars kept at 5 °C + 20 kPa CO₂. Postharvest biology and Technology. 171-183.
- PÉREZ, G. M. 2002.** Estudio genético y fisiológico del crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en chile manzano (*Capsicum pubescens*, R y P). Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 2421 h.
- PÉREZ, G. M. y CASTRO B. R. 1998.** Guía para la producción intensiva de chile manzano. Boletín de divulgación N° 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. P 17.
- PÉREZ, G. M. Y CASTRO, B. R. 2008.** El chile manzano. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. México. 128 p.
- RUBIO J.S., GARCÍA SÁNCHEZ., RUBIO F. AND MARTÍNES V. 2002.** Yield, blossom end rot incidens and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K and Ca fertilization. Scientia Horticulture. 119, 79-87.
- SAS. 1985.** Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics. 5° edition. SAS institute, Inc. Cary. N.C. 956 p.

DISCUSIÓN GENERAL

De acuerdo a la forma y condiciones en que se realizó el presente trabajo se obtuvo, al igual que lo encontrado por Martínez (2005) quien al caracterizar 82 colectas de chile guajillo (*Capsicum annum*); que las diferentes variables cualitativas de los caracteres morfológicos (tallo, hoja, flor y fruto) de las ocho líneas son muy homogéneos en la gran mayoría de ellos. Las únicas que presentan diferencias en cuanto a forma de la hoja es la L3, la cual presenta una forma oval alargada; además, esta misma línea junto con la L2 y L4 no presentan cavidad peduncular. Mientras que Carlos y Hernández (2006) al relacionar variables morfológicas y rendimiento de frutos vs contenido total de nitrógeno expresado en porcentaje, fue de forma negativa. Se encontraron diferencias significativas en todas las variables cuantitativas analizadas para tallo, hoja y fruto, principalmente por los caracteres: longitud de fruto, ancho de fruto, número de lóculos, grosor de pericarpio, longitud de pedúnculo, grosor de pedúnculo, longitud de tallo, longitud de entrenudo, longitud de limbo, ancho de limbo y longitud de pedicelo.

Las líneas L5 y L6 son las que presentan el más bajo grosor de pericarpio, lo cual es semejante a lo encontrado por Facundo (2014) quien para la misma línea L5 registró el menor peso promedio (57 g) y el menor grosor de pericarpio (5.20 mm). En cuanto a forma de fruto la L3 es la única que cuenta con un ápice en forma redondeada, razón por la cual el fruto de la misma presenta una forma trapezoidal. Es decir, la L3 sale del promedio en cuanto a caracteres morfológicos con respecto a los otros materiales. Asimismo, Arellano, 2009, con base en los descriptores de *Capsicum* del SNICS y caracterizando morfológicamente el híbrido intervarietal de chile manzano

(*Capsicum pubescens* R. y P.) “Zongolica X Puebla” encontró la misma tendencia en sus diferentes órganos de la planta.

En las variables cuantitativas de fruto, la principal correlación positiva altamente significativa ($p \leq 0.05$) es entre ancho de fruto (AF) y largo de fruto (LF), puesto que al aumentar el grosor del fruto también aumenta su longitud, así como también entre AF y número de lóculos (NL), esto es debido a que entre más lóculos contenga un fruto, la anchura del fruto lógicamente tiende a ser mayor. Una situación similar ocurre entre grosor de pericarpio (GP) y longitud de pedúnculo (LP). Mientras que Facundo 2014 al correlacionar el peso con las variables; grosor de pericarpio, peso promedio de fruto y precocidad obtuvo coeficientes de -0.13891, -0.12868 y 0.64019, respectivamente.

Para el presente trabajo, las líneas L3, L1 y L8 sobresalen en sus características morfológicas deseables desde el punto de vista agronómico, siendo las tres líneas más aptas para ser registradas ante el SNICS.

Se encontraron diferencias significativas en las variables físicas brillo y tonalidad del color del fruto, de las ocho líneas de chile manzano. Mientras que en las variables químicas se encontró para sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, lo cual concuerda con obtenido por Clemente (2004) quien al analizar características físicas (color) y químicas (ácido ascórbico, acidez titulable y pH) de frutos en poscosecha de chile manzano, encontró la misma tendencia.

Donde se obtuvieron resultados contrastantes con Clemente (2004) fue para la variable fisiológica pérdida fisiológica de peso, ya que en las ocho líneas analizadas hubo diferencias significativas, las cuales no se obtuvieron en los híbridos analizados por el otro autor. La variable que no presentó diferencias significativas

entre las ocho líneas fue la variable física de Hew o ángulo del color entre las ocho líneas analizadas.

Tomando en cuenta las variables fisiológicas, físicas y químicas que se evaluaron en poscosecha de las ocho líneas de chile manzano se encontró que la línea que presenta las mayores ventajas en cuanto a caracteres deseables que mejoran la calidad para el productor y consumidor es la línea L3 ya que mostró la mayor firmeza (3.2633 kg – f), un pH de 5.12, uno de los valores más bajos en cuanto a pérdida fisiológica de peso con 16.1 g y la menor cantidad de SS (6.3800), además de una de los mejores valores de L (brillantez), lo que indica que su color amarillo es muy llamativo y es una situación contradictoria con lo obtenido por Moreno (2011) quien para el mismo cultivo la prueba de comparación de medias para brillo (L), componente del color, de los tres tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos.

La línea L7 la que tiene los valores más bajos en lo que se refiere a caracteres poscosecha de interés agronómico como son firmeza, tamaño de fruto y color (Cuadro 5).

La correlación entre las variables SS y PP fue positiva y significativa ($p \leq 0.01$). La variable PH mantuvo una correlación positiva significativa ($p \leq 0.05$) con la variable FR, y positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) con la variable SS. En la correlación de número de frutos con las demás variables, Facundo (2014) al analizar rendimiento y calidad de fruto en chile manzano, observó que cuando ésta variable se incrementa, el peso de frutos (0.72895) también lo hace, sin embargo, el peso promedio por fruto disminuye y la correlación es entonces negativa (-0.74221).

Cabe mencionar que existe una fuerte correlación positiva entre SS y FR es decir, al aumentar los sólidos solubles totales aumentó la firmeza de los frutos, situación contraria a lo expuesto por Rubio *et al.*, (2009) que indica que los parámetros de calidad de los frutos se ve afectado por los tratamientos salinos, donde la firmeza de la pulpa de la fruta disminuye. Mientras que Facundo (2014), en cuyo trabajo manejando las mismas líneas que en el presente, encontró que la línea L5 fue la más precoz, en número y peso de frutos con 30.33 frutos por planta y 1767.80 g de peso.

Para el caso de color la principal correlación positiva significativa ($p \leq 0.05$) entre el ángulo Hue del color y la Luminosidad. En tanto que la correlación entre Luminosidad y Pureza del color la correlación es positiva y altamente significativa ($p \leq 0.01$) por otro lado, Clemente (2004), no encontró diferencias significativas para los valores de color en cinco híbridos de chile manzano. Para Facundo (2014) el comportamiento de la línea L3, que fue la de mayor peso de frutos puede explicarse ya que presenta el mayor peso de frutos, grosor de pericarpio y peso promedio de fruto.

Coincidentemente, lo obtenido en el presente trabajo y de acuerdo a los análisis realizados sobresalen en sus caracteres de poscosecha deseables desde el punto de vista agronómico, la Línea L3, seguida de las líneas L1 y L6.

CONCLUSIONES GENERALES

Se describieron morfológicamente ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) con base en los descriptores de *Capsicum* del SNICS y se analizaron los caracteres morfológicos que identifican a cada una de ellas. La línea tres (L3) se distinguió por presentar una longitud de tallo no tan alta 28.444 cm, entrenudos cortos (10.44 cm), hoja larga y angosta (20.8222 cm x 10.1872), buenas dimensiones de fruto 6.061 cm x 6.521 cm, un promedio de más de 3 lóculos por fruto (3.2), pedúnculo largo (6.163 cm), pericarpio grueso (6,27 mm).

Las características de poscosecha de las ocho líneas avanzadas de chile manzano analizadas en base en características físicas, químicas y fisiológicas. Se encontraron diferencias significativas para: firmeza, acidez titulable, sólidos solubles totales (°Brix), pérdida fisiológica de peso pH, brillantez y pureza del color, excepto en ángulo Hew del color.

Las líneas con los mejores atributos de calidad poscosecha de sus frutos fueron la línea L3, seguida de L1 y L6. Ya que la línea L3 tuvo 4.25 kg - fuerza de firmeza, 6.38 °Brix y perdió solamente 16.1 g de peso durante nueve días en poscosecha, además de presentar una brillantez de 51.333, pureza de color de 54.667 y un ángulo Hew de color de 75.667.

Por todo lo anteriores la línea L3, la principal línea que se recomienda para ser registrada ante el SNICS para su inscripción en el Registro Nacional de Variedades y Plantas (RNVP).

LITERATURA CITADA GENERAL

- AGAR, I. T.; MASSATINI, R.; HEES, P.B.; KADER. A. A. 1999.** Postharvest CO₂ and ethylene and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. J. Food Science. 64, 433-440.
- ARELLANO S., M. 2009.** Descripción Varietal del Híbrido Chapingo Amarillo (Zongolica X Puebla) *Capsicum pubescens* R. y P. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 63 p.
- CLEMENTE, L. I. 2004.** Caracterización poscosecha de cinco híbridos de chile manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- CUEVAS, F. L. 1999.** Rendimiento, calidad y precocidad de chile manzano (*Capsicum pubescens* R & P) en función de aplicación de B-9 y contenido bromatológico. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- ESPINOSA, T. L. E.; M. PÉREZ, G. M.; M.T. MARTÍNEZ, D. M.T.; CASTRO, B. R.; BARRIOS, P. G. 2010.** Efecto de empaques y temperaturas en el almacenamiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón). Revista Chapingo Serie Horticultura 16(2): 115-122.
- FACUNDO A., P. 2014.** Rendimiento y calidad de fruto de ocho líneas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.).Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 33 p.

- GARCÍA C., E. 1988.** Descripción climática de los Estados Unidos Mexicanos. Editorial Mundo. D. F., México, 182 p.
- GATICA, V. M. 1987.** Descripción varietal de tres genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Mesa Central de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México. 91 p.
- HARDENBURG, E. R. 1988.** Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Trad. Duran A. F. IICEA. San José, Costa Rica. 150 p.
- HEISER, D. V.; PICKERSGILL. 1969.** Names for the cultivated *Capsicum* species (Solanaceae). Taxón 18:277-283.
- HERNÁNDEZ, S. A. 1995.** Producción y comercialización de semillas mejoradas y certificadas en México. Aspectos normativos y operativos. CIESTAAM. UACH. Chapingo, México. 60 p.
- IBPGR SECRETARIAT. 1983.** Genetic resources of *Capsicum*. Rome, Italy. Folleto. 49 p.
- IPGRI, AVRDC; CATIE. 1995.** Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* sp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los vegetales, Taipei, Taiwán y Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 110 p.
- KADER, A. A. 2002.** Postharvest biology and technology. An Overviem. In Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. Agriculture and Natural Resource. Oakland California, USA. 39-47.

- LABORDE, C. J.; POZO, C. O. 1982.** Pasado y presente del chile en México. SARH-INIA. México. Publicación especial no. 85. Folleto. 80 p.
- LEY FEDERAL DE VARIEDADES VEGETALES. 2007.** Servicio de Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) 15 p.
- LÓPEZ H, J., ORUÑA C. J. M., SIMAL L, J., VAZQUEZ B, M.E. GONZALEZ C, M.J. 1996.** Chemical composition of Padron peppers (*Capsicum annum* L.) grown in Galicia (N.W. Spain). Food 57 (4): 557-559
- MARTÍNEZ G., S. 2005.** Caracterización de chile guajillo (*Capsicum annum*). Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
- MARTÍNEZ S., D. 2008.** Colecta, caracterización morfológica y análisis de crecimiento de chile de agua (*Capsicum annum*). Tesis de doctorado en ciencias. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 72 p.
- MORENO R., M., J. 2011.** Comportamiento poscosecha de chile manzano (*capsicum pubescens* R& P) en tres concentraciones de solución nutritiva de Steiner. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 82 p.
- NUNES, M. C.: MORAIS, A. M. 1995.** Phisycal and chemical quality characteristic of strawberries after storage are reduced by short delay to cooling. Postharvest Biology and Technology: 17-28.

- PELAYO, C.; EBELER, S. E. 2003.** Postharvest life and flavor quality of three strawberries cultivars kept at 5 °C + 20 kPa CO₂. Postharvest biology and Technology. 171-183.
- PÉREZ, G. M. 2002.** Estudio genético y fisiológico del crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en chile manzano (*Capsicum pubescens*, R y P). Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 2421 h.
- PÉREZ, G. M. y CASTRO B. R. 1998.** Guía para la producción intensiva de chile manzano. Boletín de divulgación N° 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. P 17.
- PÉREZ, G. M. Y CASTRO, B. R. 2008.** El chile manzano. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. México. 128 p.
- POZO C., O. 1983.** Logros y aportaciones de la investigación agrícola en chile. SARH-INIA. México. 20 p.
- RUBIO J.S., GARCÍA SÁNCHEZ., RUBIO F., AND MARTÍNES V. 2002.** Yield, blossom end rot incidens and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K and Ca fertilization. Scientia Horticulture. 119, 79-87.
- SAS. 1985.** Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics. 5º edition. SAS institute, Inc. Cary. N.C. 956 p.
- SNICS; IPGRI. 2000.** Guía técnica para la descripción varietal: Chile (*Capsicum annum* L.). México. 17 p.

ANEXO

Anexo 1. Caracteres de descripción varietal para el género *Capsicum*

Núm.	CARACTERÍSTICA	NIVEL
1	Plántula: coloración de antocianinas del hipocótilo.	Ausente/Presente.
2	Planta: posición.	Erecta, Semi-erecta, postrada.
3	Planta: hábito de crecimiento.	Basal (amacollada), dicotómica, otras.
4	Planta: largo del tallo (de los cotiledones a las primeras flores) indicar valor promedio en mm.	Corto. Intermedio y largo.
5	Planta: entrenudos acortados (en la parte superior).	Ausente/presente.
6	Solamente en variedades con entrenudos acortados. Planta: número de entrenudos entre la primera flor y el entrenudo compacto (evaluar en plantas no podadas).	Ninguna, de uno a tres, más de tres.
7	Variedades sin entrenudos acortados (en brotes primarios). Planta: longitud del entrenudo.	Corta, media, grande.
8	Planta: color de antocianinas en el nivel de los nudos.	Ausente o muy débil, débil, medio, fuerte, muy fuerte.
9	Tallo: pubescencia (en plantas maduras, excluyendo los primeros dos nudos debajo del brote).	Escasa, intermedia, densa.
10	Hoja: forma.	Deltoide, oval , lanceolada.
11	Hoja: longitud del limbo (indicar valor promedio en cm.	Corto, medio, grande.
12	Hoja: ancho del limbo (indicar valor promedio en cm.	Estrecho, mediano, ancho.
13	Hojas: color.	Verde claro, verde intermedio, verde oscuro.
14	Hoja: ampolla de la superficie.	Débil, medio, fuerte.
15	Hoja: posición del pedúnculo	Erecto, no erecto
16	Hojas: margen de la lámina foliar.	Entera, ondulada, ciliada.
17	Hoja: pubescencia (en hojas maduras más jóvenes).	Escasa, intermedia, densa.

18	Pecíolo: longitud (indique valor promedio en mm).	Corto, intermedio, largo.
19	Flor: posición (en antesis).	Erecta, intermedia, pendiente
20	Flor: color de las anteras (inmediatamente después de floración y en el momento de la antesis).	Blanco, amarillo, morado.
21	Flor: color del filamento (cuando la antesis está completa).	Blanco, amarillo, morado.
22	Flor: exserción del estigma (promedio de 10 flores de 10 plantas; inmediatamente después de antesis).	Inserto, al mismo nivel, exserto.
23	Flor: esterilidad masculina.	Ausente/presente.
24	Fruto: color antes de madurez.	Blanco verdoso, amarillento, verde, púrpura.
25	Fruto: intensidad del color antes de madurez	Claro, medio, oscuro.
26	Fruto: posición.	Erecta, horizontal, pendiente.
27	Fruto: longitud (indique valor promedio en cm).	Muy corto, corto, intermedio, largo, muy largo.
28	Fruto: diámetro (indique valor promedio en cm).	Muy pequeño, pequeño, mediano, grande, muy grande.
29	Fruto: relación ancho / largo. Indique valor promedio.	Muy pequeña, pequeña, intermedia, grande, muy grande.
30	Fruto: forma predominante de la sección longitudinal.	Aplanada, redonda, forma de corazón, cuadrada, rectangular, trapezoidal, triangulo estrecha, forma de cuerno.
31	Fruto: forma predominante de la sección transversal (a nivel de la placenta).	Elíptica, angular, circular.
32	Fruto: ondulación transversal.	Ausente o muy débil, débil, media, fuerte, muy fuerte.
33	Fruto: color en madurez.	Amarillo, naranja, rojo, café.
34	Fruto: intensidad del color en madurez.	Claro, medio, oscuro.
35	Fruto: brillantez.	Débil, media, fuerte.
36	Fruto: cavidad peduncular.	Ausente/presente.
37	Fruto: profundidad de la cavidad peduncular.	Poco profunda, media, profunda.
38	Fruto: forma del ápice (promedio de 10 frutos).	Agudo, redondeado, hundido y agudo.

39	Fruto: textura de la superficie.	Liso, corchoso, rugoso
40	Fruto: número predominante de lóculos	Sólo dos, dos a tres, tres a cuatro, cuatro o más.
41	Fruto: profundidad de depresiones interloculares.	Ausentes o muy pocas, profundas, poco profundas, medias, profundas, muy profundas.
42	Fruto: grosor del pericarpio en mm.	Delgado, mediano, grueso.
43	Fruto: sabor (fruto maduro).	Dulce, pungente (picante).
44	Fruto: contenido de capsicina (en la placenta).	Ausente/presente.
45	Placenta: posición.	Compacta, semi-distribuida, distribuida.
46	Pedúnculo: longitud en mm.	Corto, intermedio, largo.
47	Pedúnculo: grosor en mm.	Delgado, intermedio,
48	Cáliz: aspecto.	No desarrollado, desarrollado.
49	Cáliz: margen.	Entero, intermedio, dentado, otro
50	Tiempo de inicio de floración (primera flor en la segunda floración en el 50% de las plantas) indique número de días promedio.	Temprana, intermedia, tardía
51	Tiempo de maduración (cambio de color en el fruto en el 50% de plantas) indique número de días promedio.	Temprana, intermedia, tardía