



Universidad Autónoma Chapingo

ENSEÑAR LA EXPLOTACIÓN DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
INSTITUTO DE HORTICULTURA**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, POSCOSECHA, APTITUD
COMBINATORIA Y HETEROSIS EN HÍBRIDOS DE CHILE
MANZANO (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón)**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

SANDRA MIRYAM POTRERO ANDRADE



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

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, MARZO 2016.

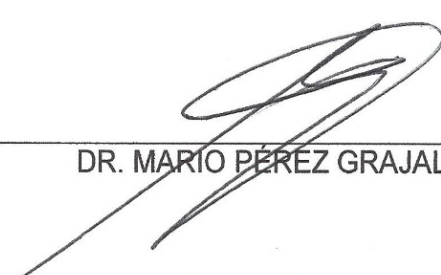


CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, POSCOSECHA, APTITUD
COMBINATORIA Y HETEROSIS EN HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO
(*Capsicum pubescens* RUÍZ Y PAVÓN)

Tesis realizada por **Sandra Miryam Potrero Andrade** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR



DR. MARIO PÉREZ GRAJALES

ASESOR



DRA. MARIA TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR



DR. AURELIANO PEÑA LOMELÍ

ASESOR



DR. VÍCTOR ARTURO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

LECTOR EXTERNO



DR. ÁNGEL VILLEGAS MONTER

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)** por el apoyo financiero que me brindó al otorgarme la beca para realizar mis estudios de Doctorado.

A la Universidad Autónoma Chapingo, especialmente al **Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia** por la oportunidad brindada para continuar con mi formación profesional.

Al **Dr. Mario Pérez Grajales** por darme la oportunidad de trabajar con él, el apoyo incondicional para llevar a cabo la presente investigación, las observaciones y paciencia para conmigo durante la etapa de redacción del presente documento.

A **Dra. María Teresa Martínez Damián, Dr. Aureliano Peña Lomelí, Dr. Víctor Arturo González Hernández y Dr. Ángel Villegas Monter** por el apoyo incondicional brindado durante la investigación, el interés y disponibilidad mostrados en la revisión, por las valiosas aportaciones y sugerencias que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

Al coordinador de posgrado, personal administrativo y de laboratorio por todas las facilidades otorgadas.

A todas aquellas personas que incondicionalmente me apoyaron en la realización de este trabajo de investigación y cumplir con una meta más.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la fortaleza y guiar mis pasos a través del camino que me condujo a la culminación de este trabajo.

A mi esposo:

Pedro, por el cariño y confianza brindados, estar conmigo en todo momento bueno o difícil y alentarme para culminar cada proyecto que realizo.

A mis hijos:

Flor Itzel, Carlos y Daniel, con mucho amor, por ser uno de los motivos que me impulsan a seguir superándome profesionalmente y por los días de ausencia que este trabajo representó.

A mis padres

Margarita y Gregorio por su amor, con respecto y gratitud agradezco todo el apoyo que siempre me han brindado para superarme personal y profesional.

A mis hermanos:

Elizabeth, Lulú, Germán y Florencio por el apoyo brindado, por los momentos de convivencia y que siempre continuemos unidos.

A mis sobrinos:

Eric, Yair, Gustavo, Casandra, Axel, Elizabeth, Alessa, Jonatan, Isaac y Radamel, por ser parte de mi vida y hacerme reír.

Sinceramente

Sandra Miryam Potrero Andrade

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora del presente trabajo, nació en la ciudad de Orizaba en el estado de Veracruz, el día 13 de junio de 1975. Estudió la educación básica en el Municipio de Acultzingo, Ver., en la escuela primaria “Gregorio Torres Quintero” y en la Escuela Secundaria Federal de Acultzingo, Ver. En 1990 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, donde realizó la educación media superior y superior. En el año de 1997 obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia en dicha universidad. En el periodo 1999-2000, trabajó como extensionista en el estado de Hidalgo. De 2000 a 2002, realizó estudios de Maestría en Ciencias en el Colegio de Postgraduados. En 2003 laboró en el programa de café en la sierra de Atoyac, Veracruz. De 2008 a 2012 fue catedrático en el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca en el estado de Puebla. En 2012 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, donde efectuó estudios de Doctorado en Ciencias en Horticultura, en el Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia de la misma universidad.

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, POSCOSECHA, APTITUD
COMBINATORIA Y HETEROSIS EN HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO**
(Capsicum pubescens Ruíz y Pavón)

**MORPHOLOGICAL, POSTHARVEST, COMBINING ABILITY AND
HETEROSIS CHARACTERIZATION IN MANZANO PEPPER HYBRIDS**

Sandra Miryam **Potrero Andrade**¹ and Mario **Pérez Grajales**²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue identificar las características morfológicas que permiten diferenciar variedades de Chile Manzano, la poscosecha de los frutos, la aptitud combinatoria de ocho líneas y su heterosis. En 2012, los híbridos y progenitores fueron establecidos en un sistema de producción intensiva en invernadero, en un diseño experimental completamente al azar con 18 repeticiones. La caracterización morfológica se llevó a cabo de acuerdo a las guías de descriptores para *Capsicum annuum* L. de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales y del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. En la caracterización poscosecha del fruto se evaluó el contenido de capsaicinoides, vitamina C, carotenoides, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, firmeza, color, pérdida de peso y grosor del pericarpio. La aptitud combinatoria y heterosis se realizó para rendimiento y calidad de fruto. Los híbridos evaluados fueron distintos de la variedad comercial Grajales St., homogéneos en las características de tallo, hoja, flor y

fruto, y los caracteres que mostraron estabilidad fueron las de fruto. De acuerdo con el análisis de componentes principales el 78 % de la variabilidad observada en el agrupamiento de los híbridos se explicó con los primeros cuatro componentes principales, y las características que tuvieron mayor valor descriptivo fueron las de fruto, seguidas de las de hoja. En la caracterización poscosecha los híbridos sobresalieron por alto contenido de capsaicinoides (de 61,837 a 273,705 SHU, Scovill Heat Units), vitamina C (649 mg 100 g⁻¹ de peso fresco) y carotenoides (856 µg·100 g⁻¹ de peso fresco); y presentaron pérdidas promedio de peso de 13 a 17 % en un lapso de 10 a 12 días. En general las cruzas presentaron alto potencial para rendimiento y calidad de fruto; y por la ACG alta y positiva, las líneas 3 y 6 son buenos progenitores para el programa de mejoramiento genético de Chile Manzano. Se identificaron cinco híbridos sobresalientes y fueron registrados con los nombres de: MARUCA, DALI, JHOS, CLARIS y YOLI en el SNICS.

Palabras clave. *Capsicum pubescens*, características morfológica, poscosecha, aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, heterosis.

¹Tesista; ²Director.

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the morphological characteristics that allow differentiating Manzano pepper varieties, the post-harvest fruit, the combining ability of eight lines and their heterosis. In 2012, the hybrids and their parents were established in an intensive greenhouse production system, in a completely randomized experimental design with 18 replications. The morphological characterization was carried out according to the description guidelines for *Capsicum annuum* L. of the International Union for the Protection of New Plant Varieties and the National System for Seed Inspection and Certification (SNICS). In the post-harvest fruit characterization, the content of capsaicinoids, vitamin C, carotenoids, total soluble solids, titratable acidity, pH, firmness, color, weight loss and pericarp thickness were evaluated. Combining ability and heterosis analyzes were performed for fruit yield and quality. The hybrids evaluated were different from the commercial variety Grajales St., homogeneous in the characteristics of stem, leaf, flower and fruit, and the characters that showed stability were those of fruit. According to principal component analysis, 78 % of the variability observed in the hybrid cluster was explained with the first four principal components, and the characteristics that had greater descriptive value were those of fruit, followed by those of leaf. In the post-harvest characterization, the hybrids stood out for their high content of capsaicinoids (from 61,837 to 273,705 SHU, Scovill Heat Units),

vitamin C (649 mg 100 g⁻¹ fresh weight) and carotenoids (856 µg•100 g⁻¹ fresh weight), and they had average weight losses of 13 to 17 % within 10 to 12 days. In general the crosses showed high fruit yield and quality potential; and due to their high and positive GCA, lines 3 and 6 are good parents for the Manzano pepper breeding program. Five outstanding hybrids were identified and registered with the names of MARUCA, DALI, JHOS, CLARIS and YOLI in the SNICS.

Keywords: *Capsicum pubescens*, morphological characteristics, postharvest, general combining ability and specific combining ability, heterosis.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
DATOS BIOGRÁFICOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2. LITERATURA CITADA	6
3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE CHILE	
MANZANO (<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz y Pavón).....	10
3.1 RESUMEN	11
3.2 ABSTRACT.....	12
3.3 INTRODUCCIÓN.....	13
3.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	16

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.6 CONCLUSIONES	69
3.7 LITERATURA CITADA.....	70
4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE FRUTO EN HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO (<i>Capsicum pubescens</i> Ruíz y Pavón)	73
4.1 RESUMEN	74
4.2 ABSTRACT	75
4.3 INTRODUCCIÓN	76
4.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	79
4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
4.6 CONCLUSIONES	101
4.7 LITERATURA CITADA.....	102
5. APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS PARA RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN CHILE MANZANO (<i>Capsicum pubescens</i> Ruíz y Pavón)	111
5.1 RESUMEN	112
5.2 ABSTRACT	113

5.3 INTRODUCCIÓN	114
5.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	116
5.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	120
5.6 CONCLUSIONES	134
5.7 LITERATURA CITADA.....	135
6. DISCUSIÓN GENERAL	138
7. CONCLUSIONES GENERALES	141
8. LITERATURA CITADA GENERAL	142
ANEXO A.....	157
ANEXO B.....	166

ÍNDICE DE CUADROS

3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón)

Cuadro 1. Características morfológicas de la planta, tallo, hoja, flor y fruto evaluadas para la caracterización de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.	17
Cuadro 2. Comparación cualitativa del hábito de crecimiento (HCRE), altura del tallo (APB), intensidad antociánica de los nudos (INANU), pubescencia del tallo (PUBTA), inicio a floración (INIFLO) y época de inicio a madurez (IMAD) de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.	43
Cuadro 3. Longitud del limbo (LL), ancho del limbo (AL), posición del peciolo (POPEC), intensidad del color verde (ICOL), forma de la hoja (FORHOJ), abullonado (ABU) y perfil en sección transversal (PESTRA) de 25 híbridos vs la variedad Grajales St. Chapingo, México.....	45
Cuadro 4. Posición del pedicelo de la flor (POSPE) e intensidad antociánica (INANPET) de los pétalos de flores de 25 híbridos de chile Manzano vs la variedad Grajales St. Chapingo, México.....	46
Cuadro 5. Color del fruto antes de la madurez (COFAMA), longitud (LF) y diámetro (DF) del fruto, forma en sección transversal (FORST) y	

longitudinal (FORSL) del fruto, color del fruto a la madurez (CFRUMA), profundidad de la cavidad peduncular (PROFCA), forma del ápice (FORAPI), espesor de la pulpa (GP) y longitud del peciolo (LPED) de 25 híbridos de chile Manzano vs la variedad Grajales St. Chapingo, México.....	48
Cuadro 6. Comparación de medias de la altura del tallo (APB), número de entrenudos (NENT), longitud de entrenudos (LENT), días a inicio de floración (INIFLO) y días a maduración (IMAD) evaluados en plantas de 25 híbridos vs la variedad comercial de chile Manzano Grajales St. durante dos ciclos de cultivo. Chapingo, México.	50
Cuadro 7. Caracteres vegetativos evaluados en híbridos de chile Manzano en comparación con la variedad Grajales St. durante dos ciclos de cultivo (2012 y 2013). Chapingo, México.	52
Cuadro 8. Comparación de medias de las características morfológicas peso (PF), longitud (LF), diámetro (DF) y relación longitud diámetro (RLD) en frutos de chile Manzano en dos ciclos de cultivo. Chapingo, México.	54
Cuadro 9. Comparación de medias del diámetro del pedúnculo (DPED), longitud del pedúnculo (LPED), espesor de la pulpa (GP), y número de lóculos (NL) evaluados en dos ciclos de cultivo. Chapingo, México.	56

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables altura del tallo (APB), número de entrenudos (NENT) y longitud de entrenudos (LENT) en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.	57
Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables longitud de la hoja (LL), ancho de la hoja (AL) y longitud del peciolo (LPEC) en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.	59
Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto y relación longitud diámetro realizado en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.....	61
Cuadro 13. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables diámetro del pedúnculo (DPED), longitud del pedúnculo (LPED), espesor de la pulpa (GP) y número de lóculos (NL) realizado en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.....	63
Cuadro 14. Comparación de medias por ciclo de cultivo de las características evaluadas en plantas de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.....	64
Cuadro 15 Comparación de medias por ciclo de cultivo de las características vegetativas evaluadas en 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.....	64

Cuadro 16. Comparación de medias por ciclo de cultivo de las características evaluadas en frutos de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.....	65
Cuadro 17. Valores propios y proporción explicada de cuatro componentes principales obtenidos a partir de 16 caracteres morfológicos evaluados en 25 híbridos chile Manzano. Chapingo, México.....	68
Cuadro 18. Vectores propios de cuatro componentes principales para 16 caracteres morfológicos evaluados en 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.	69

4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE FRUTO EN HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO (*Capsicum Pubescens* Ruíz y Pavón).

Cuadro 1. Concentraciones en SHU (Scoville Heat Units) de nordihidrocapsaicina (NOR), capsaicina (CAP), dihidrocapsaicina (DIHI) y capsaicinoides totales (CAPS TOT) en frutos frescos de 25 híbridos de chile Manzano y la variedad comercial Grajales St.....	86
Cuadro 2. Contenido de vitamina C (ácido ascórbico) y carotenoides en frutos de 25 híbridos experimentales de chile Manzano y en la variedad comercial Grajales St. Chapingo, México.	89

Cuadro 3. Contenido de solidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y pH evaluados en frutos de 25 híbridos de chile Manzano y la variedad comercial Grajales St. Chapingo, México.	92
Cuadro 4. Firmeza evaluada en frutos de 25 híbridos y la variedad Grajales St. de chile Manzano. Chapingo, México.	99
Cuadro 5. Ángulo de matiz (Hue), croma (Chr) y brillo (L) evaluados en frutos de chile manzano en madurez de consumo. Chapingo, México.	100

5. APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS PARA RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón)

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de cinco variables cuantitativas evaluadas en ocho líneas progenitoras y 28 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.	120
Cuadro 2. Comparación de medias del peso total de frutos (PTF), número de frutos (NF), peso promedio del fruto (PPF), número de lóculos (NL) y grosor del pericarpio (GP) en 36 genotipos de chile Manzano. Chapingo, México.	122
Cuadro 3. Comparación de medias de la ACG de ocho líneas de chile Manzano para peso total de frutos (PTF), número de frutos (NF), peso promedio	

de frutos (PPF), número de lóculos por fruto (NL) y grosor del pericarpio (GP). Chapingo, México.	126
Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas de cinco variables agronómicas de 36 genotipos de chile Manzano evaluados en invernadero. Chapingo, México.....	127
Cuadro 5. Estimación de heterosis específica para rendimiento y calidad de fruto en chile Manzano. Chapingo, México.	128
Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza de cinco variables cuantitativas en 36 genotipos de chile Manzano obtenidos por el método II de Griffing (1956). Chapingo, México.....	130
Cuadro 7. Efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento y calidad de fruto en 8 líneas de chile Manzano. Chapingo, México.	131
Cuadro 8. Efecto de la aptitud combinatoria específica (ACE) de las cruzas simples obtenidas de la hibridación de ocho líneas progenitoras de chile Manzano. Chapingo, México.	133

ÍNDICE DE FIGURAS

3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE CHILE

MANZANO (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón)

Figura 1. Coloración antociánica del hipocotilo en 25 híbridos de chile Manzano.	21
Figura 2. Porte, altura y hábito de crecimiento de plantas de 25 híbridos de chile Manzano.	22
Figura 3. Altura del tallo en plantas de 25 híbridos de chile Manzano, medido de la base del suelo a la primera bifurcación.	24
Figura 4. Presencia e intensidad de antocianinas en los nudos de los tallos en 25 híbridos de chile Manzano.	25
Figura 5. Pubescencia en el segundo entrenudo ubicado abajo del brote apical en plantas de 25 híbridos de chile Manzano.....	26
Figura 6. Forma, tamaño, intensidad del color verde, brillo, ondulación del margen y abullonado de la hoja en 25 híbridos de chile Manzano.....	28
Figura 7. Perfil de la hoja en sección transversal evaluado en 25 híbridos de chile Manzano.	29
Figura 8. Posición del peciolo de la hoja evaluado en 25 híbridos de chile Manzano.	30
Figura 9. Coloración de las anteras, pétalos y posición del pedicelo en flores de 25 híbridos de chile Manzano.	31

Figura 10. Color e intensidad del color antes de la madurez y posición de los frutos en la planta de 25 híbridos de chile Manzano.....	32
Figura 11. Forma del fruto en sección transversal de 25 híbridos de chile Manzano.	33
Figura 12. Forma en sección longitudinal en frutos de 25 híbridos de chile Manzano.	34
Figura 13. Sinuosidad, textura, color, intensidad del color y brillo de los frutos en 25 híbridos de chile Manzano.	36
Figura 14. Presencia o ausencia y profundidad de la cavidad peduncular y aspecto del cáliz en frutos de 25 híbridos de chile Manzano.	37
Figura 15. Forma del ápice del fruto en 25 híbridos de chile Manzano.....	38
Figura 16. Número de lóculos y compactación de la placenta en frutos de 25 híbridos de chile Manzano.	39
Figura 17. Grosor del pericarpio en frutos de 25 híbridos de chile Manzano....	40
Figura 18. Dendrograma jerárquico de 25 híbridos y la variedad Grajales St. de chile Manzano obtenido mediante el método de Ward y el uso de distancias Euclidianas cuadradas.	67

4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE FRUTO EN HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO (*Capsicum Pubescens* Ruíz y Pavón).

- Figura 1. a) Pérdida de peso total (PP) en un periodo de 24 días y b) grosor del pericarpio (GP) de 25 híbridos de chile Manzano. 96
- Figura 2. Pérdida de peso acumulada (PPA) y promedio de la pérdida de peso por fecha de evaluación (PPF) observada en un periodo de 24 días en frutos de 25 híbridos de chile Manzano y la variedad Grajales St. .. 97

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El Chile pertenece al género *Capsicum*, se encuentra ampliamente distribuido en el mundo y su importancia económica radica en que se utiliza en la alimentación humana y en la creciente industria alimentaria (como saborizante) y farmacéutica, para la extracción de oleorresinas, por el aroma y colores que presenta (Muciño, *et. al.*, 2004).

El género *Capsicum* incluye más de 26 especies, 12 de de las cuales y algunas variedades son utilizadas por el hombre; cinco son las especies domesticadas y se cultivan: *Capsicum annuum* (Jalapeño, Serrano, Ancho, Pasilla, Mirasol o Guajillo, de Árbol, Chiltepín o Piquín), *C. baccatum*, *C. chinense* (Habanero), *C. frutescens* (Tabasco) y *C. pubescens* (Manzano). La clasificación de las especies de chile se basa principalmente en la forma de las flores, genética, bioquímica y distribución geográfica (Bosland y Votava, 2000; López, 2003).

El chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) es originario de las partes altas de Perú y Bolivia, fue introducido a México a principios del siglo XX; se puede encontrar en las regiones con altitudes entre 1572 y 2700 m. Se caracteriza por tener semillas rugosas de color negro, hojas y tallos pubescentes, flores de color púrpura (algunas veces con centro blanco) o blancas (con estambres amarillos, filamento y estilo blanco), frutos esféricos, de color verde en estado inmaduro y amarillo, naranja o rojo al madurar, y adaptarse a climas de tierras altas tropicales (Chávez y Castillo, 1999; Muciño *et al.*, 2004; Pérez y Castro, 2012; Yamamoto *et al.*, 2013).

Chávez y Castillo (1999) valoraron la variabilidad de los caracteres morfológicos en 84 colectas de chile Manzano obtenidos de los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Morelos, México y Michoacán. Ellos encontraron que las colectas presentaron variación principalmente en fruto; y que las variables con mayor valor fueron tamaño del fruto, número de lóculos, número de semillas por fruto y por lóculo. Por otro lado, Santos *et al.* (2012) indicaron para *Capsicum* spp., incluyendo *C. pubescens*, el color de la semilla, coloración de la corola, presencia de manchas en los pétalos y el anillo de constricción, como características morfológicas de identificación en cultivares.

Las áreas de cultivo en México se concentran en los estados de Puebla, Michoacán, Veracruz y Estado de México (Pérez y Castro, 2012). En 2013 la superficie sembrada de este cultivo fue de 1500 ha en campo abierto y de 60 ha en condiciones de invernadero, con producción total de 3370.5 toneladas, y rendimiento promedio de 10.59 t·ha⁻¹ en campo abierto y de 78.36 t·ha⁻¹ en invernadero. La superficie sembrada y producción se acrecentó de 2011 a 2013 al observarse incremento de 45 % para la primera y en consecuencia el incremento en la producción fue de 96 %. (SIAP, 2014), lo anterior indica que existe demanda creciente para este tipo de chile.

La producción puede ser a campo abierto, de temporal o con riego por goteo, o bien de forma intensiva en invernadero. Sin embargo, ésta se hace con materiales criollos que los productores seleccionan, lo que genera amplia diversidad fenotípica y genotípica en cuanto a color (amarillo, naranja y rojo), forma (manzana o aperado), y tamaño del fruto medianos (70 mL) a grandes (90 mL), y presencia de enfermedades que convergen en bajo rendimiento y calidad

de frutos. Lo anterior, aunado a la demanda del producto, sugiere la necesidad de crear un programa de producción y mejoramiento genético de esta especie (Pérez y Castro, 2012).

Los sistemas de producción de chile Manzano están directamente relacionados con la calidad del fruto. Espinoza-Torres *et al.* (2010) indicaron que los frutos cosechados de plantas a campo abierto son de menor calidad al presentar menor vida de anaquel, frutos de menor tamaño y de poca consistencia; por otro lado, los producidos en condiciones de invernadero son de mayor calidad (mayor vida de anaquel y más brillosos).

La calidad de los frutos está determinada por varios indicadores como tamaño, peso, firmeza, intensidad del color y brillo, uniformidad en forma y tamaño, ausencia de defectos (grietas, pudriciones, quemaduras de sol), fisiopatías, y enfermedades. Sin embargo, los índices de calidad están finalmente determinados por el consumidor (Espinoza-Torres *et al.*, 2010).

En frutos de chile Manzano se ha evaluado en poscosecha el efecto del empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad (firmeza de los frutos, acidez titulable, concentración de vitamina C), vida de anaquel (pérdida de peso), y rendimiento (Cuevas, 1999; Gasga, 2002; Clemente, 2004; Arroyo, 2010; Espinoza-Torres *et al.*, 2010; Facundo, 2014; González y Zuñiga, 2014; Licona y Ojeda, 2015)

En un programa de desarrollo de híbridos, el objetivo es identificar una nueva línea que, cuando se cruce con otros progenitores, produzca híbridos con mayor rendimiento y calidad de frutos. El primer paso en la evaluación del potencial de nuevas líneas es cruzarlas con un progenitor común y comparar el rendimiento

de los híbridos. El progenitor común es referido como el probador y los híbridos producidos son referidos como cruza prueba o cruza directa.

De acuerdo con Márquez (1988) la aptitud combinatoria se refiere a la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de la progenie. La aptitud combinatoria general, se define como el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas y la aptitud combinatoria específica (ACE) como los casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor (o peor) de lo que podía esperarse en base al comportamiento promedio de las líneas involucradas.

Los cultivares híbridos son utilizados para la producción comercial de varias especies vegetales. Estos son un tipo deseable debido a la heterosis, que se define como el incremento en rendimiento de híbridos individuales comparado con los progenitores. La ocurrencia de heterosis es común en especies vegetales, sin embargo el nivel de expresión es altamente variable; lo anterior depende de la presencia en un híbrido de diferentes alelos en un locus y de la existencia de algún nivel de dominancia entre estos alelos (Fehr, 1993).

En Chile Manzano se han realizado estudios sobre aptitud combinatoria para capsaicinoides, rendimiento y calidad de frutos (Zewdie *et al.*, 2001; Pérez-Grajales *et al.*, 2009) y heterosis para capsaicinoides y vitamina C (Cruz-Pérez *et al.*, 2007).

En 1994 se crea el programa de mejoramiento genético y fisiológico de Chile Manzano en la Universidad Autónoma Chapingo, en el cual se generó la variedad comercial Grajales St. A partir de esta variedad comercial se seleccionaron materiales con potencial que dieron origen a 8 líneas con cinco ciclos sucesivos

de autofecundación, que presentaron características de calidad de fruto sobresalientes en cuanto a grosor del pericarpio, número de lóculos, tamaño, color y picor. Se consideró que éstas características pueden mejorarse aún más por lo que se procedió a realizar cruza dialélicas por el modelo de Griffing (1956) método II, obteniendo así 25 híbridos de cruza simple los cuales debían ser caracterizados e identificar líneas e híbridos con potencial. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue efectuar la caracterización morfológica, poscosecha e identificar híbridos sobresalientes que sean superiores a los progenitores para registro y protección legal en el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS); con la hipótesis de que la hibridación da uniformidad a las características morfológicas, mejora las características de rendimiento y calidad de fruto de los genotipos evaluados con respecto a los progenitores.

2. LITERATURA CITADA

- Arroyo B., V.M. 2010. Rendimiento y calidad del fruto de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en función de cuatro tipos de poda de ramas. Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 53 p.
- Bosland, W. P., and J. E. Votava. 2000. Peppers: vegetable and spice Capsicums. Crop Production Science in Horticulture 12. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204 p.
- Chávez S., J.L., y F. Castillo G. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Revista Fitotecnia Mexicana 22: 27-41.
- Clemente L., I. 2004. Características poscosecha de cinco híbridos de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.
- Cruz-Pérez, A. B., V. A. González-Hernández, R. M. Soto-Hernández, M. A. Gutiérrez-Espinoza, A. A. Gerdea-Béjar, y M. Pérez-Grajales. 2007. Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile Manzano. Agrociencia 41: 627-635.
- Cuevas F., L. 1999. Rendimiento, calidad y precocidad de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) en función de la aplicación de B-9 y contenido bromatológico. Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.

- Espinosa-Torres, L. E., M. Pérez-Grajales, M. T. Martínez-Damián, R. Castro-Brindis, y G. Barrios-Puente. 2010. Efecto de empaques y temperaturas en chile Manzano (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón). Revista Chapingo Serie Horticultura 16: 115-121.
- Facundo A., P. 2014. Rendimiento y calidad de fruto de ocho líneas de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 33 p.
- Fehnr, W.R. 1993. Principles of cultivar development Vol 1. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company. Iowa, USA. 536 p.
- Gasga P., R. 2002. La poda de ramas y su efecto en el rendimiento y calidad de frutos de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 65 p.
- González J., J., Y. Zuñiga O. 2014. Rendimiento, precocidad y calidad de fruto de 25 híbridos de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. & P.). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 37 p.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463-493.
- Licon Y., A., y H. Ojeda L. 2015. Rendimiento y calidad poscosecha de chile manzano injertado sobre CM-334 y efecto de reguladores de crecimiento. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 57 p.

- López R., G. O. 2003. Chili: la especie del nuevo mundo. Ciencias 69: 66-75.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia vegetal: métodos, teoría, resultados. Tomo II. Ed. AGT. México D.F. 665 p.
- Muciño S., S., E. Pedral M., J. G. Aquino M., y M. López R. 2004. Guía para cultivar chile Manzano en Invernadero. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX). Gobierno del Estado de México. 12 p.
- Pérez G., M. y R. Castro B. 2012. El chile Manzano. Departamento de Publicaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 128 p.
- Pérez-Grajales, M., V. A. González-Hernández, A. Peña-Lomelí, and J. Sahagún-Castellanos. 2009. Combining ability and heterosis for fruit yield and quality in Manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R & P) landraces. Revista Chapingo Serie Horticultura 15: 103-109.
- Santos V., S. F., T. C. Vasconcelos M., J. Dias F., and A. Batista L. 2012. Morphological characterization and determination of pungency in *Capsicum* spp. Acta Horticulturae 939: 315-322.
- SIAP, Sistema de Información Agropecuaria. 2014. Anuario estadístico: Cultivos cíclicos y perennes. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> consultada en diciembre de 2015.

- Yamamoto, S., T. Djarwaningsih, and H. Wiriadinata. 2013. *Capsicum pubescens* (Solanaceae) in Indonesia: Its history, taxonomy, and distribution. *Economic Botany* 67: 161-170.
- Zewdie, Y., P. Bosland W., and R. Steiner. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. *HortScience* 36: 1315-1317.

3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO **(*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón)**

3.1 RESUMEN

Se obtuvieron 25 híbridos de cruza simple a partir de ocho líneas S₅. En el presente estudio se describieron características morfológicas para identificar si son distintas, homogéneas y estables en los caracteres de la planta, hoja, flor, y fruto, y cuales permiten caracterizar una variedad de chile Manzano, con la hipótesis de que existen híbridos sobresalientes en características morfológicas. Los 25 híbridos y la variedad comercial Grajales St. (testigo) se establecieron en condiciones de invernadero en 2012 y 2013, la caracterización se hizo con base en la guía para la descripción de variedades de *Capsicum annuum* L. de la UPOV y del SNICS. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en las características cuantitativas vegetativas y de fruto, con relación a la variedad Grajales St. y homogeneidad dentro de cada uno de ellos. La estabilidad se presentó en la mayoría de los caracteres, excepto en longitud y ancho de la hoja, y longitud del peciolo. En el análisis de agrupamiento se determinó que de acuerdo al criterio cúbico y la pseudoestadística de Hotelling tres grupos fueron los adecuados con altura de corte de 0.13 r^2 semiparcial. El 78 % de la variabilidad entre genotipos fue explicada por los primeros cuatro componentes principales, los cuales están representados por grosor del pericarpio, número de lóculos, longitud del fruto, peso del fruto, longitud del pedúnculo del fruto, diámetro del pedúnculo, altura del tallo, longitud y número de entrenudos, longitud y ancho del limbo, longitud del peciolo, días a inicio de floración y días a madurez, las cuales son de utilidad para la caracterización de variedades de chile Manzano.

Palabras clave: caracterización morfológica, *Capsicum pubescens*, componentes principales, homogeneidad, distinción.

3.2 ABSTRACT

25 hybrids were found in a simple cruz, from 8 lines S₅. In this studio their morphologic characteristics were found to identify if they are different or homogenous and if they are permanent in the features of the plant, leave, flower and fruit and which of them permit to characterize a variety of manzano chili. Based on the hyphotesis that outstanding in its morphologic characteristics hybrids exist. The 25 hybrids and the Grajales St. (witness) comercial variety were established in greenhouse conditions in 2012 and 2013, the characterizaion was made based on the guide for the description of varieties of *Capsicum annuum* L. de la UPOV y the SNICS .Very important statistical differences were found in the cuantitative, vegetative of the fruit characteristics, related to the commercial variety Grajales St. And homogeneity in each one of them. The stability was present in the majority of the features, except in the lenght and width of the leave, and width of the petiole. According to the cubical criteria and the pseudostatistic of Hotelling in this group análisis three groups were determined to be the correct ones with the height of cut of 0.13 r^2 semipartial. the 78 % of the variability among genotypes was explained by the first four main components which are represented by thickness of the pericarp, number of loculs , lenght of the fruit , weight of the fruit , lenght of the peduncle of the fruit , diameter of peduncle , height of the stalk , lenght and number of joints , lenght and widht of the lymbo , lenght of peciole , days of the initiation of blossom and days of matureness , wich are useful for the characterization of varieties of manzano chili. In the bidimentional plane formed by the principal components 1 and 2 (50%)

Keywords: morphologic characterization, *Capsicum pubescens*, principal components, homogeneity, distinction.

3.3 INTRODUCCIÓN

El chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) es una planta originaria de las partes altas de Perú y Bolivia, fue introducido a México a principios del siglo XX y es el único tipo de chile que se encuentra en las regiones con altitudes de 1700 a 2500 m. Existen al menos 1500 ha distribuidas en la Sierra Norte de Puebla; Tacámbaro y Zitácuaro, Michoacán; Huatusco y Zongolica, Veracruz; Coatepec Harinas y San Miguel Tlaixpan, Estado de México; y San Cristóbal de las Casas y Motozintla, Chiapas, entre otros lugares (Pérez y Castro, 2012).

Generalmente la producción se realiza en zonas altas y frías, en huertos de traspatio y en superficies de no más de cinco hectáreas dónde se asocia con árboles frutales, dado que es una planta que requiere baja intensidad de luz. El cultivo depende del temporal y los rendimientos son relativamente bajos, cinco a siete $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$. En un sistema de producción intensivo en invernadero se obtienen 75 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ y mayor calidad de fruto, lo cual representa una ventaja en la comercialización del producto (Pérez y Castro, 1998).

Existe gran diversidad en el chile Manzano en cuanto a color, forma y tamaño del fruto; los consumidores prefieren los de color amarillo sobre anaranjados y rojos, mientras que la preferencia se inclina hacia frutos en forma de manzana o cuadrada, y no hacia los que tienen forma de pera. Los frutos son carnosos, altamente picosos y aromáticos, preferentemente se consume en fresco, sólo o en salsas, rellenos, o picados en ensaladas (Pérez y Castro, 2012).

El cultivo de chile Manzano en invernadero está creciendo de manera vertiginosa y se caracteriza por el uso de malla-sombra, sustratos inertes, solución nutritiva, riego

por goteo, sistema de tutoreo, poda de ramas y hojas, control de plagas y enfermedades; todo ello enfocado a mejorar las condiciones de cultivo para obtener mayor calidad, rendimiento y oportunidad en su producción para satisfacer la demanda de un mercado creciente.

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 en 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 (Narváez, 2002).

Para atender esta demanda, en 1994 en la Universidad Autónoma Chapingo, se inició un programa de mejoramiento genético de la especie *C. pubescens*. 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 postcosecha.

Solo seis colectas contrastantes fueron empleadas para llevar a cabo cruzamientos entre ellas. Se empleó el modelo dialélico de Griffing (1956) método dos; se efectuaron cruza entre las seis colectas sin estudiar efectos maternos. Como resultado se obtuvieron 15 híbridos intervarietales más los seis progenitores. De la evaluación de estos materiales genéticos, en 2002 se identificó al híbrido intervarietal Zongólica X Puebla como sobresaliente en rasgos de calidad, rendimiento y precocidad de frutos.

El híbrido fue evaluado y descrito de acuerdo a los descriptores de la guía de *Capsicum annuum* del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

(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. En 2002, de este híbrido interpoblacional o intervarietal se derivaron ocho líneas (S₅) a través de cinco ciclos de autofecundación en cada una de ellas.

Éstas líneas tienen características sobresalientes en calidad de fruto, poseen 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 picor moderado a alto; y las plantas son de crecimiento indeterminado por lo que se manejan con sistema de tutoreo y podas frecuentes.

Se consideró que tales características se podían mejorar aún más a través de cruza, por lo que se procedió a realizar un diseño dialélico por el método II de Griffing (1956) entre las ocho líneas sobresalientes, dando origen a 25 híbridos de cruce simple, con el propósito de identificar aquéllos que presenten características superiores a los progenitores y de gran uniformidad en las características mencionadas con la finalidad de registrarlas para su protección legal en el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue efectuar la descripción de los 25 genotipos en base a características morfológicas de planta, hojas, flores y frutos, para identificar si son distintas, homogéneas y estables y conocer qué características morfológicas permiten caracterizar una variedad de chile Manzano, con la hipótesis de que existen híbridos sobresalientes en características morfológicas que los diferencian.

3.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se emplearon 25 híbridos y la variedad comercial Grajales St. Las semillas se sembraron en charolas de unicel de 200 cavidades, se utilizó como sustrato peat moss y agrolita. En 2012 y 2013 se trasplantaron en condiciones de invernadero a camas de 0.30 m de profundidad a una distancia entre plantas de 0.8 m y 1.6 m entre hileras. El manejo de cultivo se llevó a cabo de acuerdo a lo propuesto por Pérez y Castro (2012), que consiste en el cultivo intensivo en invernadero, riego por goteo y empleo de solución nutritiva propuesta por Pérez y Castro (1998).

Diseño experimental

La plantación se hizo en un diseño completamente al azar, con 18 repeticiones, donde la unidad experimental fue una planta. Los caracteres de las hojas se midieron en 50 hojas de cada material, se considerando cada hoja como una repetición. En frutos, la unidad experimental fue un fruto, con 15 repeticiones en cada híbrido.

Descripción de los híbridos

La caracterización de los materiales se realizó con la guía de descriptores propuesta para *Casicum annuum* L. de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) (Anexo B). Las características cualitativas se evaluaron visualmente, se consideró para ello la moda aritmética en cada una de las variables evaluadas (Anexo A).

En el Cuadro 1 se muestran las variables de la planta, tallo, hoja, flor y fruto evaluadas en los híbridos de chile Manzano. Se evaluaron 16 características cuantitativas y 35 cualitativas.

Cuadro 1. Características morfológicas de la planta, tallo, hoja, flor y fruto evaluadas para la caracterización de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

Característica	Etapas De Medición
PLÁNTULA	
1. Pigmentación antociánica del hipocotilo (ANTHIP)	a**
2. Altura de la planta (ALPLA)	b
3. Porte de la planta (PORPLAN)	b
4. Hábito de crecimiento (HCRE)	b
TALLO	
5. Longitud del tallo* (APB)	b
6. Presencia o ausencia de entrenudos acortados en la parte superior (PENTSUP)	b
7. Presencia o ausencia de pigmentación antociánica de los nudos (PIANTNUD)	d
8. Intensidad de la pigmentación antociánica de los nudos (INANU)	d
9. Número de entrenudos* (NENT)	b
10. Longitud de entrenudos* (LENT)	b
11. Pilosidad del tallo (PUBTA)	d
HOJA	
12. Longitud del limbo* (LL)	c
13. Ancho del limbo* (AL)	c
14. Intensidad del color verde (ICOL)	c
15. Forma de la hoja (FORHOJ)	c
16. Ondulación del margen de la hoja (ONMAR)	c
17. Abullonado de la hoja (ABU)	c
18. Perfil en sección transversal de la hoja (PESTRA)	c
19. Brillo de la hoja (BRIHO)	c
20. Porte del peciolo de la hoja (POPEC)	c
21. Longitud del peciolo* (LPEC)	c
FLOR	
22. Pigmentación antociánica de la antera (PIANANT)	e
23. Intensidad antociánica de los pétalos (INANPET)	e
24. Posición del pedicelo (POSPE)	e
FRUTO	
25. Color del fruto antes de la madurez (COFAMA)	f
26. Intensidad del color antes de la madurez (ICOANMA)	f
27. Presencia o ausencia de pigmentación antociánica (ANTFRU)	f

Continuación Cuadro 1...

Característica	Etapas De Medición
28. Posición del fruto (POSFRU)	f
29. Peso del fruto* (PF)	f
30. Longitud del fruto* (LF)	f
31. Diámetro del fruto* (DF)	f
32. Relación Longitud y diámetro* (RLD)	f
33. Forma en sección longitudinal (FORSL)	g
34. Forma en sección transversal (FORST)	g
35. Sinuosidad del pericarpio de la parte basal (SIPERB)	g
36. Sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal (SIPERPAPI)	g
37. Textura de la superficie (TEXSUP)	g
38. Color del fruto a la madurez (CFRUMA)	g
39. Intensidad de color a la madurez (ICOMAD)	g
40. Brillo del fruto (BRIFRU)	g
41. Presencia o ausencia de la cavidad peduncular (CAVPED)	g
42. Profundidad de la cavidad peduncular (PROFCA)	g
43. Forma del ápice del fruto (FORAPI)	g
44. Número de lóculos* (NL)	g
45. Espesor de la pulpa* (GP)	g
46. Longitud del pedúnculo* (LPED)	g
47. Diámetro del pedúnculo* (DPED)	g
48. Aspecto del cáliz (ASCA)	g
49. Presencia o ausencia de capsaicina en la placenta (CAP)	g
50. Época de inicio de floración* (INIFLO)	h
51. Época de inicio de a madurez* (IMAD)	i

*Variables cuantitativas. Fuente: elaboración propia con información de las guías para descripción de variedades de *Capsicum annum* de la UPOV y SNICS. ** a) Plántula con 6 a 8 hojas; b) planta con 11 a 17 bifurcaciones; c) Hojas maduras seleccionadas en la octava bifurcación, cuando la planta tiene de 11 a 17 bifurcaciones; d) en ramas exteriores principales con 11 a 17 bifurcaciones, tomar el 2º entrenudo inmediato al ápice; e) al inicio de antesis; f) frutos con inicio de cambio de color verde a amarillo; g) el fruto ha alcanzado el 100 % de color final; h) el 50 % de las plantas evaluadas presentan la primera flor en el tercer nudo floral; y i) el 50 % de las plantas evaluadas presenta el primer fruto con inicio de cambio de color verde a amarillo.

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para las variables cuantitativas, utilizando para ello el programa SAS (Statistical Analysis System for Windows versión 9.0; SAS Institute Inc., 2002).

Para determinar la homogeneidad de los materiales se procedió a realizar el análisis de varianza (ANAVA) con el programa SAS (Statistical Analysis System for Windows versión 9.0; SAS Institute Inc., 2002) de cada una de las variables cuantitativas evaluadas en hojas y frutos; lo anterior se realizó variable por variable e híbrido por híbrido, con el propósito de conocer el comportamiento de las características evaluadas dentro de cada genotipo.

Con la finalidad de identificar la variación y características que diferencian a los híbridos evaluados, también se efectuó un análisis de conglomerados y componentes principales, empleando para ello el programa SAS (Statistical Analysis System for Windows versión 9.0; SAS Institute Inc., 2002).

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización

1. Plántula

- a. **Coloración de antocianinas.** En el hipocotilo de las plántulas de los 25 híbridos y la variedad Grajales St., está presente la coloración por antocianinas (Figura 1).



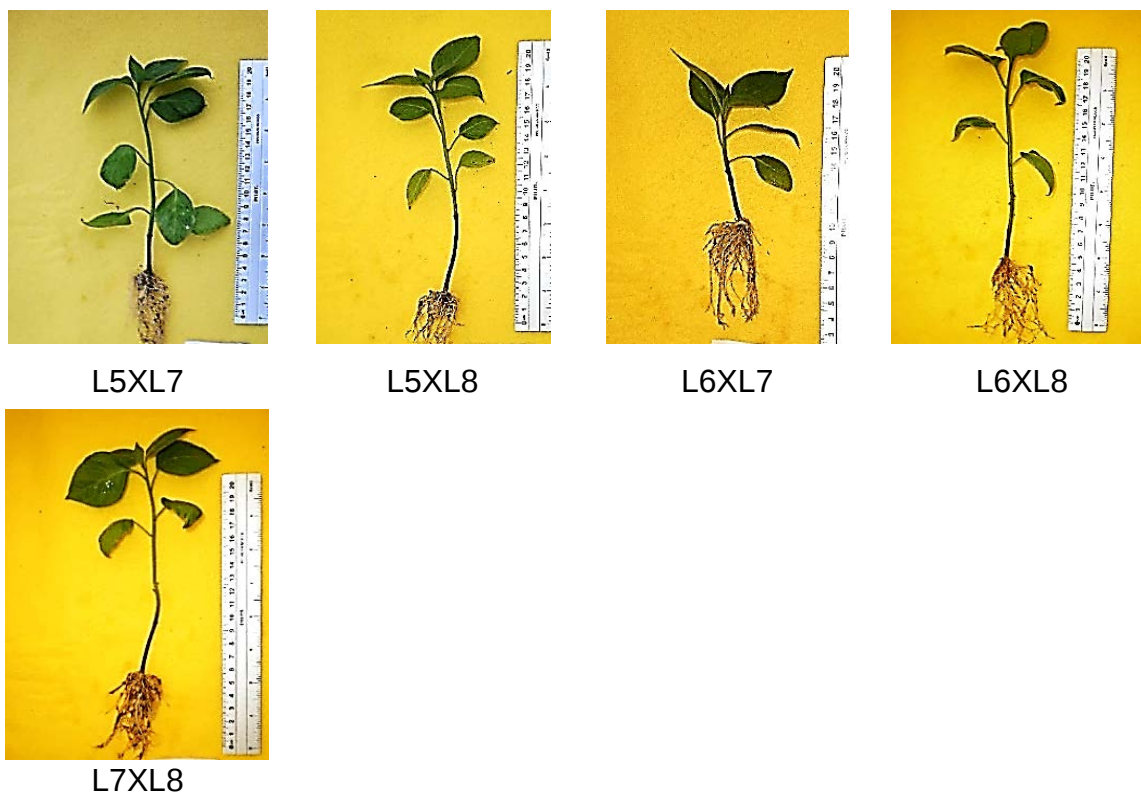


Figura 1. Coloración antociánica del hipocotilo en 25 híbridos de chile Manzano.

2. Planta

- a. **Porte, altura y hábito de crecimiento.** La posición de las plantas es semierecta con crecimiento pseudodicotómico y muy altas dado que son plantas perennes (Figura 2).



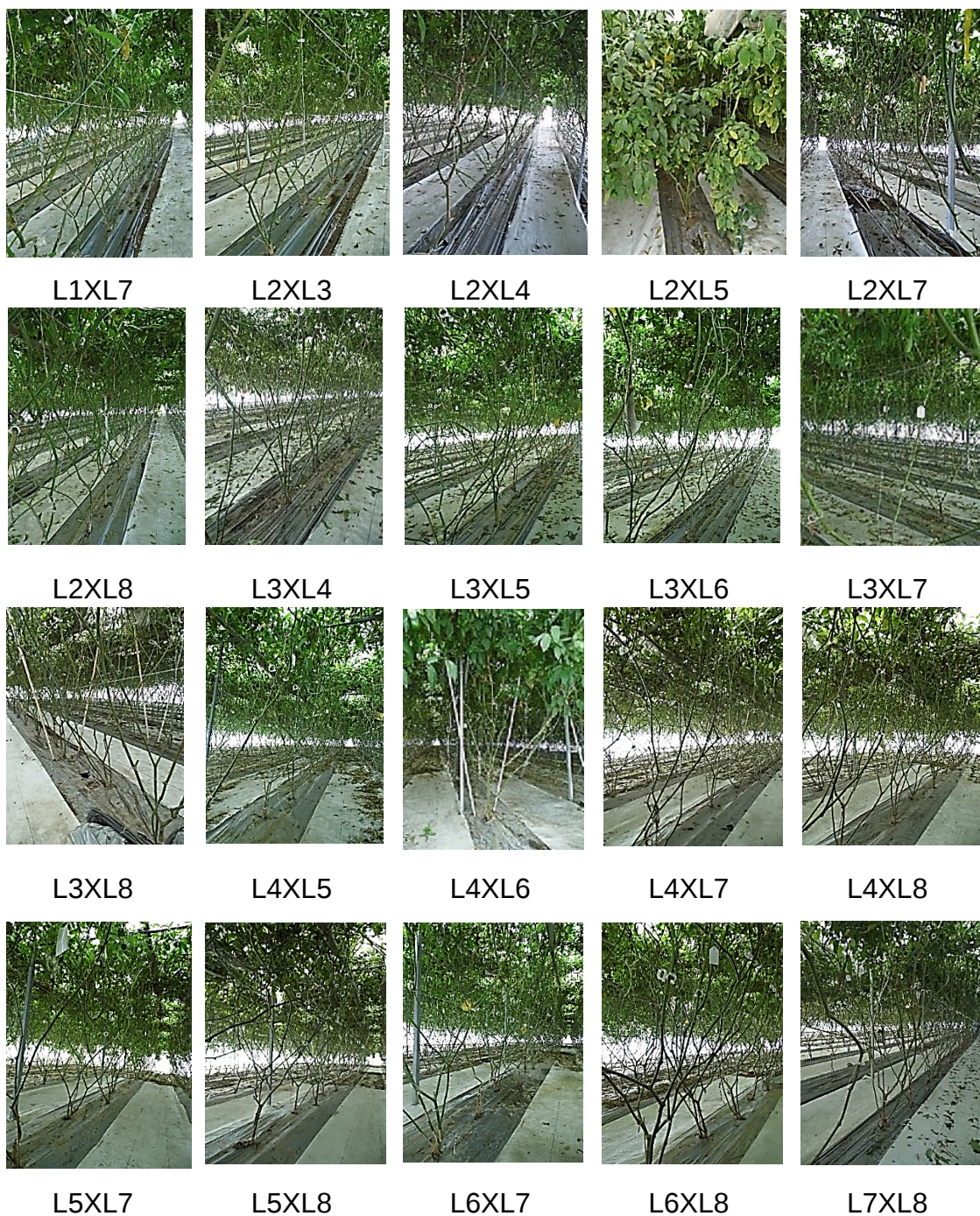


Figura 2. Porte, altura y hábito de crecimiento de plantas de 25 híbridos de Chile Manzano.

b. Longitud del tallo. En promedio la longitud es de 37 cm en los 25 híbridos evaluados, con tallos cortos a medios (Figura 3).

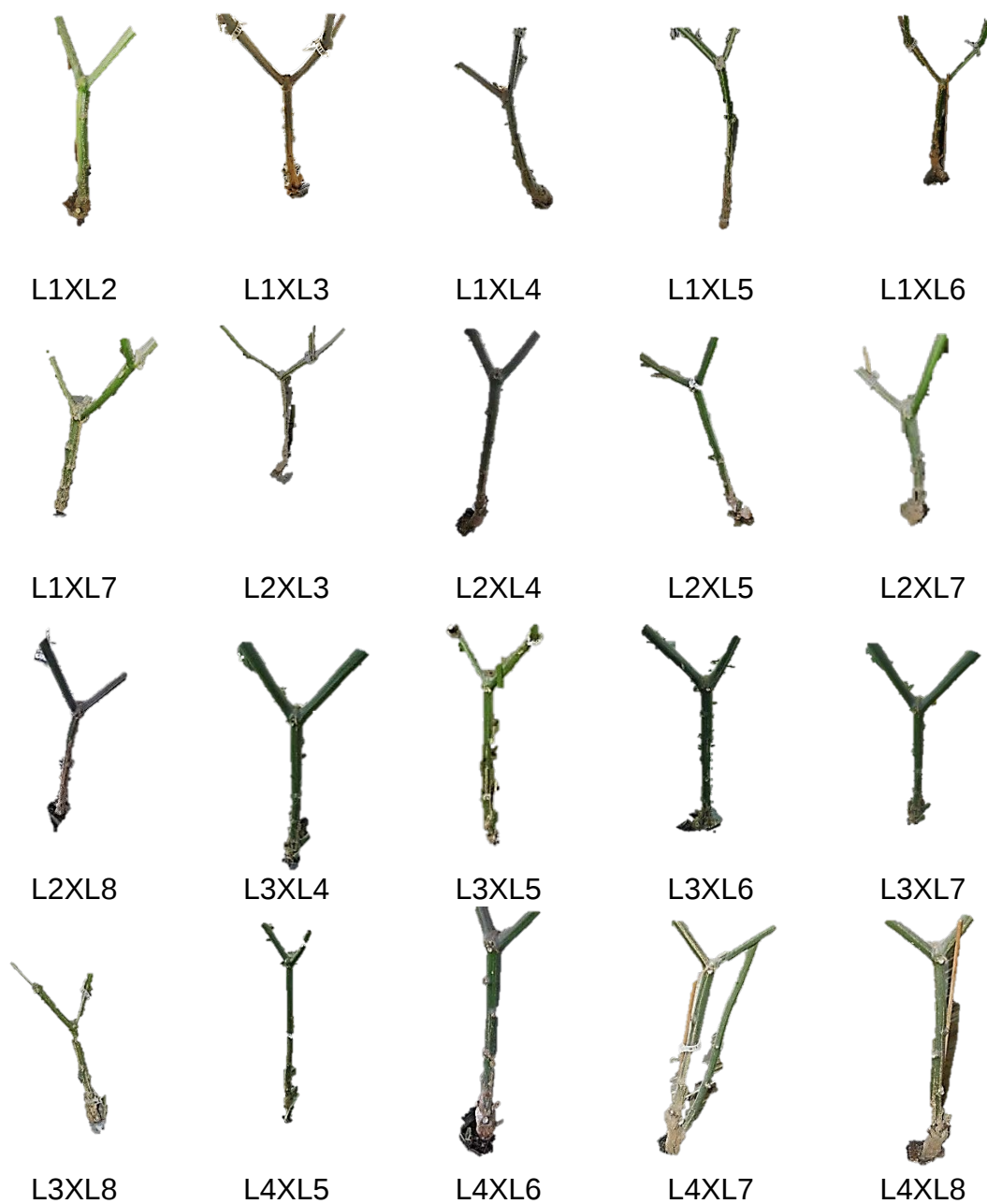




Figura 3. Altura del tallo en plantas de 25 híbridos de chile Manzano, medido de la base del suelo a la primera bifurcación.

c. Entrenudos acortados en la parte superior. Todas las plantas de los 25 híbridos y la variedad Grajales St. presentan entrenudos acortados en la parte superior de los tallos.

d. Número de entrenudos y longitud de los entrenudos. El número de entrenudos oscila de 11 a 17, con longitudes de 12 a 19 cm, se observa relación inversamente proporcional; a mayor número de entrenudos menor longitud de los mismos y viceversa.

3. Tallo

a. Pigmentación de los nudos. Hay presencia de antocianinas en los nudos de los tallos de los 25 híbridos (Figura 4).

b. Intensidad de la pigmentación antociánica de los nudos. En la Figura 4 se observa la intensidad antociánica de los nudos, ésta es diferente entre los híbridos, se encontró la presencia de híbridos con débil, media y fuerte intensidad.

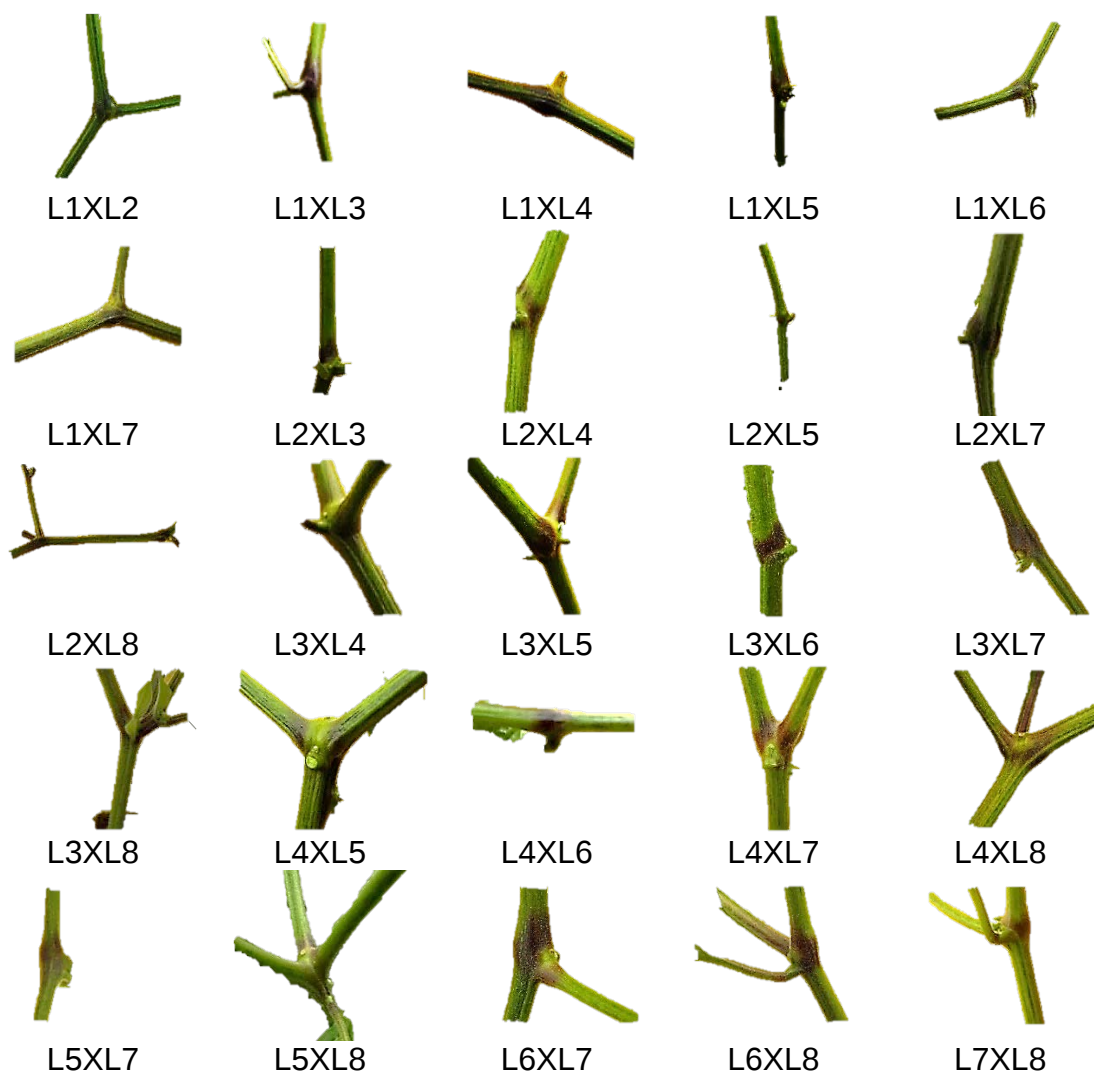


Figura 4. Presencia e intensidad de antocianinas en los nudos de los tallos en 25 híbridos de chile Manzano.

c. Pubescencia de los entrenudos. La pubescencia en los tallos de las plantas de chile Manzano se observa en todos los híbridos caracterizados; varía de débil a muy fuerte (Figura 5).



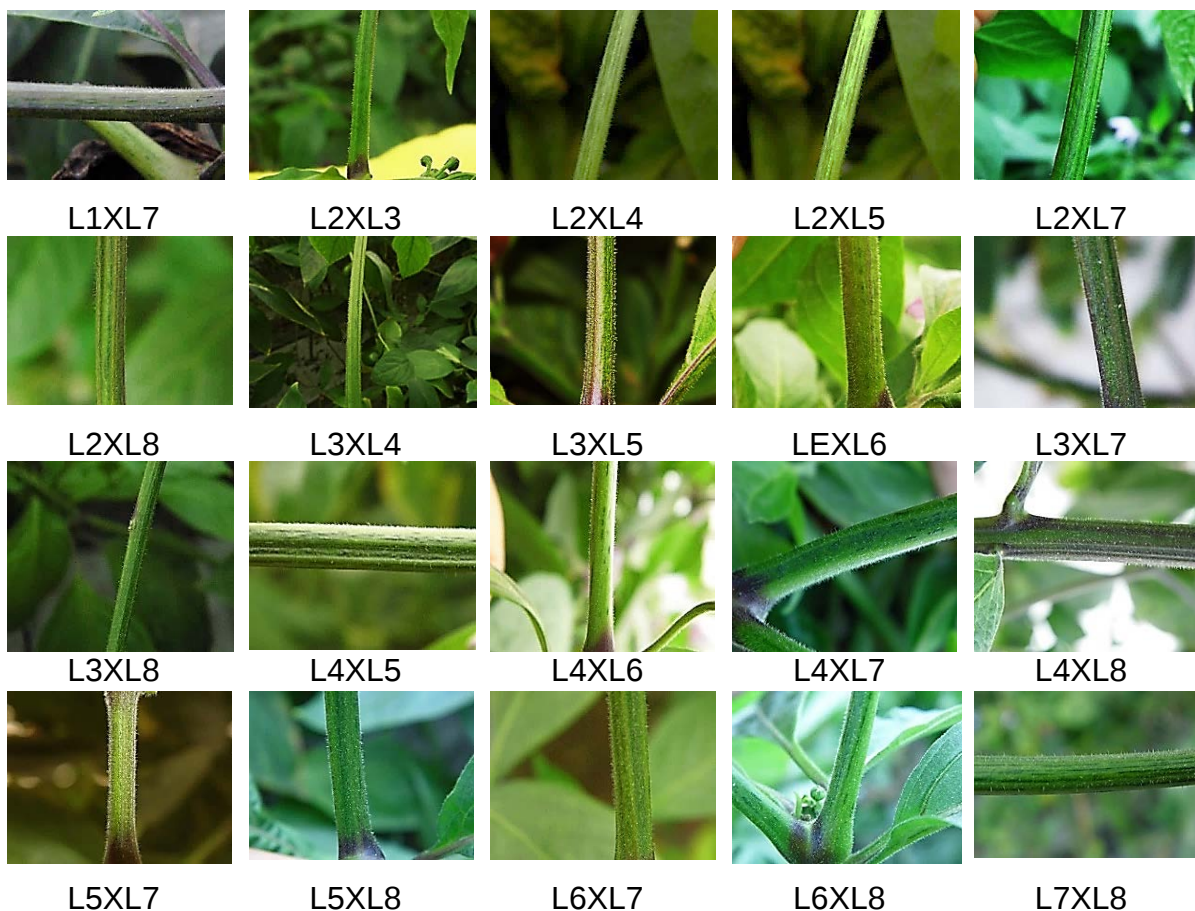


Figura 5. Pubescencia en el segundo entrenudo ubicado abajo del brote apical en plantas de 25 híbridos de Chile Manzano

4. Hoja

- a. **Longitud y ancho del limbo.** Existe variación en la longitud de las hojas, la cual oscila entre 138 (cortas) y 169 cm (largas); en cuanto al ancho de las mismas, son estrechas (< 6 cm) hasta de ancho medio (7 cm).
- b. **Intensidad del color verde y brillo.** Las hojas son de color verde medio a verde oscuro y brillo muy débil a débil (Figura 6).

c. Forma de la hoja. En la Figura 6 se muestran las diferentes formas de las hojas de los híbridos; se encuentran hojas con forma lanceolada y oval.

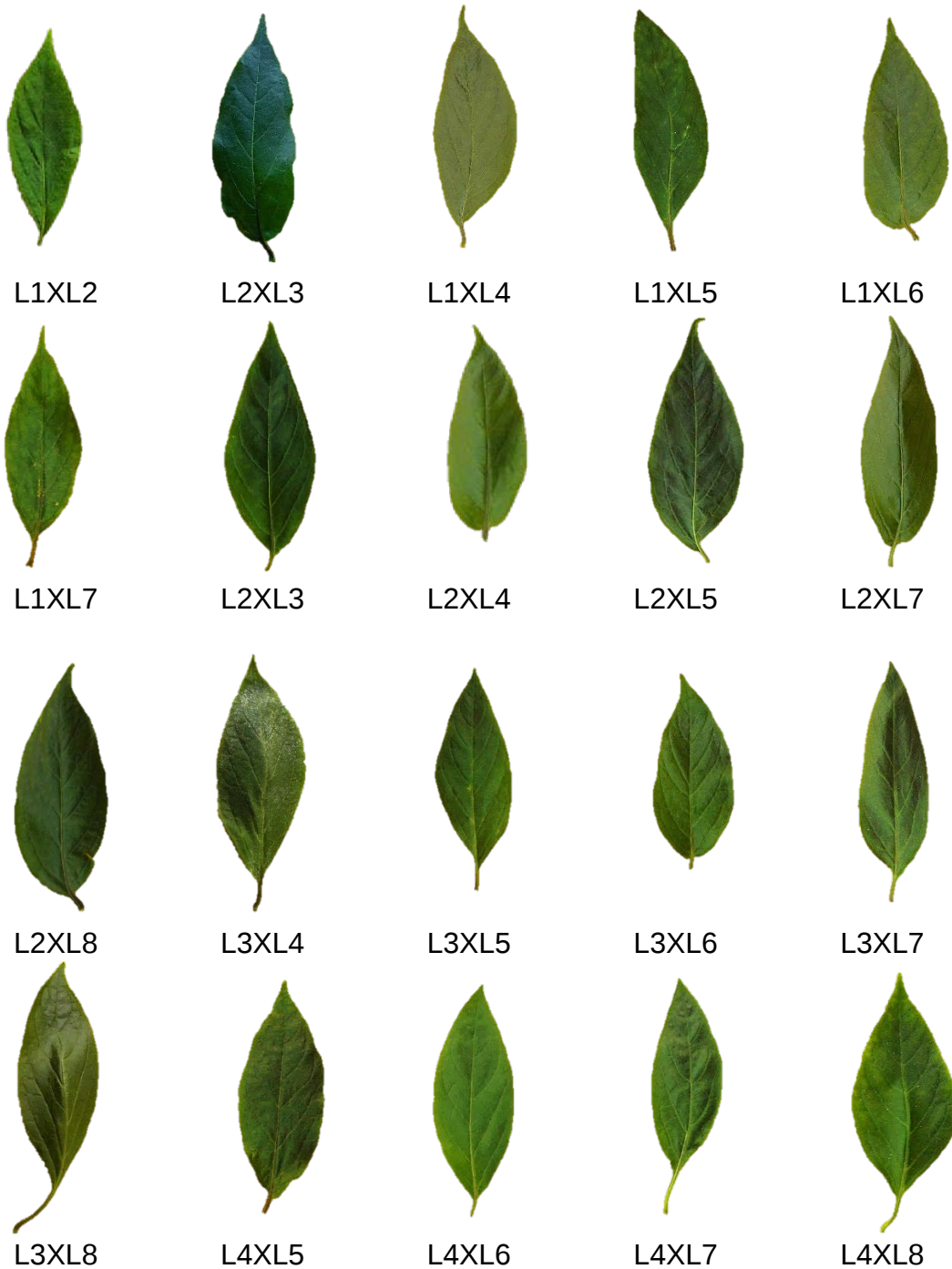
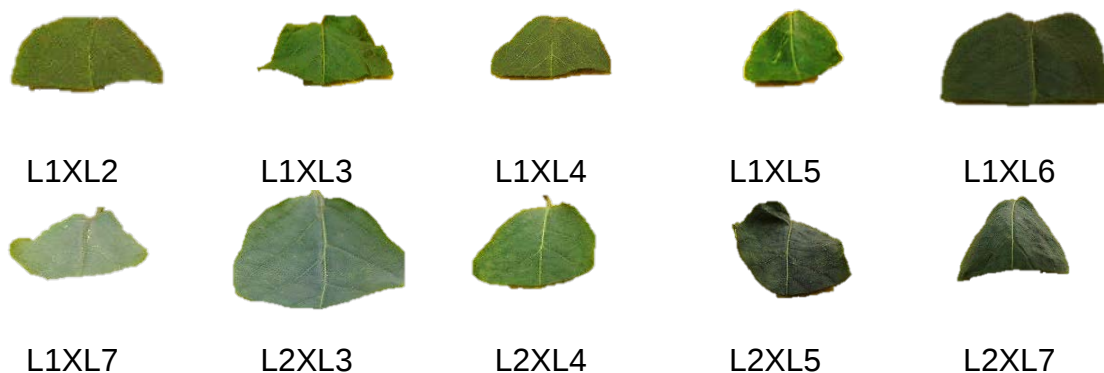




Figura 6. Forma, tamaño, intensidad del color verde, brillo, ondulación del margen y abullonado de la hoja en 25 híbridos de chile Manzano.

- d. Ondulación del margen.** Las hojas de los 25 materiales evaluados presentan margen liso, la ondulación es débil o ausente (Figura 6).
- e. Abullonado.** En las hojas de los híbridos de chile Manzano, el abullonado es ausente o muy débil.
- f. Perfil en sección transversal.** Al hacer el corte transversal se observa que las hojas son moderadamente cóncavas, planas y moderadamente convexas (Figura 7).



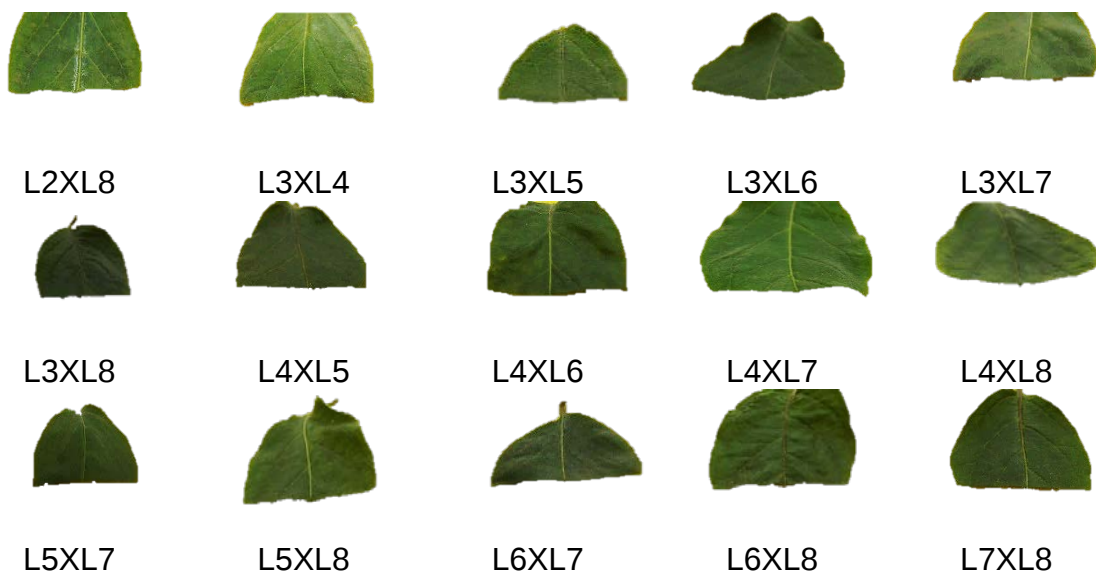
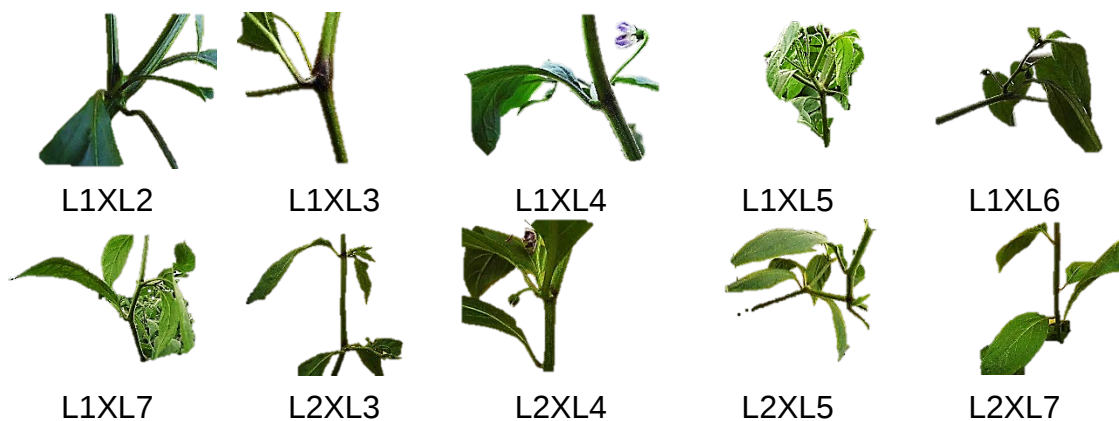


Figura 7. Perfil de la hoja en sección transversal evaluado en 25 híbridos de Chile Manzano.

g. Porte del peciolo. Las hojas de los híbridos evaluados presentan peciolo erectos e intermedios, se observan ambos tipos en la misma planta (Figura 8).



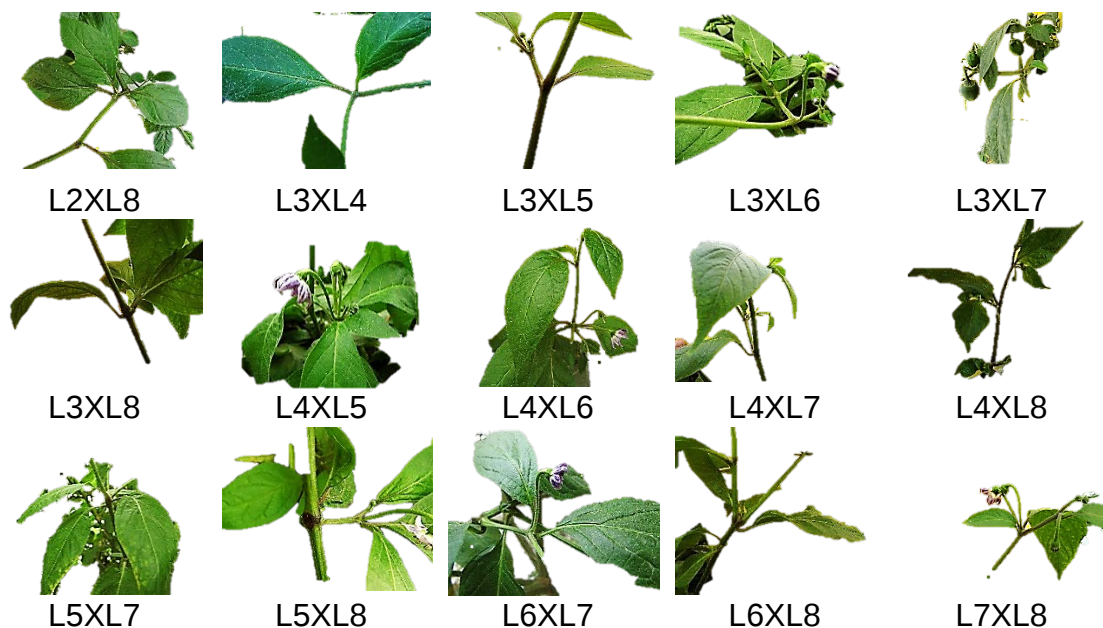


Figura 8. Posición del peciolo de la hoja evaluado en 25 híbridos de chile Manzano.

5. Flor.

- a. **Pigmentación antociánica de la antera.** Se observa la presencia de antocianinas en las anteras y pétalos; en los pétalos la coloración varía de débil a fuerte, mientras que en las anteras la intensidad del color es fuerte (Figura 9). El número de anteras es igual al número de pétalos, y en la misma planta e híbrido se encontraron flores con 6 a 8 anteras y pétalos.
- b. **Posición del pedicelo.** La posición del pedicelo es erecto y rara vez intermedio, ambas posiciones se encuentran en flores dentro de la misma planta e híbrido (Figura 9).

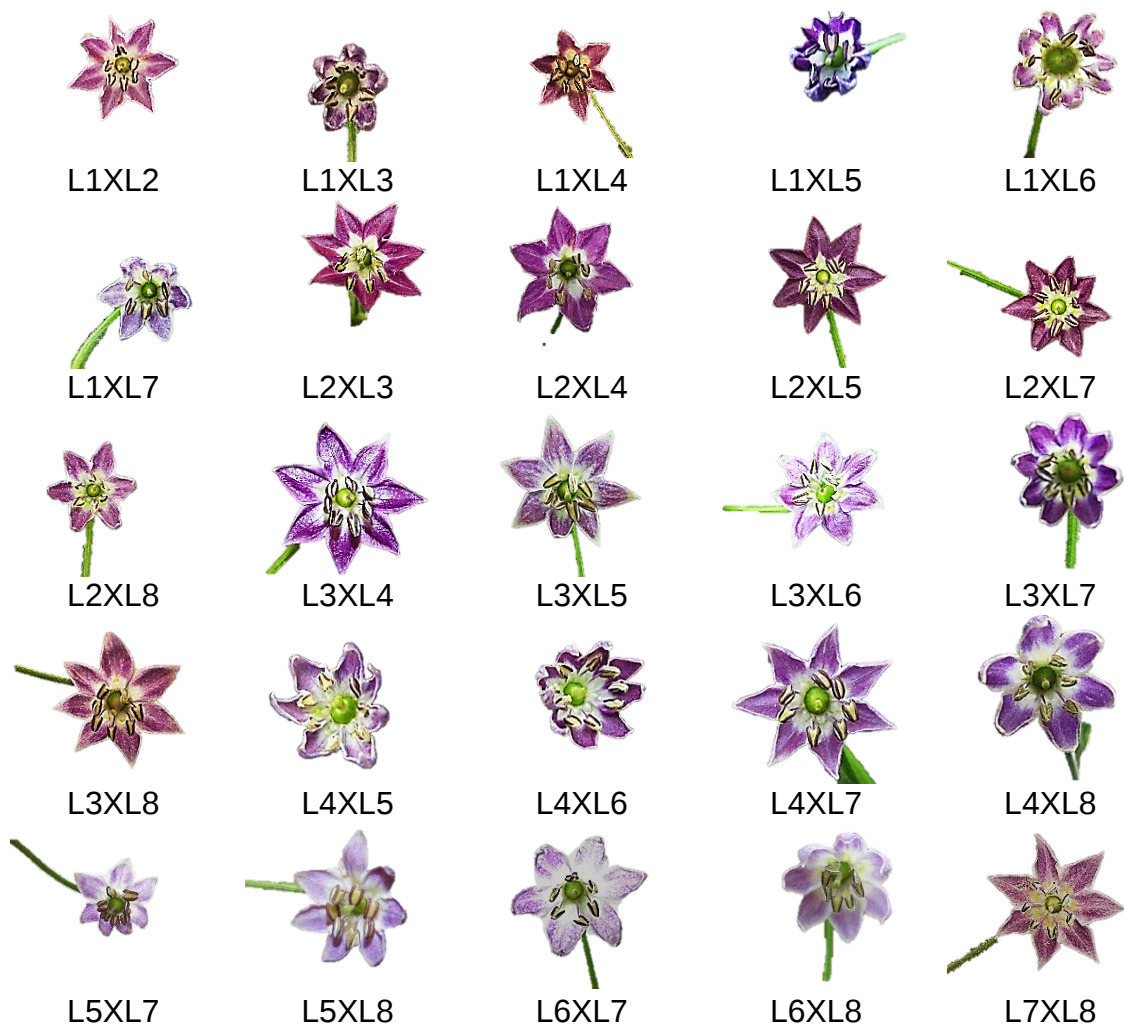


Figura 9. Coloración de las anteras, pétalos y posición del pedicelo en flores de 25 híbridos de chile Manzano.

6. Fruto

a. Color e intensidad del color antes de la madurez y porte del fruto.

Los 25 híbridos presentan frutos de color verde medio a verde oscuro y sin pigmentación antociánica antes de la madurez. La posición de los frutos en la planta es colgante (Figura 10).

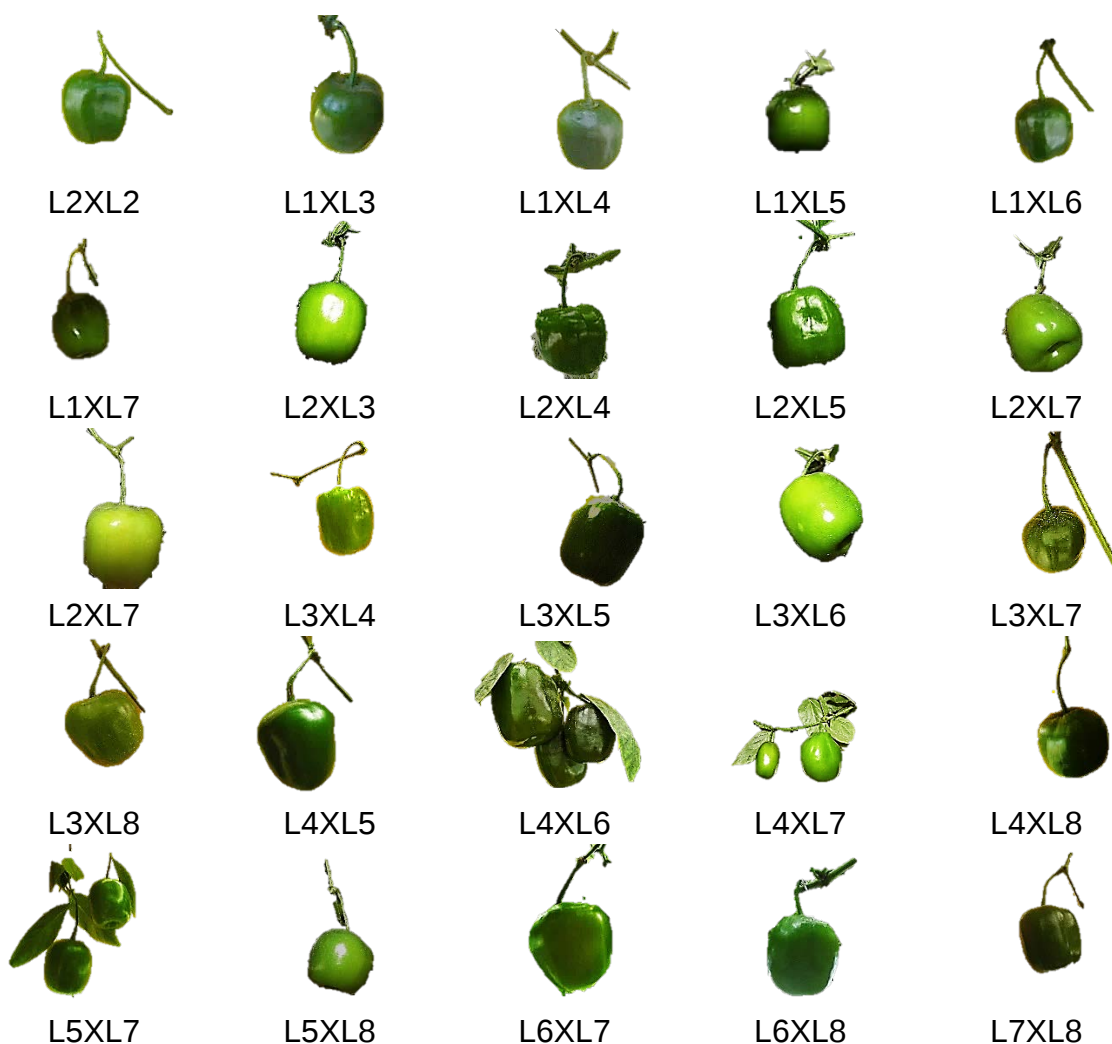


Figura 10. Color e intensidad del color antes de la madurez y posición de los frutos en la planta de 25 híbridos de Chile Manzano.

b. Tamaño del fruto. Longitud, diámetro y relación longitud/diámetro.

Hay frutos de diferente longitud y diámetro entre los híbridos evaluados, la longitud varía de 5.6 a 6.9 cm lo que da frutos medianos a muy largos, estrechos a muy anchos (de 4.9 a 6.3 cm) con pedúnculos largos o muy largos y gruesos o muy gruesos. Los frutos presentan una relación de mayor longitud y menor diámetro medio.

c. Forma en sección transversal. Los frutos de los 25 híbridos en sección transversal son de forma angular y/o circular (Figura 11), ambas formas se encuentran en de cada híbrido.

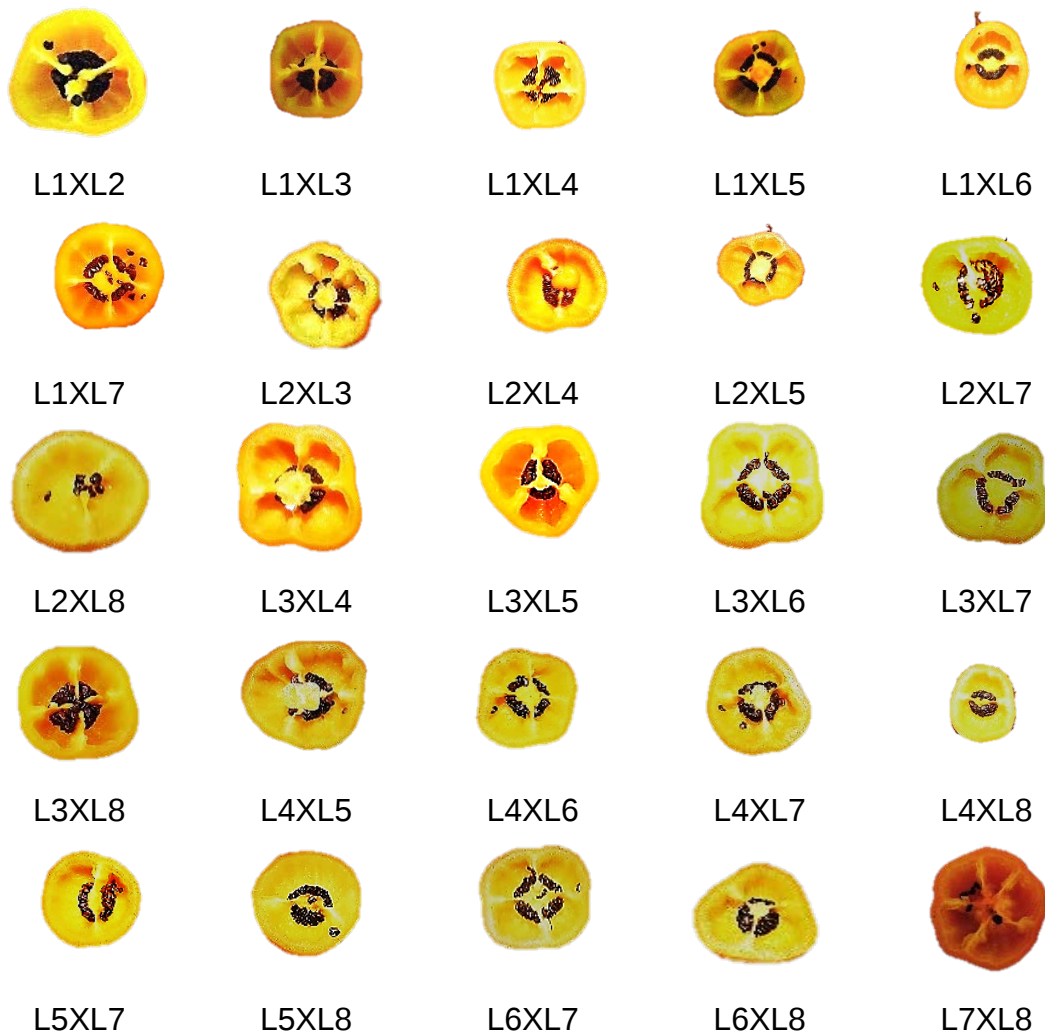


Figura 11. Forma del fruto en sección transversal de 25 híbrdos de chile Manzano.

d. Forma en sección longitudinal. Se encuentran frutos en forma cuadrada y rectangular, se presentan ambas formas dentro de cada uno de los 25 híbrdos evaluados (Figura 12).

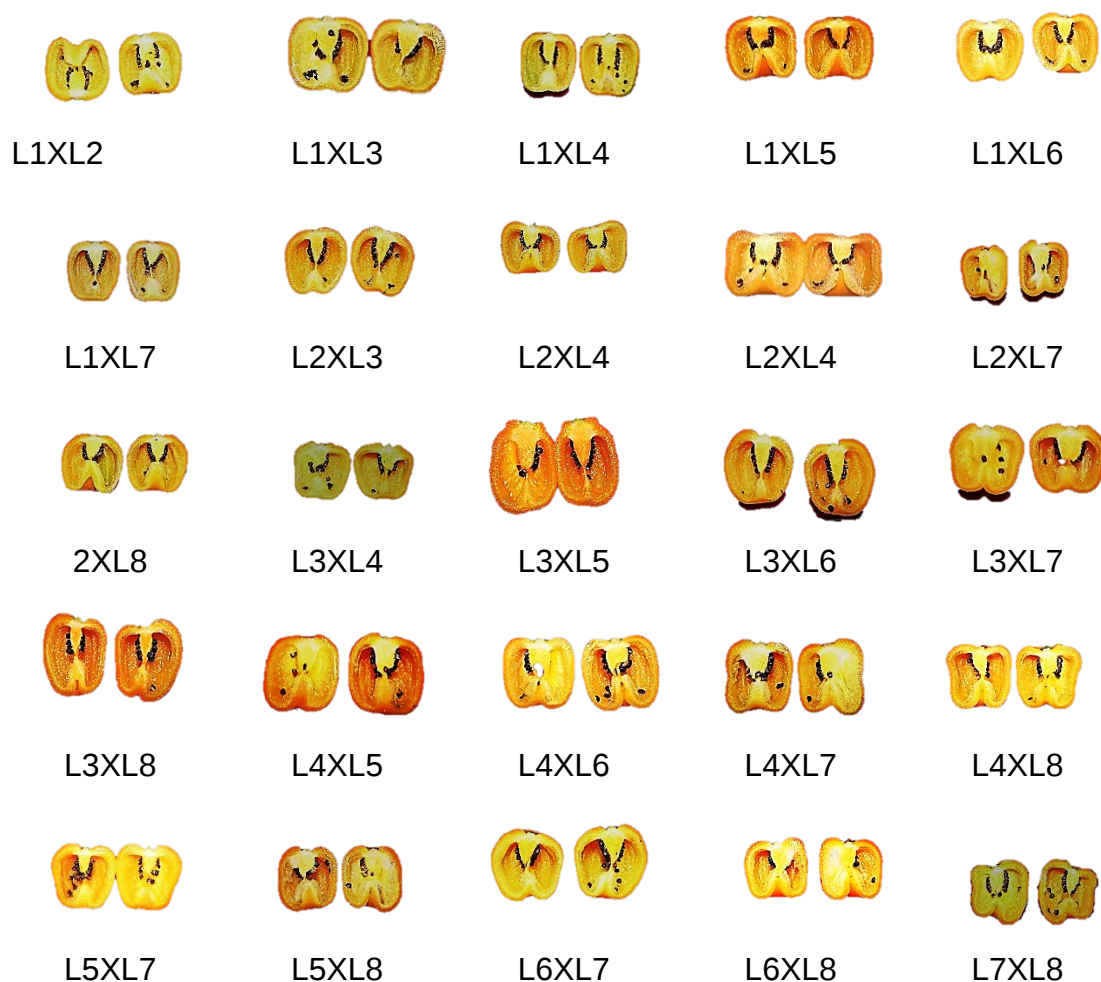
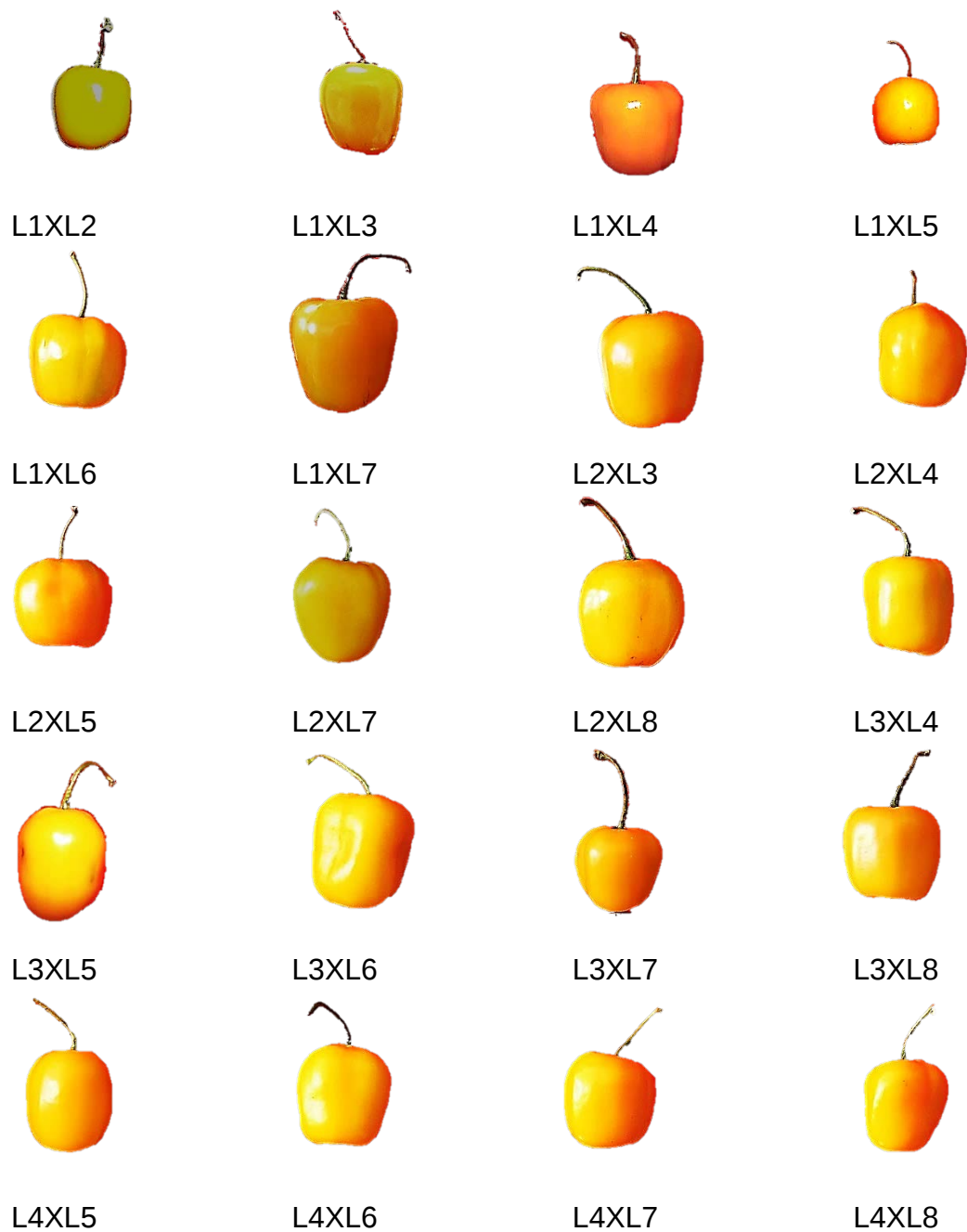


Figura 12. Forma en sección longitudinal de frutos en 25 híbridos de chile Manzano.

- e. **Sinuosidad del pericarpio de la parte basal, sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal y textura de la superficie.** Los frutos de los 25 híbridos no presentan sinuosidad en todo el fruto, la textura es lisa (Figura 13).
- f. **Color a la madurez, Intensidad de la coloración al madurar y Brillo de los frutos.** En los híbridos evaluados se observan frutos de color amarillo claro como en el híbrido L1XL3, amarillo medio (L3XL7 y

L7XL8) y amarillo oscuro (L1XL4) con brillo fuerte o muy fuerte (Figura 13).



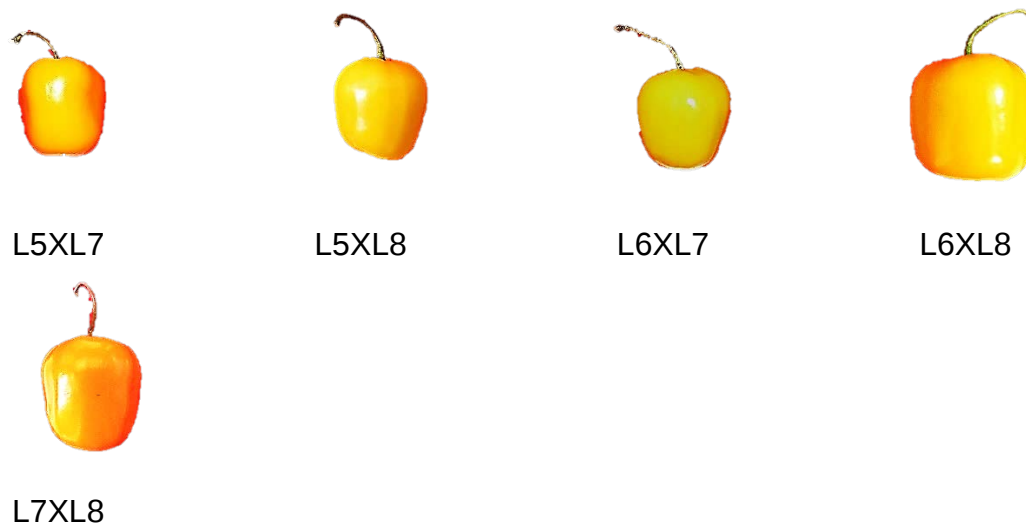


Figura 13. Sinuosidad, textura, color, intensidad del color y brillo de los frutos en 25 híbridos de chile Manzano.

g. Cavity peduncular y profundidad de la cavidad y aspecto del cáliz. Algunos de los frutos evaluados presentan cavidad peduncular muy poco profunda o poco profunda (Figura 14). El cáliz es no envolvente, circular liso y dentado en algunos frutos, ambos tipos de cáliz se observan entre y dentro de los híbridos.



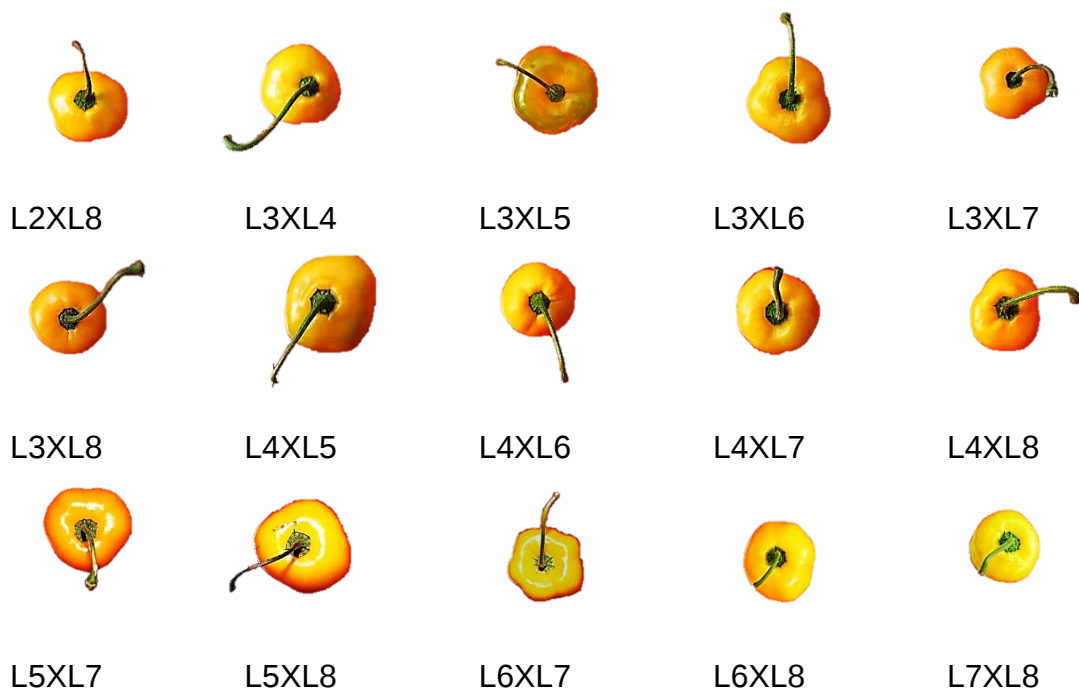


Figura 14. Presencia o ausencia y profundidad de la cavidad peduncular y aspecto del cáliz en frutos de 25 híbridos de chile Manzano.

h. Forma del ápice. Los frutos muestran forma del ápice hundida y muy hundida (Figura 15). En la forma muy hundida, el pericarpio se une a la placenta del fruto como puede observarse en los cortes en sección longitudinal de los frutos (Figura 12).

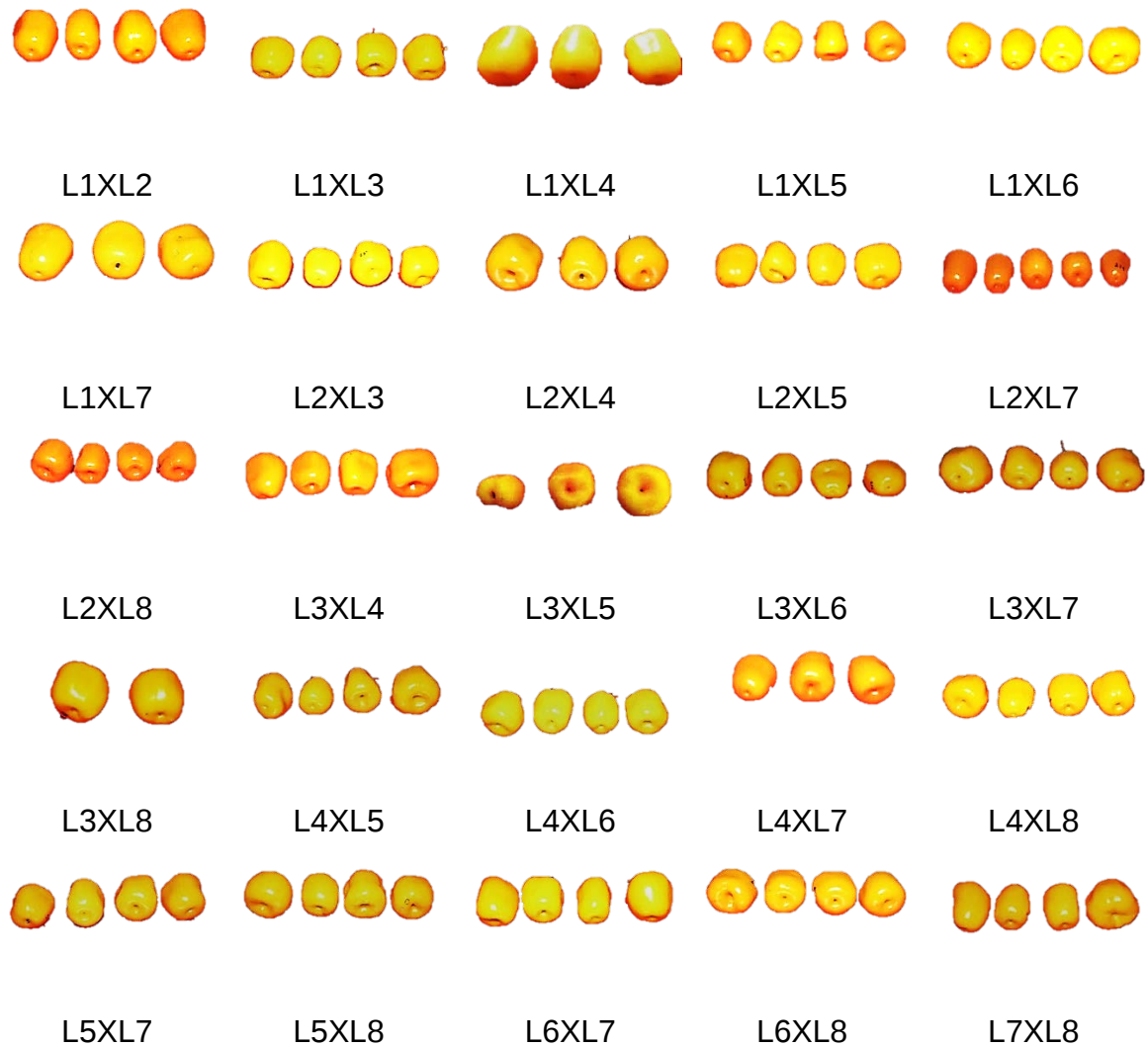


Figura 15. Forma del ápice del fruto en 25 híbridos de chile Manzano.

- i. **Número de lóculos.** Los frutos de los híbridos evaluados tienen de 2 a 3 lóculos por fruto, con promedio general de 3 lóculos por fruto y placenta compacta (Figura 16).

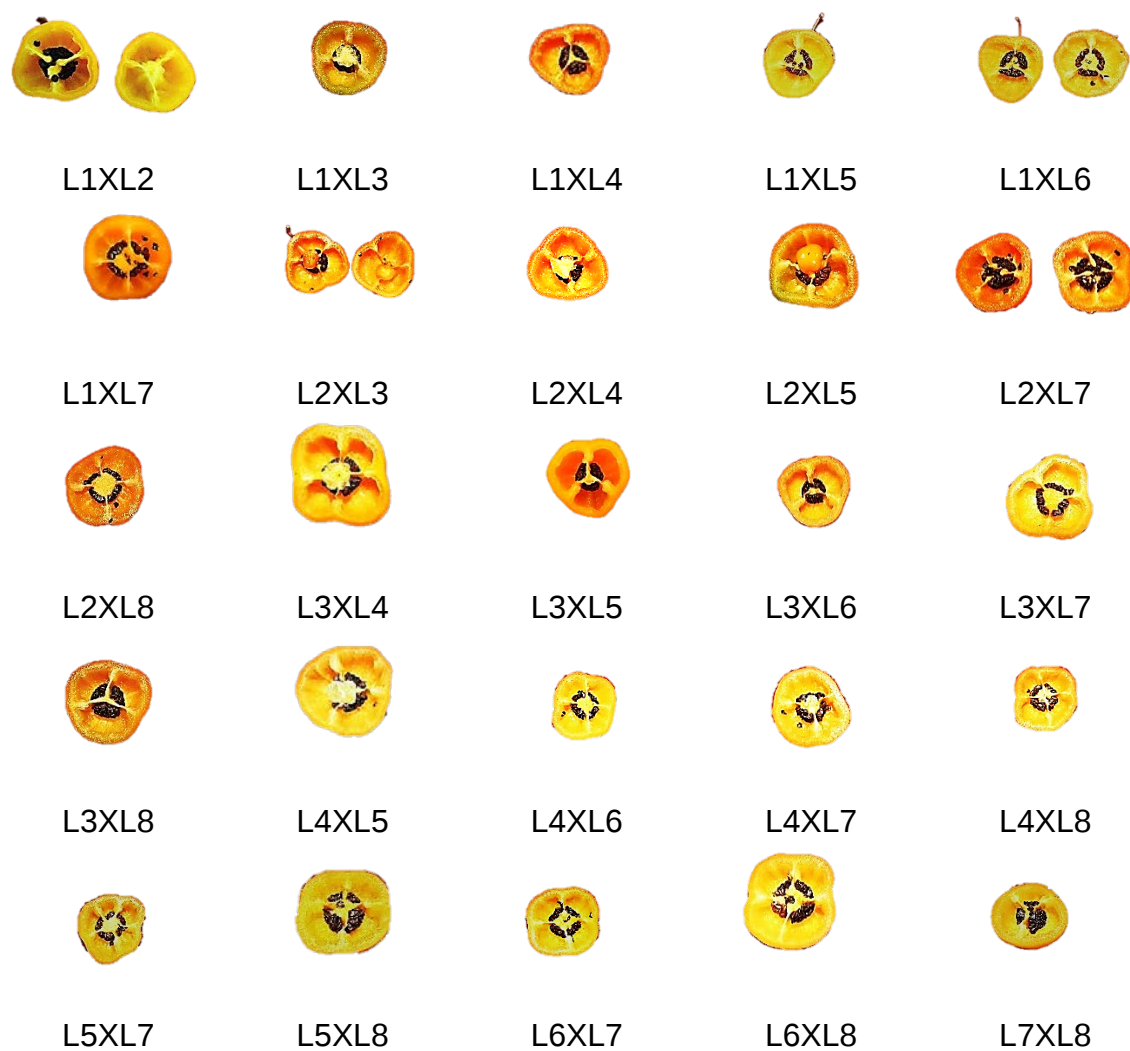


Figura 16. Número de lóculos y compactación de la placenta en frutos de 25 híbridos de chile Manzano.

- j. **Grosor del pericarpio.** El grosor del pericarpio varía de 5.91 a 7.15 mm, se tienen frutos con pericarpio grueso y muy grueso (Figura 17).



Figura 17. Grosor del pericarpio en frutos de 25 híbridos de chile Manzano.

- k. Longitud y diámetro del pedúnculo.** La longitud del pedúnculo de los frutos oscila de 5.20 a 6.81 cm; 19 híbridos presentan pedúnculos largos y los otros 6 híbridos pedúnculos muy largos. Con respecto al diámetro del pedúnculo, 24 híbridos exhiben pedúnculos muy gruesos (más de 4.10 mm) y el híbrido L5XL7 tiene frutos con pedúnculo grueso.
- l. Capsaicina en la placenta.** En los frutos se detecta la presencia de capsaicina en todos los híbridos evaluados.

7. Época de inicio de la floración y época de inicio de la madurez. En el híbrido L3XL7 el inicio de la floración ocurre a los 146 días después del trasplante (DDT), por lo que se clasifica como variedad temprana. El híbrido L2XL8 se considera muy tardío al iniciar floración y maduración a los 196 y 268 DDT, respectivamente. Los 23 híbridos restantes, se clasifican como materiales de inicio de floración y maduración tardía, al oscilar entre los 151 a 179 días a floración e iniciar la maduración entre 226 a 250 DDT.

De acuerdo con el convenio de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), la protección de una nueva variedad se otorgará una vez que el examen de la variedad haya demostrado que cumple con los requisitos de protección establecidos, es decir, que la variedad sea distinta (D) en las características de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida; que es suficientemente homogénea (H), no presenta plantas fuera de tipo; y es estable (E). En este estudio se emplea la variedad Grajales St. como variedad de referencia, ya que es la única registrada en el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Para realizar la distinción, homogeneidad y estabilidad de los híbridos se evaluaron características cualitativas y cuantitativas.

Distinción

Características cualitativas Vegetativas

En la caracterización de los 25 híbridos se observa, de acuerdo con la figura del hábito de crecimiento de la guía para *Capsicum annuum* del SNICS (anexo B), tienen hábito de crecimiento semierecto y pseudodicotómico, lo que los hace diferentes a la variedad Grajales St. la cual presenta hábito de crecimiento postrado y dicotómico (Cuadro 2).

En la característica de altura del tallo (APB) siete de los híbridos evaluados son diferentes a la variedad Grajales St. al presentar tallos cortos (Cuadro 2).

La intensidad antociánica de los nudos es muy fuerte en los híbridos L1XL3, L2XL3, L2XL8, L3XL7, L3XL8, L4XL6, y L6XL7; fuerte en ocho híbridos, intensidad media en los híbridos L3XL5 y L6XL6; y débil en ocho de los híbridos caracterizados. Esta diferencia los hace disímiles de la variedad Grajales St. para la cual se indica que es fuerte.

Con relación a la pubescencia de los tallos, hay híbridos diferentes a la variedad Grajales St., cuatro de ellos mostraron pubescencia muy fuerte, nueve híbridos con pubescencia fuerte y seis con pubescencia débil, los otros seis híbridos fueron similares a la variedad.

Existen híbridos con inicio a floración y época de madurez temprana, tardía y muy tardía. La variedad Grajales St. se clasifica como temprana. De los veinticinco híbridos caracterizados, L3XL7 muestra similitud con la variedad Grajales St.; 16 genotipos se clasifican como híbridos tardíos (232-242 días para llegar a madurez) y ocho como muy tardíos (> 242 días a la madurez).

Cuadro 2. Comparación cualitativa del hábito de crecimiento (HCRE), altura del tallo (APB), intensidad antociánica de los nudos (INANU), pubescencia del tallo (PUBTA), inicio a floración (INIFLO) y época de inicio a madurez (IMAD) de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO	HCRE	APB	INANU	PUBTA	INIFLO	IMAD
Grajales St.	Pos y dic	Media	Fuerte	Media	Temprana	Temprana
L1XL2	Se y pseu	Media	Débil	Media	Tardía	Tardía
L1XL3	Se y pseu	Media	Muy Fuerte	Fuerte	Muy Tardía	Muy Tardía
L1XL4	Se y pseu	Corta	Fuerte	Débil	Tardía	Tardía
L1XL5	Se y pseu	Media	Fuerte	Media	Muy Tardía	Muy Tardía
L1XL6	Se y pseu	Media	Débil	Fuerte	Tardía	Tardía
L1XL7	Se y pseu	Corta	Débil	Fuerte	Muy Tardía	Muy Tardía
L2XL3	Se y pseu	Media	Muy Fuerte	Media	Tardía	Tardía
L2XL4	Se y pseu	Media	Débil	Débil	Tardía	Tardía
L2XL5	Se y pseu	Media	Débil	Débil	Tardía	Tardía
L2XL7	Se y pseu	Corta	Fuerte	Débil	Muy Tardía	Muy Tardía
L2XL8	Se y pseu	Media	Muy Fuerte	Débil	Muy tardía	Muy tardía
L3XL4	Se y pseu	Media	Débil	Débil	Tardía	Tardía
L3XL5	Se y pseu	Corta	Media	Muy Fuerte	Tardía	Tardía
L3XL6	Se y pseu	Media	Fuerte	Muy Fuerte	Tardía	Tardía
L3XL7	Se y pseu	Corta	Muy Fuerte	Fuerte	Temprana	Temprana
L3XL8	Se y pseu	Media	Muy Fuerte	Fuerte	Tardía	Tardía
L4XL5	Se y pseu	Media	Fuerte	Media	Tardía	Tardía
L4XL6	Se y pseu	Corta	Muy Fuerte	Media	Muy Tardía	Muy Tardía
L4XL7	Se y pseu	Media	Fuerte	Fuerte	Tardía	Tardía
L4XL8	Se y pseu	Media	Débil	Fuerte	Tardía	Tardía
L5XL7	Se y pseu	Media	Débil	Muy Fuerte	Tardía	Tardía
L5XL8	Se y pseu	Media	Débil	Fuerte	Muy Tardía	Muy Tardía
L6XL7	Se y pseu	Media	Muy Fuerte	Muy Fuerte	Tardía	Tardía
L6XL8	Se y pseu	Media	Media	Fuerte	Muy Tardía	Muy Tardía
L7XL8	Se y pseu	Corta	Fuerte	Media	Tardía	Tardía

Se: semierecto; Pos: postrado, dic: dicotómico, pseu: pseudodicotómico.

En las características cualitativas evaluadas en las hojas se encuentra que en las variables longitud del limbo (LL), ancho del limbo (AL), posición del peciolo (POPEC), intensidad del color verde (ICOL), forma de la hoja (FORHOJ),

abullonado (ABU) y perfil en sección transversal (PESTRA) al menos uno de los híbridos es diferentes de la variedad Grajales St. (Cuadro 3).

El híbrido L1XL7 es diferente de la variedad Grajales St. en las características LL, AL, ICOL, FORHOJ, ABU y PESTRA; cuatro de los híbridos difieren de la variedad Grajales St. en cinco características, y los híbridos L3XL6, L3XL8, L4XL7 y L5XL7 son distintos a la variedad en cuatro características (Cuadro 3)

Cuadro 3. Longitud del limbo (LL), ancho del limbo (AL), posición del peciolo (POPEC), intensidad del color verde (ICOL), forma de la hoja (FORHOJ), abullonado (ABU) y perfil en sección transversal (PESTRA) de 25 híbridos vs la variedad Grajales St. Chapingo, México.

Híbrido	LL	AL	POPEC	ICOL	FORHOJ	ABU	PESTRA
Grajales St.	Larga	Media	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Ausente	Plano
L1XL2	Media	Media	Intermedio	Verde oscuro	Lanceolada	Ausente	Plano
L1XL3	Media	Media	Erecto	Verde oscuro	Lanceolada	Ausente	Plano
L1XL4	Media	Media	Erecto	Verde Muy Oscuro	Oval	Ausente	Plano
L1XL5	Media	Media	Erecto	Verde Medio	Lanceolada	Ausente	MOCON
L1XL6	Media	Media	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Ausente	Plano
L1XL7	Media	Estrecha	Intermedio	Verde Medio	Lanceolada	Muy débil	MOCON
L2XL3	Media	Estrecha	Intermedio	Verde Muy Oscuro	Oval	Ausente	MOCON
L2XL4	Media	Media	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Ausente	MOCON
L2XL5	Media	Estrecha	Intermedio	Verde Muy Oscuro	Oval	Muy débil	MOCON
L2XL7	Media	Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Lanceolada	Ausente	MODCX
L2XL8	Corta	Media	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Muy débil	Plano
L3XL4	Larga	Muy Estrecha	Intermedio	Verde Medio	Lanceolada	Muy débil	MODCX
L3XL5	Media	Media	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Ausente	Plano
L3XL6	Media	Muy Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Muy débil	MOCON
L3XL7	Media	Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Lanceolada	Ausente	Plano
L3XL8	Media	Media	Erecto	Verde Muy Oscuro	Lanceolada	Ausente	Plano
L4XL5	Media	Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Muy débil	Plano
L4XL6	Media	Estrecha	Intermedio	Verde Medio	Oval	Muy débil	Plano
L4XL7	Media	Estrecha	Erecto	Verde Medio	Lanceolada	Ausente	Plano
L4XL8	Media	Estrecha	Intermedio	Verde Medio	Oval	Ausente	MOCON
L5XL7	Media	Estrecha	Intermedio	Verde Medio	Oval	Ausente	MODCX
L5XL8	Corta	Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Muy débil	Plano
L6XL7	Media	Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Ausente	Plano
L6XL8	Media	Estrecha	Erecto	Verde oscuro	Lanceolada	Muy débil	Plano
L7XL8	Media	Estrecha	Intermedio	Verde oscuro	Oval	Muy débil	Plano

MOCON: moderadamente concava; MODCX: moderadamente convexa.

Características cualitativas reproductivas

Los híbridos presentan pedicelo de la flor en posición erguida, diferentes todos a la observada en la variedad Grajales St. (Colgante). La intensidad antociánica en los pétalos varió de débil a fuerte, todas las intensidades se encontraron dentro de la misma planta de cada híbrido, por lo que se consideró la moda aritmética. De los 25 híbridos evaluados, 17 fueron diferentes a la variedad Grajales St. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Posición del pedicelo de la flor (POSPE) e intensidad antociánica (INANPET) de los pétalos de flores de 25 híbridos de chile Manzano vs la variedad Grajales St. Chapingo, México.

Híbrido	POSPE	INANPET
Grajales St.	Colgante	Fuerte
L1XL2	Erguido	Media
L1XL3	Erguido	Media
L1XL4	Erguido	Fuerte
L1XL5	Erguido	Media
L1XL6	Erguido	Débil
L1XL7	Erguido	Fuerte
L2XL3	Erguido	Fuerte
L2XL4	Erguido	Fuerte
L2XL5	Erguido	Fuerte
L2XL7	Erguido	Fuerte
L2XL8	Erguido	Media
L3XL4	Erguido	Fuerte
L3XL5	Erguido	Débil
L3XL6	Erguido	Débil
L3XL7	Erguido	Media
L3XL8	Erguido	Media
L4XL5	Erguido	Débil
L4XL6	Erguido	Fuerte
L4XL7	Erguido	Media
L4XL8	Erguido	Media
L5XL7	Erguido	Débil
L5XL8	Erguido	Débil
L6XL7	Erguido	Débil
L6XL8	Erguido	Débil
L7XL8	Erguido	Media

En el Cuadro 5 se muestran las características cualitativas de fruto, evaluadas en 25 híbridos, utilizadas en la comparación de éstos con la variedad Grajales St. El color del fruto antes de la madurez varió de verde claro a verde oscuro y en la madurez de amarillo claro a amarillo oscuro; los frutos de once híbridos presentan color verde medio y en los híbridos L2XL8, L3XL4, L3XL6 y L6XL7 es verde claro. En 23 híbridos el color en madurez es amarillo claro a amarillo medio, a diferencia de la variedad Grajales St. (amarillo oscuro).

Los frutos de los híbridos presentan longitud media a larga y diámetro estrecho, mediano y ancho, estas características les confiere disimilitud con los frutos de la variedad Grajales St. que tiene frutos muy largos y muy anchos. Tienen cavidad peduncular poco y muy poco profunda, cinco de los 25 híbridos son diferentes de la variedad Grajales St., tienen cavidad muy poco profunda.

Con relación a la forma del fruto en sección transversal los híbridos L1XL7, L2XL8, L3XL8 y L5XL8 son diferentes a la variedad Grajales St., al mostrar forma circular; en sección longitudinal los híbridos L1XL4, L1XL7, L3XL5, L3XL6, L3XL8, y L5XL7, difieren de la forma cuadrada de la variedad testigo, al presentar forma rectangular y trapezoidal, respectivamente.

La forma del ápice es diferente entre los híbridos y la variedad Grajales St. (forma hundida), en diez de los híbridos evaluados se observa forma muy hundida (en esta forma el ápice se une con la placenta del fruto).

Los frutos de los híbridos L3XL5, L3XL6 y L4XL8 poseen pericarpio de igual grosor a la variedad testigo (grueso), en 22 híbridos el pericarpio es muy grueso. Con respecto a la longitud del pedúnculo, cinco de los híbridos difieren de la variedad Grajales St. al tener pedúnculos muy largos.

Cuadro 5. Color del fruto antes de la madurez (COFAMA), longitud (LF) y diámetro (DF) del fruto, forma en sección transversal (FORST) y longitudinal (FORSL) del fruto, color del fruto a la madurez (CFRUMA), profundidad de la cavidad peduncular (PROFCA), forma del ápice (FORAPI), espesor de la pulpa (GP) y longitud del peciolo (LPED) de 25 híbridos de chile Manzano vs la variedad Grajales St. Chapingo, México

Híbrido	COFAMA	LF	DF	FORST	FORSL	CFRUMA	PROFCA	FORAPI	GP	LPED
Grajales St.	VO	Muy largo	Muy ancho	Angular	Cuadrada	AO	Popro	Hun	Grueso	Largo
L1XL2	VO	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Hun	MG	Muy largo
L1XL3	VO	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AC	Popro	Hun	MG	Largo
L1XL4	VO	Largo	Mediano	Angular	Rectangular	AO	Popro	Hun	MG	Largo
L1XL5	VMe	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Largo
L1XL6	VO	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AO	Popro	Hun	MG	Largo
L1XL7	VMe	Muy largo	Ancho	Circular	Rectangular	AC	Mpopro	Hun	MG	Largo
L2XL3	VMe	Muy largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Hun	MG	Largo
L2XL4	VMe	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Mpopro	Mhun	MG	Largo
L2XL5	VMe	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Largo
L2XL7	VMe	Mediano	Estrecho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Hun	MG	Largo
L2XL8	VC	Muy largo	Ancho	Circular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Largo
L3XL4	VC	Muy largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Mpopro	Hun	MG	Largo
L3XL5	VMe	Muy largo	Mediano	Angular	Rectangular	AMe	Mpopro	Hun	Grueso	Largo
L3XL6	VC	Largo	Mediano	Angular	Rectangular	AMe	Popro	Hun	Grueso	Largo
L3XL7	VMe	Mediano	Mediano	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Hun	MG	Muy largo
L3XL8	VMe	Mediano	Mediano	Circular	Rectangular	AMe	Popro	Hun	MG	Largo
L4XL5	VO	Muy largo	Mediano	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Hun	MG	Largo
L4XL6	VO	Largo	Ancho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Muy largo
L4XL7	VMe	Mediano	Estrecho	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Muy largo
L4XL8	VO	Largo	Mediano	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	Grueso	Largo
L5XL7	VO	Mediano	Mediano	Angular	Trapezoidal	AMe	Popro	Hun	MG	Largo
L5XL8	VO	Largo	Mediano	Circular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Largo
L6XL7	VC	Largo	Mediano	Angular	Cuadrada	AMe	Popro	Mhun	MG	Largo
L6XL8	VMe	Mediano	Mediano	Angular	Cuadrada	AMe	Mpopro	Mhun	MG	Largo
L7XL8	VO	Largo	Mediano	Angular	Cuadrada	AO	Popro	Hun	MG	Muy largo

VO: verde oscuro; VMe: verde medio; VC: verde claro; AO: amarillo oscuro; AMe: amarillo medio; AC: amarillo claro; Popro: poco profunda; Mpopro: muy poco profundo; Mhun: muy hundido; Hun: hundido; MG: muy grueso.

Características cuantitativas vegetativas

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias, existen diferencias significativas en las variables altura del tallo (APB), número (NENT) y longitud (LENT) de entrenudos, días a floración y madurez (INIFLO y IMAD), evaluadas en plantas de híbridos de chile Manzano (Cuadro 6); estos resultados son similares a los indicados por Nsabiyera *et al.* (2013) quienes encontraron diferencias significativas en las características altura del tallo, días a floración y días a madurez, evaluadas en 37 genotipos de *Capsicum annuum* L. La altura del tallo muestra valores que van de 23.60 a 43.75 cm, para los híbridos L3XL7 y L2XL8, respectivamente (Cuadro 6).

Existe relación inversa entre número y longitud de entrenudos, a mayor número de entrenudos la longitud de los mismos disminuye; y viceversa, por ejemplo para el híbrido L1XL2 hubo en promedio 17 entrenudos con longitud de 12.05 cm y en el híbrido L2XL8 los entrenudos miden 18.77 cm y ramas con 11 entrenudos.

En días de inicio a floración (INIFLO) y días de inicio a madurez (IMAD) se observa que el híbrido L3XL7 es similar a la variedad Grajales St., con 140 y 146 días a floración y 220 y 218 días a madurez, respectivamente. Los 24 híbridos restantes inician floración 20 a 56 días después que Grajales St. El inicio a madurez se presenta 12 (L1XL4) a 48 (L2XL8) días después que la variedad Grajales St. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias de la altura del tallo (APB), número de entrenudos (NENT), longitud de entrenudos (LENT), días a inicio de floración (INIFLO) y días a maduración (IMAD) evaluados en plantas de 25 híbridos vs la variedad comercial de chile Manzano Grajales St. durante dos ciclos de cultivo. Chapingo, México.

HIBRIDO	APB (cm)		NENT		LENT (cm)		INIFLO		IMAD	
GRAJALES ST.	42.85	ab	12.85	cdefghi	15.81	bcdefgh	140.00	f	220.00	e
L1XL2	35.65	abcd	17.05	a	12.05	j	162.00	d	234.00	d
L1XL3	35.90	abcd	14.79	bc	13.80	hij	172.00	c	244.00	c
L1XL4	34.25	bcd	15.59	ab	13.15	ij	160.00	d	232.00	d
L1XL5	38.05	abcd	12.20	cdefghi	16.59	abcdefg	178.00	b	250.00	b
L1XL6	38.90	abcd	12.61	cdefghi	15.96	bcdefgh	162.00	d	234.00	d
L1XL7	31.40	de	11.91	efghi	16.95	bcdef	178.00	b	250.00	b
L2XL3	37.95	abcd	13.68	bcdef	14.76	efghi	160.00	d	232.00	d
L2XL4	36.95	abcd	13.26	cdefgh	15.24	efghi	162.00	d	234.00	d
L2XL5	38.10	abcd	14.20	bcd	14.28	ghij	160.00	d	232.00	d
L2XL7	34.25	bcd	13.45	bcdegf	15.35	defgh	177.00	bc	249.00	bc
L2XL8	43.75	a	10.73	i	18.77	a	196.00	a	268.00	a
L3XL4	37.30	abcd	12.37	cdefghi	16.22	bcdefgh	160.00	d	232.00	d
L3XL5	33.38	cd	13.18	cdefgh	15.23	efghi	162.00	d	234.00	d
L3XL6	36.55	abcd	13.09	cdefgh	15.38	defghi	162.00	d	234.00	d
L3XL7	23.60	e	14.04	bcde	14.47	fghij	146.00	e	218.00	e
L3XL8	35.65	abcd	12.04	cdefghi	16.69	e	162.00	d	234.00	d
L4XL5	40.60	abcd	12.53	cdefghi	16.12	e	162.00	d	234.00	d

Continuación Cuadro 6...

HIBRIDO	APB (cm)		NENT		LENT (cm)		INIFLO		IMAD	
L4XL6	33.95	bcd	11.84	efghi	17.22	e	177.00	bc	249.00	bc
L4XL7	38.10	abcd	11.86	efghi	16.98	e	162.00	d	234.00	d
L4XL8	40.10	abcd	11.98	efghi	16.76	e	162.00	d	234.00	d
L5XL7	37.65	abcd	11.77	fghi	17.06	e	160.00	d	232.00	d
L5XL8	41.25	abc	11.09	hi	18.21	eb	177.00	bc	249.00	bc
L6XL7	36.65	abcd	12.88	cdefghi	15.59	e	160.00	d	232.00	d
L6XL8	36.55	abcd	11.26	ghi	17.98	abc	177.00	bc	249.00	bc
L7XL8	33.75	bcd	11.41	ghi	17.83	abcd	160.00	d	232.00	d
PROMEDIO	36.66		12.83		15.94		165.23		237.54	
CV (%)	14.60		9.87		9.037		1.994		1.355	
DMSH	9.381		2.212		2.512		5.741		5.612	

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Existen diferencias estadísticas entre híbridos y con respecto a la variedad Grajales St. para las características de longitud del limbo, ancho del limbo y longitud del peciolo, evaluadas en dos ciclos de cultivo. La longitud de las hojas varía de 14 a 15 cm y el ancho es en promedio de 6 cm; los híbridos son diferentes de la variedad testigo, ya que esta tiene hojas de mayor longitud (17 cm). La variación observada en LL, AL y LP fue de 6, 7 y 21 %, respectivamente, lo anterior pudo ser debido a características intrínsecas de los materiales evaluados, cabe señalar que en la caracterización de 100 accesiones de *Capsicum* spp. (Pardey *et al.*, 2006) tales rasgos se ven más influenciados por el ambiente; por lo anterior, estas características no son determinantes en la caracterización de chile Manzano (Cuadro 7).

Cuadro 7. Caracteres vegetativos evaluados en híbridos de chile Manzano en comparación con la variedad Grajales St. durante dos ciclos de cultivo (2012 y 2013). Chapingo, México.

HÍBRIDO	LL (mm)	AL (mm)	LP (mm)
Grajales St.	168.78 a	66.34 bcd	23.26 abcd
L1XL2	149.13 defghi	65.12 bcde	23.79 abc
L1XL3	145.46 ghijk	65.09 bcde	20.34 defgh
L1XL4	152.67 cdef	65.62 bcde	20.74 cdefgh
L1XL5	144.44 hijk	69.63 a	17.89 hi
L1XL6	147.16 efghij	66.64 abc	21.85 bcdef
L1XL7	145.66 ghijk	64.04 cdef	20.69 cdefgh
L2XL3	153.68 bcde	63.45 defg	21.42 cdefg
L2XL4	145.49 ghijk	67.83 ab	19.31 fghi
L2XL5	143.42 ijkl	61.11 fghij	18.23 ghi
L2XL7	151.82 cdefg	60.27 hij	23.65 abc
L2XL8	138.57 l	66.29 bcd	16.66 i
L3XL4	160.26 b	58.55 j	24.74 ab
L3XL5	154.85 bcd	61.62 fghij	22.93 abcde
L3XL6	151.04 cdefgh	59.79 ij	19.80 efghi
L3XL7	156.70 bc	60.59 ghij	21.48 cdefg

Continuación Cuadro 7...

HÍBRIDO	LL (mm)	AL (mm)	LP (mm)
L3XL8	140.19 kl	65.53 bcde	25.24 a
L4XL5	154.35 bcd	63.34 defgh	22.25 abcdef
L4XL6	144.30 ijkl	64.05 cdef	19.27 fghi
L4XL7	149.88 defghi	62.58 efghi	22.21 abcdef
L4XL8	140.61 jkl	64.99 bcde	18.27 ghi
L5XL7	145.61 ghijk	63.72 cdefg	21.93 bcdef
L5XL8	138.35 l	62.97 efgh	18.24 ghi
L6XL7	146.65 fghijk	61.10 fghij	21.39 cdefg
L6XL8	141.40 jkl	64.78 bcde	19.95 efghi
L7XL8	144.29 ijkl	63.62 cdefg	22.24 abcdef
Promedio	148.26	63.79	21.07
CV (%)	6.1	6.7	21.26
DMSH	6.6714	3.1515	3.3016

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). LL: longitud del limbo; AL: ancho del limbo y LP: longitud del peciolo de la hoja. CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Características cuantitativas de fruto

Se observan diferencias significativas entre híbridos y con respecto a la variedad Grajales St. en las variables peso (PF), longitud del fruto (LF), diámetro del fruto (DF) y relación longitud/diámetro (RLD), (Cuadro 8), lo anterior como resultado de la expresión del vigor híbrido de las líneas. Cabe indicar que en *Capsicum annuum* L. tales características se expresan de manera similar, tal como lo señalan Todovora (2007), Nsabiya et al. (2013) y Castañón-Najera et al. (2010), por lo que se puede atribuir que la variación en estas características se debe al potencial intrínseco de cada genotipo.

El peso de los frutos varía de 66 a 102 g, siete de los 25 híbridos son estadísticamente iguales a la variedad Grajales St. La variedad Grajales presenta frutos de 7 cm de longitud diámetro de 6 cm, mientras que en los híbridos estas

características son de menor dimensión, presentan longitudes promedio de 6 cm y 5 cm de diámetro (Cuadro 8).

El coeficiente de variación en las variables LF y DF fue de 7 y 5 %, respectivamente (Cuadro 8); en otros tipos de chiles la magnitud de la variación es diferente, tal como lo indican Pardey *et al.* (2006) para *Capsicum* spp. con 62 y 51 % de variación para LF y DF, respectivamente, y Castañón-Najera *et al.* (2010) con 68 y 78 % para las mismas variables en *Capsicum* spp. cultivados en Tabasco a campo abierto.

Cuadro 8. Comparación de medias de las características morfológicas peso (PF), longitud (LF), diámetro (DF) y relación longitud diámetro (RLD) en frutos de chile Manzano en dos ciclos de cultivo. Chapingo, México.

HÍBRIDO	PF (g)	LF (mm)	DF (mm)	RLD
Grajales St.	101.64 a	68.64 a	62.98 a	1.09 bc
L1XL2	96.51 abc	62.12 bcdefgh	58.73 b	1.06 c
L1XL3	94.23 abcd	63.50 abcdefg	55.69 bcdef	1.15 abc
L1XL4	87.75 bcdef	64.00 abcdef	53.34 defgh	1.20 ab
L1XL5	90.99 abcdef	63.12 abcdefg	56.78 bcd	1.11 abc
L1XL6	92.24 abcde	62.75 bcdefg	56.86 bcd	1.11 abc
L1XL7	98.87 ab	66.95 abc	55.87 bcdef	1.21 ab
L2XL3	90.61 abcdef	66.29 abcd	55.91 bcdef	1.19 abc
L2XL4	84.29 cdefgh	62.20 bcdefg	54.47 cdefgh	1.14 abc
L2XL5	81.98 defgh	61.69 cdefgh	55.06 bcdefg	1.13 abc
L2XL7	66.67 j	57.96 gh	49.24 ij	1.19 abc
L2XL8	99.92 ab	67.04 abc	58.01 bc	1.16 abc
L3XL4	87.45 bcdef	67.80 ab	55.13 bcdefg	1.24 a
L3XL5	80.21 efghi	65.36 abcde	54.80 cdefg	1.20 ab
L3XL6	71.90 hij	61.55 cdefgh	53.11 defghi	1.16 abc
L3XL7	72.90 hij	59.25 fgh	51.77 ghij	1.15 abc
L3XL8	80.29 efghi	56.53 h	50.87 hij	1.11 abc
L4XL5	78.01 gfhij	65.50 abcde	54.84 bcdefg	1.20 ab
L4XL6	84.04 cdefgh	63.13 abcdefg	56.32 bcde	1.12 abc

Continuación Cuadro 8...

HÍBRIDO	PF (g)	LF (mm)	DF (mm)	RLD
L4XL7	66.45 j	59.53 fgh	49.01 j	1.22 ab
L4XL8	72.75 hij	60.59 defgh	52.73 efghij	1.15 abc
L5XL7	68.85 ij	59.31 fgh	51.29 ghij	1.16 abc
L5XL8	73.80 hij	60.28 efgh	52.36 fghij	1.15 abc
L6XL7	87.00 bcdef	62.97 abcdefg	54.96 bcdefg	1.15 abc
L6XL8	75.51 ghij	59.19 fgh	52.82 efghij	1.12 abc
L7XL8	81.76 defghi	63.67 abcdefg	52.82 efghij	1.21 ab
Promedio	83.33	62.73	54.45	1.16
CV (%)	11.63	6.8	5.29	8.33
DMSH	13.116	5.773	3.903	0.131

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Al evaluar el promedio de los dos ciclos de cultivo se observa que las variables diámetro del pedúnculo (DPED), longitud del pedúnculo (LPED) y espesor de la pulpa (GP) muestran diferencias estadísticas entre híbridos y con respecto a la variedad Grajales St. y en la variable número de lóculos (NL) todos los híbridos son estadísticamente iguales a la variedad testigo (Cuadro 9). Al evaluar LPED y GP en *Capsicum annuum* L. se observó comportamiento similar (Todovora, 2007; Nsabiyera *et al.*, 2013).

El DPED los híbridos oscila de 3.79 a 5.55 mm, siendo los híbridos L1XL2 y L5XL7 presentaron en los dos años el mayor y menor diámetro, respectivamente. El híbrido L1XL7 presenta la mayor longitud del pedúnculo superando a los 24 híbridos y la variedad Grajales St., la menor longitud se observa en el híbrido L3XL8 (5.16 cm). El grosor del pericarpio fluctúa entre 5.91 y 7.15 mm, por lo que de acuerdo a la escala propuesta para esta caracterización (anexo A), se les clasifica como frutos de pericarpio grueso a muy grueso. El número de lóculos en promedio para los híbridos evaluados y la variedad testigo es de tres (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias del diámetro del pedúnculo (DPED), longitud del pedúnculo (LPED), espesor de la pulpa (GP), y número de lóculos (NL) evaluados en dos ciclos de cultivo. Chapingo, México.

HÍBRIDO	DPE (mm)		LPE (mm)		GP (mm)		NL (mm)	
Grajales St.	5.03	abcd	57.76	bcdef	5.93	g	3.20	a
L1XL2	5.55	a	60.70	abcd	7.15	a	2.90	a
L1XL3	4.82	bcde	58.72	bcdef	6.88	abcd	2.97	a
L1XL4	4.41	defg	58.06	bcdef	6.90	abcd	3.17	a
L1XL5	5.30	ab	59.50	bcdef	6.53	abcdefg	3.00	a
L1XL6	4.32	efg	59.40	bcdef	6.88	abcd	3.07	a
L1XL7	5.08	abc	68.14	a	6.94	abc	3.17	a
L2XL3	4.53	cdef	59.87	abcdef	6.83	abcde	2.93	a
L2XL4	4.62	cdef	58.50	bcdef	6.56	abcdefg	2.90	a
L2XL5	4.38	efg	52.33	def	6.31	cdefg	3.03	a
L2XL7	4.41	defg	61.13	abc	6.76	abcdef	2.73	a
L2XL8	4.78	bcde	57.72	bcdef	6.97	ab	3.17	a
L3XL4	5.29	ab	59.80	abcdef	6.85	abcde	2.67	a
L3XL5	4.71	bcdef	55.80	bcdef	5.98	g	3.10	a
L3XL6	4.43	cdefg	54.96	bcdef	5.98	g	2.80	a
L3XL7	4.29	efg	60.27	abcde	6.28	defg	2.77	a
L3XL8	4.43	cdefg	51.60	f	6.25	defg	3.10	a
L4XL5	4.50	cdef	58.07	bcdef	6.22	fg	3.00	a
L4XL6	4.72	bcde	61.76	ab	6.31	cdefg	3.30	a
L4XL7	4.39	defg	60.70	abcd	6.04	g	2.77	a
L4XL8	4.40	defg	55.21	bcdef	5.91	g	2.90	a
L5XL7	3.79	g	55.03	bcdef	6.48	bcdefg	2.97	a
L5XL8	4.50	cdef	52.05	ef	6.46	bcdefg	2.90	a
L6XL7	4.11	fg	56.03	bcdef	6.41	bcdefg	3.30	a
L6XL8	4.10	fg	52.88	cdef	6.17	fg	3.27	a
L7XL8	4.51	cdef	60.44	abcde	6.39	bcdefg	2.97	a
Promedio	4.59		57.94		6.48		3.00	
CV (%)	10.45		10.84		7.44		18.2	
DMSH	0.65		8.501		0.652		0.739	

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Homogeneidad

Otro aspecto a considerar en la caracterización y registro de nuevas variedades es la homogeneidad. Para ello en las guías para la caracterización de *Capsicum annuum* de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones

Vegetales y del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, indican que se deben identificar plantas “fuera de tipo” o bien estableciendo un porcentaje fijo de plantas que pueden ser diferentes dentro de la población evaluadas (1 o 2 %). En la caracterización de los híbridos de chile Manzano se procedió a realizar análisis de varianza de cada una de las variables cuantitativas evaluadas en hojas y frutos; lo anterior se realizó variable por variable e híbrido por híbrido, con el propósito de conocer el comportamiento de las características evaluadas dentro de cada genotipo.

En las variables altura del tallo (APB), número de entrenudos (NENT) y longitud de entrenudos (LENT) se presentan diferencias significativas en 3, 2 y 3 híbridos, respectivamente, por lo que en la mayoría de los híbridos hay homogeneidad en éstas variables (Cuadro 10).

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables altura del tallo (APB), número de entrenudos (NENT) y longitud de entrenudos (LENT) en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO		APB		NENT			LENT		
FV	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)
Grajales St.	79.73	41.33	15.00	0.63	2.91	13.27	0.96	4.14	12.91
L1XL2	13.60	32.03	15.87	2.79	7.80	16.38	1.23	3.41	15.33
L1XL3	37.66	49.75	19.65	2.95	5.35	15.64	1.92	3.74	14.01
L1XL4	36.25*	3.33	5.32	3.34	2.92	10.95	1.82	1.98	10.71
L1XL5	118.40	49.93	18.57	1.15	0.84	7.53	1.60	1.71	7.89
L1XL6	16.79	19.65	11.40	0.11	0.48	5.49	0.12	0.63	4.96
L1XL7	27.73	6.13	7.88	2.22	0.65	6.77	3.76	1.55	7.33
L2XL3	10.59	17.38	10.98	0.74	2.46	11.47	0.60	2.56	10.83
L2XL4	10.03	58.33	20.67	0.69	0.45	5.07	1.20	0.87	6.14
L2XL5	49.85*	8.50	7.65	0.53	0.80	6.28	1.08	1.16	7.54
L2XL7	22.31	16.48	11.85	8.10	4.49	15.76	7.97	3.40	12.01
L2XL8	46.62	42.43	14.89	0.69	0.21	4.24	2.37	0.78	4.72

Continuación Cuadro 10...

HÍBRIDO	APB			NENT			LENT		
FV	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)
L3XL4	3.59	11.85	9.23	0.30	0.31	4.51	0.52	0.57	4.64
L3XL5	27.56	10.56	9.74	0.66	0.45	5.07	0.84	0.59	5.04
L3XL6	5.84	14.08	10.26	0.86	0.84	6.99	1.24	1.23	7.20
L3XL7	18.85	13.80	15.74	1.57	2.64	11.56	1.48	2.77	11.49
L3XL8	176.35*	26.03	14.31	0.93*	0.13	2.94	1.62*	1.62	3.11
L4XL5	33.29	16.95	10.14	0.90	0.92	7.67	1.57	1.86	8.45
L4XL6	32.90	36.93	17.90	2.18	3.27	15.27	4.92	6.60	14.92
L4XL7	18.85	9.10	7.92	1.32*	0.15	3.24	3.26*	0.26	3.02
L4XL8	21.91	4.95	5.55	0.32	0.58	6.35	0.57	1.08	6.21
L5XL7	1.35	35.13	15.74	0.72	0.17	3.51	1.46	0.32	3.32
L5XL8	33.06	24.58	12.02	0.66	0.55	6.69	1.49	1.31	6.29
L6XL7	3.91	4.98	6.09	0.67	0.36	4.66	0.98	0.56	4.82
L6XL8	65.40	24.13	13.44	2.17	0.50	6.26	5.74*	1.07	5.74
L7XL8	4.25	16.13	11.90	1.54	2.77	14.59	3.72	8.12	15.99

*significancia $P \leq 0.05$. FV: fuente de variación; CM: cuadrado medio; CM(E): cuadrado medio del error; CV: coeficiente de variación.

El análisis de varianza indica que no todos los genotipos son homogéneos en las características evaluadas en hoja; en la variable longitud del limbo (LL) no se detectan diferencias estadísticas significativas en ninguno de los híbridos ni en la variedad Grajales St. por lo que existe homogeneidad en esta característica.

Las variables ancho de la hoja y longitud del peciolo son heterogéneas, se observan diferencias significativas en el análisis de varianza en los híbridos L4XL5, L4XL6, L4XL7, L5XL8 y L6XL8 para la primera característica y en L2XL3, L2XL7 para la longitud del peciolo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables longitud de la hoja (LL), ancho de la hoja (AL) y longitud del peciolo (LPEC) en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO FV	LONGITUD DEL LIMBO			ANCHO DEL LIMBO			LONGITUD DEL PECIOLO		
	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)
Grajales St.	156.24	130.01	6.75	34.76	24.96	7.53	24.40	53.35	31.40
L1XL2	270.87	599.21	17.33	97.49	78.09	13.02	14.41	20.20	24.69
L1XL3	152.76	150.15	7.89	33.61	28.99	8.38	12.76	35.99	23.51
L1XL4	68.66	69.87	6.13	87.07	45.31	10.42	6.78	2.66	11.50
L1XL5	84.64	72.78	6.51	29.99	28.40	7.83	10.23	7.21	20.19
L1XL6	251.96	131.12	7.71	15.17	26.72	8.10	26.41	37.29	22.72
L1XL7	115.16	146.86	8.49	117.77	56.50	11.92	56.30	24.52	29.76
L2XL3	267.84	245.95	10.40	73.24	67.37	13.24	174.20*	48.18	26.71
L2XL4	124.72	141.97	8.56	27.70	28.60	7.65	29.58	19.59	30.27
L2XL5	132.09	136.30	8.10	48.76	30.09	8.77	12.90	10.26	19.18
L2XL7	171.17	156.20	8.07	44.14	33.79	10.03	77.32	89.54	32.22
L2XL8	113.83	118.84	7.61	21.96	36.16	8.66	62.81	34.09	28.73
L3XL4	193.52	201.01	8.76	32.64	34.44	9.34	19.04	20.55	22.46
L3XL5	240.36	142.11	7.58	27.55	45.89	10.53	87.19	35.03	26.85
L3XL6	228.09	120.48	7.13	24.69	39.99	10.14	13.59	9.74	19.46
L3XL7	46.39	77.80	5.46	46.52	50.52	10.40	18.80	24.42	27.76
L3XL8	104.05	57.40	5.32	46.01	28.78	7.88	17.49	10.38	23.38
L4XL5	284.36	158.97	8.33	66.94*	30.57	9.32	55.46	42.58	25.53
L4XL6	80.66	137.74	8.11	183.45*	38.84	9.01	35.37	28.25	23.69
L4XL7	39.16	101.64	6.66	75.22*	23.96	7.33	21.89	12.07	18.66
L4XL8	174.90	137.32	8.12	30.09	18.76	7.09	69.87	36.48	26.73
L5XL7	86.63	66.62	5.50	44.59	22.78	7.01	8.94	11.21	19.33
L5XL8	142.64	97.92	7.08	72.84*	26.41	7.56	44.40	3.70	12.61
L6XL7	43.56	117.35	7.26	37.44	22.91	7.23	6.78	12.53	20.32
L6XL8	56.30	112.46	7.43	40.94*	16.70	5.80	4.80	9.46	19.54
L7XL8	112.04	99.33	6.81	60.98	31.89	8.49	26.30*	7.72	16.01

*significancia $P \leq 0.05$. FV: fuente de variación; CM: cuadrado medio; CM(E): cuadrado medio del error; CV: coeficiente de variación.

Respecto a la homogeneidad de los frutos se tiene que en el peso 21 híbridos y la variedad Grajales St. son homogéneos (Cuadro 12), lo anterior puede ser debido a que la hibridación genera uniformidad en estas características, aunado a la baja influencia del ambiente en estos rasgos. Cabe mencionar que en otras especies del género *Capsicum* que no han sido mejorados presentan variación

en estas características, tal como lo indican Adetula y Olakojo (2006), Todovora (2007) y Nsabiyera *et al.*, (2013). Los híbridos L1XL5, L2XL4, L2XL8 Y L3XL8 presentaron diferencias significativas intrapoblacional.

En cuanto al diámetro, 22 híbridos y la variedad comercial manifiestan ser uniformes; en los híbridos L2XL4 y L2XL5 existen diferencias significativas en la relación longitud/diámetro dentro de cada material genético (Cuadro 12).

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto y relación longitud diámetro realizado en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRID O	PESO DEL FRUTO			LONGITUD DEL FRUTO			DIAMETRO DEL FRUTO			RELACIÓN LONGITUD/DIAMETRO		
FV	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)
Grajales	50.31	178.61	13.15	27.89	14.47	5.54	0.08	13.90	5.92	0.006	0.010	9.03
L1XL2	567.83	202.08	13.75	220.85	288.11	27.40	35.16*	9.21	5.16	0.070	0.075	25.21
L1XL3	357.34	350.47	19.83	8.43	14.01	5.85	18.51	26.08	9.29	0.020	0.023	12.85
L1XL4	223.60	105.35	12.00	48.21	16.89	6.45	11.01	10.42	6.08	0.020	0.010	8.30
L1XL5	291.24	97.24	10.22	59.84*	9.96	4.88	1.34	16.41	7.04	0.020	0.010	9.70
L1XL6	59.46	90.68	10.38	16.24	11.78	5.44	25.98	16.95	7.24	0.010	0.020	11.53
L1XL7	440.35	368.59	19.54	60.27	20.16	6.72	27.02	23.07	8.56	0.050	0.020	12.36
L2XL3	348.79	266.66	18.81	83.46	81.61	13.74	23.40	19.99	8.08	0.020	0.020	10.44
L2XL4	67.34	56.31	8.87	23.21*	3.46	2.96	13.53	6.74	4.75	0.030*	0.002	4.16
L2XL5	182.66	190.65	16.09	6.88	27.44	8.35	61.36*	12.92	6.40	0.040*	0.010	7.85
L2XL7	276.86	196.14	20.38	8.74	54.97	12.56	29.74	32.33	11.42	0.030	0.040	16.32
L2XL8	615.44*	94.26	9.24	64.40*	15.82	5.79	1.44	14.35	6.47	0.010	0.010	9.61
L3XL4	64.04	49.08	8.42	29.40	21.76	7.01	15.59	12.92	6.46	0.030	0.010	8.96
L3XL5	314.33	292.32	20.58	40.56	26.50	7.77	30.61	28.14	9.48	0.020*	0.010	6.42
L3XL6	65.44	56.51	10.96	23.02	20.46	7.40	13.89	17.94	8.02	0.010	0.010	7.60
L3XL7	411.09	189.92	18.71	27.32	10.49	5.50	13.88	16.69	7.79	0.004	0.007	7.21
L3XL8	291.28	94.73	11.10	117.56*	16.02	7.12	22.03	5.19	4.48	0.010	0.003	5.31
L4XL5	107.08	152.69	16.00	33.30	66.53	12.57	6.20	17.75	7.70	0.020	0.030	14.23
L4XL6	368.28	157.14	14.75	53.22	20.44	7.20	32.63	17.09	7.21	0.003	0.003	5.20
L4XL7	90.85	41.13	10.24	55.07	22.88	8.23	8.42	18.99	9.01	0.020	0.020	11.75
L4XL8	82.85	64.72	10.97	20.34	11.61	5.56	9.50	13.65	7.05	0.020	0.010	8.74
L5XL7	137.98	52.20	10.42	15.68	6.21	4.21	6.43	6.87	5.04	0.020	0.010	7.43
L6XL7	514.87	158.10	15.15	72.31	36.99	9.73	14.17	15.31	7.03	0.020	0.010	10.07
L6XL8	126.08	88.66	12.37	16.62	18.07	7.16	7.44	8.53	5.55	0.010	0.010	6.70
L7XL8	298.52	271.20	17.97	30.26	44.38	10.48	39.51	18.92	8.09	0.030	0.020	12.82

*significancia $P \leq 0.05$. FV: fuente de variación; CM: cuadrado medio; CM(E): cuadrado medio del error; CV: coeficiente de variación.

En general, en las variables diámetro del pedúnculo (DPED), espesor de la pulpa (GP) y número de lóculos (NL) no muestran diferencias significativas; al respecto Todovora (2007) reportó diferencias significativas para la variable GP al evaluar 16 genotipos de *C. annuum* L. Los híbridos L3XL5, L4XL6 y L7XL8 presentan frutos con amplia variación en cuanto al diámetro del pedúnculo de éstos. Se tienen 7 híbridos heterogéneos en longitud del pedúnculo; cuatro de los 25 nuevos híbridos, son heterogéneos en el número de lóculos en los frutos evaluados dentro de cada genotipo (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables diámetro del pedúnculo (DPED), longitud del pedúnculo (LPED), espesor de la pulpa (GP) y número de lóculos (NL) realizado en cada uno de los 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO	DIÁMETRO DEL PEDÚNCULO			LONGITUD DEL PEDÚNCULO			ESPESOR DE LA PULPA			NÚMERO DE LÓCULOS		
FV	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)	CM	CM(E)	CV (%)
Grajales St.	0.03	0.22	9.18	73.98	61.45	13.57	0.03	0.09	4.98	0.10	0.20	13.98
L1XL2	1.00	0.52	13.27	89.35	60.12	13.17	0.48	0.42	8.93	1.57	0.87	30.36
L1XL3	0.51	0.55	15.21	19.41	47.43	11.76	0.39	0.40	9.50	1.27	0.47	21.80
L1XL4	0.64	0.26	11.64	59.31	52.51	12.53	1.16	0.52	10.77	1.60*	0.13	11.55
L1XL5	0.73	0.40	11.82	45.60	57.63	12.76	0.25	0.29	8.00	0.17	0.13	12.17
L1XL6	0.15	0.61	18.05	38.71	32.44	9.61	0.48	0.22	6.66	0.23	0.80	29.17
L1XL7	1.13	0.82	17.44	143.65*	49.31	10.20	0.83	0.57	10.59	2.77*	0.27	14.90
L2XL3	0.08	0.22	10.64	118.37*	24.50	8.85	1.86*	0.46	10.34	0.73	0.40	21.56
L2XL4	0.28	0.73	18.55	349.83*	49.02	12.43	0.18	0.18	6.40	0.27	0.67	28.48
L2XL5	0.32	0.52	17.10	48.11	48.94	13.44	0.62	0.24	7.54	0.23	0.40	20.62
L2XL7	0.03	0.32	12.90	91.56	125.19	18.29	0.66	1.11	15.41	0.17	0.27	19.36
L2XL8	0.59	0.17	8.55	88.82*	11.66	5.77	0.97*	0.13	5.15	1.23*	0.40	19.36
L3XL4	0.51	0.17	7.65	53.86	28.71	9.31	0.39	0.37	8.84	0.17	0.27	19.36
L3XL5	1.19*	0.29	10.85	34.28	48.56	12.39	0.35	0.27	8.73	0.43	1.00	31.91
L3XL6	1.27	0.44	15.60	24.35	19.65	8.20	0.09	0.64	13.45	0.40	0.73	31.33
L3XL7	0.79	0.29	12.51	56.70	61.64	12.86	1.98	0.70	13.17	0.23	0.20	0.93
L3XL8	0.37	0.23	10.84	160.38*	38.29	12.07	0.25	0.54	11.89	0.73	0.40	19.36
L4XL5	0.30	0.44	15.05	38.55	48.36	11.99	0.34	0.54	12.04	0.57	0.87	30.36
L4XL6	0.91*	0.20	9.11	47.43	32.17	9.15	0.92	0.82	14.30	0.23	0.60	23.71
L4XL7	0.26	1.05	23.48	58.57	47.32	11.73	0.12	0.46	11.39	0.93	0.60	27.02
L4XL8	0.63	0.35	13.03	62.42*	15.51	6.42	0.13	0.23	8.20	2.60*	0.60	24.21
L5XL7	0.22	0.30	14.47	181.91*	30.03	10.10	0.85	0.28	8.29	0.73	0.60	26.41
L5XL8	0.10	0.14	8.51	75.71	22.09	8.99	0.66	0.41	9.85	0.07	0.07	8.80
L6XL7	0.48	0.35	14.49	77.70	41.10	11.56	0.62	0.36	9.40	0.90	1.13	32.59
L6XL8	0.60	0.26	11.85	67.35	26.51	9.42	0.65	0.66	13.33	0.93	0.40	18.24
L7XL8	0.85*	0.08	6.22	103.19	63.40	13.15	0.16	0.15	6.04	0.67	0.73	28.54

*significancia $P \leq 0.05$. FV: fuente de variación; CM: cuadrado medio; CM(E): cuadrado medio del error; CV: coeficiente de variación.

Estabilidad

En la comparación de medias se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre ciclos de cultivo para las características altura del tallo, número de entrenudos, longitud de los entrenudos, días a inicio de floración y días a inicio de maduración, por lo que se considera son estables (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de medias por ciclo de cultivo de las características evaluadas en plantas de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

CICLO	APB (cm)	NENT	LENT (cm)	INIFLO	IMAD
2012	37.06 a	12.81 a	15.95 a	165.10 a	237.42 a
2013	36.63 a	12.88 a	15.92 a	165.00 a	237.32 a
Promedio	36.85	12.84	15.94	165.05	237.37
CV (%)	17.38	16.64	13.16	6.76	4.43
DMS	1.5988	0.4695	0.5236	2.786	2.6277

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (t-Student, $P < 0.05$). APB: altura del tallo; NENT: número de entrenudos; LENT: longitud de los entrenudos; INIFLO: días a inicio de floración; IMAD: días a inicio de madurez. CV: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

Por otro lado, las características morfológicas: longitud de hoja, ancho de la hoja y longitud del peciolo muestran diferencias significativas de un ciclo de cultivo a otro, por lo que se considera que tales características son inestables (Cuadro 15).

Cuadro 15 Comparación de medias por ciclo de cultivo de las características vegetativas evaluadas en 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

CICLO	LL (mm)	AL (mm)	LPEC (mm)
2012	146.86 b	66.62 a	16.82 b
2013	149.66 a	60.97 b	25.32 a
Promedio	148.26	63.80	21.07
CV (%)	8.44	9.43	30.20
DMS	0.9634	0.4625	0.4894

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (t-Student, $P < 0.05$). LL: longitud del limbo; AL: ancho del limbo; LPEC: longitud del peciolo de la hoja. CV: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

En cuanto a la estabilidad de las características evaluadas en los frutos de los 25 híbridos durante dos ciclos, se encontró que peso, longitud y diámetro del fruto, relación longitud/diámetro, longitud y diámetro del pedúnculo, grosor del pericarpio y número de lóculos son estadísticamente iguales en los dos años de evaluación (Cuadro 16).

La diferencia en peso entre un año y otro fue de 2 g, lo cual no se considera comercialmente importante, debido a que los frutos de chile Manzano se clasifican como frutos grandes y pesados de acuerdo a la calidad establecida en el mercado y los frutos con ese peso son para exportación; mientras que el número de lóculos encontrado en promedio de los dos años de evaluación fue de tres lóculos por fruto.

Cuadro 16. Comparación de medias por ciclo de cultivo de las características evaluadas en frutos de 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

FECHA	PF (g)		LF (mm)		DF (mm)		RLD		DPED (mm)		LPEP (mm)		GP (mm)		NL	
2012	84.02	a	62.84	a	54.76	a	1.15	a	4.65	a	58.22	a	6.49	a	3.04	a
2013	82.59	a	63.13	a	54.13	a	1.17	a	4.59	a	58.38	a	6.51	a	2.96	a
Promedio	83.31		62.99		54.45		1.16		4.62		58.30		6.50		3.00	
CV (%)	16.43		8.68		6.93		10.20		14.53		13.55		10.43		25.66	
DMS	2.73		1.09		0.75		0.02		0.13		1.57		0.13		0.15	

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (t-Student, $P \leq 0.05$). PF: peso del fruto; LF: longitud del fruto; DF: diámetro del fruto; RLD: relación longitud diámetro; DPED: diámetro del pedúnculo; LPEP: longitud del pedúnculo; GP: espesor de la pulpa y NL: número de lóculos del fruto. CV: coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de agrupamiento, que incluyó el valor promedio de 16 variables cuantitativas evaluadas en dos ciclos de cultivo, generó el dendrograma de la

Figura 18, de acuerdo con el criterio cúbico de agrupamiento (CCC) y la pseudoestadística T cuadrada de Hotelling (PST^2) (Johnson, 2000) determinaron que tres grupos fueron los adecuados, con altura de corte de 0.13 r^2 semiparcial. En el grupo I se incluyen cinco híbridos, de los cuales cuatro tienen a la línea 4 como progenitor común y dos a la línea 5. En el grupo II, se incluyeron 8 híbridos, sobresaliendo la línea 1 como progenitor en cinco de los híbridos; y el grupo III formado por 14 híbridos y la variedad Grajales St.

Componentes principales

Con la finalidad de determinar los caracteres responsables de la agrupación obtenida, se realizó análisis de componentes principales (ACP). En el Cuadro 17 se observan los valores propios, la proporción absoluta y acumulada de cuatro componentes principales necesarios para explicar 78 % de la variabilidad de los datos. En resultados anteriores Chávez y Castillo (1999), reportaron que la mayor variabilidad (92 %), observada en una población de chile Manzano, se explicó en los tres primeros componentes principales. En otros tipos de chile, tales como chile de Agua, chile Guajillo, algunos morfotipos silvestres de *Capsicum* spp. y *Capsicum chinense* la mayor variación se explicó en los primeros cuatro componentes principales (Latournerie *et al.*, 2002; Pardey *et al.*, 2006; Castañón-Najera *et al.*, 2008; Martínez-Sánchez *et al.*, 2010; Moreno-Pérez *et al.*, 2011; Nsabiya *et al.*, 2013; Narez-Jiménez *et al.*, 2014).

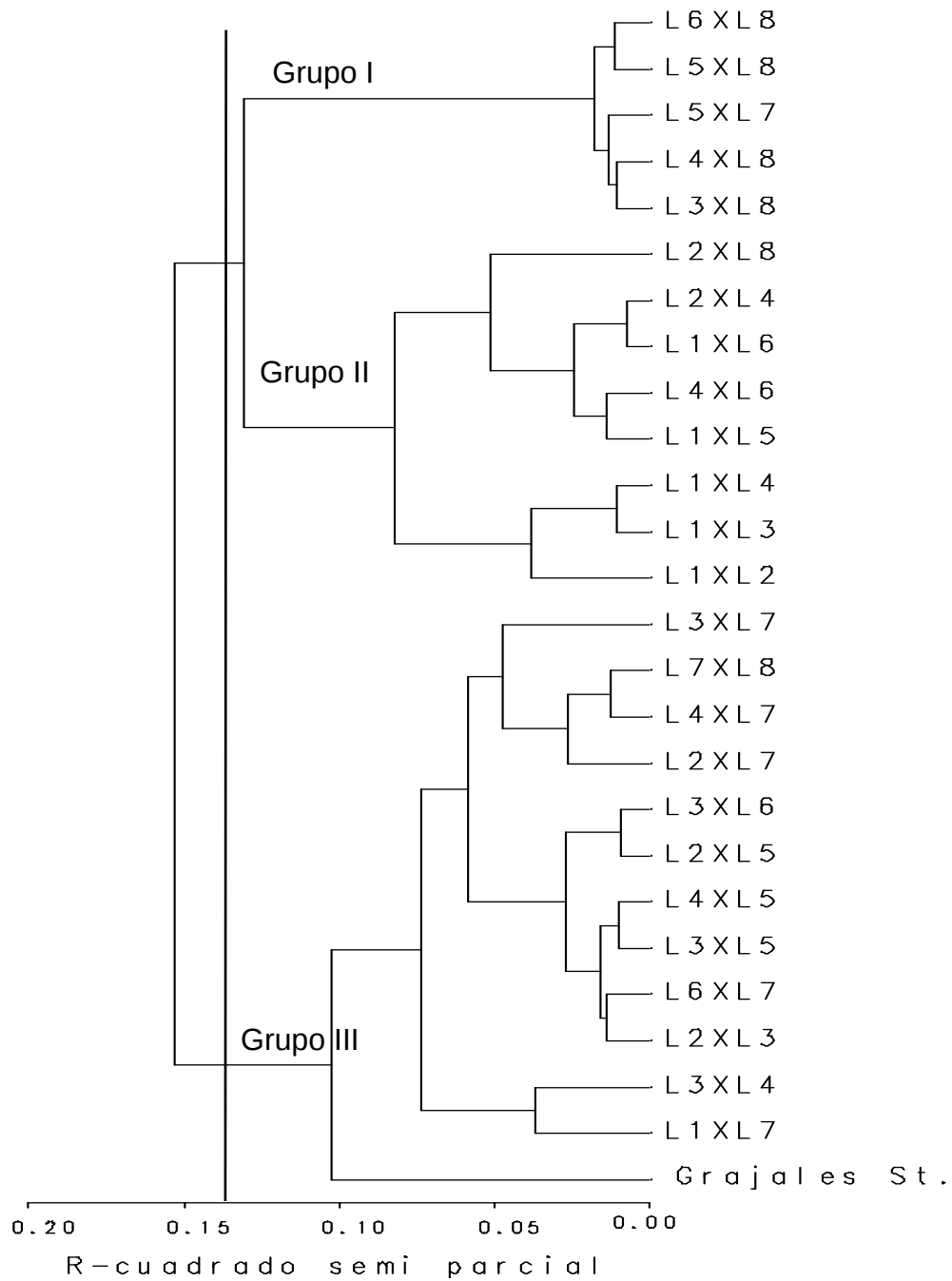


Figura 18. Dendrograma jerárquico de 25 híbridos y la variedad Grajales St. de Chile Manzano obtenido mediante el método de Ward y el uso de distancias Euclidianas cuadradas.

Cuadro 17. Valores propios y proporción explicada de cuatro componentes principales obtenidos a partir de 16 caracteres morfológicos evaluados en 25 híbridos chile Manzano. Chapingo, México.

Componente principal	Valor Propio	Proporción	Proporción Acumulada
1	4.03	0.25	0.25
2	3.93	0.25	0.50
3	2.30	0.14	0.64
4	2.17	0.14	0.78

En el Cuadro 18 se presentan los vectores propios de cuatro componentes principales (CP), donde el primero (25 % de la variabilidad total) representa a los caracteres grosor del pericarpio, número de lóculos, altura del tallo y longitud del pedúnculo; al componente principal 2 (25 % de la variabilidad total) corresponden las variables días a inicio de floración, longitud del limbo, longitud del peciolo y días a madurez. En el componente principal 3 (14 % de la variación total) se asocian las variables longitud del fruto, relación longitud/diámetro del fruto, diámetro del pedúnculo y diámetro del fruto y el componente principal 4, explica el 14 % de la variación total, se constituye por las variables Ancho del limbo, peso del fruto, número y longitud de entrenudos.

Las características que tuvieron mayor valor descriptivo corresponden a las del fruto, seguidas de las de hoja; previamente Chávez y Castillo (1999) indicó para colectas de chile Manzano tamaño de fruto y número de semillas como las de mayor importancia en la determinación de la variabilidad; en *Capsicum* spp. la variabilidad del género se dio primero a nivel de las características de fruto, vegetativas y finalmente flores (Pardey *et al.*, 2006; Narez-Jiménez *et al.*, 2014)

Cuadro 18. Vectores propios de cuatro componentes principales para 16 caracteres morfológicos evaluados en 25 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

Variabales	CP1	CP2	CP3	CP4
Altura del tallo	0.354	-0.161	0.278	0.205
Número de entrenudos	-0.257	0.017	0.185	-0.299
Longitud de entrenudos	0.368	-0.057	0.265	0.189
Días a inicio de floración	0.093	0.468	0.095	-0.067
Días a madurez	0.183	0.351	0.218	0.279
Longitud de la hoja	0.144	0.410	0.290	-0.121
Ancho de la hoja	0.055	-0.125	-0.144	0.567
Longitud del peciolo	0.144	0.369	-0.064	0.081
Peso del fruto	0.147	0.222	-0.235	0.311
Longitud del fruto	-0.002	0.318	-0.385	0.030
Diámetro del fruto	-0.138	0.198	0.293	-0.168
Relación longitud/diámetro	-0.161	0.136	0.350	0.000
Diámetro del pedúnculo	0.319	0.089	-0.324	-0.336
Longitud del pedúnculo	-0.348	-0.057	0.298	0.319
Grosor del pericarpio	-0.388	0.197	-0.177	0.181
Número de lóculos	-0.382	0.223	-0.124	0.182

CP=Componente principal 1, 2, 3 y 4.

3.6 CONCLUSIONES

Se identificaron seis híbridos sobresalientes y diferentes a la variedad Grajales St.

Para chile Manzano las características cuantitativas determinantes en la caracterización son grosor del pericarpio, número de lóculos, longitud del fruto, peso del fruto, longitud del pedúnculo del fruto, diámetro del pedúnculo, altura del tallo, longitud y número de entrenudos, longitud y ancho del limbo, longitud del peciolo, días a inicio de floración y días a madurez del fruto.

3.7 LITERATURA CITADA

- Adetula, A.O. and S. A. Olakojo. 2006. Genetic characterization and evolution of some pepper accessions *Capsicum frutescens* (L.): The Nigerian "Shombo" collections. *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science* 1(3): 273-281.
- Castañón-Nájera, G., L. Latournerie-Moreno, J. M. Leshner-Gordillo, E. De la Cruz-Lázaro, y M. Mendoza-Elos. 2010. Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo* 26(3): 225-234.
- Castañón-Nájera, G., L. Latournerie-Moreno, M. Mendoza-Elos, A. Vargas-López, y H. Cárdenas-Morales. 2008. Colección y caracterización de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. *Revista Internacional de Botánica Experimental PHYTON* 77: 189-202.
- Chávez S., J.L., y F. Castillo G. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 22: 27-41.
- Johnson D., E. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Traducido por Pérez Castellanos H. Internacional Thomson Editores. México. 566 p.
- Latournerie M., L., J. L. Chávez S., M. Pérez P., G. Castañón N., S. A. Rodríguez H., L. M. Arias R., y P. Ramírez V. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(1): 25-33.

- Martínez-Sánchez, D., M. Pérez-Grajales, J. E. Rodríguez-Pérez, y E. C. Moreno P. 2010. Colecta y caracterización morfológica de “chile Agua” (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. Revista Chapingo serie Horticultura 16(3): 169-176.
- Moreno-Pérez, E.C., C. H. Avendaño-Arrazate, R. Mora-Aguilar, J. Cadena-Iñiguez, V. H. Aguilar-Rincón, y J. F. Aguirre-Medina. 2011. Diversidad morfológica en colectas de chile Guajillo (*Capsicum annuum* L.) del centro-norte de México. Revista Chapingo serie Horticultura 17(1): 23-30.
- Narez-Jiménez, C. A., E. De la Cruz-Lázaro, A. Gómez-Vázquez, C. Márquez-Quiroz, y P. García-Alamilla. 2014. Colecta y caracterización morfológica *in situ* de chiles (*Capsicum* spp.) cultivados en Tabasco, México. Revista Chapingo serie Horticultura 20(3): 1-13.
- Narvaez M., J. D. 2002. Analisis de crecimientode variedades y cruzas intervarietales de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) cultivadas en invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 68 p.
- Nsabiya, V., M. Logose, M. Ochwo-Ssemakula, P. Sseruwagi, P. Gibson, and Ch. Ojiewo. 2013. Morphological characterization of local and exotic hot pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. Bioremediation, biodiversity and bioavailability 7(1): 22-32.
- Pardey, R., C., M. A. García D., y F. A. Vallejo C. 2006. Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Acta Agronómica 55(3): 1-9.

- Pérez G., M., y R. Castro B. 1998. Guía técnica para la producción intensiva de chile Manzano. Boletín de divulgación Número 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 17 p.
- Pérez G., M., y R. Castro B. 2012. El chile Manzano. Departamento de Publicaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 128 p.
- SAS Institute, Inc. 2002. SAS software release version 9.0. (Statistical Analysis System for Windows). SAS Institute Inc. Cary, NC. EE. UU.
- Todovora, V. 2007. Fruit characterization and influence of variation factors in pepper Kapiya type varieties and breeding lines (*Capsicum annuum* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Sciences 13: 309-315

4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE FRUTO EN HÍBRIDOS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón)

4.1 RESUMEN

En el mejoramiento genético de chile Manzano (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón) para rendimiento y componentes, también se busca incrementar la calidad de los frutos, ofreciendo así productos de buena apariencia, sabor, picor y valor nutracéutico al consumidor. Por lo anterior, se estudiaron características químicas y fisiológicas de calidad del fruto, en madurez de consumo, de 25 nuevos híbridos. Las variables evaluadas fueron el contenido de capsaicinoides, vitamina C, carotenoides, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH y pérdida de peso en poscosecha. Se empleó el diseño experimental completamente al azar con tres a quince repeticiones (uno o dos frutos por repetición), en función de la variable estudiada. Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre híbridos y con respecto a la variedad comercial de chile Manzano “Grajales St.” en las variables capsaicinoides totales, sólidos solubles totales, pérdida de peso y grosor del pericarpio. En vitamina C, carotenoides y acidez titulable los genotipos mostraron diferencias significativas entre sí, pero no con la variedad comercial y en pH no se detectaron diferencias estadísticas. Los frutos por contenido de capsaicinoides totales se clasificaron como ligeramente picosos hasta extremadamente picosos (64,371 a 273,705 SHU). El híbrido L2XL5 superó en 40 % a los híbridos L1XL7 y L2XL7 en vitamina C; y el contenido mayor de carotenoides se encontró en el L2XL3 con 137 % más que la variedad comercial. La pérdida de peso de 13 a 17 % ocurrió en un lapso de 10 a 12 días de poscosecha. El contenido promedio de azúcares (6.48 °Bx), ácido cítrico (0.37 %) y pH (4.97) contribuyeron al sabor característico de este tipo de chile. Se encontraron híbridos sobresalientes en características químicas y fisiológicas.

Palabras clave: *Capsicum pubescens*, capsaicinoides, Vitamina C, carotenoides, sólidos solubles totales, pérdida de peso.

4.2 ABSTRACT

In the genetic improving of the Manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* Ruíz y Pavón) for endurance and its components we are also looking for increasing the quality of the fruits, so that we can offer products with good appearance, flavor, spiciness and nutraceutical values to the consumer. Due to this, we studied chemical and physiological characteristics of the quality of the fruit in the consuming stage of 25 new hybrids. The evaluated varieties were the content of capsaicinoids, vitamin C, carotenoids, total solid solubles, titratable acidity, pH and loss of weight in postharvest. An experimental design was randomly applied with 3 to 15 repetitions (one or two fruits for repetition), according to the studied variety. A major difference was founded ($p \leq 0.05$) among the hybrids and according to the commercial variety of the Manzano chile "Grajales St." in the total capsaicinoids varieties, total solid solubles, loss of weight and thickness of the pericarpio. In vitamin C, carotenoids and titratable acidity the genotype showed major differences among themselves, but not with the commercial variety and in pH there were not statistical differences detected. The fruit due to its capsaicinoids content was classified as from lightly spicy to extremely spicy (64,371 a 273,705 SHU Scoville Heat Units). The hybrid L2XL5 overpassed in 40 % L1XL7 y L2XL7 hybrids in vitamin C; and the major content of carotenoids was found in the L2XL3 with 137 % more than the commercial variety. The loss of weight from 13 to 17 % occurred in a period from 10 to 12 days of postharvest. The average contents of sugar (6.48 °Bx), citric acid (0.37 %) y pH (4.97) contributed to the characteristic flavor of this kind of chile. Outstanding on their physiological and chemical characteristics hybrids were found.

Keywords. *Capsicum pubescens*, capsaicinoids, Vitamin C, carotenoids, total soluble solids, loss of weight.

4.3 INTRODUCCIÓN

Entre los alimentos que los precolombinos consumían diariamente, de acuerdo con el Códice Florentino, estaban maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), chile (*Capsicum* spp.) y calabaza (*Cucurbita* spp.). Hoy en día estos alimentos aún son la base de la alimentación de gran parte de los pueblos del continente americano (López, 2003). El consumo de chile (*Capsicum* spp.) es fuente importante de vitaminas E y C, carotenoides, o provitamina A, y xantofilas y junto con los antioxidantes están en concentraciones altas en varias especies (Bosland *et al.*, 2012).

Los frutos de chile fresco contienen hasta 340 mg de vitamina C en 100 g de tejido, lo que es suficiente para cubrir o exceder la recomendación diaria para una persona adulta; pero, este contenido puede disminuir aproximadamente 70 % después de cocinarlo o envasarlo, y 100 % al deshidratar los frutos (Bosland *et al.*, 2012). El contenido de vitamina C en chile Manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón) de fruto amarillo es de 210 a 455 mg·100 g⁻¹ de tejido fresco (Cruz-Pérez *et al.*, 2007; Espinosa-Torres *et al.*, 2010).

La diversidad de color y brillo en los frutos de chile es consecuencia del contenido de carotenoides presentes en la membrana tilacoidal de los cromoplastos de las flores, frutos y raíces. Los carotenoides realizan funciones esenciales para el metabolismo, como captación de luz, fotoprotección, disipación de excesos de energía, que los hacen pigmentos especiales. En frutos de chile se han identificado más de 30 diferentes pigmentos, los cuales incluyen clorofilas verdes (a y b), luteína amarilla-naranja, zeaxantina, violaxantina, anteraxantina, β -

criptaxantina, β -carotenos, y pigmentos rojos como la capsantina, capsorubina y criptocapsina (Meléndez-Martínez *et al.*, 2007; Bosland *et al.*, 2012). Son importantes desde el punto de vista nutricional por ser antioxidantes, benéficos para la prevención de enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer y las relacionadas con la edad (Zamora, 2007; Bosland *et al.*, 2012). El contenido de carotenoides en el fruto de chile depende de factores tales como el cultivar, la etapa de madurez y las condiciones de manejo del cultivo (Meléndez-Martínez *et al.*, 2007; Carranco *et al.*, 2011; Bosland *et al.*, 2012).

Una característica que distingue a los frutos del género *Capsicum* es la acumulación de capsaicinoides, grupo alcaloide responsable del picor de los frutos y que se ubica principalmente en el tejido de la placenta adyacente a las semillas (De Amit, 2003; Ben-Chaim *et al.*, 2006); la capsaicina y la dihidrocapsaicina son responsables del 80-90 % del contenido total en un chile y, por lo tanto, del picor (Bosland y Votava, 2000). Estos compuestos se han cuantificado con la prueba organoléptica de Scoville, cuya escala incluye desde los más picosos como el chile habanero que contiene de 300,000 a 400,000 SHU (Scoville Heat Units, por sus siglas en inglés), hasta los menos picosos como Jalapeño que contiene de 3,500 a 4,500 SHU, o chiles dulces como pimiento que presenta de 0 a 100 SHU (López, 2003).

En híbridos de chile Manzano el picor se encuentra en la escala media, con contenido de capsaicinoides que varía de 4,032 a 60,000 SHU (Zewdie *et al.*, 2001; López, 2003; Cázares-Sánchez *et al.*, 2005; Cruz-Pérez *et al.*, 2007; De Masi *et al.*, 2007; Sánchez-Sánchez *et al.*, 2010). En cuanto a la composición del picor, el fruto contiene 63 % de dihidrocapsaicina, principal capsaicinoide,

seguido de capsaicina con 26 % y 11 % de nordihidrocapsaicina en los frutos (Pérez y Castro, 2012). La cantidad de capsaicina en una variedad puede variar dependiendo de la intensidad de luz y temperatura en la cual se desarrolla la planta, así como de las características genéticas de la misma (Morán-Bañuelos *et al.*, 2008; Othman *et al.*, 2011; Bosland *et al.*, 2012).

En las plantas, la función principal de los capsaicinoides es de defensa contra mamíferos herbívoros, no así para las aves que son los principales dispersores de la semilla (principalmente en especies silvestres) y que son necesarios para que al pasar la semilla por el tracto digestivo de éstas, se suavice la cubierta seminal y permita la germinación gradual de ellas; también se le atribuyen propiedades antifúngicas y antibacteriales (Dima *et al.*, 2003; Foley y Moore, 2005; Tewksbury *et al.*, 2008).

La transpiración, deshidratación o pérdida de agua de los frutos en poscosecha constituye el principal problema que demerita la calidad de consumo. Se ha observado que pérdidas de 6 a 7 % del peso en el fruto, la firmeza y la apariencia disminuyen y por consecuencia la vida de anaquel (Astiasarán y Martínez, 2000). La velocidad y la intensidad de la pérdida de agua dependen del tipo de fruto (presencia de cutícula, lenticelas, apertura o cierre de estomas, etc.). La pérdida de agua libre es una de las causas principales de deterioro, porque esto da como resultado no solamente pérdidas cuantitativas directas (pérdida de peso vendible), sino también pérdida de calidad relacionada con el aspecto, por pérdida de brillo y turgencia, la textura (pérdida de jugosidad) y el valor nutricional (Kays y Paull, 2004). Para chile Poblano, se ha reportado deshidratación evidente

de los frutos luego de ocho días de almacenamiento a 25 ± 1 °C y 85- 90 % de humedad relativa (Montalvo-González *et al.*, 2009).

En la presente investigación se evaluaron las características químicas y fisiológicas de calidad del fruto de 25 híbridos nuevos y variedad comercial Grajales St. de chile Manzano. La hipótesis fue que el genotipo afecta los contenidos de capsaicinoides, vitamina C, carotenoides, solidos solubles totales, y los frutos con mayor grosor del pericarpio presentan menor pérdida de peso durante la poscosecha.

4.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron 25 nuevos híbridos de chile Manzano obtenidos de la cruza de ocho líneas (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7 y L8) derivadas a través de cinco ciclos de autofecundación, y como testigo la variedad Grajales St. Las semillas de los híbridos se establecieron en semilleros de poliestireno con 200 cavidades en noviembre de 2011, y se trasplantaron en enero de 2012 en un invernadero dotado con sistema de riego por goteo, ubicado en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Los 26 tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar, con 18 plantas por tratamiento.

Los materiales genéticos se cultivaron con el sistema intensivo de producción para chile Manzano propuesto por Pérez y Castro (2012). Las plantas se establecieron en canaletas, con tezontle rojo como sustrato, a distancia de 0.8 m entre ellas y 1.6 m entre hileras. Se empleó sistema de nebulización, tutoreo de

plantas y la nutrición fue a través del sistema de riego por goteo, con la solución nutritiva adaptada por Pérez y Castro (1998).

Diseño Experimental

Se cosecharon frutos sanos y de color amarillo uniforme (madurez de consumo) a los 72 ± 5 días después de antesis durante el año 2013. El diseño experimental fue completamente al azar con tres hasta quince repeticiones, en función de la variable evaluada. Para la determinación de capsaicinoides se emplearon tres frutos por genotipo; seis frutos (dos frutos por repetición) para carotenoides, ácido ascórbico, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, textura y color; nueve frutos para determinar pérdida de peso y 15 para grosor del pericarpio, cada fruto fue una repetición.

Las variables contenido de capsaicinoides, vitamina C, carotenoides, sólidos solubles totales y acidez titulable, así como pH y grosor del pericarpio se evaluaron inmediatamente y la pérdida de peso del fruto durante 24 días después de la cosecha. El trabajo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiología de Frutales y de Olericultura del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y en el de Fisiología Vegetal del Colegio de Postgraduados.

Variables evaluadas

Extracción y cuantificación de capsaicinoides

Tres frutos completos, tomados de diferentes plantas en cada uno de los 25 híbridos, se mezclaron y colocaron en bolsas de plástico, se liofilizaron hasta que se deshidrataron (4 días), y pulverizaron con licuadora marca Krups® (Cruz-

Pérez *et al.*, 2007). Posteriormente, se hizo la extracción, que consistió en utilizar 1 g de muestra liofilizada a la que se agregaron 10 mL de acetonitrilo, la mezcla se colocó en baño maría durante 5 horas a 60 °C; del homogenizado se tomó una alícuota de 3 mL y se filtró a través de una membrana de nilón con poro de 45 µm y 25 mm de diámetro. Para la cuantificación de capsaicinoides se inyectaron 20 µL del extracto al cromatógrafo Agilent mod. HP-1100 equipado con detector de UV y columna Supelcosil LC-18 (25 cm x 4.6 mm, 5 µm), cuya fase móvil consistió de acetonitrilo: agua (45:55), 1.5 mL de flujo, 23 ± 3 °C y longitud de onda de 280 nm.

La determinación de nordihidrocapsaicina se hizo a partir de capsaicina, debido a que no se contaba con el estándar correspondiente. La concentración de cada capsaicinoide se calculó con las ecuaciones propuestas por el método oficial de la AOAC (1998):

$$N = (P_n/P_s) \times (C_s/W_t) \times (10/0.98) \times 9300$$

$$C = (P_c/P_s) \times (C_s/W_t) \times (10/0.89) \times 16100$$

$$D = (P_d/P_s) \times (C_s/W_t) \times (10/0.93) \times 16100$$

Donde: N = nordihidrocapsaicina (en SHU); C = capsaicina (en SHU); D = dihidrocapsaicina (en SHU); P_n, P_c, P_d = área del pico para nordihidrocapsaicina, capsaicina y dihidrocapsaicina; P_s = área del pico del estándar correspondiente; C_s = concentración de la solución del estándar (mg·mL⁻¹); W_t = peso de la muestra (g). Se consideró que 15 SHU (Scoville Heat Units) = 1 µg de capsaicinoides g⁻¹ (AOAC, 1995; Collins *et al.*, 1995).

Los capsaicinoides totales se calcularon como la suma de los tres compuestos (N+C+D = capsaicinoides totales).

Determinación de vitamina C (ácido ascórbico)

El contenido de vitamina C se realizó de acuerdo al método de Tillman (AOAC, 1990) conocido como DFI-2,6 diclorofenol-indofenol. El contenido de ácido ascórbico se estimó a partir de un segmento de 5 g de chile Manzano licuado con 50 mL de ácido oxálico (0.5 %), de la mezcla se utilizó una muestra de 5 mL y se tituló con solución Tillman.

Determinación de carotenoides

El contenido de carotenoides se cuantificó de acuerdo a la técnica propuesta por Lichtenhaler (1987); una muestra de 5 g de chile Manzano se molió con acetona al 80 %, el residuo se filtró y aforó a 10 mL, se midió la absorbancia a 476, 646 y 663 nm con el espectrofotómetro Thermo Scientific Genesys 10 UV Scanning. El contenido de carotenoides se calculó mediante las ecuaciones siguientes:

$$C_a = 12.25 A_{663} - 2.79 A_{646}$$

$$C_b = 21.50 A_{646} - 5.10 A_{663}$$

$$C_{x+c} = 1000 A_{476} - 1.82 C_a - 85.02 C_b$$

Donde: C_a = clorofila a; C_b = clorofila b; C_{x+c} = carotenoides totales; A = absorbancia a diferentes longitudes de onda (476, 646 y 663 nm). Los resultados se expresaron en $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de materia fresca.

Sólidos solubles totales

El jugo de un fruto de chile Manzano se extrajo por presión del pericarpio y se colocó en la cavidad del sensor óptico del refractómetro de mano (Binko No. 12214, de escala 0° - 32°) y se obtuvo la lectura correspondiente en grados Brix (°Bx).

Acidez titulable

Se utilizó el método de AOAC (1990). Se licuaron 5 g de chile Manzano en 50 mL de agua destilada, la mezcla se filtró y se midió el volumen, a una alícuota de 5 mL se le agregaron tres gotas de fenolftaleína para titularse con NaOH 0.1 N. El porcentaje de acidez titulable se calculó con base en el ácido cítrico, mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Acidez titulable (\%)} = \frac{\text{mL NaOH} \times N \times \text{Meq Ac} \times V}{\text{Peso de la muestra} \times \text{Alícuota}} \times 100$$

Donde: N = normalidad del NaOH; V = volumen total (en mL de extracto después de licuar); Meq Ac.= Miliequivalentes del ácido que se encuentra en mayor proporción (ácido cítrico=0.064), el cual se estimó con la ecuación:

$$\text{Meq Ac.} = \frac{\text{Peso molecular del ácido orgánico}}{\text{Valencia} \times 1000}$$

En una alícuota de 5 mL se midió el pH con potenciómetro Conductronic pH120® previamente calibrado.

Pérdida de peso

Se registró el peso inicial de nueve frutos de cada uno de los 25 híbridos y de la variedad Grajales St.; los frutos fueron almacenados durante 24 días (a temperatura ambiente de 24 °C y humedad relativa de 30 %) en el laboratorio de Olericultura del Departamento de Fitotecnia. El peso de los frutos se tomó cada tercer día utilizando balanza Ohaus® (USA) con precisión de 0.1 g. El porcentaje de pérdida de peso se cuantificó en función de la diferencia entre peso inicial y peso final.

Grosor del pericarpio

En 15 frutos de cada híbrido se hizo un corte transversal en la parte media y se procedió a medir el grosor del pericarpio con vernier digital marca Trupper®. La lectura se reporta en milímetros (mm).

Firmeza

Se tomó una muestra de seis frutos por híbrido, y con un texturómetro digital marca Compact Gauge 200N® se midió la textura de cada uno de los frutos, obteniendo así la fuerza necesaria para penetrar o romper el pericarpio de los frutos. Los resultados se expresan en N·cm⁻².

Color

El color se determinó en frutos maduros, inmediatamente después de la cosecha, con colorímetro, Color Tec-PCM mod. D25-PC2 Cole Palmer, que se basa en las escalas de Hunter Lab y da tres lecturas: **L** que mide la luminosidad o brillantez de la muestra, cuyos valores van de cero (representa colores oscuros) hasta 100 (colores de máxima brillantez –blanco-); en **a** los valores negativos indican tonalidades de verde, mientras que valores positivos se refieren al rojo; y **b** cuyos valores negativos indican tonalidades del azul, en tanto los positivos registran las de amarillo (Minolta, 1994). Con los valores de L, a y b se calcularon los parámetros ángulo de matriz (Hue), pureza del color (Chroma) y brillantez (L), utilizando las ecuaciones siguientes:

$$\text{Ángulo de tono } h \text{ (Hue)} = \arctan b/a$$

$$\text{Pureza del color } C \text{ (Chroma)} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Brillantez L = se reporta directamente del valor dado por el colorímetro.

Análisis estadístico

Con los datos de cada variable se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa SAS (Statistical Analysis System for Windows versión 9.0; SAS Institute Inc., 2002).

4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capsaicinoides

La concentración de los capsaicinoides varió significativamente entre híbridos y variedad Grajales St. Los dos principales capsaicinoides fueron capsaicina y dihidrocapsaicina, que en conjunto constituyeron de 73 a 89 % (Cuadro 1), tales valores se encuentran en los establecidos como propios de chile Manzano, cabe indicar que en estudios previos Bosland y Votava (2000) encontraron que estos dos capsaicinoides son los responsables del 80 al 90 % del picor en los chiles, dichas diferencias pueden atribuirse a las condiciones de manejo del cultivo.

La dihidrocapsaicina se encontró en mayor concentración (50 %) en todos los híbridos evaluados, seguida de capsaicina (32 %), y en menor concentración se detectó nordihidrocapsaicina (18 %). El valor más bajo de capsaicinoides totales se encontró en el híbrido L1XL6 (61,837 SHU) y el más alto en L4XL8 (273,705 SHU), en tanto que la variedad Grajales St. obtuvo valor intermedio (126,778 SHU) (Cuadro 1). Estos valores se encuentran fuera del rango (11,268 a 49,052 SHU) obtenido previamente para frutos de chile Manzano cosechados a los 76 días después del transplante (Collins *et al.*, 1995; Cruz-Pérez *et al.*, 2007;

Sánchez-Sánchez, *et al.*, 2010). Estas diferencias pueden ser debidas al manejo de cultivo.

Cuadro 1. Concentraciones en SHU (Scoville Heat Units) de nordihidrocapsaicina (NOR), capsaicina (CAP), dihidrocapsaicina (DIHI) y capsaicinoides totales (CAPS TOT) en frutos frescos de 25 híbridos de chile Manzano y la variedad comercial Grajales St.

Híbrido	NOR		CAP		DIHI		CAPS TOT	
L4XL8	60,434	a	85,239	a	128,033	a	273,705	a
L5XL7	46,131	ab	69,737	ab	101,133	ab	217,001	ab
L7XL8	44,040	abc	59,911	bcd	87,509	abcd	191,459	bc
L6XL7	28,718	bcdef	60,826	bcd	91,432	abcd	180,976	bcd
L3XL6	26,075	cdefg	64,235	bc	89,133	abcd	179,442	bcde
L2XL7	36,186	defg	61,787	bcd	78,061	abcde	176,034	bcde
L2XL3	21,923	defg	41,806	efghi	93,939	abc	157,667	bcdef
L4XL7	29,447	bcde	51,660	cde	75,907	bcdef	157,013	bcdef
L3XL7	22,888	defg	46,732	def	75,319	bcdef	144,939	cdefg
L4XL6	26,063	cdefg	46,615	defg	62,797	bcdef	135,475	cdefg
L2XL8	22,851	defg	37,652	efghijk	73,920	bcdef	134,422	cdefg
L3XL8	21,657	defg	36,610	efghijk	74,932	bcdef	133,198	cdefg
L4XL5	26,743	cdefg	36,433	efghijk	69,892	bcdef	133,069	cdefg
L2XL5	18,623	defg	42,752	efgh	65,787	bcdef	127,162	defgh
Grajales St.	18,521	defg	36,429	efghijk	71,829	bcdef	126,778	defgh
L5XL8	22,091	defg	31,209	fghijkl	68,631	bcdef	121,932	defghi
L1XL7	23,816	defg	40,475	efghij	55,043	bcdef	119,334	efghi
L1XL3	12,782	efg	30,426	ghijkl	61,393	bcdef	104,601	fghi
L1XL4	23,791	defg	34,925	fghijkl	41,524	def	100,240	fghi
L6XL8	18,860	defg	30,172	hijkl	45,185	cdef	94,217	ghi
L1XL2	21,516	defg	36,861	efghijk	35,417	ef	93,794	ghi
L3XL5	9,962	fg	25,699	ijkl	52,124	bcdef	87,785	ghi
L3XL4	10,411	fg	23,766	kl	35,822	ef	69,999	hi
L1XL5	18,291	defg	21,954	kl	27,062	f	67,306	hi
L2XL4	13,704	efg	18,872	l	31,795	ef	64,371	i
L1XL6	9,351	g	24,749	jkl	27,737	g	61,837	i
Promedio	24,217		41,251		65,614		130,158	
CV (%)	19.00		9.41		18.53		11.13	
DMSH	18,986		16,254		50,210		60,499	

Valores promedio con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa.

El valor mínimo encontrado en el híbrido L1XL6 triplica los valores mencionados por Collins *et al.* (1995). De hecho, el valor máximo (273,705 SHU) cuantificado en el híbrido L4XL8 fue superior al chile Habanero (216,345 SHU) reportado por Collins *et al.* (1995), tipo de chile considerado por muchos autores como el más picoso de todos los tipos y especies de chiles (Lannes *et al.* 2007; Pino *et al.*, 2007; Menichini *et al.*, 2009).

El contenido de capsaicinoides depende de las condiciones de manejo del cultivo, el tipo de chile, si es material mejorado o criollo, por ejemplo en chile Jalapeño se indica contenido de 30,055 SHU), en *C. baccatum* 15,051 SHU; y chile Habanero con 216,345 SHU (Collins *et al.*, 1995). El contenido de capsaicinoides totales en los híbridos aquí estudiados muestran amplia variación, y dado que las condiciones en las que se desarrollaron las plantas fueron similares en el invernadero, se puede inferir que estos resultados son efecto del genotipo, tal como lo señalaron Zewdie y Bosland (2001), López (2003), Garcés-Claver *et al.* (2007) y Bosland *et al.* (2012).

La información obtenida en este estudio respecto al contenido de capsaicinoides totales en los 25 híbridos y la variedad Grajales St., permitió generar una escala de picor para frutos de chile Manzano dividido en cinco categorías. 1) Ligeramente picosos de 50,000 a 100,000 SHU y fueron: L1XL2, L1XL5, L1XL6, L2XL4, L3XL5 y L6XL8; 2) Moderadamente picosos de 101,000 a 150,000 SHU (L1XL3, L1XL4, L1XL7, L2XL5, L2XL8, L3XL7, L3XL8, L4XL5, L4XL6, L5XL8 y la variedad Grajales St.); 3) Medianamente picosos con 151,000 a 200,000 SHU (L2XL3, L2XL7, L3XL6, L4XL7, L6XL7 y L7XL8); 4) Altamente picosos con

201,000 a 250,000 SHU (L5XL7); y 5) extremadamente picosos con 251,000 a 300,000 SHU (L4XL8).

Los híbridos de chile Manzano ligera y moderadamente picosos (50,000 a 150,000 SHU) tienen la posibilidad de utilizarse para el consumo humano ya sea en fresco o en escabeche. En cambio, los híbridos mediana, alta y extremadamente picosos (151,000 a 300,000 USH) podrían emplearse para la extracción de oleorresinas y en la elaboración de saborizantes en la industria alimentaria o para la industria farmacéutica. Además, conviene considerar que estos híbridos poseen alto rendimiento de fruto por unidad de superficie (70 a 80 t·ha⁻¹), de modo que este tipo de chiles sería redituable en la producción comercial de capsaicinoides.

Vitamina C (ácido ascórbico) y Carotenoides

En estos dos compuestos de interés nutracéutico también se observaron diferencias significativas entre los híbridos evaluados, pero todos fueron estadísticamente iguales a la variedad Grajales St. (Cuadro 2). Los híbridos L1XL7 y L2XL7 presentaron 40 % menos vitamina C que L2XL5. En tanto que en L2XL7 se registró el menor contenido con 486 mg·100 g⁻¹ de peso fresco, valor más alto que el encontrado por Cruz-Pérez *et al.* (2007) para la población de chile Manzano denominada Puebla rojo con 455 mg·100 g⁻¹ de peso fresco y duplicó la de Huatusco con 238 mg·100 g⁻¹.

La valoración más alta de vitamina C observada en esta investigación fue para el híbrido L2XL5 con 809 mg·100 g⁻¹ de peso fresco, 44 % más que el reportado para para Puebla rojo (Cruz-Pérez *et al.*, 2007) y 63 % más que el valor indicado

Cuadro 2. Contenido de vitamina C (ácido ascórbico) y carotenoides en frutos de 25 híbridos experimentales de chile Manzano y en la variedad comercial Grajales St. Chapingo, México.

Híbrido	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹ de peso fresco)	Híbrido	Carotenoides (µg·100 g ⁻¹ de peso fresco)
L2XL5	809.35 A	L2XL3	1515 a
L4XL6	776.99 Ab	L7XL8	1428 ab
L3XL4	744.63 Ab	L3XL6	1355 abc
L3XL7	744.63 ab	L5XL7	1273 abc
L3XL8	744.63 ab	L1XL6	1270 abc
L4XL5	744.63 ab	L6XL8	1248 abc
L5XL7	744.63 ab	L2XL8	1108 abc
L7XL8	744.63 ab	L3XL5	987 abc
L2XL3	679.90 ab	L3XL8	885 abc
L4XL7	679.90 ab	L3XL4	862 abc
L4XL8	679.90 ab	L2XL5	860 abc
Grajales St.	647.54 ab	L5XL8	853 abc
L1XL5	647.54 ab	L1XL4	811 abc
L2XL4	647.54 ab	L4XL5	714 abc
L1XL6	615.18 ab	L3XL7	700 abc
L3XL6	615.18 ab	L4XL7	680 abc
L5XL8	615.18 ab	L1XL7	679 abc
L6XL7	615.18 ab	L2XL4	672 abc
L1XL2	582.82 ab	L1XL3	648 abc
L2XL8	582.82 ab	Grajales St.	638 abc
L3XL5	582.82 ab	L1XL5	565 abc
L6XL8	582.82 ab	L2XL7	565 abc
L1XL4	550.45 ab	L4XL8	537 bc
L1XL3	518.09 ab	L4XL6	508 bc
L1XL7	485.73 b	L1XL2	472 bc
L2XL7	485.73 b	L6XL7	426 c
Promedio	649	Promedio	856
CV (%)	14	CV (%)	36
DMSH	298	DMSH	968

Valores promedio con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

por Espinoza-Torres *et al.* (2010) para la variedad Puebla. Los valores aquí obtenidos (Cuadro 2) son incluso mayores a los mencionados para chile

habanero por Segura *et al.* (2013), quienes revelaron contenidos de vitamina que van desde 187 hasta 281 mg·100 g⁻¹ en siete genotipos evaluados.

Por otra parte, en el contenido de carotenoides el híbrido L2XL3 superó en 72 y 69 % a L1XL2 y L6XL7, respectivamente. La concentración de carotenoides encontrada en los híbridos evaluados varió de 425 a 1515 µg·100 g⁻¹ de peso fresco (Cuadro 2); éstos valores fueron inferiores a los reportados por Sun-Hwa *et al.* (2007) para frutos amarillos de *C. pubescens* (1950 µg·100 g⁻¹ de peso fresco), *C. baccatum* (1600 µg·100 g⁻¹ de peso fresco) y *C. chinense* (2000 µg·100 g⁻¹ de peso fresco), pero similares a los obtenidos por Rodríguez-Uribe *et al.* (2012) para cinco tipos de chile (*C. annuum*) con frutos de color amarillo-naranja (233 a 1615 µg·100 g⁻¹ de peso fresco). En tanto que, en chile habanero Segura *et al.* (2013) encontraron valores similares (1000 a 1260 µg·100 g⁻¹ de peso fresco) a los obtenidos en los híbridos L1XL6, L2XL8, L5XL7 y L6XL8.

Con la información del contenido de carotenoides en los 25 híbridos evaluados y la variedad Grajales St., para la clasificación en chile Manzano se proponen las categorías siguientes: 1) Bajo, con menos de 500 µg·100 g⁻¹ de peso fresco; 2) Medio (de 500 a 1000 µg·100 g⁻¹ de peso fresco); 3) Ligeramente alto (de 1001 a 1500 µg·100 g⁻¹ de peso fresco); y 4) Alto, con más de 1500 µg·100 g⁻¹ de peso fresco.

En general se observaron concentraciones altas de vitamina C y carotenoides en todos los híbridos evaluados, lo que los son fuente importante si se consumen en fresco. El consumo de un fruto cubre e incluso excede (242 a 1348 %) la ingesta diaria de ácido ascórbico recomendada para un adulto, de 60 mg·d⁻¹ (Muñoz *et*

al., 2002; Bosland *et al.*, 2012), y de antioxidantes lipídicos, los cuales pueden proteger contra la oxidación y otros procesos destructivos mediados por oxígeno y radicales libres en enfermedades como el cáncer (Tundis *et al.*, 2011).

Sólidos solubles totales (SST), acidez titulable y pH

En sólidos solubles totales hubo diferencias significativas entre los genotipos evaluados, incluyendo la variedad Grajales St. Los híbridos L1XL4, L1XL7, L2XL7, L3XL4, L4XL7 y L5XL7 tuvieron 17, 20, 25, 19, 23, 17 % más de SST y el híbrido L3XL8 presentó 3 % menos que la variedad Grajales St. (Cuadro 3).

El contenido de SST varió de 5.80 a 7.40 °Bx, resultados similares a los encontrados por Navarro *et al.* (2006) para frutos de chile rojo en dos etapas de madurez: totalmente rojos (6.99 °Bx) y frutos con 50 % de coloración roja (4.92 °Bx); y a los reportados para frutos maduros de chile pimiento rojo “Robusta” cosechados en dos fechas diferentes con valores de 6.9 y 7.9 °Bx (Fox *et al.*, 2005). El contenido de azúcares en los frutos de chile Manzano fue mayor al indicado para frutos de tomate cosechados en madurez de consumo, el cual varía de 3.9 a 5.0 °Brix (Bugarín-Montoya *et al.*, 2002; Gómez y Camelo, 2002; Casasierra-Posada y Aguilar-Avendaño, 2008; Gaspar-Peralta *et al.*, 2012; Amaya *et al.*, 2010)

En relación a la acidez titulable (AT) se observaron diferencias significativas entre híbridos, pero todos ellos fueron estadísticamente iguales a la variedad Grajales

Cuadro 3. Contenido de sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y pH evaluados en frutos de 25 híbridos de chile Manzano y la variedad comercial Grajales St. Chapingo, México.

Híbrido	SST	Híbrido	AT	Híbrido	pH
L2XL7	7.40 a	L4XL7	0.45 a	L3XL7	5.16 a
L4XL7	7.30 ab	L4XL8	0.44 ab	L2XL3	5.14 a
L1XL7	7.10 abc	L5XL8	0.41 abc	L1XL5	5.12 a
L3XL4	7.08 abc	L1XL3	0.41 abc	L3XL4	5.07 a
L1XL4	6.95 abcd	L1XL6	0.41 abc	L7XL8	5.05 a
L5XL7	6.95 abcd	L7XL8	0.40 abc	Grajales St.	5.04 a
L3XL7	6.88 abcde	L6XL7	0.39 abc	L2XL7	5.01 a
L7XL8	6.65 abcdef	L1XL7	0.39 abc	L3XL5	5.00 a
L2XL3	6.62 abcdef	L3XL6	0.39 abc	L1XL4	5.00 a
L6XL7	6.55 abcdef	L5XL7	0.39 abc	L2XL5	5.00 a
L2XL5	6.52 abcdef	L3XL8	0.38 abc	L4XL8	4.99 a
L4XL8	6.52 abcdef	L1XL5	0.38 abc	L6XL8	4.97 a
L3XL6	6.43 abcdef	L2XL4	0.37 abc	L2XL4	4.96 a
L1XL6	6.37 bcdef	L1XL4	0.36 abc	L2XL8	4.95 a
L1XL2	6.33 bcdef	L3XL5	0.35 abc	L5XL8	4.95 a
L2XL4	6.32 cdef	L4XL5	0.35 abc	L6XL7	4.95 a
L4XL5	6.32 cdef	Grajales St.	0.35 abc	L4XL7	4.94 a
L1XL5	6.30 cdef	L4XL6	0.35 abc	L1XL2	4.93 a
L2XL8	6.15 cdef	L3XL4	0.34 abc	L3XL8	4.93 a
L1XL3	6.10 def	L3XL7	0.34 abc	L3XL6	4.92 a
L3XL5	6.05 def	L1XL2	0.34 abc	L1XL7	4.90 a
L5XL8	6.00 def	L2XL8	0.33 abc	L1XL3	4.89 a
L6XL8	6.00 def	L6XL8	0.33 abc	L4XL6	4.88 a
Grajales St.	5.93 ef	L2XL7	0.32 bc	L5XL7	4.85 a
L4XL6	5.80 f	L2XL5	0.32 bc	L4XL5	4.84 a
L3XL8	5.73 f	L2XL3	0.32 c	L1XL6	4.80 a
Promedio	6.48	Promedio	0.37	Promedio	4.97
CV (%)	6.95	CV (%)	9.97	CV (%)	2.54
DMSH	0.977	DMSH	0.117	DMSH	0.401

Valores promedio con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

St. El rango de valores de AT fluctuó desde 0.32 % para el híbrido L2XL3 a 0.45 % en el híbrido L4XL7 (Cuadro 3). Todos estos valores superaron a la AT de 0.052 % encontrada en frutos de la variedad Puebla de chile Manzano (Espinoza-Torres *et al.*, 2010); pero son similares a los reportados por Salinas *et al.* (2010)

para cuatro tipos de chile Amashito, cuyos valores oscilaron de 0.30 a 0.40 % de ácido cítrico, y a los reportados por Fox *et al.* (2005) para frutos de chile pimienta rojo cosechados en dos fechas (0.29 y 0.32 % de ácido cítrico).

Los resultados de AT observados en este estudio se pueden comparar a los obtenidos en frutos de tomate cosechados en madurez de consumo, son similares a los hallados en híbridos comerciales, frutos tratados con hexanal y almacenados en atmósferas controladas, en los cuales se indicaron valores de 0.35 a 0.45 % (Gómez y Camelo, 2002; Cheema *et al.*, 2014), y menores a los reportados para siete genotipos nativos de jitomate y cuatro híbridos, los cuales duplicaron el contenido de acidez titulable cuantificado en los híbridos de chile Manzano (Binoy *et al.*, 2004; Casasiera-Posada y Aguilar-Avendaño, 2008; Juárez-López *et al.*, 2009; San Martín-Hernández *et al.*, 2012)

Los sólidos solubles totales y la acidez titulable constituyen un parámetro preciso y confiable para la determinación del estado de madurez para la cosecha de algunas frutas, ya que se emplean como referencia del estado de madurez poscosecha y sabor. Las proporciones encontradas con respecto a sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, contribuyen a dar el sabor característico de los frutos como lo indicaron Cantwell *et al.* (2007) y San Martín-Hernández *et al.* (2012) al mencionar que el sabor se mide por la relación sólidos solubles y ácidos orgánicos; así, alto contenido de azúcares y ácidos da mejor sabor, mientras que, contenido alto de ácidos y bajo en azúcares produce sabor ácido, alto contenido de azúcares y bajo en ácidos dan sabor suave, y ambos bajos dan fruto insípido.

Grosor del pericarpio y pérdida de peso

Con referencia a grosor del pericarpio de los frutos y pérdida de peso, de manera general se observó que en algunos híbridos L1XL2, L1XL3, L1XL4, L1XL6, L1XL7 y L2XL con pericarpio muy grueso (6.90 a 7.15 mm) tuvieron menor pérdida de peso al final del periodo de evaluación, en tanto que en los híbridos con mayor pérdida de peso (más de 36 %) el pericarpio fue relativamente más delgado (6.04 a 6.87 mm); no obstante, en general para chile Manzano se consideraron como frutos de pericarpio muy grueso cuando alcanzaron valores mayores a 6 mm de espesor (Figura 1a y 1b, anexo A).

Al término del periodo de evaluación los 25 híbridos y la variedad Grajales St. en promedio perdieron 32 % de peso (Figura 2). Esta pérdida fue 7 % más alta a la encontrada por Espinoza-Torres *et al.* (2010) en frutos de chile Manzano almacenados a temperatura ambiente (20 °C) en atmósferas controladas; y similar a la reportada por Jiménez *et al.* (2013) para chiles Anaheim almacenados a 20 °C, los cuales perdieron de 25 a 32 % de peso en 14 días.

En promedio la pérdida de peso diaria fue de 1.3 %, valor relativamente menor a la encontrada por Jiménez *et al.* (2013) que fue de 2 % por día. La mayor pérdida de peso (7 %) ocurrió en los primeros cuatro días después de la cosecha (Figura 2). Smith *et al.* (2006) indicaron que la calidad de la mayoría de los frutos y hortalizas disminuye muy rápido con mínimas pérdidas de peso (3 a 10 %) y ello los hace inaceptables en el mercado. Sin embargo, de acuerdo con Pérez y Castro (2012), los frutos de chile Manzano conservan la calidad comercial hasta 15 días después de la cosecha y con pérdidas de 16 a 20 % de peso al almacenarse a temperaturas de 15 a 18 °C y humedad relativa de 23 a 25 %.

En las condiciones de almacenamiento en las cuales se mantuvieron y cosecharon (madurez de consumo) los frutos de los híbridos evaluados, se estima que la calidad comercial de éstos se mantiene por 10 a 12 días después de la cosecha, periodo en el cual las pérdidas son aceptables (13 a 17 %). Esta vida de anaquel difiere de lo reportada por Espinoza-Torres *et al.* (2010) para frutos de chile Manzano almacenados en atmósferas controladas a temperatura ambiente (vida de anaquel de cuatro semanas), y fue mayor a la indicada para chile pimienta en el cual las pérdidas fueron de 4.5 % al día durante 8 días después de la cosecha (Díaz-Pérez *et al.*, 2007). Las pérdidas aceptables (13 a 17 %) en los frutos de chile Manzano de los híbridos estudiados, fueron similares a las señaladas por Hernández-Fuentes *et al.* (2010) para frutos de chile pimienta Morrón almacenados sin bolsa de polietileno a 5 °C por 30 días con pérdidas de peso de 12 a 15 %.

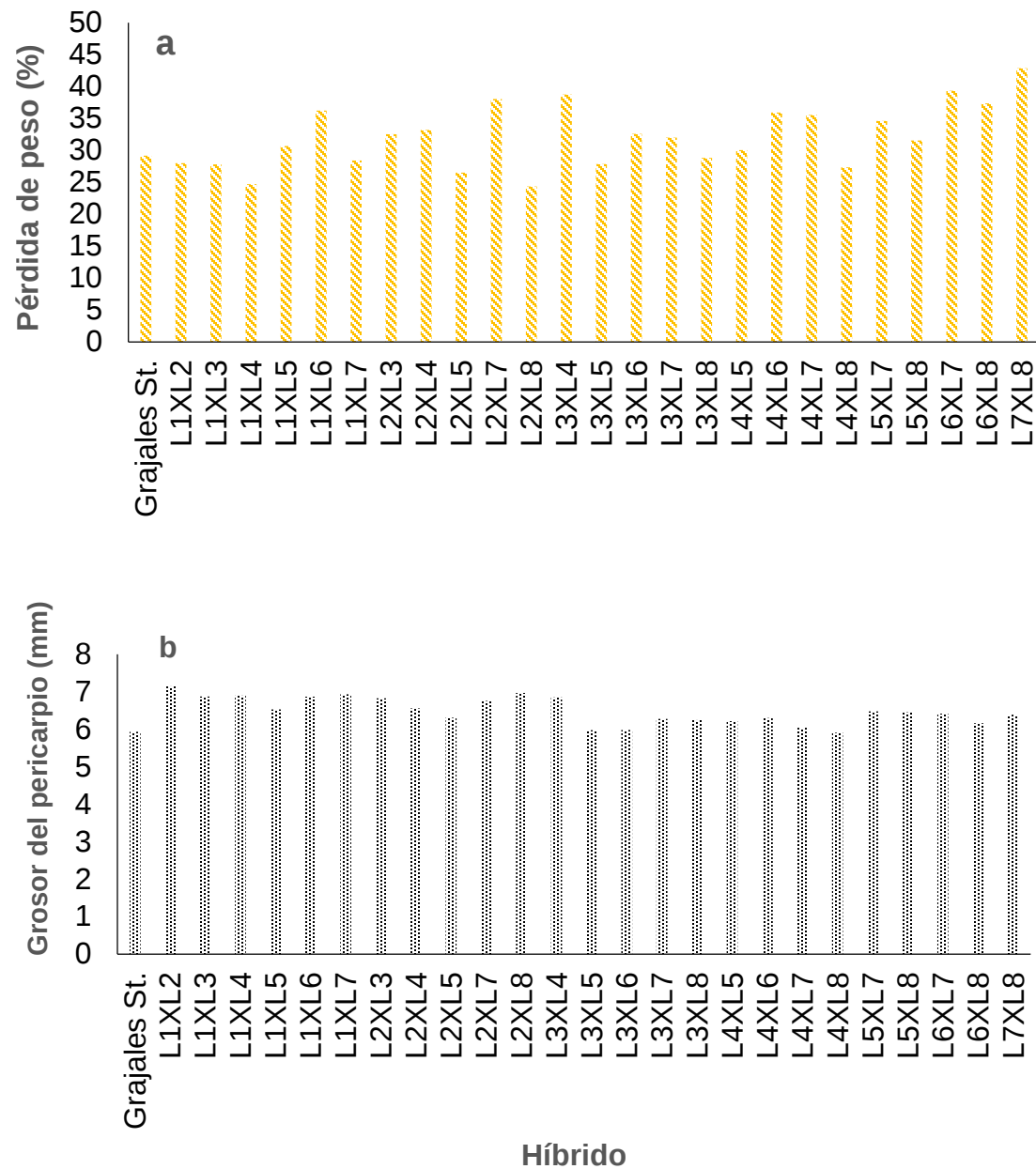


Figura 1. a) Pérdida de peso total (PP) en un periodo de 24 días y b) grosor del pericarpio (GP) de 25 híbridos de chile Manzano.

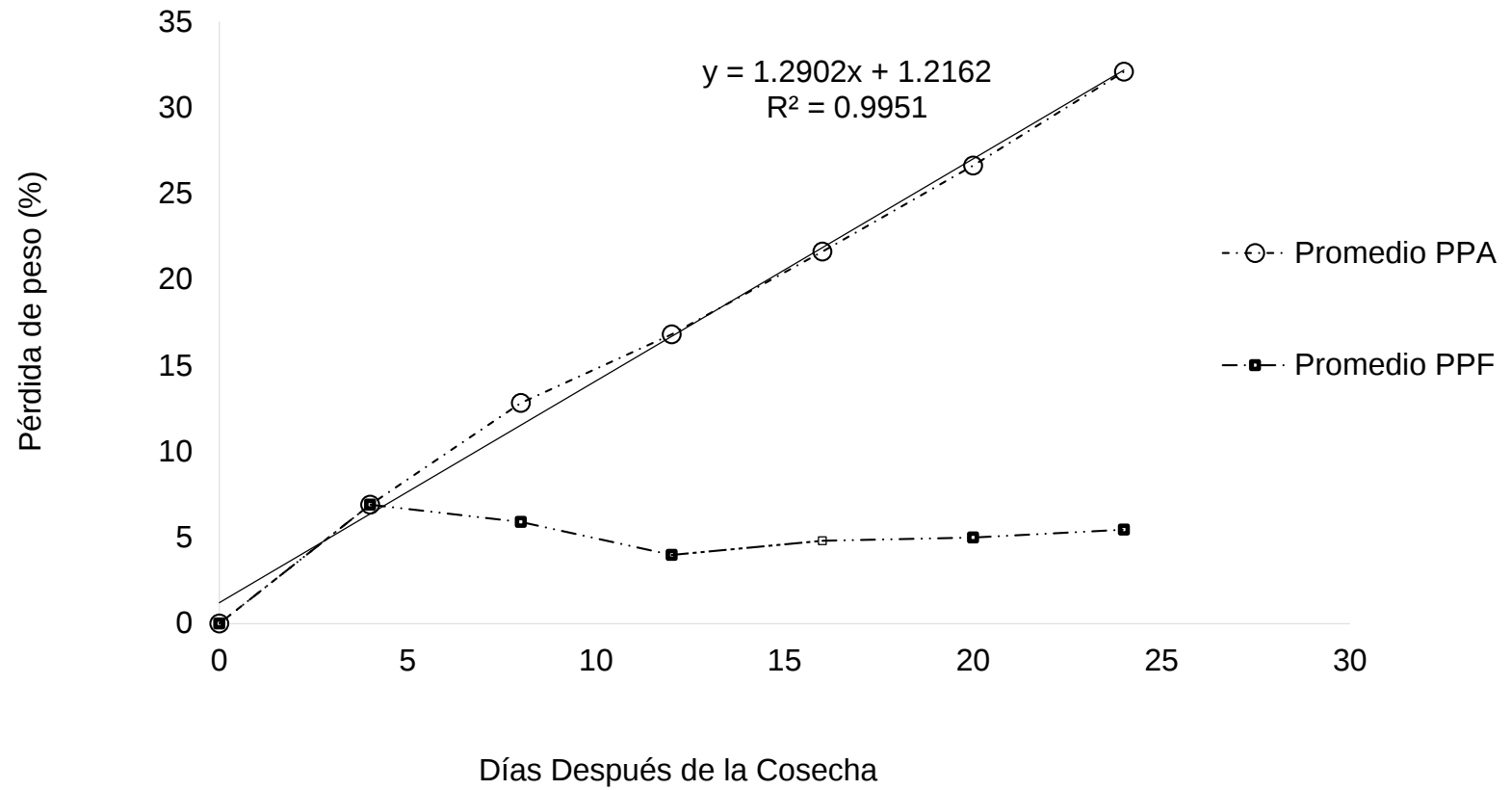


Figura 2. Pérdida de peso acumulada (PPA) y promedio de la pérdida de peso por fecha de evaluación (PPF) observada en un periodo de 24 días en frutos de 25 híbridos de chile Manzano y la variedad Grajales St.

Firmeza

Para la variable firmeza, se observaron diferencias estadísticas significativas entre los híbridos evaluados, pero no con relación a la variedad Grajales St. La mayor firmeza se obtuvo en el híbrido L7XL8 y la menor en L1XL6, con 2.31 y 1.88 N·cm⁻², respectivamente. Estos resultados se encuentran dentro del rango (1.70 a 2.36 N·cm⁻²) obtenido por Licona y Ojeda (2015) en frutos de chile Manzano provenientes de plantas injertadas y sin injertar (Cuadro 4).

En promedio, se requieren 2.07 N·cm⁻² para romper el pericarpio de los frutos de los híbridos evaluados, incluyendo la variedad Grajales St. La firmeza es un factor de importancia debido a la forma de transporte para la comercialización de los frutos, ésta se hace en taras de plástico o madera, puede generar daños por fricción o por el peso que sostienen entre ellos.

Color

Con respecto al color, para el ángulo de matiz (Hue) no se encontraron diferencias significativas entre los híbridos evaluados y la variedad Grajales St. (Cuadro 5). Sin embargo, los valores de color (44.61 a 77.82) detectados en la evaluación de los híbridos se encuentra fuera de los niveles (76.01 a 95.79) indicados por Licona y Ojeda (2015) en frutos de chile Manzano de plantas injertadas y sin injertar. Y algunos de los híbridos evaluados presentan tonalidades equiparables a las indicadas para chile Manzano almacenado en atmósferas controladas (charola de unicel, prioilm y charola plastificada) y en diferentes temperaturas (ambiente, 5 °C y 12 °C) para los cuales se reportan valores Hue de 77 (Torres-Espinoza *et al.*, 2010).

Cuadro 4. Firmeza evaluada en frutos de 25 híbridos y la variedad Grajales St. de chile Manzano. Chapingo, México.

Híbrido	Firmeza (N·cm ⁻²)	Híbrido	Firmeza (N·cm ⁻²)
Grajales St.	2.08 abc	L3XL5	2.11 abc
L1XL2	2.04 abc	L3XL6	2.09 abc
L1XL3	2.06 abc	L3XL7	2.23 ab
L1XL4	1.99 bc	L3XL8	2.10 abc
L1XL5	1.92 c	L4XL5	2.15 abc
L1XL6	1.88 c	L4XL6	2.11 abc
L1XL7	2.07 abc	L4XL7	2.03 abc
L2XL3	2.17 abc	L4XL8	1.96 bc
L2XL4	2.08 abc	L5XL7	2.04 abc
L2XL5	2.07 abc	L5XL8	2.06 abc
L2XL7	2.09 abc	L6XL7	2.08 abc
L2XL8	2.09 abc	L6XL8	2.01 abc
L3XL4	2.07 abc	L7XL8	2.31 a
Promedio		2.16	
CV (%)		0.3065	
DMSH		0.307	

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

La pureza del color o saturación de color (intensidad del croma) mostró diferencias significativas entre los híbridos evaluados, incluyendo la variedad Grajales St. Con variación de 25 %, los valores oscilaron entre 37.96 y 72.96. Éstos valores difieren de los obtenidos en frutos de chile Manzano de plantas injertadas y sin injertar que en promedio fue de 46.43 a los seis días después de la cosecha (Licona y Ojeda, 2015).

El brillo (L) en los frutos de los híbridos evaluados y de la variedad comercial Grajales St., mostraron valores que oscilan entre 34.66 y 44.17, ello demuestra la riqueza del material genético evaluado. Cabe indicar que Licona y Ojeda (2015)

evaluaron un híbrido de chile Manzano injertado sobre criollo de Morelos 334 y sin injertar; mientras que en chile Habanero, Pino *et al.* (2007) señalaron amplio intervalo de brillo (28.10 a 69.80) indicando diferencia entre cultivares.

Cuadro 5. Ángulo de matiz (Hue), croma (Chr) y brillo (L) evaluados en frutos de chile manzano en madurez de consumo. Chapingo, México.

Híbrido	Hue	Híbrido	Chr	Híbrido	L
L6XL8	81.01 a	L7XL8	72.96 ab	L6XL7	44.17 a
L2XL5	79.70 a	L2XL7	59.04 ab	L4XL7	43.64 a
L3XL8	77.82 a	L3XL7	57.74 ab	L2XL7	42.74 a
L7XL8	77.38 a	L3XL8	56.19 ab	L3XL6	42.57 a
Grajales St.	77.35 a	L1XL7	54.35 ab	L3XL7	42.32 a
L6XL7	75.46 a	L3XL6	53.09 ab	L5XL8	41.82 a
L1XL4	74.31 a	L5XL8	50.89 ab	L1XL7	41.66 a
L5XL8	73.66 a	L4XL7	48.77 ab	L2XL5	40.74 a
L2XL4	73.61 a	Grajales St.	48.06 ab	L2XL3	40.41 a
L1XL7	73.18 a	L2XL5	47.90 ab	L3XL4	40.01 a
L4XL7	73.01 a	L5XL7	47.50 ab	L1XL5	39.69 a
L3XL6	72.24 a	L2XL8	47.19 ab	L1XL3	39.35 a
L4XL8	71.89 a	L6XL7	46.49 b	L5XL7	39.30 a
L3XL7	70.31 a	L4XL6	45.70 b	L4XL8	38.72 a
L4XL6	69.75 a	L6XL8	45.69 b	L3XL5	38.71 a
L1XL3	68.31 a	L4XL5	45.27 b	L6XL8	38.46 a
L4XL5	67.88 a	L1XL3	45.16 b	L4XL5	38.36 a
L1XL2	66.53 a	L4XL8	44.97 b	L3XL8	38.26 a
L5XL7	66.44 a	L1XL5	44.65 b	Grajales St.	38.22 a
L2XL7	66.32 a	L1XL6	44.47 b	L1XL4	37.69 a
L1XL5	66.09 a	L3XL5	43.92 b	L7XL8	37.50 a
L3XL5	65.70 a	L3XL4	42.82 b	L2XL8	37.22 a
L3XL4	61.10 a	L2XL3	42.49 b	L4XL6	36.57 a
L2XL3	59.77 a	L1XL2	39.58 b	L2XL4	36.56 a
L1XL6	53.92 a	L2XL4	39.01 b	L1XL2	35.50 a
L2XL8	44.61 a	L1XL4	37.96 b	L1XL6	34.66 a
CV (%)	25.51	CV (%)	25.26	CV (%)	12.06
DMSH	38.464	DMSH	26.404	DMSH	10.318

Medias con la misma letra dentro de la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación; DMSH: Diferencia mínima significativa honesta.

La tonalidad de los frutos está influenciada por el genotipo, pues como se observa en los datos, aun cuando los frutos se cosecharon en la misma etapa de madurez

y se cultivaron en las mismas condiciones (luminosidad, nutrición, riego, etc.), la intensidad del color es diferente.

4.6 CONCLUSIONES

La hibridación mejora las características químicas y fisiológicas de los materiales evaluados. Con base en las características evaluadas los mejores híbridos para producción comercial son L1XL2, L1XL3, L2XL8, L3XL4, L4XL6 y L7XL8.

4.7 LITERATURA CITADA

- Amaya, P.; L. Peña, A. Mosquera, H. Villada, y D. Villada. 2010. Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicum esculentum* mill). Dyna 77: 67-73.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis Published by the Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C. Ed. 15th. 1141 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1998. Official Method 995.03. Capsaicinoids in capsicums and their extractives. Liquid chromatographic method. Official Methods of Analysis of AOAC International 2(43): 13-15.
- Astiasarán, I., and J. A. Martínez. 2000. Hortalizas y verduras. En Alimentos, composición y propiedades. Edit. Mc-Graw Hill. España. pp. 179-189.
- Ben-Chaim, A., Y. Borovsky, M. Falise, M. Mazourek, K. Byoung-Cheorl, I. Paran and M. Jahn. 2006. QTL analysis for capsaicinoid content in *Capsicum*. Theoretical and Applied Genetics 113: 1481-1490.
- Binoy, G., C. Kaur, D. S. Khudiya, and H. C. Kapoor. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. Food Chemistry 84: 45-51.
- Bosland, W. P., and J. E. Votava. 2000. Peppers: vegetable and spice Capsicums. Crop Production Science in Horticulture 12. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204 p.

- Bosland, W. P., E. Votava, and M. E. Votava. 2012. Peppers: vegetable and spice Capsicums. Crop Production Science in Horticulture Series. Series editor: Jeff Atherton. 230 p.
- Bugarin-Montoya, R., A. Galvis-Spinola, P. Sánchez-García, y D. García-Paredes. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. Terra 20: 391-399.
- Cantwell, M., S. Stoddard, M. Lestranger, and B. Aegerter. 2007. Report to the California tomato commission. Tomato variety trials: postharvest evaluations for 2006. UCCE Fresh Market Tomato Variety Trial 2006 Postharvest Evaluation. UC Davis, Davis Ca. USA. 16 p.
- Carranco J., M. E., M. C. Calvo C., y R. Pérez-Gil. 2011. Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 61: 233-241.
- Casasierra-Posada, F., y O. E. Aguilar-Avendaño. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Agrociencia Colombiana 26: 300-307.
- Cázares-Sánchez, E., P. Ramírez-Vallejo, F. Castillo-González, R. M. Soto-Hernández, T. Rodríguez-González, y J. L. Chávez-Servia. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso de diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) del centro oriente de Yucatán. Agrociencia 39: 627-638.
- Cheema, A., P. Padmanabhan, J. Subramanian, T. Blom, and G. Paliyath. 2014. Improving quality of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by pre- and postharvest applications of hexanal-containing formulations. Postharvest Biology and Technology 95: 13-19.

- Collins, M.D., L. M. Wasmud, and P. Bosland W. 1995. Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using high-performance liquid chromatography. HortScience 30: 137-139.
- Cruz-Pérez, A. B., V. A. González-Hernández, R. M. Soto-Hernández, M. A. Gutiérrez-Espinoza, A. A. Gerdea-Béjar, y M. Pérez-Grajales. 2007. Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile Manzano. Agrociencia 41: 627-635.
- De Amit, K. 2003. Capsicum: The genus capsicum. Taylor and Francis. London. 256 p.
- De Masi, L., P. Siviero, D. Castaldo, C. Esposito, and B. Laratta. 2007. Agronomic, chemical and genetic profiles of hot peppers (*Capsicum annuum* ssp.). Molecular Nutrition and Food Research 50: 1188-1191.
- Díaz-Pérez, J.C., M. D. Muy-Rangel, and A. G. Mascorro. 2007. Fruit size and stage or ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). Journal of Science of Food and Agriculture 87: 68-73.
- Dima, C., G. Oman, M. Cotarlet, P. Alexe, and S. Dima. 2013. Antioxidant and antibacterial properties of capsaicine microemulsions. Food Technology 37: 39-49.
- Espinosa-Torres, L. E., M. Pérez-Grajales, M. T. Martínez-Damián, R. Castro-Brindis, y G. Barrios-Puente. 2010. Efecto de empaques y temperaturas en chile Manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón). Revista Chapingo Serie Horticultura 16: 115-121.

- Foley, W.J., and B. D. Moore. 2005. Plant secondary metabolites and vertebrate herbivores –from physiological regulation to ecosystem function. *Current Opinion in Plant Science* 8: 430-435.
- Fox, A.J., D. Del Pozo-Insfran, J. H. Lee, S. A. Sargent, and S. T. Talcott. 2005. Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure. *HortScience* 40: 732-736.
- Garcés-Claver, A., R. Gil-Ortega, A. Álvarez-Fernández, and M. S. Arnedo-Andrés. 2007. Inheritance of capsaicin and dihydrocapsaicin, determined by HPLC-ESI/MS, in an intraspecific cross of *Capsicum annuum* L. *Journal Agricultural Food Chemistry* 55: 6951-6957.
- Gaspar-Peralta, P., J. C. Carrillo-Rodriguez, J. L. Chávez-Servia, A. M. Vera-Guzmán, e I. Pérez-León, I. 2012. Variación de caracteres agronómicos y licopeno en líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *PHYTON* 81: 15-22.
- Gómez P., A., y F. L. Camelo A. 2002. Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. *Horticultura Brasileira* 20: 38-43.
- Hernández-Fuentes, A.D., R. Campos M., y J. M. Pinedo-Espinoza. 2010. Comportamiento postcosecha de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) var. California por efectos de la fertilización química y aplicación de lombrihumus. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 11: 82-91.
- Jiménez L., J., J. López E., M. A. Huez L., A. M. García L., R. Soto O., and L. F. Escoboza G. 2013. Postharvest quality and shelf life of Green pepper

- (*Capsicum annuum* L.) grown under open-field and greenhouse conditions. IDESIA 31: 35-41.
- Juárez-López, P., R. Castro-Brindis, T. Colinas-León, P. Ramírez-Vallejo, M. Sandoval-Villa, D. W. Reed, L. Cisneros-Zevallos, y S. King. 2009. Evaluación de calidad en frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicum esculentum* var. Cerasiforme). Revista Chapingo Serie Horticultura 15: 5-9.
- Kays S. J.; Paull R. E. 2004. Postharvest biology. Exon Press, Athens, Georgia, EEUU.2004. 568 p.
- Lannes, S.D., F. Finger L., A. Schuelter R., and V. Casali W. 2006. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. Scientia Horticulturae 112: 266-270.
- Lichtenhaler, K.H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in enzymology. Packer L.; Donce, R. (eds.). Academic Press Inc. N.Y., USA. pp. 350-382.
- Licona Y., A., y H. Ojeda L. 2015. Rendimiento y calidad poscosecha de chile Manzano injertado sobre CM-334 y efecto de reguladores de crecimiento. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 57 p.
- López R., G.O. 2003. Chilli: la especie del nuevo mundo. Ciencias 69: 66-75.
- Meléndez-Martínez, A.J., I. Vicario M., y F. Heredia J. 2007. Pigmentos carotenoides: Consideraciones estructurales y fisicoquímicas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 57: 109-117.

- Menichini, F., R. Tundis, M. Bonesi, M. Loizzo R., F. Conforti, G. Statti, B. De Cindio, P. Houghton J., and F. Menichini. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. Cv Habanero. Food Chemistry 114: 553-560.
- Montalvo-González, E., N. G. González-Espinoza, H. S. García-Galindo, B. Tovar-Gómez y M. Mata-Montes de Oca. 2009. Efecto del etileno exógeno sobre la desverdización del Chile 'Poblano' en poscosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 189-197.
- Morán-Bañuelos, S.H., V. H. Aguilar-Rincón, T. Corona-Torres, F. Castillo-González, R. M. Soto-Hernández, R.M., y R. San Miguel-Chávez. 2008. Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México. Agrociencia 42: 807-816.
- Muñoz D., C., S. J. Ledesma, V. A. Chávez, R. F. Pérez-Gil, M. E. Mendoza, L. J. Castañeda, C. Calvo, G. I. Castro, C. C. Sánchez, y C. A. Ávila. 2002. Los Alimentos y sus Nutrientes. Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos. Mc Graw Hill Interamericana, México. 203 p.
- Navarro J., M., P. Flores, C. Garrido, and V. Martínez. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chemistry 96: 66-73.
- Othman A., Z.A., Y. B. Ahmed H., M. Habila A., and A. Ghafar A. 2011. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in *Capsicum* fruit samples using high performance liquid chromatography. Molecules 16: 8919-8929.
- Pérez G., M., y R. Castro B. 1998. Guía técnica para la producción intensiva de chile Manzano. Boletín de divulgación Número 1. Programa Nacional de

- Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 17 p.
- Pérez G., M., y R. Castro B. 2012. El chile Manzano. Departamento de Publicaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 128 p.
- Pino, J., M. González, L. Ceballos, A. R. Centurión-Yah, J. Trujillo-Aguirre, L. Latournerie-Moreno, and E. Sauri-Duch. 2007. Characterization of total capsaicinoids, color and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. Food Chemistry 104: 1682-1686.
- Rodríguez-Uribe, L, I. Guzmán, W. Rajapakse, R. D. Richinis, and A. O'Connell, A. 2012. Carotenoid accumulation in orange-pigmented *Capsicum annuum* fruit, regulated at multiple levels. Journal of Experimental Botany 63: 517-526.
- Salinas H., R.M., E. A. Liévano L., F. Ulín-Montejo, J. Mercado N., y D. Petit J. 2010. Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile Amashito (*Casicum annuum* L.) variedad *Glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 11: 92-100.
- San Martín-Hernández, C.; Ordaz-Chaparro, V.M.; Sánchez-García, P.; Colinas-León, M.T.B.; Borges-Gómez, L. 2012. Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en hidroponía con diferentes granulometrías de tezontle. Agrociencia 46: 243-254.

- Sánchez-Sánchez, H., V. A. González-Hernández, A. B. Cruz-Pérez, M. Pérez-Grajales, M. A. Gutiérrez-Espinoza, A. A. Gardea-Béjar, y M. A. Gómez-Lim. 2010. Herencia de capsaicinoides en chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). *Agrociencia* 44: 656-665.
- SAS Institute, Inc. 2002. SAS software release version 9.0. (Statistical Analysis System for Windows). SAS Institute Inc. Cary, NC. EE. UU.
- Segura C., M.R., K. Ramírez G., Y. Moguel O., and D. Betancur A. 2013. Polyphenols, ascorbic acid and carotenoids contents and antioxidant properties of Habanero pepper (*Capsicum chinense*) fruit. *Food and Nutrition Sciences* 4: 47-54.
- Smith, D. L., J. R. Stommel, W. M. Fung, C. Y. Wang, and B. D. Whitaker. 2006. Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 42: 243-247.
- Sun-Hwa, H., K. Jung-Bong, P. Jong-Sung, L. Shin-Woo, and Ch. Kang-Jin. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *Journal of Experimental Botany* 58: 3135-3144.
- Tewksbury, J. J., K. M. Reagan, N. J. Machnicki, T. A. Carlo, D. C. Haak, A. L. Calderón P., and D. J. Levey. 2008. Evolutionary ecology of pungency in wild chilies. *Proceedings of the National Academy of Science* 105: 11808-11811.

- Tundis, R., M. R. Loizzo, F. Menichini, M. Bonesi, F. Con-Forti, G. Statti, G. De Luca, B. De Cindio, and F. Men-Ichini. 2011. Comparative Study on the Chemical Composition Antioxidant Properties and Hypoglycaemic Activities of Two *Capsicum annum* L. Cultivars (Acuminatum Small and Cerasiferum). *Plant Foods for Human Nutrition* 66: 261-269.
- Zamora S., J. D. 2007. Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología* 34: 17-26.
- Zewdie, Y., and P. Bosland W. 2001. Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for *Capsicum* species. *Biochemical Systematics and Ecology* 29: 161-169.
- Zewdie, Y., P. Bosland W., and R. Steiner. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. *HortScience* 36: 1315-1317.

**5. APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS PARA RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE FRUTO EN CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* Ruíz y
Pavón)**

5.1 RESUMEN

En un programa de mejoramiento genético, la elección progenitores es una decisión importante. La aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) son los parámetros que permiten conocer el valor genético de líneas en combinaciones híbridas de programas de mejoramiento genético por hibridación. El objetivo de este estudio fue estimar la ACG del rendimiento y calidad de fruto en ocho líneas S5 de Chile Manzano y la ACE de los 28 híbridos resultantes de las combinaciones entre las líneas. Los 36 genotipos fueron establecidos en condiciones de invernadero en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo en diseño experimental completamente al azar con diez repeticiones. Las variables evaluadas fueron rendimiento total de fruto por planta, número de frutos por planta, peso promedio de fruto, grosor del pericarpio y número de lóculos por fruto. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre las cruzas para la ACG y ACE en todas las variables evaluadas. Los efectos de ACG para rendimiento variaron de -406.54 a 797.06; las líneas 3 y 6 presentaron la ACG mayor con valores de 797.06 y 289.56, respectivamente. El híbrido L1XL2 presentó heterosis altamente significativa y positiva para rendimiento, número de frutos y significativa para grosor del pericarpio. El rendimiento en este híbrido fue de 7.3 kg por planta. Los resultados indicaron que al menos un progenitor con ACG positiva y alta, o de magnitud pequeña, participó en las cruzas de mayor rendimiento. Se identificaron líneas e híbridos con potencial para rendimiento y calidad de fruto, éstos podrían ser utilizados en el programa de mejoramiento para la generación de híbridos, líneas avanzadas o variedades comerciales.

Palabras clave: *Capsicum pubescens*, hibridación, líneas, aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica, heterosis.

5.2 ABSTRACT

In the genetic improving program, an important decision is progenitor election. Both general combinatory aptitud (GCA) and specific combinatory aptitud (SCA) are the parameters that allow to know the genetic value of the lines in hybrids combinations of genetic improving programs for hybridation. The objective in this studio was to stimate the GCA of the performance and quality of the fruit in 8 lines S5 of manzano chili and the SCA of the 28 hybrids the result of combinations among the lines. The 36 genotypes were stablished in conditions of greenhouse in the experimental field of the autonomous chapingo university under an experimental design completely randomly among 10 repetitions. The evaluated variations were totally performed fruit by plant, number of fruits by plants, average weight of the fruit, thickness of the pericarpious and number of locules per fruit. Mayor differences were found ($p \leq 0.01$) among the cruces for the GCA and SCA in all the evaluated variations. The effects of GCA for performance varied from - 406.54 a 797.06; the lines three and six presented the GCA with mayor values of 797.06 y 289.56 respectively. The hybrid L1XL2 presented highly significative heterosis and positive for the productiveness, number of fruits and significative in the thickness pericarp. The performance this hibrid was 7.3 kg. per plant . The results indicated that at least one progenitor with GCA positive and high, or with small size, paticipated in the cruces with mayor productiveness. Lines and hybrids with potential for a better performance and quality on the fruit were identified which could be used in the improving program for the generations of hybrids, advanced lines or comercial varieties.

Keywords: *Capsicum pubescens*, hybridation, lines, general combinatory ability (GCA), specific combinatory ability (SCA).

5.3 INTRODUCCIÓN

El chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) es una especie que se produce y consume en las regiones templadas de México, y se exporta a los Estados Unidos. El consumo es en fresco o en salsas (Pérez-Grajales *et al.*, 2004). Sin embargo, *C. pubescens* carece de variedades mejoradas. La amplia diversidad genética en relación a forma, color, tamaño, del fruto motivó en 1994, a la creación del Programa de Mejoramiento Genético de chile Manzano en la Universidad Autónoma Chapingo, en el cual además de haber realizado mejoramiento genético, se han desarrollado técnicas para producción intensiva en invernadero (Pérez *et al.*, 2004).

El mejoramiento genético de cualquier especie es un proceso continuo para la formación de híbridos y variedades e implica conocer el componente genético de los materiales usados como progenitores. La elección de progenitores es importante (De la Cruz-Lázaro *et al.*, 2010). De acuerdo con Pérez *et al.* (2004), los principales rasgos para la descripción de la variación morfológica en chile Manzano son tamaño del fruto, número de semillas por fruto y número de semillas por lóculo, días a inicio de fructificación y número de flores por nudo, debido a que estos rasgos son heterogéneos y polimórficos.

Una estrategia para el mejoramiento genético de especies autógamas es la hibridación, aprovechando la generación F₁ proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones parentales (P₁ y P₂). Al respecto Butcher *et al.* (2013) y Segovia y Romero (2014) mencionan que el desarrollo de germoplasma mejorado a través de cruces de dos individuos superiores puede resultar en la creación de una

descendencia F_1 deseable (con rendimientos más altos en cruzas simples o dobles).

Las estrategias y técnicas para estimar parámetros genéticos y seleccionar el método de mejoramiento, tanto en especies alógamas como en autóгамas, se pueden establecer al hacer la caracterización de los progenitores por aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) (Sánchez-Hernández *et al.*, 2011).

La aptitud combinatoria es la capacidad que tiene un individuo o población de combinarse con otros, y se puede evaluar por medio de la progenie (Sánchez-Hernández *et al.*, 2011). Las cruzas dialélicas se han empleado para investigar la herencia de características importantes, específicamente para estudiar la aptitud combinatoria general (ACG) de los progenitores y para identificar los progenitores superiores a ser usados en el desarrollo de híbridos y cultivares.

La ACG se refiere al comportamiento promedio de una línea en diversas combinaciones híbridas y se relaciona con efectos génicos aditivos; y la aptitud combinatoria específica (ACE) indica el comportamiento de las combinaciones específicas con respecto a la ACG de los padres y se relaciona con efectos de dominancia (Martínez *et al.*, 2005; Pech *et al.*, 2010; Sánchez-Hernández *et al.*, 2011). El diseño dialélico de Griffing (1956) en los cuatro métodos (I, progenitores y cruzas F_1 directas y recíprocas; II, progenitores y cruzas F_1 directas; III, directas y recíprocas; y IV, cruzas F_1 y directas) es el más utilizado para estimar la ACG y ACE.

La heterosis o vigor híbrido se describe como la expresión de un rasgo en la progenie más allá de los límites de expresión manifiestos en los progenitores, se

origina en los efectos principalmente de dominancia de los genes y en la diferencia de las frecuencias génicas (Martínez *et al.*, 2005). En Chile se ha utilizado la heterosis para incrementar el rendimiento y otras características de interés económico (Seneviratne y Kannangara, 2004), y se considera que la heterosis es alta en *Capsicum* (De Souza y Maluf, 2003).

El objetivo de este estudio fue estimar los efectos de la aptitud combinatoria general, aptitud combinatoria específica y heterosis para rendimiento y calidad de fruto, utilizando ocho líneas progenitoras de Chile Manzano; e identificar combinaciones híbridas para uso comercial; con la hipótesis de que la hibridación mejorara las características de rendimiento y calidad de fruto.

5.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

Se utilizaron ocho líneas progenitoras (Línea 1, Línea 2, Línea 3, Línea 4, Línea 5, Línea 6, Línea 7 y Línea 8) y 28 híbridos interpoblacionales con características favorables (L1XL2, L1XL3,..., L6XL8, y L7XL8), obtenidos, en 2011 en el Programa de Producción y Mejoramiento Genético de Chile Manzano de la Universidad Autónoma Chapingo. Los progenitores se generaron a partir del primer híbrido intervarietal de Chile Manzano (Puebla X Zongólica, generado en 2004 y quedó registrado en el SNICS en 2012 como Grajales St.), a través de cinco ciclos de autofecundación para cada uno de ellos. Estos materiales tienen características sobresalientes en calidad de fruto (pericarpio grueso, de tres a cuatro lóculos, forma cuadrada, frutos grandes, de color amarillo intenso) y

plantas de crecimiento indeterminado, por ello y con la finalidad de mejorar aún más tales características se realizaron cruzas entre las ocho líneas utilizando el diseño dialélico de Griffing, Método II (1956), se consideraron las cruzas en un sentido, originándose así los 28 híbridos a evaluar.

Diseño experimental

Las semillas de los materiales fueron sembradas en charolas de poliestireno de 200 cavidades en noviembre de 2011, y se trasplantaron en enero de 2012 a condiciones de hidroponía, en invernadero del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en diseño experimental completamente al azar, con 10 repeticiones por cada uno de los híbridos y líneas. La unidad experimental y de muestreo fue una planta y diez frutos.

Los materiales genéticos fueron cultivados con el sistema intensivo de producción propuesto por Pérez y Castro (2012) para esta especie, el cual consistió en colocar las plantas en canaletas con tezontle rojo como sustrato y composta. La distancia entre plantas fue de 0.8 m y 1.6 m entre camas. La nutrición fue a través del sistema de riego por goteo, con la solución nutritiva adaptada por Pérez y Castro (1998).

Una vez que ocurrió la maduración de los primeros frutos (seis meses después del trasplante) se llevó a cabo la recolección de los mismos; se cosechó manualmente planta por planta, se hicieron ocho cortes en un lapso de dos meses (Septiembre-Octubre), es decir, un corte cada ocho días.

Variables evaluadas

Se tomaron datos de rendimiento de fruto [peso total de frutos (PTF) en gramos, número total de frutos (NF)], y calidad de frutos [peso promedio de frutos (PPF) en gramos, número de lóculos por fruto (NL) y grosor del pericarpio (GP) en milímetros].

Rendimiento

El rendimiento y número de frutos fue medido en 10 plantas, se registró el peso en $\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$ y se contó el número de frutos por planta.

Calidad de fruto

El peso promedio de los frutos se obtuvo dividiendo peso y número total de frutos al final de las ocho cosechas.

La estimación de las variables número de lóculos y grosor del pericarpio se realizó en la semana cinco, se evaluó un fruto por planta, se hizo un corte transversal en cada uno de ellos y se procedió a contar el número de lóculos por fruto, y con un vernier se midió el grosor del pericarpio en la parte media de los frutos.

Análisis estadístico

A los datos obtenidos se les hizo un análisis de varianza, prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) y análisis de correlación con el programa SAS para Windows versión 9 (SAS Institute Inc., 2002).

Heterosis

La heterosis específica de las cruzas se estimó de acuerdo con el modelo II de Gardner y Eberhart (1966). El análisis se realizó para un ambiente usando el programa DIALLEL-SAS05; el modelo lineal (Zhang et al., 2005) fue:

$$Y_{ij} = \mu_v + 0.5 (v_i + v_j) + k(h + h_i + h_j + s_{ij})$$

Donde Y_{ij} : media de la crusa entre el i -ésimo y el j -ésimo de poblaciones parentales; μ_v : media de todas las poblaciones parentales; v_i efectos varietales de la población parental i ; v_j : efectos varietales de la población parental j ; h : heterosis promedio aportada por todas las poblaciones parentales utilizadas en los cruzamientos; h_i : aportaciones promedio de la población parental individual i para la expresión de la heterosis; h_j : aportaciones promedio de la población parental individual j para la expresión de la heterosis; s_{ij} : heterosis específica (aptitud combinatoria específica) que ocurre cuando la población parental i se cruza con la población parental j , $k = 0$ cuando $i = j$ y $k = 1$ cuando $i \neq j$.

Aptitud combinatoria

La aptitud combinatoria se calculó con el algoritmo para SAS (DIALLEL-SAS05) propuesto por Zhang *et al.* (2005) que incluye a los progenitores y las cruzas directas para estimar los efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE), por medio del programa SAS versión 9.0 para Windows (SAS Institute, 2002).

5.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general con el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre las líneas progenitoras y entre los híbridos para las cinco variables cuantitativas evaluadas de rendimiento y calidad de frutos. Estos resultados indican variabilidad genética entre los materiales evaluados y es posible hacer selección de los mejores genotipos (líneas y cruzas) para el programa de mejoramiento genético de chile Manzano (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de cinco variables cuantitativas evaluadas en ocho líneas progenitoras y 28 híbridos de chile Manzano. Chapingo, México.

VARIABLE	FV	PROGENITORES		
		CM(L)	CM(E)	CV (%)
PTF		8156088.40**	962147.90	31.18
NF		2453.28**	219.65	35.66
PPF		2828.71**	135.13	14.13
NL		1.46*	0.54	23.18
GP		0.72**	0.24	8.63
HÍBRIDOS				
PTF		17237776.50**	607466.60	16.70
NF		3219.65**	86.93	15.24
PPF		1337.04**	106.61	13.18
NL		1.36**	0.59	21.60
GP		1.65**	0.26	7.70

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * significativo al ($P \leq 0.05$); FV: fuente de variación; CM(L): cuadrado medio del tratamiento; CM(E): cuadrado medio del error; CV: coeficiente de variación; PTF: peso total de frutos (rendimiento), NF: número de frutos, PPF; peso promedio de fruto, NL: número de lóculos, y GP: grosor del pericarpio.

Comparación de medias

La comparación de medias detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los genotipos evaluados para todas las variables estimadas (Cuadro 2), reforzando la evidencia de amplia diferencia genética entre los materiales evaluados.

Butcher *et al.* (2013) encontraron diferencias significativas en las variables peso de fruto y grosor del pericarpio en la evaluación de 29 genotipos provenientes de 19 líneas parentales de paprika y chile Serrano.

Para rendimiento de fruto (PTF), las cruzas L1XL2, L3XL4, L3XL6, y L1XL6 fueron las de mayor peso total de frutos, con 7.31, 6.53, 6.31, 6.23, y 6.10 kg·planta⁻¹, respectivamente. Estos resultados indican el alto potencial de rendimiento de estos híbridos. Los materiales con menor rendimiento fueron L1XL7, L2XL8, Línea 4 y la Línea 1 con 2.45, 2.13, 2.06 y 1.99 kg·planta⁻¹, respectivamente (Cuadro 2).

Dentro de los genotipos evaluados existieron buenos materiales para la variable peso promedio de frutos; el peso de los frutos osciló de 56 a 105 g, sobresaliendo L2XL8, L3XL4, Línea 1 y Línea 4. Los frutos de 10 genotipos por peso se clasifican como frutos grandes y pesados de acuerdo a la calidad establecida en el mercado para exportación.

Con relación al número de frutos por planta sobresalieron las cruzas L2XL7, L3XL6, L5XL7, L1XL2 y L6XL7 con 92, 89, 87, 81 y 77 frutos, respectivamente (Cuadro 2). Las líneas 1 y 4 y el híbrido L2XL8 fueron los materiales que tuvieron menor número de frutos por planta con 20, 22 y 20 y mayor peso con 103, 100 y 105 g por fruto, respectivamente.

Cuadro 2. Comparación de medias del peso total de frutos (PTF), número de frutos (NF), peso promedio del fruto (PPF), número de lóculos (NL) y grosor del pericarpio (GP) en 36 genotipos de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO	PTF (g)	HÍBRIDO	NF	HÍBRIDO	PPF (g)	HÍBRIDO	NL	HÍBRIDO	GP (mm)
L1XL2	7307 a	L2XL7	92 a	L2XL8	105.08 a	L5XL8	5 a	L1XL2	7.25 a
L3XL4	6528 ab	L3XL6	89 ab	L3XL4	103.07 ab	L1XL7	4 ab	L2XL8	7.11 ab
L3XL6	6309 abc	L5XL7	87 ab	LÍNEA 1	102.96 ab	L6XL8	4 abc	L1XL5	7.06 ab
L1XL3	6232 abc	L1XL2	81 abc	LÍNEA 4	100.47 abc	L4XL6	4 abc	L1XL6	7.04 abc
L1XL6	6075 abcd	L6XL7	77 abcd	L1XL8	94.55 abcd	L1XL2	4 abc	L2XL7	7.01 abc
L6XL7	5767 bcde	L1XL3	72 bcde	LÍNEA 8	91.46 abcde	L4XL8	4 abc	L1XL3	6.92 abcd
L5XL7	5699 bcde	L1XL6	72 bcde	L1XL2	90.49 abcde	L2XL6	4 abc	L3XL7	6.88 abcd
L7XL8	5556 bcdef	L7XL8	71 bcde	L3XL8	87.87 abcdef	L1XL5	4 abc	L4XL6	6.87 abcd
L2XL3	5418 bcdfeg	L2XL3	70 bcde	L1XL3	86.89 abcdef	LÍNEA 6	4 abc	L3XL8	6.76 abcd
L2XL7	5362 bcdefg	L3XL7	70 bcde	L1XL6	84.82 bcdef	L2XL5	4 abc	L2XL5	6.71 abcd
L5XL8	5338 bcdefg	L5XL8	68 cdef	LÍNEA 3	83.16 cdefg	L5XL6	4 abc	L1XL4	6.67 abcdef
L6XL8	4899 cdefgh	L2XL4	68 cdef	LÍNEA 2	83.08 cdefg	L3XL8	4 abc	L4XL5	6.63 abcdefg
L3XL5	4791 defghi	LÍNEA 5	66 cdef	L4XL6	81.57 defgh	L1XL8	4 abc	L5XL8	6.63 abcdefg
L2XL4	4710 defghi	L3XL4	64 cdefg	L3XL5	81.52 defgh	L7XL8	4 abc	L1XL7	6.61 abcdefgh
L1XL4	4638 efghi	L4XL8	64 cdefg	LÍNEA 6	79.72 defghi	L6XL7	4 abc	L3XL4	6.58 abcdefgh
L2XL5	4553 efghi	L6XL8	63 cdefg	L2XL5	79.70 defghi	L4XL7	4 abc	L3XL6	6.57 abcdefghi
LÍNEA 3	4463 efghi	L1XL4	62 defgh	L4XL5	79.44 defghi	L1XL4	4 abc	L7XL8	6.57 abcdefghi
L3XL8	4422 efghi	L3XL5	60 defgh	L2XL6	79.38 defghi	L2XL3	4 abc	L4XL7	6.56 abcdefghi
L4XL5	4387 efghi	L5XL6	58 defgh	L1XL7	79.04 defghi	L3XL6	4 abc	L2XL4	6.53 abcdefghi
L4XL8	4127 fghij	L2XL5	57 efgh	L7XL8	78.95 defghi	L1XL6	3 abc	L6XL7	6.51 abcdefghi
L3XL7	4047 ghijk	L4XL7	57 efghi	L5XL8	78.42 defghi	LÍNEA 8	3 abc	L4XL8	6.47 abcdefghi
LÍNEA 6	4003 ghijkl	L4XL5	55 efghij	L6XL8	77.90 defghi	L3XL7	3 abc	L6XL8	6.40 abcdefghi
L5XL6	3850 hijklm	LÍNEA 3	55 efghij	L1XL5	77.22 defghi	LÍNEA 1	3 abc	L5XL7	6.36 bcdefghij
L4XL6	3778 hijklm	L3XL8	50 fghijk	L2XL3	77.08 defghij	L5XL7	3 abc	L3XL5	6.24 bcdefghijk
LÍNEA 5	3697 hijklm	LÍNEA 6	50 fghijk	L1XL4	76.24 defghij	L3XL5	3 bc	L2XL3	6.17 cdefghijk

Continuación Cuadro 2...

HÍBRIDO	PTF (g)	HÍBRIDO	NF	HÍBRIDO	PPF (g)	HÍBRIDO	NL	HÍBRIDO	GP (mm)
L4XL7	3615 hijklm	L4XL6	47 hijkl	L6XL7	75.69 efghijk	L2XL4	3 bc	LÍNEA 1	6.05 defghijkl
L2XL6	3471 hijklmn	L2XL6	45 hijkl	L3XL6	71.67 fghijkl	LÍNEA 2	3 bc	L1XL8	5.88 efghijkl
LÍNEA 8	3414 ijklmn	LÍNEA 7	44 hijkl	L2XL4	69.83 fghijkl	L1XL3	3 bc	LÍNEA 7	5.80 fghijkl
LÍNEA 2	2938 jklmno	LÍNEA 2	38 ijklm	L5XL6	66.16 ghijkl	LÍNEA 4	3 bc	LÍNEA 2	5.80 fghijkl
L1XL8	2696 jklmno	LÍNEA 8	37 jklm	L5XL7	65.52 ghijkl	LÍNEA 5	3 bc	L2XL6	5.78 ghijkl
LÍNEA 7	2618 klmno	L1XL5	34 klm	L4XL8	64.83 ghijkl	L3XL4	3 bc	LÍNEA 6	5.75 hijkl
L1XL5	2599 lmno	L1XL7	31 lm	L4XL7	63.93 hijkl	L4XL5	3 bc	LÍNEA 8	5.70 ijkl
L1XL7	2447 mno	L1XL8	29 lm	LÍNEA 7	61.38 ijkl	L2XL8	3 bc	LÍNEA 3	5.50 jkl
L2XL8	2131 no	LÍNEA 4	22 m	L2XL7	58.71 jkl	L2XL7	3 bc	L5XL6	5.48 kl
LÍNEA 4	2061 no	L2XL8	20 m	L3XL7	57.80 kl	LÍNEA 7	3 bc	LÍNEA 4	5.40 kl
LÍNEA 1	1978 o	LÍNEA 1	20 m	LÍNEA 5	55.96 l	LÍNEA 3	3 c	LÍNEA 5	5.20 l
Promedio	4331	Promedio	57	Promedio	79.21	Promedio	3	Promedio	6.37
DMSH	1435	DMSH	19	DMSH	18.41	DMSH	1	DMHS	0.87
CV (%)	19	CV (%)	19	CV (%)	13.42	CV (%)	22	CV (%)	7.88

Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Con respecto al número de lóculos, se encontraron genotipos con 3 a 5 lóculos por fruto, 17 de ellos presentaron 3 lóculos; por otro lado, 50 % de los materiales evaluados mostraron 4 lóculos por fruto, esta característica es de importancia, debido a que proporciona forma cuadrada al fruto; en general, estadísticamente, no se observaron diferencias entre las líneas con respecto a los híbridos (Cuadro 2).

El grosor del pericarpio varió de 5.20 a 7.25 mm, se observó que en general los híbridos superaron en esta característica a las líneas, en éstas el grosor fue menor a 6.10 mm. Éste rasgo les proporciona mayor calidad a los frutos, debido a que ello les permitirá tener mayor vida de anaquel y menor pérdida de peso.

Comportamiento de las líneas

De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), hubo diferencias significativas entre promedios de las ocho líneas y promedios de 28 híbridos para todas las variables evaluadas (Cuadro 3). Las líneas que tuvieron la mayor ACG para rendimiento fueron la 3 y 6, con 4463.20 y 4002.5 g, respectivamente, por lo que se pueden considerar como progenitores potenciales para generar híbridos de alto rendimiento, ya sea de manera directa como progenitores o como fuente de germoplasma de nuevas líneas de alta ACG.

En el número de frutos destacaron las líneas 5, 3 y 6, con valores de 66, 55 y 50, respectivamente. La ACG para peso promedio de fruto en las líneas osciló de 55.96 a 102.96 g por fruto, destacando en esta variable las líneas 1, 4 y 8, al

generar frutos de peso mayor a 90 g, que se clasifican como frutos grandes, y que se pueden considerar para uso comercial (Cuadro 3).

La ACG para número de lóculos y grosor del pericarpio presentaron valores de 3 a 4 y de 5.2 a 6.05, respectivamente. Se destacó la línea 6 en el número de lóculos y las líneas 1 y 2 para el grosor del pericarpio.

Cuadro 3. Comparación de medias de la ACG de ocho líneas de chile Manzano para peso total de frutos (PTF), número de frutos (NF), peso promedio de frutos (PPF), número de lóculos por fruto (NL) y grosor del pericarpio (GP). Chapingo, México.

	Progenitores													
	PTF			NF		PPF		NL		GP				
LÍNEA 3	4463.20	a	LÍNEA 5	66	a	LÍNEA 1	102.96	a	LÍNEA 6	4	a	LÍNEA 1	6.05	a
LÍNEA 6	4002.50	ab	LÍNEA 3	55	ab	LÍNEA 4	100.47	a	LÍNEA 8	3	ab	LÍNEA 2	5.80	ab
LÍNEA 5	3696.90	abc	LÍNEA 6	50	ab	LÍNEA 8	91.46	ab	LÍNEA 1	3	ab	LÍNEA 7	5.80	ab
LÍNEA 8	3414.10	abcd	LÍNEA 7	44	b	LÍNEA 3	83.16	b	LÍNEA 2	3	ab	LÍNEA 6	5.75	ab
LÍNEA 2	2938.10	bcde	LÍNEA 2	38	bc	LÍNEA 2	83.08	b	LÍNEA 4	3	ab	LÍNEA 8	5.70	ab
LÍNEA 7	2618.40	cde	LÍNEA 8	37	bc	LÍNEA 6	79.72	b	LÍNEA 5	3	ab	LÍNEA 3	5.50	ab
LÍNEA 4	2060.50	de	LÍNEA 4	22	c	LÍNEA 7	61.38	c	LÍNEA 7	3	b	LÍNEA 4	5.40	ab
LÍNEA 1	1977.50	e	LÍNEA 1	20	c	LÍNEA 5	55.96	c	LÍNEA 3	3	b	LÍNEA 5	5.20	b
Promedio	3146.40		Promedio	42		Promedio	82.27		Promedio	3		Promedio	5.65	
DMSH	1369.00		DMSH	20.69		DMSH	16.23		DMSH	1.02		DMSH	0.68	
CV (%)	31.18		CV (%)	35.66		CV (%)	14.13		CV (%)	23.19		CV (%)	8.64	

Medias con diferente letra en cada columna, son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación y DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

Correlación fenotípica

El rendimiento, expresado como peso total de fruto (PTF), se correlacionó significativa y positivamente con las características de número de frutos (0.82), peso promedio de frutos (0.158) y grosor del pericarpio (0.148). El número de frutos con el peso promedio de frutos y número de lóculos se correlacionaron negativamente (Cuadro 4). Lo anterior indica que el incremento en rendimiento de los materiales evaluados se debió principalmente al aumento en número de frutos, peso promedio de frutos y grosor del pericarpio. Resultados diferentes reportaron Pérez-Grajales *et al.* (2009) al encontrar correlación no significativa (-0.24) entre rendimiento y número de frutos, y una correlación negativa entre número de frutos y las variables de calidad de frutos, lo anterior debido a que las condiciones que influyen negativamente en el crecimiento general de la planta, pueden reducir el tamaño de la fruta; el número de frutos por planta aumenta y el tamaño de los frutos individuales tiende a ser menor.

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas de cinco variables agronómicas de 36 genotipos de chile Manzano evaluados en invernadero. Chapingo, México

	NF	PPF	NL	GP
PTF	0.820 **	0.158 **	-0.070 ns	0.148*
NF		-0.410 **	-0.120*	0.100 ns
PPF			0.030 ns	0.070 ns
NL				-0.021 ns

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * significativo al ($P \leq 0.05$), ns: no significativo. PTF: peso total de frutos, NF: número de frutos, PPF; peso promedio de fruto, NL: número de lóculos, y GP: grosor del pericarpio.

Heterosis específica de las cruzas

La heterosis altamente significativa y positiva se observó en el híbrido L1XL2 para rendimiento y número de frutos, y significativa para grosor de pericarpio (Cuadro 5), mientras que para peso promedio de frutos y número de lóculos no fue

Cuadro 5. Estimación de heterosis específica para rendimiento y calidad de fruto en chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO	PTF (g)	NF	PPF (g)	NL	GP (mm)
L1XL2	2708.80 **	27.12 **	3.35 ns	0.37 ns	0.36 *
L1XL3	834.98 **	10.95 **	-1.19 ns	-0.21 ns	0.10 ns
L1XL4	234.55	10.88 **	-7.34 *	-0.01 ns	-0.18 ns
L1XL5	-1710.04 **	17.93 **	-4.54 ns	0.07 ns	0.41 *
L1XL6	1277.56 **	14.73 **	1.53 ns	-0.40 ns	0.47 **
L1XL7	-2074.47 **	-31.67 **	5.34 ns	0.45 *	0.27 *
L2XL3	-138.78 ns	0.43 ns	-6.17 *	0.29 ns	-0.50 **
L2XL4	147.18 ns	7.57 *	-8.92 *	0.11 ns	-0.17 ns
L2XL5	84.30 ns	-3.45 ns	2.77 ns	0.27 ns	0.21 ns
L2XL7	681.26 **	20.52 **	-10.17 **	0.35 ns	0.27 *
L2XL8	-1996.34 **	-31.10 **	18.22 **	-0.68 **	0.49 **
L3XL4	1166.16 **	-2.70 ns	23.88 **	-0.10 ns	-0.05 ns
L3XL5	-475.72 *	-8.02 *	3.65 ns	-0.21 ns	-0.19 ns
L3XL6	552.38 *	15.95 **	-7.73 *	0.02 ns	0.22 ns
L3XL7	-1433.65 **	-8.25 *	-12.01 **	0.07 ns	0.22 ns
L3XL8	-504.35 *	-8.37 *	0.07 ns	0.14 ns	0.21 ns
L4XL5	113.15 ns	-2.48 ns	6.07 *	0.51 *	0.18 ns
L4XL6	-983.95 **	-16.32 **	6.67 *	0.32 ns	0.45 **
L4XL7	-871.59 **	-11.82 **	-1.38 ns	0.17 ns	0.14 ns
L4XL8	194.51 ns	14.87 **	18.48 **	0.24 ns	-0.11 ns
L5XL7	1307.23 **	17.97 **	2.03 ns	-0.25 ns	0.13 ns
L5XL8	1500.13 **	18.95 **	-3.06 ns	0.72 **	0.25 ns
L6XL7	886.13 **	2.63 ns	10.66 **	-0.01 ns	0.09 ns
L6XL8	572.33 *	9.67 *	-5.12 ns	-0.05 ns	0.10 ns
L7XL8	1505.10 **	10.62 **	5.52 ns	-0.10 ns	-0.04 ns
HM	1523.25 **	19.61 **	-3.93 *	0.39 **	0.93 **

** Altamente significativo ($P \leq 0.001$), * significativo ($P \leq 0.05$), ns: no significativo. PTF: peso total de frutos, NF: número de frutos, PPF: peso promedio de fruto, NL: número de lóculos, y GP: grosor del pericarpio. HM: heterosis media.

significativa. Los híbridos L1XL3, L1XL6, L5XL7, L5XL8 y L7XL8, también presentaron significancia alta en componentes de rendimiento, con valores de menor magnitud que los indicados para L1XL2. En el caso del híbrido L3XL4 la heterosis fue significativamente alta y positiva para rendimiento y peso promedio de fruto, mientras que para las variables número de frutos, número de lóculos y grosor del pericarpio la heterosis fue negativa y no significativa.

Análisis de varianza

El análisis de varianza de la aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas mostró significancia ($P \leq 0.01$) para todas las variables (Cuadro 6), estos resultados son disimiles de los indicados por Pérez-Grajales *et al.* (2009) quienes solo encontraron efectos significativos en las variables rendimiento y grosor del pericarpio en accesiones de chile Manzano; y coincidieron con los reportados por Segovia y Romero (2014) y Singh *et al.* (2014) en la evaluación de 113 materiales genéticos y 12 líneas de *Capsicum annuum* L., respectivamente; por otro lado, Buthia *et al.* (2015) encontraron efectos significativos para las variables número de frutos y rendimiento en 5 líneas parentales de *Capsicum annuum* L. Los efectos significativos indican que al menos el promedio global de cada variable en cada línea cruzada con las otras líneas fue diferente, lo que equivale a que la ACG de las líneas fue diferente.

Para aptitud combinatoria específica (ACE) también se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre las cruzas para todas las variables, el comportamiento de las 28 cruzas fue diferente para cada una de las variables, lo anterior puede ser debido a que existieron diferencias genéticas entre las cruzas (Cuadro 6). Pérez-Grajales *et al.* (2009) encontraron significancia en las variables

rendimiento, número de frutos y número de lóculos en accesiones de chile Manzano; Singh *et al.* (2014) encontraron significancia para número de frutos por planta, peso promedio de frutos, grosor del pericarpio y rendimiento total en el análisis de 12 líneas parentales de *Capsicum annuum* L., y Bhutia *et al.* (2015) encontraron efectos significativos de ACE en las variables número de frutos y rendimiento.

Los resultados anteriores permitirán seleccionar las mejores líneas y cruzas por la ACG y ACE, respectivamente.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza de cinco variables cuantitativas en 36 genotipos de chile Manzano obtenidos por el método II de Griffing (1956). Chapingo, México.

FV	GL	PTF		NF		PPF		NL		GP	
CRUZAS	35	19053872.60	**	3658.21	**	1624.76	**	1.61	**	2.96	**
ACG	7	13347873.00	**	3790.46	**	3491.94	**	2.38	**	1.56	**
ACE	28	20298221.90	**	3567.12	**	989.17	**	1.38	**	3.30	**
ERROR	315	689987.40		117.78		109.54		0.58		0.25	
C.V.		19.18		19.10		13.21		21.98		7.79	

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * significativo al ($P \leq 0.05$); PTF: peso total de frutos, NF: número de frutos, PPF; peso promedio de fruto, NL: número de lóculos, y GP: grosor del pericarpio.

Efectos de la aptitud combinatoria general (ACG)

En general, las líneas presentaron efectos positivos, negativos, altos y bajos de ACG. Al respecto Gutiérrez *et al.* (2004) mencionaron que la diferencia entre valores de los efectos de ACG es debida al incremento de la divergencia genética de los materiales utilizados. Los mayores efectos positivos de ACG para peso total de frutos correspondieron a la línea 3 y línea 6, con valores mayores a 200, lo que indican que estos materiales tienen alta contribución en la expresión total

de los frutos y que los efectos aditivos a los genes son los importantes (De la Cruz-Lázaro *et al*, 2010), mientras que las líneas 8, 4 y 1 presentaron efectos significativos y negativos bajos (Cuadro 7).

Los efectos de la aptitud combinatoria general para NF fueron significativamente positivos en las líneas 3, 7 y 6, y negativos en las líneas 1, 8 y 4. Los efectos de ACG para PPF fueron positivos en las líneas 1, 8 y 3; NL en la línea 6 y GP en la línea 1. Mientras que las líneas 5 y 7, líneas 3 y 8, y las líneas 5 y 6 presentaron efectos significativos negativos para las variables PPF, NL y GP, respectivamente. De acuerdo con los resultados, las líneas 3 y 6 podrían ser utilizadas como progenitores para formar híbridos de cruza simple, debido a que presentaron efectos positivos altos y significativos para ACG, y además mostraron rendimientos aceptables (Cuadro7).

Cuadro 7. Efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento y calidad de fruto en 8 líneas de chile Manzano. Chapingo, México.

LÍNEA	ACG					
	PTF	NF	PPF	NL	GP	
LÍNEA 1	-232.74 **	-8.59 **	7.70 **	0.08 ns	0.2200 **	
LÍNEA 2	6.86 ns	0.25 ns	1.59 ns	-0.08 ns	0.0800 ns	
LÍNEA 3	797.06 **	7.56 **	2.31 *	-0.24 *	-0.0100 ns	
LÍNEA 4	-248.83 **	-3.91 **	1.10 ns	-0.09 ns	0.0002 ns	
LÍNEA 5	-115.02 ns	1.96 ns	-5.83 **	0.06 ns	-0.1800 **	
LÍNEA 6	289.56 **	3.80 **	-1.71 ns	0.20 *	-0.1600 **	
LÍNEA 7	-90.35 ns	7.36 **	-11.20 **	-0.13 ns	0.0700 ns	
LÍNEA 8	-406.54 ns	-8.45 **	6.05 **	0.21 *	-0.0240 ns	

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * significativo al ($P \leq 0.05$); ns: no significativo. PTF: peso total de frutos, NF: número de frutos, PPF; peso promedio de fruto, NL: número de lóculos, y GP: grosor del pericarpio.

Efectos de la aptitud combinatoria específica (ACE)

De las 28 cruzas directas obtenidas de las líneas, 13 de ellas presentaron efectos positivos significativos de ACE para rendimiento, de igual manera se comportaron para el número de frutos. Sin embargo, con respecto a la calidad de frutos, peso promedio de frutos, número de lóculos y grosor del pericarpio la ACE fue positiva y significativa en 3, 1 y 5 cruzas (de las mismas 13 que se mencionaron anteriormente), respectivamente (Cuadro 8).

Se observó que en las cruzas donde ambos progenitores fueron de baja ACG, los valores de ACE fueron negativos en las características evaluadas. Sin embargo, se detectaron cruzas en las cuales ambos progenitores tuvieron ACG negativa, y al ocurrir la hibridación resultó en ACE alta, significativa y positiva para los componentes de rendimiento, como en el caso de las cruzas siguientes: L1XL2, L1XL4, L2XL4, L2XL7, L5XL7, L5XL8, y L7XL8. Estos resultados corroboran lo indicado por El-Gabry *et al.* (2014) al mencionar que los progenitores con buena ACG no siempre producirán cruzas superiores con buena ACE en todas las combinaciones, la cual se debe a la divergencia genética y complementariedad de las líneas.

La cruz L1XL2 obtuvo valor positivo más alto de ACE con 3053.44 y altamente significativo, seguida de los híbridos L7XL8, L1XL6, L3XL4, L5XL7, L1XL3, L6XL7, L2XL7, L3XL6, L6XL8, y L2XL4, todos ellos con valores de ACE que fluctuaron entre 472.63 a 1573.25 para rendimiento y número de frutos de 12.54 a 30.91 (incluyendo la cruz L1XL2), lo que indica que algunas cruzas podrían utilizarse directamente como híbridos comerciales con alto potencial de rendimiento, tales como L1XL2, L3XL4, L3XL6, L1XL3 y L1XL6 (Cuadro 2).

Cuadro 8. Efecto de la aptitud combinatoria específica (ACE) de las cruzas simples obtenidas de la hibridación de ocho líneas progenitoras de chile Manzano. Chapingo, México.

HÍBRIDO	PTF	NF	PPF	NL	GP
L1XL2	3053.44 **	30.91 **	2.37	0.39	-0.48 **
L1XL3	1188.84 **	14.50 **	-1.95	-0.15	0.25 **
L1XL4	640.23 **	15.97 **	-11.38 **	0.005	-0.01
L1XL5	-1523.48 **	-18.20 **	-3.47	0.15	0.55 **
L1XL6	1539.04 **	17.76 **	0.01	-0.38	0.52 **
L1XL7	-1708.95 **	-26.40 **	-3.71	0.54 *	0.15
L1XL8	-1143.86 **	-12.99 **	1.97	-0.20	-0.79 **
L2XL3	134.84	3.86	-5.64	0.32	-0.35 *
L2XL4	472.63 *	12.54 **	-11.68 **	-0.13	-0.01
L2XL5	181.62	-3.84	-5.11	0.32	0.34 *
L2XL6	-1949.06 **	-30.13 **	18.61 **	-0.63 **	0.59 **
L2XL7	966.55 **	25.66 **	-10.51 **	-0.30	0.39 *
L2XL8	-1949.06 **	-30.13 **	18.60 **	-0.63 *	0.59 **
L3XL4	1500.83 **	2.02	20.84 **	-0.07	0.13
L3XL5	-370.18	-8.65 *	6.21 *	-0.12	-0.04
L3XL6	742.84 **	18.61 **	7.74 *	0.04	0.28 *
L3XL7	-1139.15 **	-3.35	-12.13 **	0.17	0.35 *
L3XL8	-447.86 *	-7.64 *	0.68	0.23	0.33 *
L4XL5	271.50	-1.50	5.35	-0.47 *	0.34 *
L4XL6	-741.67 **	-12.11 **	-3.36	0.29	0.57 **
L4XL7	-525.26 *	-5.38	-4.79	0.22	0.02
L4XL8	302.83	17.14 **	-21.14 **	0.28	0.03
L5XL6	-803.88 **	-6.19 *	-5.11	-0.06	-0.65 **
L5XL7	1425.43 **	19.04 **	3.73	-0.13	-0.002
L5XL8	1380.32 **	15.86 **	-0.63	0.83 **	0.36 *
L6XL7	1088.25 **	7.01 *	9.77 **	0.03	0.14
L6XL8	536.44 *	9.32 *	-5.27	-0.007	0.13
L7XL8	1573.25 **	13.06 **	5.26	0.02	0.06

** Altamente significativo ($P \leq 0.01$), * significativo al ($P \leq 0.05$), ns: no significativo. PTF: peso total de frutos, NF: número de frutos, PPF; peso promedio de fruto, NL: número de lóculos, y GP: grosor del pericarpio.

5.6 CONCLUSIONES

Las cruzas presentaron alto potencial para el rendimiento y calidad de fruto, al superar a los progenitores en estas características.

Las líneas que presentaron la mayor aptitud combinatoria general y significativa para el rendimiento fueron Línea 3 y Línea 6, lo que las hace de gran potencial para utilizarse en el programa de mejoramiento genético de chile Manzano.

Por las características agronómicas, heterosis y aptitud combinatoria específica, los híbridos L1XL2, L1XL3, L1XL6, L4XL7, L5XL7, L5XL8 y L7XL8 pueden ser utilizados comercialmente por su alto potencial de rendimiento.

5.7 LITERATURA CITADA

- Bhutia, N.D., T. Seth, V. D. Shende, S. Dutta, A. and Chattopadhyay. 2015. Estimation of heterosis, dominance effect and genetic control of fresh fruit yield, quality and leaf curl disease severity traits of chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* 182: 47-55.
- Butcher, J.D., K. M. Crosby, S. Y. Kil, B. Patil, J. L. Jifon, and W. L. Rooney. 2013. Heterosis in different F₁ *Capsicum annuum* genotypes for fruits traits, ascorbic acid, capsaicin, and flavonoids. *Scientia Horticulturae* 159: 72-79.
- De la Cruz-Lázaro, E.; G. Castañón-Najera, N. P. Brito-Manzano, A. Gómez-Vázquez, V. Robledo-Torres, y A. J. Lozano R. 2010. Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. *PHYTON* 79: 11-17.
- De Souza, J.A., and W. R. Maluf, 2003. Diallel analysis and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Scientia Agrícola* 60: 105-113.
- El-Gabry M., A.H., I. H. Solieman T., and I. A. Abido A. 2014. Combining ability and heritability of some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 167: 153-167.
- Fehr, W.R. 1993. Principles of cultivar development Vol 1. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company. Iowa, USA. 536 p.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal Biology Science* 9: 463-493.

- Gutiérrez R., E., B. Espinoza A., G. Palomo A., G. Lozano J., y G. Autuna O. 2004. Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la comarca lagunera. Revista Fitotecnia Mexicana 27: 7-11.
- Martínez Z., G., J. R. A. Dorantes G., M. Ramírez M., A. De la Rosa L., y O. Posa C. 2005. Efectos genéticos y heterosis en la vida de anaquel de chile Serrano. Revista Fitotecnia Mexicana 28: 327-332.
- Pech M., A.M., G. Castañón-Nájera, J. M. Tun S., M. Mendoza E., J.O. Mijangos C., A. Pérez G., y L. Latournerie M. 2010. Efectos heteróticos y aptitud combinatoria en poblaciones de chile dulce (*Capsicum annuum* L.). Revista Fitotecnia Mexicana 33: 353-360.
- Pérez G., M., y R. Castro B. 2012. El chile Manzano. Departamento de Publicaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 128 p.
- Pérez G., M; y R. Castro B. 1998. Guía técnica para la producción intensiva de chile manzano. Boletín de divulgación Número 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 17 p.
- Pérez-Grajales, M., V. A. González-Hernández, A. Peña-Lomelí, M. C. Mendoza-Castillo, C. Peña-Valdivia, and J. Sahagún-Castillo. 2004. Physiological characterization of manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R y P). landraces. Journal American Society for Horticultural Science 129: 88-92.
- Pérez-Grajales, M., V. A. González-Hernández, A. Peña-Lomelí, and J. Sahagún-Castellanos. 2009. Combining ability and heterosis for fruit yield and

- quality in Manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R & P) landraces. Revista Chapingo Serie Horticultura 15: 103-109.
- Sánchez-Hernández, C., C. Villanueva-Verduzco, J. Sahagún-Castellanos, J. Martínez-Solís, J. P. Legaria-Solano, y M. A. Sánchez-Hernández. 2011. Efectos de aptitud combinatoria en híbridos de calabacita tipo Grey Zucchini. Revista Chapingo serie Horticultura 17: 89-103.
- SAS Institute, Inc. 2002. SAS software release version 9.0. (Statistical Analysis System for Windows). SAS Institute Inc. Cary, NC. EE. UU.
- Segovia-Lerma, A., y A. Y. Romero-Mozqueda. 2014. Mejoramiento genético para rendimiento en chile (*Capsicum annuum* L.) para consumo en seco en la región centro-Sur del estado de Chihuahua, México. Revista Biología Agropecuaria Tuxpan 2: 414-427.
- Seneviratne, K.G.S., and K. N. kannangara. 2004. Heterosis, heterobeltiosis y commercial heterosis for agronomics traits and yield of Chilli (*Capsicum annuum* L.). Am. Sri Lanka Deparment of Agriculture. 6: 195-201.
- Singh, P., D. S. Cheema, M. S. Dhaliwal and N. Garg. 2014. Heterosis and combining ability for earliness, plant growth, yield and fruit attributes in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) involving genetic and cytoplasmic-genetic sterile lines. Scientia Horticulturae 168: 175-188.
- Zewdie, Y., P. Bosland W., and R. Steiner. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. HortScience 36: 1315-1317.
- Zhang Y., S. Kang M., and K. R. Lamkey. 2005. DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Herberhart analyses. Agronomy Journal 97: 1097-1106.

6. DISCUSIÓN GENERAL

La caracterización de chile Manzano considerando los descriptores de las guías para *Capsicum annuum* L. de la Unión Internacional para la protección de las Obtenciones vegetales (UPOV) y Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) permitió diferenciar los 25 híbridos. De los 50 rasgos conjuntados de las dos guías, las características que tienen importancia en la caracterización de chile Manzano son las de fruto y las evaluadas en la planta. Mientras que las de hojas no se consideran de importancia debido a su desarrollo de estas se ve afectado por el ambiente, y en consecuencia no se mantienen estables. En *Capsicum* spp. se indican como rasgos de importancia en la descripción de genotipos aquellos evaluados en la parte vegetativa, inflorescencia, fruto y semilla; mientras que para chile Manzano son determinantes en la caracterización de variedades los atributos siguientes: peso de fruto, longitud y diámetro de fruto, longitud y diámetro del pedúnculo, grosor del pericarpio, número de lóculos, altura del tallo, número y longitud de entrenudos, días a inicio de floración y madurez; tales características son homogéneas y estables. Al respecto, Raven *et al.* (2005) mencionan que los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, tales como flor y fruto.

Existe amplia variación con respecto a las características químicas evaluadas en chile Manzano. Se tienen híbridos desde ligeramente hasta extremadamente picosos, esto permite satisfacer los diferentes gustos del consumidor. El alto contenido de vitamina C y carotenoides les confiere valor nutracéutico, debido a

que se pueden considerar fuente importante de antioxidantes. La variación en el contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, proporciona el sabor característico de chile Manzano, sin embargo, se puede encontrar frutos con sabor suave hasta fuerte. Un aspecto importante a considerar en la poscosecha de cualquier fruto, incluido el chile Manzano, es la vida de anaquel la cual está determinada por el contenido de agua de los frutos, la presencia de ceras en la cutícula, etapa de cosecha, condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad), entre otros. En chile Manzano, en los híbridos evaluados, la conservación de frutos a temperatura ambiente es favorable ya que permanecieron con valor comercial de 10 a 12 días después de la cosecha, sin embargo es importante considerar otras condiciones de almacenamiento, como lo es el uso de atmósferas controladas y bajas temperaturas, debido a que prolongan la vida poscosecha de frutos de chile Manzano (Espinoza-Torres *et al.*, 2010). Por otro lado, la madurez en la que se coseche también afecta la vida poscosecha de los frutos de chile Manzano, ya que se ha indicado que frutos cosechados al inicio del cambio de coloración de verde a amarillo, se mantienen más tiempo óptimos para su comercialización (Espinoza-Torres *et al.*, 2010; Licona y Ojeda, 2015). Además, la firmeza de los frutos es una propiedad de importancia a considerar pues determinará la resistencia a daños durante el transporte. En chile Manzano se tienen híbridos con pericarpio muy grueso y firmeza variada, lo que confiere resistencia a daños por fricción entre frutos y con los contenedores empleados en la comercialización (cajas de plástico, madera, etc).

La variabilidad existente en los híbridos en relación a las características químicas y fisiológicas permitirá satisfacer las diferentes necesidades de los productores. Conocer estos rasgos ayudará a seleccionar progenitores para la obtención de híbridos con características de interés (alta producción de capsaicinoides, de vitamina C, etc.).

La elección de progenitores en el programa de mejoramiento genético y fisiológico de chile Manzano de la UACh es de suma importancia, debido a que conduce a la obtención de descendencia con características deseables de rendimiento y calidad de fruto. Los híbridos de chile Manzano mostraron alta habilidad de aptitud combinatoria, debido a que éstos superaron al menos a uno de los dos progenitores involucrados en la cruce, para las variables de rendimiento (peso total de fruto por planta, número de frutos) y calidad de fruto (peso promedio de fruto, número de lóculos y grosor del pericarpio). Por lo que de manera general se puede inferir que la hibridación, en *Capsicum pubescens*, incrementa las características de rendimiento y calidad de fruto. En chile Manzano la aptitud combinatoria en los híbridos estuvo determinada por la divergencia genética y complementariedad de las líneas. La alta aptitud combinatoria general (ACG) no siempre resulta en alta aptitud combinatoria específica (ACE), por ejemplo, el híbrido L1XL2 tuvo ACE altamente significativa y positiva para rendimiento y número de frutos, sin embargo, los progenitores línea 1 mostró ACG altamente significativa y negativa en las variables rendimiento y número de frutos, mientras que la línea 2 no fue significativa para las variables evaluadas.

Con base en la descripción morfológica para la caracterización varietal de *Capsicum annuum* L. de UPOV y SNICS y el trabajo realizado en 25 híbridos evaluados en este trabajo de tesis, se solicitó el registro de los híbridos L1XL2, L1XL3, L3XL4, L3XL8 y L7XL8; como resultado del proceso se tiene el título de obtentor y el registro de los materiales en el Catálogo de Variedades de SNICS.

8. CONCLUSIONES GENERALES

Las características homogéneas y estables fueron grosor del pericarpio, número de lóculos, longitud del fruto, peso del fruto, longitud del pedúnculo del fruto, diámetro del pedúnculo, altura del tallo, longitud y número de entrenudos, longitud y ancho del limbo, longitud del peciolo, días a inicio de floración y días a madurez del fruto; y pueden ser utilizadas en la caracterización de variedades.

La información obtenida en este estudio en relación a la caracterización, se está utilizando para la elaboración de la guía técnica para la descripción varietal de chile Manzano.

La hibridación mejora las características químicas, fisiológicas, rendimiento y calidad de fruto en chile Manzano.

Se tiene el título de obtentor de cinco nuevas variedades de chile Manzano, mismas que quedaron registradas con los nombres de: 'Maruca', 'Dali', 'Jhos', 'Claris' y 'Yoli'; y número de derecho de obtentor: 1351, 1299, 1298, 1327 y 1413, respectivamente. Estos híbridos están inscritos en el catálogo de variedades del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

8. LITERATURA CITADA GENERAL

- Adetula, A.O. and S. A. Olakojo. 2006. Genetic characterization and evolution of some pepper accessions *Capsicum frutescens* (L.): The Nigerian "Shombo" collections. American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science 1(3): 273-281.
- Amaya, P.; L. Peña, A. Mosquera, H. Villada, y D. Villada. 2010. Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* mill). Dyna 77: 67-73.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis Published by the Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C. Ed. 15th. 1141 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Method 995.03. Capsaicinoids in capsicums and their extractives. Liquid chromatographic method. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2(43):13-15.
- Arroyo B., V.M. 2010. Rendimiento y calidad del fruto de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en función de cuatro tipos de poda de ramas. Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 53 p.
- Astiasarán, I., and J. A. Martínez. 2000. Hortalizas y verduras. En Alimentos, composición y propiedades. Edit. Mc-Graw Hill. España. pp. 179-189.
- Ben-Chaim, A., Y. Borovsky, M. Falise, M. Mazourek, K. Byoung-Cheorl, I. Paran and M. Jahn. 2006. QTL analysis for capsaicinoid content in *Capsicum*. Theoretical and Applied Genetics 113: 1481-1490.

- Bhutia, N.D.; T. Seth, V. D. Shende, S. Dutta, and A. Chattopadhyay. 2015. Estimation of heterosis, dominance effect and genetic control of fresh fruit yield, quality and leaf curl disease severity traits of chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* 182: 47-55.
- Binoy, G., C. Kaur, D. S. Khudiya, and H. C. Kapoor. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry* 84: 45-51.
- Bosland, W. P., and J. E. Votava. 2000. Peppers: vegetable and spice Capsicums. *Crop Production Science in Horticulture* 12. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204 p.
- Bosland, W. P., E. Votava, and M. E. Votava. 2012. Peppers: vegetable and spice Capsicums. *Crop Production Science in Horticulture Series*. Series editor: Jeff Atherton. 230 p.
- Bugarin-Montoya, R., A. Galvis-Spinola, P. Sánchez-García, y D. García-Paredes. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. *Terra* 20: 391-399.
- Butcher, J.D., K. M. Crosby, S. Y. Kil, B. Patil, J. L. Jifon, and W. L. Rooney. 2013. Heterosis in different F₁ *Capsicum annuum* genotypes for fruits traits, ascorbic acid, capsaicin, and flavonoids. *Scientia Horticulturae* 159: 72-79.
- Cantwell, M., S. Stoddard, M. Lestrangle, and B. Aegerter. 2007. Report to the California tomato commission. Tomato variety trials: postharvest evaluations for 2006. UCCE Fresh Market Tomato Variety Trial 2006 Postharvest Evaluation. UC Davis, Davis Ca. USA. 16 p.

- Carranco J., M. E., M. C. Calvo C., y R. Pérez-Gil. 2011. Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 61: 233-241.
- Casasierra-Posada, F., y O. E. Aguilar-Avendaño. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Agrociencia Colombiana 26: 300-307.
- Castañón-Nájera, G., L. Latournerie-Moreno, J. M. Leshner-Gordillo, E. De la Cruz-Lázaro, y M. Mendoza-Elos. 2010. Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo 26(3): 225-234.
- Castañón-Nájera, G., L. Latournerie-Moreno, M. Mendoza-Elos, A. Vargas-López, y H. Cárdenas-Morales. 2008. Colección y caracterización de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. Revista Internacional de Botánica Experimental Φ YTON 77: 189-202.
- Cázares-Sánchez, E., P. Ramírez-Vallejo, F. Castillo-González, R. M. Soto-Hernández, T. Rodríguez-González, y J. L. Chávez-Servia. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso de diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) del centro oriente de Yucatán. Agrociencia 39: 627-638.
- Chávez S., J.L., y F. Castillo G. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Revista Fitotecnia Mexicana 22: 27-41.
- Cheema, A., P. Padmanabhan, J. Subramanian, T. Blom, and G. Paliyath. 2014. Improving quality of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by pre-

- and postharvest applications of hexanal-containing formulations. *Postharvest Biology and Technology* 95: 13-19.
- Clemente L., I. 2004. Características poscosecha de cinco híbridos de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.
- Collins, M.D., L. M. Wasmud, and P. Bosland W. 1995. Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using high-performance liquid chromatography. *HortScience* 30: 137-139.
- Cruz-Pérez, A. B., V. A. González-Hernández, R. M. Soto-Hernández, M. A. Gutiérrez-Espinoza, A. A. Gerdea-Béjar, y M. Pérez-Grajales. 2007. Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile Manzano. *Agrociencia* 41: 627-635.
- Cuevas F., L. 1999. Rendimiento, calidad y precocidad de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) en función de la aplicación de B-9 y contenido bromatológico. Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- De Amit, K. 2003. *Capsicum: The genus capsicum*. Taylor and Francis. London. 256 p.
- De la Cruz-Lázaro, E., G. Castañón-Najera, N. P. Brito-Manzano, A. Gómez-Vázquez, V. Robledo-Torres, y A. J. Lozano R. 2010. Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. *PHYTON* 79: 11-17.
- De Masi, L., P. Siviero, D. Castaldo, C. Esposito, and B. Laratta. 2007. Agronomic, chemical and genetic profiles of hot peppers (*Capsicum annuum* ssp.). *Molecular Nutrition and Food Research* 50: 1188-1191.

- De Souza, J.A., and W. R. Maluf, 2003. Diallel analysis and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Scientia Agricola* 60: 105-113.
- Díaz-Pérez, J.C., M. D. Muy-Rangel, and A. G. Mascorro. 2007. Fruit size and stage or ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Science of Food and Agriculture* 87: 68-73.
- Dima, C., G. Oman, M. Cotarlet, P. Alexe, and S. Dima. 2013. Antioxidant and antibacterial properties of capsaicine microemulsions. *Food Technology* 37: 39-49.
- El-Gabry M., A.H., I. H. Solieman T., and I. A. Abido A. 2014. Combining ability and heritability of some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 167: 153-167.
- Espinosa-Torres, L. E., M. Pérez-Grajales, M. T. Martínez-Damián, R. Castro-Brindis, y G. Barrios-Puente. 2010. Efecto de empaques y temperaturas en chile Manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16: 115-121.
- Facundo A., P. 2014. Rendimiento y calidad de fruto de ocho líneas de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo 33 p.
- Fehnr, W.R. 1993. Principles of cultivar development Vol 1. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company. Iowa, USA. 536 p.

- Foley, W.J., and B. D. Moore. 2005. Plant secondary metabolites and vertebrate herbivores –from physiological regulation to ecosystem function. *Current Opinion in Plant Science* 8: 430-435.
- Fox, A.J., D. Del Pozo-Insfran, J. H. Lee, S. A. Sargent, and S. T. Talcott. 2005. Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure. *HortScience* 40: 732-736.
- Garcés-Claver, A., R. Gil-Ortega, A. Álvarez-Fernández, and M. S. Arnedo-Andrés. 2007. Inheritance of capsaicin and dihydrocapsaicin, determined by HPLC-ESI/MS, in an intraspecific cross of *Capsicum annuum* L. *Journal Agricultural Food Chemistry* 55: 6951-6957.
- Gasga P., R. 2002. La poda de ramas y su efecto en el rendimiento y calidad de frutos de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis de licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 65 p.
- Gaspar-Peralta, P., J. C. Carrillo-Rodriguez, J. L. Chávez-Servia, A. M. Vera-Guzmán, e I. Pérez-León, I. 2012. Variación de caracteres agronómicos y licopeno en líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *PHYTON* 81: 15-22.
- Gómez P., A., y F. L. Camelo A. 2002. Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. *Horticultura Brasileira* 20: 38-43.
- González J., J., y Y. Zuñiga O. 2014. Rendimiento, precocidad y calidad de fruto de 25 híbridos de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. & P.). Tesis de

licenciatura, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 37 p.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Sciences 9: 463-493.

Gutiérrez R., E., B. Espinoza A., G. Palomo A., G. Lozano J., y G. Autuna O. 2004. Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la comarca lagunera. Revista Fitotecnia Mexicana 27: 7-11.

Hernández-Fuentes, A.D., R. Campos M., y J. M. Pinedo-Espinoza. 2010. Comportamiento postcosecha de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) var. California por efectos de la fertilización química y aplicación de lombrihumus. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 11: 82-91.

Jiménez L., J., J. López E., M. A. Huez L., A. M. García L., R. Soto O., and L. F. Escoboza G. 2013. Postharvest quality and shelf life of Green pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under open-field and greenhouse conditions. IDESIA 31: 35-41.

Johnson D., E. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Traducido por Pérez Castellanos H. Internacional Thomson Editores. México. 566 p.

Juárez-López, P., R. Castro-Brindis, T. Colinas-León, P. Ramírez-Vallejo, M. Sandoval-Villa, D. W. Reed, L. Cisneros-Zevallos, y S. King. 2009. Evaluación de calidad en frutos de siete genotipos nativos de jitomate

- (*Lycopersicum esculentum* var. *Cerasiforme*). Revista Chapingo Serie Horticultura 15: 5-9.
- Kays S. J.; Paull R. E. 2004. Postharvest biology. Exon Press, Athens, Georgia, EEUU.2004. 568 p.
- Lannes, S.D., F. Finger L., A. Schuelter R., and V. Casali W. 2006. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. Scientia Horticulturae 112: 266-270.
- Latournerie M., L., J. L. Chávez S., M. Pérez P., G. Castañón N., S. A. Rodríguez H., L. M. Arias R., y P. Ramírez V. 2002. Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. Revista Fitotecnia Mexicana 25(1): 25-33.
- Lichtenhaler, K.H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in enzymology. Packer L.; Donce, R. (eds.) Academic Press Inc. N.Y., USA. pp. 350-382.
- Licona Y., A., y H. Ojeda L. 2015. Rendimiento y calidad poscosecha de chile Manzano injertado sobre CM-334 y efecto de reguladores de crecimiento. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 57 p.
- López R., G. O. 2003. Chilli: la especie del nuevo mundo. Ciencias. 69: 66-75.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia vegetal: métodos, teoría, resultados. Tomo II. AGT editor. México D.F. 665 p.
- Martínez Z., G., J. R. A. Dorantes G., M. Ramírez M., A. De la Rosa L., y O. Posa C. 2005. Efectos genéticos y heterosis en la vida de anaquel de chile Serrano. Revista Fitotecnia Mexicana 28: 327-332.

- Martínez-Sánchez, D., M. Pérez-Grajales, J. E. Rodríguez-Pérez, y E. C. Moreno P. 2010. Colecta y caracterización morfológica de “chile Agua” (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. Revista Chapingo serie Horticultura 16(3):169-176.
- Meléndez-Martínez, A.J., I. Vicario M., y F. Heredia J. 2007. Pigmentos carotenoides: Consideraciones estructurales y fisicoquímicas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 57: 109-117.
- Menichini, F., R. Tundis, M. Bonesi, M. Loizzo R., F. Conforti, G. Statti, B. De Cindio, P. Houghton J., and F. Menichini. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. Cv Habanero. Food Chemistry 114: 553-560.
- Montalvo-González, E., N. G. González-Espinoza, H. S. García-Galindo, B. Tovar-Gómez y M. Mata-Montes de Oca. 2009. Efecto del etileno exógeno sobre la desverdización del chile ‘Poblano’ en poscosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 189-197.
- Morán-Bañuelos, S.H., V. H. Aguilar-Rincón, T. Corona-Torres, F. Castillo-González, R. M. Soto-Hernández, R.M., y R. San Miguel-Chávez. 2008. Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México. Agrociencia 42: 807-816.
- Moreno-Pérez, E.C., C. H. Avendaño-Arrazate, R. Mora-Aguilar, J. Cadena-Iñiguez, V. H. Aguilar-Rincón, y J. F. Aguirre-Medina. 2011. Diversidad morfológica en colectas de chile Guajillo (*Capsicum annuum* L.) del centro-norte de México. Revista Chapingo serie Horticultura 17(1): 23-30.

- Muciño S., S., E. Pedral M., J. G. Aquino M., y M. López R. 2004. Guía para cultivar chile Manzano en Invernadero. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX). Gobierno del Estado de México. 12 p.
- Muñoz D., C., S. J. Ledesma, V. A. Chávez, R. F. Pérez-Gil, M. E. Mendoza, L. J. Castañeda, C. Calvo, G. I. Castro, C. C. Sánchez, y C. A. Ávila. 2002. Los Alimentos y sus Nutrientes. Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos. Mc Graw Hill Interamericana, México. 203 p.
- Narez-Jiménez, C. A., E. De la Cruz-Lázaro, A. Gómez-Vázquez, C. Márquez-Quiroz, y P. García-Alamilla. 2014. Colecta y caracterización morfológica *in situ* de chiles (*Capsicum* spp.) cultivados en Tabasco, México. Revista Chapingo serie Horticultura 20(3): 1-13.
- Navarro J., M., P. Flores, C. Garrido, and V. Martínez. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chemistry 96: 66-73.
- Narvaez M., J. D. 2002. Analisis de crecimiento de variedades y cruces intervarietales de chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) cultivadas en invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 68 p.
- Nsabiya, V., M. Logose, M. Ochwo-Ssemakula, P. Sseruwagi, P. Gibson, and Ch. Ojiewo. 2013. Morphological characterization of local and exotic hot pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. Bioremediation, biodiversity and bioavailability 7(1): 22-32.

- Othman, A. Z.A., Y. B. Ahmed H., M. Habila A., and A. Ghafar A. 2011. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in *Capsicum* fruit samples using high performance liquid chromatography. *Molecules* 16: 8919-8929.
- Pardey, R., C., M. A. García D., y F. A. Vallejo C. 2006. Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. *Acta Agronómica* 55(3): 1-9.
- Pech M., A.M., G. Castañón-Nájera, J. M. Tun S., M. Mendoza E., J. O. Mijangos C., A. Pérez G., y L. Latournerie M. 2010. Efectos heteróticos y aptitud combinatoria en poblaciones de chile dulce (*Capsicum annuum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 33: 353-360.
- Pérez G., M., y R. Castro B. 2012. El chile Manzano. Departamento de Publicaciones de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 128 p.
- Pérez G., M; y R. Castro B. 1998. Guía técnica para la producción intensiva de chile manzano. Boletín de divulgación Número 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 17 p.
- Pérez-Grajales, M., V. A. González-Hernández, A. Peña-Lomelí, M. C. Mendoza-Castillo, C. Peña-Valdivia, and J. Sahagún-Castellanos. 2004. Physiological characterization of manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R y P). landraces. *Journal American Society Horticulture Science* 129: 88-92.

- Pérez-Grajales, M., V. A. González-Hernández, A. Peña-Lomelí, and J. Sahagún-Castellanos. 2009. Combining ability and heterosis for fruit yield and quality in Manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R & P) landraces. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 103-109.
- Pino, J., M. González, L. Ceballos, A. R. Centurión-Yah, J. Trujillo-Aguirre, L. Latournerie-Moreno, and E. Sauri-Duch. 2007. Characterization of total capsaicinoids, color and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. *Food Chemistry* 104: 1682-1686.
- Raven, P. H., R. F. Vuelque, y S. E. Eichhorn. 2005. *Biología de plantas*. 7ma. ed., Nueva York: W. H. Freeman. Book News, Inc., Portland, OR. pp 359-464.
- Rodríguez-Uribe, L, I. Guzmán, W. Rajapakse, R. D. Richinis, and A. O'Connell, A. 2012. Carotenoid accumulation in orange-pigmented *Capsicum annuum* fruit, regulated at multiple levels. *Journal of Experimental Botany* 63: 517-526.
- Salinas H., R.M., E. A. Liévano L., F. Ulín-Montejo, J. Mercado N., y D. Petit J. 2010. Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annuum* L.) variedad *Glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 11: 92-100.
- San Martín-Hernández, C., V. M. Ordaz-Chaparro, P. Sánchez-García, M. T. B. Colinas-León, y L. Borges-Gómez. 2012. Calidad de tomate (*Solanum*

- lycopersicum* L.) producido en hidroponia con diferentes granulometrías de tezontle. *Agrociencia* 46: 243-254.
- Sánchez-Hernández, C., C. Villanueva-Verduzco, J. Sahagún-Castellanos, J. Martínez-Solís, J. P. Legaria-Solano, y M. A. Sánchez-Hernández. 2011. Efectos de aptitud combinatoria en híbridos de calabacita tipo Grey Zucchini. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 17: 89-103.
- Sánchez-Sánchez, H., V. A. González-Hernández, A. B. Cruz-Pérez, M. Pérez-Grajales, M. A. Gutiérrez-Espinoza, A. A. Gardea-Béjar, y M. A. Gómez-Lim. 2010. Herencia de capsaicinoides en chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). *Agrociencia* 44: 656-665.
- Santos V., S. F., T. C. Vasconcelos M., J. Dias F., and A. Batista L. 2012. Morphological characterization and detrmination of pungency in *Capsicum* spp. *Acta Horticulturae* 939: 315-322.
- SAS Institute, Inc. 2002. SAS software release version 9.0. (Statistical Analysis System for Windows). SAS Institute Inc. Cary, NC. EE. UU.
- Segovia-Lerma, A., y A. Y. Romero-Mozqueda. 2014. Mejoramiento genético para rendimiento en chile (*Capsicum annuum* L.) para consumo seco en la región Centro-Sur del estado de Chihuahua, México. *Revista Biologica Agropecuaria Tuxpan* 2: 414-427.
- Segura C., M.R., K. Ramírez G., Y. Moguel O., and D. Betancur A. 2013. Polyphenols, ascorbic acid and carotenoids contents and antioxidant properties of Habanero pepper (*Capsicum chinense*) fruit. *Food and Nutrition Sciences* 4: 47-54.

- Seneviratne K., G. S., y K. N. kannangara. 2004. Heterosis, heterobeltiosis y commercial heterosis for agronomics traits and yield of Chilli (*Capsicum annuum* L.). Am. Sri Lanka Department of Agriculture. 6: 195-201.
- SIAP, Sistema de Información Agropecuaria. 2014. Anuario estadístico: Cultivos cíclicos y perennes. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.
<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
consultada en diciembre de 2015.
- Singh, P., D. S. Cheema, M. S. Dhaliwal and N. Garg. 2014. Heterosis and combining ability for earliness, plant growth, yield and fruit attributes in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) involving genetic and cytoplasmic-genetic sterile lines. Scientia Horticulturae 168: 175-188.
- Smith, D. L., J. R. Stommel, W. M. Fung, C. Y. Wang, and B. D. Whitaker. 2006. Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 42: 243-247.
- Sun-Hwa, H., K. Jung-Bong, P. Jong-Sung, L. Shin-Woo, and Ch. Kang-Jin. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. Journal of Experimental Botany 58: 3135-3144.
- Tewksbury, J. J., K. M. Reagan, N. J. Machnicki, T. A. Carlo, D. C. Haak, A. L. Calderón P., and D. J. Levey. 2008. Evolutionary ecology of pungency in

- wild chilies. Proceedings of the National Academy of Science 105: 11808-11811.
- Todovora, V. 2007. Fruit characterization and influence of variation factors in pepper Kapiya type varieties and breeding lines (*Capsicum annuum* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Sciences 13: 309-315.
- Tundis, R., M. R. Loizzo, F. Menichini, M. Bonesi, F. Con-Forti, G. Statti, G. De Luca, B. De Cindio, and F. Men-ichini. 2011. Comparative Study on the Chemical Composition Antioxidant Properties and Hypoglycaemic Activities of Two *Capsicum annum* L. Cultivars (Acuminatum Small and Cerasiferum). Plant Foods for Human Nutrition 66: 261-269.
- Yamamoto, S., T. Djarwaningsih, and H. Wiriadinata. 2013. *Capsicum pubescens* (Solanaceae) in Indonesia: Its history, taxonomy, and distribution. Economic Botany 67: 161-170.
- Zamora S., J. D. 2007. Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. Revista Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología 34: 17-26.
- Zewdie, Y., and P. Bosland W. 2001. Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for *Capsicum* species. Biochemical Systematics and Ecology 29: 161-169.
- Zewdie, Y., P. Bosland W., and R. Steiner. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. HortScience 36: 1315-1317.
- Zhang Y., S. Kang M., and K. R. Lamkey. 2005. DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Herberhart analyses. Agronomy Journal 97: 1097-1106.

ANEXO A

Descripción de las características evaluadas en la caracterización de Chile Manzano.

1. Pigmentación antociánica del hipocotilo. Se consideró la presencia o ausencia de la coloración púrpura en la plántula a nivel del hipocotilo.

2. Porte de la planta. Se caracterizó de forma visual de acuerdo a la posición que presento la planta en comparación con los esquemas mostrados en la guía.

3. Longitud del tallo. Se midió de manera cuantitativa la altura del tallo en 10 plantas (en menos, dependiendo de la disposición del material), considerando el inicio al ras del sustrato hasta la primera bifurcación. La medida está dada en centímetros (cm).

Cuadro 1. Escala de valores para la variable altura del tallo (APB).

Escala	Valor en la guía	Rango (cm)
Corta	3	25.00-34.99
Media	5	35.00-45.00
Larga	7	> 45.00

4. Presencia o ausencia de entrenudos acortados en la parte superior. Se hizo la observación de la presencia o ausencia de los entrenudos cortos en la parte superior del brote.

5. Número de entrenudos. A partir de la primera bifurcación, se midieron 2 metros de longitud hacia el brote apical de las dos ramas principales de la planta, contando el número de entrenudos que había.

6. Longitud de entrenudos. Partiendo del número de entrenudos encontrados en dos metros en las ramas principales de la planta, se dividió el número de

entrenudos en cada rama y se obtuvo el promedio. La longitud está dada en centímetros (cm).

Cuadro 2. Escala de valores que para determinar la longitud de los entrenudos

Escala	Valor en la guía	Rango (cm)
Muy corto	1	< 10.00
Corto	3	10.10-12.00
Medio	5	12.1-14.00
Largo	7	14.10-16.00
Muy largo	9	> 16.00

7. Presencia o ausencia de pigmentación antociánica de los nudos.

Visualmente se determinó la presencia o ausencia de coloración púrpura (como indicador de antocianinas) en los nudos de los tallo principales de las plantas.

8. Intensidad de la pigmentación antociánica de los nudos. De acuerdo a la intensidad de la coloración púrpura (antocianinas) se clasificó de acuerdo a lo indicado en la guía.

9. Pilosidad del tallo. Se consideró la intensidad de la pilosidad de acuerdo a las ilustraciones de la guía, tomando para tal efecto el tallo ubicado en el tercer entrenudo por debajo del brote apical.

10. Altura de la planta. Debido al hábito de crecimiento de esta especie, los híbridos evaluados, son muy altos.

11. Longitud del limbo. Se tomó una muestra de 50 hojas por híbrido, en las cuales se procedió a medir la longitud de la hoja por la parte media desde la punta hasta la base donde inicia el peciolo. Para ello se empleó una regla, la

longitud está dada en centímetros. Posteriormente se estableció una escala para determinar el tamaño de las hojas.

Cuadro 3. Escala de valores para la variable longitud de limbo.

Escala	Valor dado en la guía	Rango (cm)
Muy corta	1	< 12
Corta	3	12.01-14.00
Media	5	14.01-16.00
Larga	7	16.01-18.00
Muy larga	9	<18.00

12. Ancho del limbo. Para esta variable la medición se hizo en la parte más ancha de la hoja al igual que para la longitud, se empleó una regla. La medida está da den centímetros. Posteriormente se estableció una escala para determinar la anchura de las hojas.

Cuadro 4. Escala de valores para determinar el ancho de la hoja.

Escala	Valor dado en la guía	Rango (cm)
Muy estrecha	1	< 6.00
Estrecha	3	6.10-6.50
Media	5	6.51-7.00
Ancha	7	> 7.10

13. Intensidad del color verde. De forma visual se determinó la intensidad del color de las hojas.

14. Forma de la hoja. De acuerdo a las figuras mostradas en la guía, se determinó la forma de las hojas en cada uno de los híbridos.

15. Ondulación del margen de la hoja. Se observó el margen de las hojas para determinar la ondulación del margen.

- 16. Abullonado de la hoja.** De forma visual se determinó la intensidad del abullonado o ampollado de las hojas, en cada uno de los híbridos evaluados.
- 17. Perfil en sección transversal de la hoja.** Se cortaron las hojas de forma transversal, colocando el corte sobre un paño y se observó el comportamiento de los mismos, determinado el perfil de acuerdo a la guía.
- 18. Brillo de la hoja.** Se determinó visualmente, clasificándose de acuerdo a la intensidad del mismo en muy débil, débil, medio, fuerte o muy fuerte.
- 19. Porte del peciolo de la hoja.** Esta variable se determinó de acuerdo con las figuras presentadas en la guía para la posición del pedúnculo de la flor.
- 20. Pigmentación antociánica de la antera.** Se determinó mediante la observación de las flores de cada uno de los híbridos.
- 21. Color del fruto antes de la madurez.** Característica cualitativa que se determinó a través de la observación de los frutos en estado previo a la madurez.
- 22. Intensidad del color antes de la madurez.** Se hizo de manera visual, determinado la intensidad de acuerdo al grado propuesto en la guía.
- 23. Presencia o ausencia de pigmentación antociánica.** Se caracterizó por la presencia o ausencia de coloración púrpura en el fruto, mediante la observación de los frutos en la planta.
- 24. Porte del fruto.** Empleando las imágenes propuestas en la guía para la posición del pedúnculo de la flor, se observó y determinó el porte de los frutos en la planta.
- 25. Longitud del fruto.** Se midió con un vernier digital la longitud de los frutos. Esta medición se reporta en milímetros (mm). Para determinar el tamaño del fruto de acuerdo como lo pide la guía, se estableció y utilizó la siguiente escala.

Cuadro 5. Escala de valores propuesta para determinar la longitud del fruto.

Escala	Valor dado en la guía	Rango (cm)
Muy larga	1	>6.50
Larga	3	6.01-6.50
Media	5	5.51-6.00
Corta	7	5.01-5.50
Muy corta	9	<5.00

26. Diámetro del fruto. En la parte media del fruto, se midió con vernier digital el diámetro de los frutos, las unidades en las que se reporta el diámetro es en milímetros (mm). Para determinar el tamaño del fruto de acuerdo como lo pide la guía, se estableció y utilizó la siguiente escala.

Cuadro 6. Escala de valores para clasificar frutos de acuerdo al diámetro de los mismos.

Escala	Valor dado en la guía	Rango (cm)
Muy estrecho	1	<4.50
Estrecho	3	4.51-5.00
Medio	5	5.01-5.50
Ancho	7	5.51-6.00
Muy ancho	9	>6.00

27. Relación Longitud y diámetro. Se obtuvo al dividir la longitud del fruto entre el diámetro del mismo. Se determinó el tamaño de la relación de acuerdo a la siguiente escala:

Cuadro 7. Escala de valores empleada en la determinación del grado de relación longitud/diámetro del fruto.

Escala	Valor dado en la guía	Rango
Muy pequeña	1	<1.00
Pequeña	3	1.01-1.05
Media	5	1.06-1.10
Grande	7	1.11-1.15
Muy grande	9	>1.15

28. Forma en sección longitudinal. Se tomó una muestra de 15 frutos, a cada fruto se le hizo un corte longitudinal y se observó la forma que tiene, comparando con las imágenes de la guía.

29. Forma en sección transversal. En 15 frutos se hizo un corte transversal en la parte media de cada uno de los frutos, se obtuvo una rodaja y se comparó con las imágenes de la guía.

30. Sinuosidad del pericarpio de la parte basal. Se emplearon las imágenes propuestas en la guía y mediante la observación de la parte basal del fruto, se determinó la sinuosidad del pericarpio.

31. Sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal. Se emplearon las imágenes propuestas en la guía y mediante la observación de la parte apical del fruto (excluyendo la parte basal del fruto), se determinó la sinuosidad del pericarpio.

32. Textura de la superficie. De forma visual se determinó la textura de la superficie del fruto identificándose de acuerdo al grado propuesto en la guía.

33. Color del fruto a la madurez. Se observó el color que los frutos presentaron en la madurez al momento del corte.

34. Intensidad de color a la madurez. Para determinar la intensidad del color en la madurez se empleó el equipo hunter lab y posteriormente de acuerdo al valor obtenido se empleó la siguiente escala para indicar la intensidad.

Cuadro 8. Escala de valores empleada en la determinación del grado de intensidad del color del fruto a la madurez..

Escala	Valor dado en la guía	Rango
Clara	3	< 40
Media	5	40-50
Oscura	7	> 50

35. Brillo del fruto. Esta variable al igual que la anterior se midió con el Hunter Lab, estableciéndose también una escala de rangos que permitieron identificar la brillantez del fruto de acuerdo a los grados propuestos en la guía.

Cuadro 9. Escala de valores empleada en la determinación del grado de brillantez del fruto.

Escala	Valor dado en la guía	Rango
Muy débil	1	< 30
Débil	3	30-35
Medio	5	35
Fuerte	7	35-40
Muy fuerte	9	>40

36. Presencia o ausencia de la cavidad peduncular. Se observaron los frutos cosechados, de los cuales se fue determinando la presencia o ausencia de la cavidad peduncular.

37. Profundidad de la cavidad peduncular. De los frutos observados, se fue identificando el grado de profundidad de la cavidad peduncular, posteriormente se determinó la misma considerando la moda.

38. Forma del ápice del fruto. Se observaron los frutos y compararon con las imágenes propuestas en la guía.

39. Profundidad de los surcos interloculares del fruto.

40. Número de lóculos. Para cuantificar esta variable, se procedió a hacer un corte transversal y se contó el número de lóculos en cada uno de los frutos. Posteriormente se consideró la moda.

41. Espesor de la pulpa. De los frutos partidos en corte transversal, se extrajo una rodaja en la cual se midió el grosor de la pulpa. La medición se reporta en milímetros (mm). Se empleó para determinar el espesor del pericarpio la escala siguiente:

Cuadro 10. Escala de valores para definir el espesor de la pulpa.

Escala	Valor dado en la guía	Rango (mm)
Muy delgado	1	< 3.00
Delgado	3	3.01-4.00
Medio	5	4.01-5.00
Grueso	7	5.01-6.00
Muy grueso	9	> 6.00

42. Longitud del pedúnculo. Se eliminó el pedúnculo de los frutos evaluados y se procedió a medirlo con el vernier, las unidades en las que se reporta son milímetros (mm).

Cuadro 11. Escala de valores propuestos para definir la longitud del pedúnculo de los frutos.

Escala	Valor dado en la guía	Rango (cm)
Muy corta	1	< 3.00
Corta	3	3.01-4.00
Media	5	4.01-5.00
Larga	7	5.01-6.00
Muy larga	9	> 6.00

43. Diámetro del pedúnculo. Este carácter, se midió en la base del pedúnculo con el vernier, al igual que la longitud, las unidades en que se reporta son milímetros (mm).

Cuadro 12. Escala de valores para definir el grosor del pedúnculo del fruto

Escala	Valor dado en la guía	Rango (mm)
Muy delgado	1	< 1.00
Delgado	3	1.10-2.00
Medio	5	2.10-3.00
Grueso	7	3.10-4.00
Muy grueso	9	>4.10

44. Aspecto del cáliz. A través de la observación del aspecto del cáliz de cada uno de los frutos evaluados, se identificó el mismo comparando con las imágenes propuestas en la guía.

45. Presencia o ausencia de capsaicina en la placenta. Se cuantifico sensorialmente empleando los sentidos del olfato y gusto.

46. Época de inicio de floración. Se consideró el número de días promedio en que aparece la primera flor en la segunda floración (en el 50% de las plantas).

47. Época de madurez. Se expresa en el número de días promedio en los que los frutos cambian de color en el 50% de las plantas.

ANEXO B

Guía para la caracterización de variedades de ají, chile Pimiento (*Capsicum annuum* L.) establecida por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

Table of Characteristics/Tableau des caractères/Merkmalstabelle/Tabla de caracteres

	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten / Variedades ejemplo	Note / Nota
1. VG (*)	Seedling: anthocyanin coloration of hypocotyl	Plantule: pigmentation anthocyanique de l'hypocotyle	Keimpflanze: Anthocyanfärbung des Hypokotyls	Plántula: pigmentación antociánica del hipocotilo		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Albaregia, Albena	1
	present	présente	vorhanden	presente	Lamuyo	9
2.	Plant: habit	Plante: port	Pflanze: porte	Wuchsform	Planta:	
QN	upright	érigé	aufrecht	erecto	De Cayenne, Doux très long des Landes, Piquant d'Algérie	1
	semi-upright	demi-érigé	halbaufrecht	semierecto	Clovis, Sonar	2
	prostrate	étalé	liegend	postrado	Delphin, Trophy	3
3. MS (+)	Plant: length of stem	Plante: longueur de la tige	Pflanze: Länge des Stengels	Länge	Planta: longitud del tallo	
QN	short	courte	kurz	corta	Delphin, Trophy	3
	medium	moyenne	mittel	media	Belsir, Lamuyo	5

	long	longue	lang	larga	Lipari, Marconi, Rouge long ordinaire	7
4. VG	Plant: (*) shortened (+) internode (in upper part)	Plante: entre-nœud raccourci (à la partie supérieure)	Pflanze: verkürztes Internodium (im oberen Teil)	Planta: entrenudo acortado (en la parte superior)		
QL	absent	absent	fehlend	ausente	California wonder, De Cayenne	1
	present	présent	vorhanden	presente	Fehér, Kalocsai 601, Kalocsai 702	9
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssort en/ Variedades ejemplo	Note / Not a
5. MS	<u>Varieties with shortened internodes only:</u> Plant: number of internodes between the first flower and shortened internodes	<u>Variétés à entre-nœuds raccourcis seulement:</u> Plante: nombre d'entre-nœuds der ersten la première fleur et entre-nœuds raccourcis	<u>Nur Sorten mit verkürzten Internodien:</u> Pflanze: Anzahl Internodien zwischen den les verkürzten Internodien	<u>Variedades con entrenudos acortados únicamente:</u> Planta: número de entrenudos entre la primera flor y los entrenudos acortados		
PQ	none	aucun	keine	ninguno	Kalocsai 601	1
	one to three	un à trois	eins bis drei	uno a tres	Fehér	2
	more than three	plus de trois	mehr als drei	más de tres	Kalocsai 702	3

6.	<u>Varieties without shortened internodes only:</u> Plant: length of internode (on primary side shoots)	<u>Variétés sans entre-nœuds raccourcis seulement:</u> Plante: longueur de l'entre-nœud (sur ramifications primaires)	<u>Nur Sorten ohne verkürzte Internodien:</u> Pflanze: Länge des Internodiums (an Verzweigungen erster Ordnung)	<u>Variedades sin entrenudos acortados únicamente:</u> Planta: longitud del entrenudo (en los brotes laterales principales)		
MS						
QN	very short	très court	sehr kurz	muy corta	Albaregia	1
	short	court	kurz	corta	Bandero, Blondy, Danubia, Tenor	3
	medium	moyen	mittel	media	Dolmi, Florian, Órias	5
	long	long	lang	larga	Corno di toro rosso	7
	very long	très long	sehr lang	muy larga	Fenice, Kalocsai M, Sienor	9
7.	<u>Plant: anthocyanin coloration of nodes</u>	<u>Plante: pigmentation anthocyanique des nœuds</u>	<u>Pflanze: Anthocyanfärbung der Knoten</u>	<u>Planta: pigmentación antocianica los nudos</u>		
VG						
QL	absent	absent	fehlend	ausente	Albaregia	1
	present	présent	vorhanden	presente	California wonder	9
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note / Nota
8.	VG	Stem: intensity of anthocyanin coloration of nodes	Tige: intensité de la pigmentation anthocyanique des nœuds	Stengel: Intensität der Anthocyanfärbung der Knoten	Tallo: intensidad de la pigmentación antocianica de los nudos	

QN	very weak	très faible	sehr gering	muy débil		1
	weak	faible	gering	débil	California wonder, Clio, Doux d'Espagne, Doux très long des Landes, Golden calwonder	3
	medium	moyenne	mittel	media	Clovis, Lamuyo, Sonar	5
	strong	forte	stark	fuerte	Piquant d'Algérie, Zarai	7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Alwin, Koral, Lito, Pusztagold	9
9. VG	Stem: hairiness of nodes	Tige: pilosité des nœuds	Stengel: Behaarung der Knoten	Tallo: pilosidad de los nudos		
QN	absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Arlequin	1
	weak	faible	gering	débil	Andevalo, Clovis	3
	medium	moyenne	mittel	media	Doux très long des Landes, Farnese	5
	strong	forte	stark	fuerte	Fenice, Solario	7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Mino	9
10. VG/MS (+)	Plant: height	Plante: hauteur	Pflanze: Höhe	Planta: altura		
QN (b)	very short	très basse	sehr niedrig	muy baja	Kalocsai 601	1
	short	basse	niedrig	baja	Albaregia	3
	medium	moyenne	mittel	media	HRF	5
	tall	haute	hoch	alta	Century, Orias	7
	very tall	très haute	sehr hoch	muy alta	Hot chili	9

	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten / Variedades ejemplo	Note / Nota
11. MS/ VG	Leaf: length of blade	Feuille: longueur du limbe	Blatt: Länge der Blattspreite	Hoja: longitud del limbo		
QN	very short	très courte	sehr kurz	muy corta	Macska sárga, Tüzes piros	1
	short	courte	kurz	corta	De Cayenne, Szentesi cserezsnye	3
	medium	moyenne	mittel	media	Atol, Blondy, Marconi, Merit, Anthea	5
	long	longue	lang	larga	Cupido, Dolmy, Encore, Mazurka, Monte	7
	very long	très longue	sehr lang	muy larga	Predi, Solario	9
12. MS/ VG	Leaf: width of blade	Feuille: largeur du limbe	Blatt: Breite der Blattspreite	Hoja: anchura del limbo		
QN	very narrow	très étroite	sehr schmal	muy estrecha	Macska sárga, Recio, Tüzes piros	1
	narrow	étroite	schmal	estrecha	De Cayenne, Pusztagold, Szentesi cserezsnye	3
	medium	moyenne	mittel	media	Albaregia, Balaton, Danubia, Marconi, Merit	5
	broad	large	breit	ancha	California wonder, Golden calwonder, Sienor, Solario	7

13. VG	Leaf: intensity of green color	Feuille: intensité de la couleur verte	Blatt: Intensität der Grünfärbung	Hoja: intensidad del color verde		
QN	very light	très claire	sehr hell	muy claro	Amaryllis, Lombardo	1
	light	claire	hell	claro	Piquant d'Algérie, Pusztagold	3
	medium	moyenne	mittel	medio	Doux très long des Landes, Merit	5
	dark	foncée	dunkel	oscuro	Dolmy, Tinto	7
	very dark	très foncée	sehr dunkel	muy oscuro	Hot chili, Recio, Soleor	9

English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
---------	----------	---------	---------	--	------------

14. VG	Leaf: shape	Feuille: forme	Blatt: Form	Hoja: forma		
PQ	lanceolate	lancéolée	lanzettlich	lanceolada	Diavolo, Recio	1
	ovate	ovale	eiförmig	oval	Balico, Sonar	2
	broad elliptic	elliptique large	breit elliptisch	elíptica ancha	Solario	3

15. VG	Leaf: undulation of margin	Feuille: ondulation du bord	Blatt: Randwellung	Hoja: ondulación del margen		
QN	absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	De Cayenne	1
	weak	faible	gering	débil	Doux très long des Landes	3
	medium	moyenne	mittel	media	Tenor	5
	strong	forte	stark	fuerte	Sucette de Provence, Tosca	7

	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Farya	9
16.	Leaf:	Feuille:	Blatt:	Hoja:		
VG	blistering	cloûre	Blasigkeit	abullonado		
QN	very weak	très faible	sehr gering	muy débil	Century, Recio, Sofiane	1
	weak	faible	gering	débil	Pusztagold	3
	medium	moyenne	mittel	medio	Merit	5
	strong	forte	stark	fuerte	Greygo, pallagi	7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Florian	9
17.	Leaf: profile in cross	Feuille: Blatt: Profil	Blatt: Profil	Hoja: perfil en		
VG	profil en section	section transversale	im Querschnitt	sección transversal		
(+)						
QN	strongly concave	fortement	stark konkav	muy cóncavo	Slávy	1
	moderately concave	modérément	concave	moderadamente	Doux italien, Favorol	3
	mäßig konkav			cóncavo		
	flat	plat	flach	plano	De Cayenne, Recio	5
	moderately convex	modérément	convexe	moderadamente	Albaregia	7
	mäßig konvex			convexo		
	strongly convex	fortement convexe	stark	muy convexo	Tinto	9
	konvex					
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
18.	Leaf:	Feuille:	Blatt: Glanz	Hoja: brillo		
VG	glossiness	brillance				
QN	very weak	très faible	sehr gering	muy débil	Diavolo	1
	weak	faible	gering	débil	De Cayenne, Doux très long des Landes	3
	medium	moyenne	mittel	medio	Alby, Eolo	5

	strong	forte	stark	fuerte	Andevalo, Floridor		7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Cubor, Petit marseillais		9
19. VG (*) (+)	Peduncle: attitude	Pédoncule: port	Blütenstiel: Pedúnculo: porte	Haltung			
PQ	erect	dressé	aufrecht	erecto	Fehér, Chili	Red	1
	semi-drooping	intermédiaire	intermediär	intermedio	Blondy		2
	drooping	retombant	hängend	colgante	Heldor, Lamuyo		3
20. VG	Flower: anthocyanin Blüte: coloration in anther de Anthocyanfärbung l'anthère Staubbeutel	Fleur: pigmentation anthocyanique des	Flor: pigmentación antociánica de la antera				
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Danza		1
	present	présente	vorhanden	presente	Lamuyo		9
21. VG (*)	Fruit: color (before maturity)	Fruit: couleur (vor (avant maturité) der Reife)	Frucht: Farbe der	Fruto: color (antes de la madurez)			
PQ(a)	greenish white	blanc verdâtre	grünlichweiß	blanco verdoso	Blanc d'Espagne		1
	yellow	jaune	gelb	amarillo	Fehér, Sweet banana		2
	green	vert	grün	verde	California wonder, Lamuyo		3
	purple	pourpre	purpurn	púrpura	Nigra, Violetta		4
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten / Variedades ejemplo	Note / Nota	

22. VG	Fruit: intensity of color (before maturity)	Fruit: intensité de la couleur (avant maturité)	Frucht: der Farbe (vor der Reife)	Fruto: intensidad del color (antes de la madurez)		
QN (a)	very light	très claire	sehr hell	muy clara		1
	light	claire	hell	clara		3
	medium	moyenne	mittel	media		5
	dark	foncée	dunkel	oscura		7
	very dark	très foncée	sehr dunkel	muy oscura		9
23. VG	Fruit: anthocyanin coloration	Fruit: pigmentation anthocyanique	Frucht: Anthocyanfärbung	Fruto: pigmentación antociánica		
QL (a)	absent	absente	fehlend	ausente	Lamuyo	1
	present	présente	vorhanden	presente	Alabástrom, Purple beauty, Violette	9
24. VG	Fruit: attitude	Fruit: port	Frucht: Haltung	Fruto: porte		
PQ (b)	erect	dressé	aufrecht	erecto	Kalocsai 601, Red Chili	1
	horizontal	horizontal	waagerecht	horizontal	PAZ szentesi, Vinedale	2
	drooping	retombant	hängend	colgante	De Cayenne, Lamuyo	3
25. VG/ MS	Fruit: length	Fruit: longueur	Frucht: Länge	Fruto: longitud		
QN (b)	very short	très courte	sehr kurz	muy corta	Cherry Sweet, Topgirl	1
	short	courte	kurz	corta	Delphin, Petit carré doux	3
	medium	moyenne	mittel	media	Fehér, Lamuyo	5
	long	longue	lang	larga	Doux d'Espagne, Majister	7
	very long	très longue	sehr lang	muy larga	Arabal, Corno di toro, Marconi	9

	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note / Nota
26. VG/ MS	Fruit: diameter	Fruit: diamètre	Frucht: Durchmesser	Fruto: diámetro		
QN (b)	very narrow	très étroit	sehr schmal	muy estrecho	De Cayenne, Recio	1
	narrow	étroit	schmal	estrecho	Doux très long des Landes	3
	medium	moyen	mittel	medio	Doux italien, Corno di toro	5
	broad	large	breit	ancho	Clovis, Lamuyo	7
	very broad	très large	sehr breit	muy ancho	Floridor, Ibleor, Inca, Joly rosso, Quadrato d'Asti, Surpas	9
27. MS (*)	Fruit: ratio length/diameter	Fruit: rapport longueur/diamètre	Frucht: Verhältnis Länge/Durchmesser	Fruto: relación entre la longitud y el diámetro		
QN (b)	very small	très faible	sehr klein	muy pequeña	Liebesapfel, PAZ szentesi, Rotopa	1
	small	faible	klein	pequeña	Bucano, Topgirl	3
	medium	moyen	mittel	media	Adra, Cherry Sweet, Daniel, Delphin, Edino	5
	large	élevé	groß	grande	Heldor, Lamuyo, Magister, Tenno, Vidi	7
	very large	très élevé	sehr groß	muy grande	De Cayenne, Kusamon, Spadi	9

	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note / Nota
28. VG (*) (+)	Fruit: shape in longitudinal section	Fruit: forme de la section longitudinale	Frucht: Form des Längsschnitts	Fruto: forma en sección longitudinal		
PQ(b)	oblate	aplatie	breitrund	plana	Liebesapfel, PAZ szentesi, Topepo rosso	1
	circular	circulaire	kreisförmig	circular	Cherry Sweet	2
	cordate	cordiforme	herzförmig	acorazonada	Daniel	3
	square	quadrangulaire	quadratisch	cuadrada	Delphin, Yolo Wonder	4
	rectangular	rectangulaire	rechteckig	rectangular	Clovis, Nocera rosso	5
	trapezoidal	trapézoïdale	trapezförmig	trapezoidal	Delta, Piperade	6
	moderately	triangular modérément triangulaire	leicht dreieckig	moderadamente triangular	Fehér, Marconi	7
	narrowly triangular étroite	triangulaire	schmal dreieckig	triangular estrecha	De Cayenne, Demon	8
	hornshaped	en corne	hornförmig	en forma de cuerno	Tauro	9
29. VG	Fruit: shape in cross section (at level of placenta)	Fruit: forme de la section transversale (au niveau du placenta)	Frucht: Form des Querschnitts (auf Höhe der Plazenta)	Fruto: forma en sección transversal (a nivel de la placenta)		

PQ(b)	elliptic	elliptique	elliptisch	elíptica	Sweet banana	1
	angular	angulaire	eckig	angular	Vinedale	2
	circular	arrondie	rund	circular	Cherry Sweet, Doux très long des Landes	3
30. VG (+)	Fruit: sinuation of pericarp basal part	Fruit: sinuosité du péricarpe sur la partie basale	Frucht: Wellung des Perikarps am del sinuosidad Perikarps am del pericarpio de la basalen Teil parte basal			
QN(b)	absent or very weak	absente ou très faible	fehlend gering	oder ausente o muy débil	sehr Delphin, Kalocsai V-2, Milord	1
	weak	faible	gering	débil	Donat	3
	medium	moyenne	mittel	media	Duna, Banán	5
	strong	forte	stark	fuerte	Alfa	7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Édes spiral, Doux italien	9
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten / Variedades ejemplo	Note / Nota
31. VG (+)	Fruit: sinuation of pericarp excluding basal part	Fruit: sinuosité du péricarpe hors base	Frucht: Wellung des Perikarps ohne basalen Teil	Fruto: sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal		
QN(b)	absent or very weak	absente ou très faible	fehlend sehr gering	oder ausente o muy débil	Delphin, Milord	1

	weak	faible	gering	débil	Clovis, Sonar	3
	medium	moyenne	mittel	media	Ursus	5
	strong	forte	stark	fuerte	De Cayenne, Doux italien	7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Arabal	9
32. VG (*)	Fruit: texture of surface	Fruit: texture de la surface	Frucht: Beschaffenheit der Oberfläche	Fruto: textura de la superficie		
QN (b)	smooth or very slightly wrinkled	lisse ou très légèrement ridée	glatt oder sehr leicht gerieft	lisa o muy ligeramente arrugada	Milord	1
	slightly wrinkled	légèrement ridée	leicht gerieft	ligeramente arrugada	Doux très long des Landes	2
	strongly wrinkled	fortement ridée	stark gerieft	fuertemente arrugada	Sierra Nevada	3
33. VG (*)	Fruit: color (at maturity)	Fruit: couleur (à maturité)	Frucht: Farbe (bei Reife)	Fruto: color (a la madurez)		
PQ (b)	yellow	jaune	gelb	amarillo	Golden calwonder, Helder	1
	orange	orange	orange	naranja	Ariane	2
	red	rouge	rot	rojo	Fehér, Lamuyo	3
	brown	brun	braun	marrón	Brupa, Negral	4
	green	vert	grün	verde	Green6203	5
34. VG	Fruit: intensity of color (at maturity)	Fruit: intensité de la couleur (à maturité)	Frucht: Intensität der Farbe (bei Reife)	Fruto: intensidad del color (a la madurez)		

QN (b)	light	claire	hell	clara		3
	medium	moyenne	mittel	media		5
	dark	foncée	dunkel	oscura		7

	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
35. VG	Fruit: glossiness	Fruit: brilliance	Frucht: Glanz	Fruto: brillo		
QN (b)	very weak	très faible	sehr gering	muy débil	Macska sárga, Pikanta	1
	weak	faible	gering	débil	Doux très long des Landes	3
	medium	moyenne	mittel	medio	Carré extra doux hâtif, Lamuyo, Sonar	5
	strong	forte	stark	fuerte	Doux italien, Trophy	7
	very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Floridor, Kappy	9

36. VG (*)	Fruit: stalk cavity	Fruit: dépression pédonculaire	Frucht: Stielhöhle	Fruto: cavidad peduncular		
QL (b)	absent	absente	fehlend	ausente	Corinto, Corno di toro, Sweet banana, Sucette de Provence	1
	present	présente	vorhanden	presente	Bingor, Lamuyo	9

37. VG	Fruit: depth of depression	Fruit: stalk de la pédonculaire	Frucht: Tiefe der Stielhöhle	Fruto: profundidad de la cavidad peduncular		
QN (b)	very shallow	très peu profonde	sehr flach	muy poco profunda	Flush, Kaméleon, Niagara	1

	shallow	peu profonde	flach	poco profunda	Delphin, Doux italien, Fehér, Latino	3
	medium	moyenne	mittel	media	Lamuyo, Magister	5
	deep	profonde	tief	profunda	Osir, Quadrato d'Asti rosso, Surpas	7
	very deep	très profonde	sehr tief	muy profunda	Cancun, Cubor, Pabló, Shy Beauty	9
38. VG	Fruit: shape of apex	Fruit: forme du sommet	Frucht: Form der Spitze	Fruto: forma del ápice		
PQ (b)	very acute	très pointue	sehr spitz	muy aguda	De Cayenne, Hot chili	1
	moderately acute	pointue	spitz	aguda		2
	rounded	arrondie	abgerundet	redondeada	Cherry Sweet	3
	moderately depressed	déprimée	eingesenkt	hundida	Quadrato d'Asti rosso	4
	very depressed	très déprimée	stark eingesenkt	muy hundida	Kerala, Monte, Osir	5
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten / Variedades ejemplo	Note / Nota
39. VG (+)	Fruit: depth of interocular grooves	Fruit: profondeur des dépressions interoculaires	Frucht: Tiefe der Furchen zwischen den Kammern	Fruto: profundidad de los surcos interoculares		
QN (b)	absent or very shallow	nulles ou très peu profondes	fehlend oder sehr flach	ausente o muy poco profunda	De Cayenne	1
	shallow	peu profondes	flach	poco profunda	Milord, Topgirl	3
	medium	moyennes	mittel	media	Clovis, Lamuyo, Marconi	5
	deep	profondes	tief	profunda	Majister, Surpas	7

40. MG (*)	Fruit: number of locules	Fruit: nombre de loges	Frucht: Anzahl Kammern	Fruto: número de lóculos		
QN(b)	predominantly two	le plus souvent deux	vorwiegend zwei	predominante dos	De Cayenne	1
	equally two	and three également deux et trois	gleichermaßen zwei und drei	igualmente dos y tres	Fehér	2
	predominantly three	le plus souvent trois	vorwiegend drei	predominante tres	Century	3
	equally three	and four également trois et quatre	gleichermaßen drei und vier	igualmente tres y cuatro	Lamuyo, Sonar	4
	predominantly four and more	le plus souvent vier und et plus	quatre vorwiegend vier und mehr	predominante e cuatro y más	Palio, szentesi	PAZ 5
41. VG (*)	Fruit: thickness of flesh	Fruit: épaisseur de Dicke des la chair	Frucht: Fleisches	Fruto: espesor de la pulpa		
QN(b)	very thin	très mince	sehr dünn	muy delgado	De Cayenne, Macska sárga, Petit marseillais, Recio	1
	thin	mince	dünn	delgado	Banán, Carré doux extra hâtif, Doux très long des Landes	3
	medium	moyenne	mittel	medio	Fehér, Lamuyo	5
	thick	épaisse	dick	grueso	Andevalo, Bingor, Daniel, Topgirl	7
	very thick	très épaisse	sehr dick	muy grueso	Dragox Roda, Regolo, Solario	9
English		français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota

42. VG/ MS	Stalk: length	Péduncule: Fruchstiel: Länge	longueur	Pedúnculo: longitud		
QN (b)	very short	très courte	sehr kurz	muy corta	Greygo, Golden calwonder	1
	short	courte	kurz	corta	Surpas, Yolo Wonder, Zenith	3
	medium	moyenne	mittel	media	Fehér, Sonar	5
	long	longue	lang	larga	De Cayenne, Sierra Nevada, Sweet banana	7
	very long	très longue	sehr lang	muy larga	Farnese, Lipari, Oasis	9
43. VG/ MS	Stalk: thickness	Péduncule: Fruchstiel: Dicke	grosseur	Pedúnculo: espesor		
QN (b)	very thin	très mince	sehr dünn	muy delgado	De Cayenne, Doux très long des Landes, Macska sárga, Recio	1
	thin	mince	dünn	delgado	Sweet banana	3
	medium	moyenne	mittel	medio	Doux italien, Surpas	5
	thick	épaisse	dick	grueso	Lamuyo, Trophy Palio	7
	very thick	très épaisse	sehr dick	muy grueso	Domingo, Galaxy, Paraiso	9
44. VG (+)	Calyx: aspect	Calice: aspect	Kelch: Aussehen	Cáliz: aspecto		
QL (b)	non enveloping	non enrobant	nicht umhüllend	no envolvente	Lamuyo, Sonar	1
	enveloping	enrobant	umhüllend	envolvente	De Cayenne, Sweet banana	2

45. VG (*) (+)	Fruit: capsaicin in placenta	Fruit: capsaicine dans placenta	Frucht: Fruto: capsaicina le Plazenta in der la	Capsaicin		
QL (b)	absent	absent	fehlend	ausente	Sonar	1
	present	présent	vorhanden	presente	De Cayenne	9

English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
---------	----------	---------	---------	---	---------------

46. VG	Time of beginning of flowering (first flower on second flowering node)	Époque de début de floraison (première fleur au deuxième nœud florifère)	Zeitpunkt des Blühbeginns (erste Blüte am zweiten blütentragenden Knoten)	Época de comienzo de la floración (primera flor en el segundo nudo floral)		
QN	early	précoce	früh	temprana	Carré doux extra hâtif, Cupido, Fehér, Flaviano, Lito, Trophy	3
	medium	moyenne	mittel	media	Lamuyo, Latino	5
	late	tardive	spät	tardía	Daniel, Piquant d'Algérie, Zingaro	7

47. VG (+)	Time maturity of	Époque maturité de	Zeitpunkt Reife der	Época madurez de		
QN	very early	très précoce	sehr früh	muy temprana	Koral, Macska sárga, Madison	1
	early	précoce	früh	temprana	Fehér, Lady Bell, Topgirl	3
	medium	moyenne	mittel	media	Lamuyo, Latino, Sonar	5

	late	tardive	spät	tardía	Daniel, Doux d'Espagne	7
	very late	très tardive	sehr spät	muy tardía	Cancun, California wonder	9
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorte n/ Variedades ejemplo	Note / Nota
48. (+)	Resistance to Tobamovirus	Résistance au tobamovirus	Resistenz gegen Tobamovirus	Resistencia al tobamovirus		
48. 1 (*)	Pathotype 0 (Tobacco Mosaic Virus (0))	Pathotype 0 (virus de la mosaïque du tabac (0))	Pathotyp 0 (Tabakmosaikvirus (0))	Patotipo 0 (Virus del mosaico del tabaco (0))		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Doux italien, Piperade	1
	present	présente	vorhanden	presente	Lamuyo, Sonar, Yolo Wonder	9
48. 2 (*)	Pathotype 1-2 (Tomato Mosaic Virus (1-2))	Pathotype 1-2 (virus de la mosaïque de la tomate (1-2))	Pathotyp 1-2 (Tomatomosaikvirus (1-2))	Patotipo 1-2 (Virus del mosaico del tomate (1-2))		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Piperade, Yolo Wonder	1
	present	présente	vorhanden	presente	Delgado, Festos, Novi, Orion	9
48. 3 (*)	Pathotype 1-2-3 (Pepper Mild Mottle Virus (1-2-3))	Pathotype 1-2-3 (virus de la marbrure nervaire du piment (1-2-3))	Pathotyp 1-2-3 (Pepper Mild Mottle Virus (1-2-3))	Patotipo 1-2-3 (Virus del moteado suave del pimiento (1-2-3))		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Piperade, Yolo Wonder	1

	present	présente	vorhanden	presente	Cuby, Tasty	9
49. (+)	Resistance to Potato Virus Y (PVY)	Résistance au virus Y de la terre (PVY)	Resistenz gegen Kartoffel-Y- (PVY)	Resistencia al virus Y de la papa (PVY)		
49.1 (*)	Pathotype 0	Pathotype 0	Pathotyp 0	Patotipo 0		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Yolo Wonder	1
	present	présente	vorhanden	presente	Yolo Y	9
49.2	Pathotype 1	Pathotype 1	Pathotyp 1	Patotipo 1		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Yolo Wonder, Yolo Y	1
	present	présente	vorhanden	presente	Florida VR2	9
49.3	Pathotype 1-2	Pathotype 1-2	Pathotyp 1-2	Patotipo 1-2		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Florida VR2, Yolo Wonder, Yolo Y	1
	present	présente	vorhanden	presente	Serrano Criollo de Morenos	9
	English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note / Nota
50. (+)	Resistance to <i>Phytophthora capsici</i>	Résistance à <i>Phytophthora capsici</i>	Resistenz gegen <i>Phytophthora capsici</i>	Resistencia al <i>Phytophthora capsici</i>		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Yolo Wonder	1
	present	présente	vorhanden	presente	Chistera, Favolor, 636, Solario	9
51. (+)	Resistance to Cucumber Mosaic Virus (CMV)	Résistance au virus de la mosaïque du concombre (CMV)	Resistenz gegen Gurkenmosaikvirus (CMV)	Resistencia del mosaico del pepino (CMV)		

QL	absent	absente	fehlend	ausente	Yolo Wonder	1
	present	présente	vorhanden	presente	Alby, Favolor	9
52 . (+)	Resistance to Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)	Résistance au Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)	Resistenz gegen Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)	Resistencia al Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Yolo Wonder	1
	present	présente	vorhanden	presente	Galileo, Jackal, Jackpot	9
53 . (+)	Resistance to <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Résistance au <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Resistenz gegen <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Resistencia al <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>		
QL	absent	absente	fehlend	ausente	Fehérözön, Yolo Wonder	1
	present	présente	vorhanden	presente	Aladin, Camelot, ECR-20R, Kaldóm, Kalorez, Lancelot, Pasa	9

7. Explicaciones de la tabla de caracteres

8.1 Explicaciones relativas a varios caracteres

Los caracteres que contengan la siguiente clave en la segunda columna de la tabla de caracteres deberán examinarse como se indica a continuación:

(a) Caracteres de los frutos que deben examinarse antes de la madurez, es decir, antes del primer cambio de color

(b) Caracteres de los frutos que deben examinarse en la madurez, es decir, después del primer cambio de color

8.2 Explicaciones relativas a caracteres individuales

Ad. 3.: Planta: longitud del tallo

La longitud del tallo se mide desde los cotiledones hasta la primera rama en flor.

Ad. 4: Planta: entrenudo acortado (en la parte superior)

Ad. 5: Variedades con entrenudos acortados únicamente: Plantas: número de entrenudos entre la primera flor y los entrenudos acortados

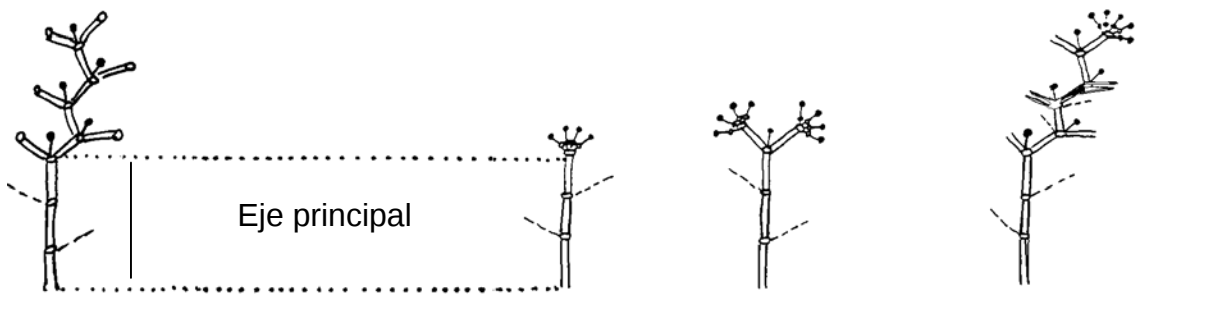
El ensayo deberá realizarse en plantas no podadas. El sistema de brote del pimiento consiste en tallos principales cuya ramificación parte del eje principal y brotes laterales. Cabe diferenciar dos tipos de crecimiento de los tallos principales:

Tipo de crecimiento A: El tallo principal crece de forma indeterminada; crecen una o dos flores por nudo y nunca se desarrollan entrenudos acortados.

Tipo de crecimiento B: Tras la primera ramificación del eje principal aparecen entrenudos más cortos y el crecimiento del tallo principal termina con una ramillete (se diría que hay más de dos flores por nudo).

Crece brotes laterales a partir de los nudos en el eje principal y en los tallos principales.

<u>Tipo de crecimiento A</u>		<u>Tipo de crecimiento B</u>	
Carácter 4: Planta: entrenudo acortado (en la parte superior)			
ausente		presente	

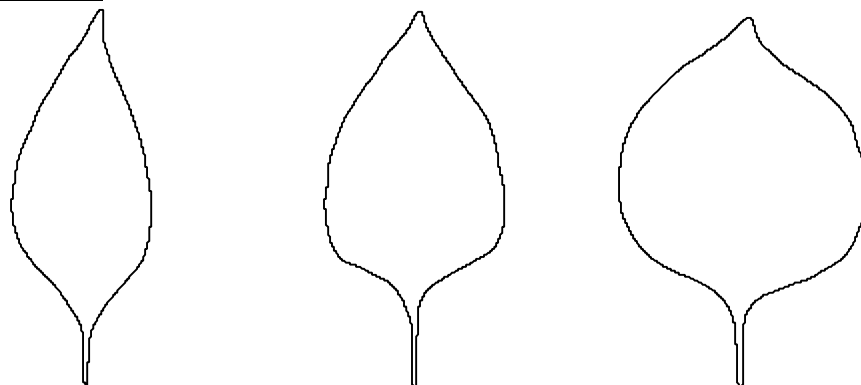
			
Carácter 5: <u>Variedades con entrenudos acortados únicamente</u> : Planta: número de entrenudos entre la primera flor y los entrenudos acortados	ninguno (1)	uno a tres (2)	más de tres (3)

- Flor
- Nudo
- || Tallo principal
- | Brotes laterales

Ad. 10: Planta: altura

Deberá observarse tras un cuajado del fruto en varios nudos. Un cuajado de fruto deficiente puede influir en el vigor y, por consiguiente, en la altura de la planta.

Ad. 14: Hoja: forma



1
lanceolada

2
oval

3
elíptica ancha

Ad. 17: Hoja: perfil en sección transversal



1

3

5

7

9

muy cóncavo
convexo

moderadamente

plano

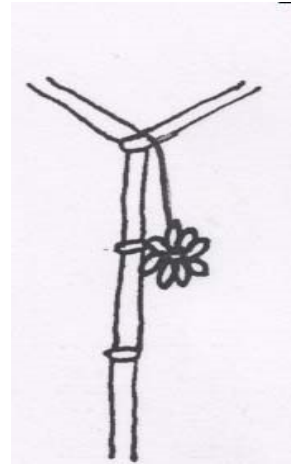
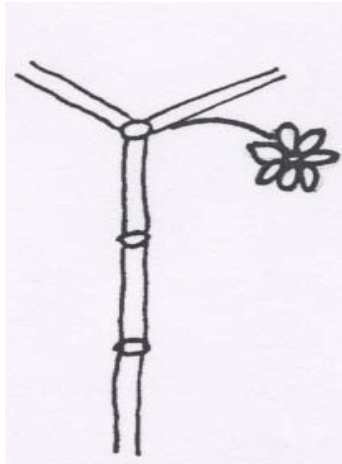
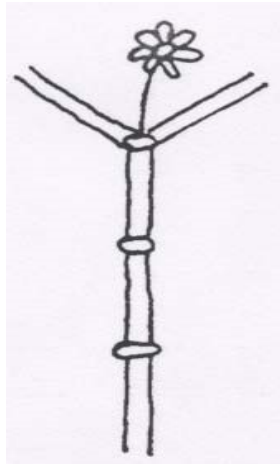
moderadamente

muy

cóncavo

convexo

Ad. 19: Pedúnculo: porte



1

Erecto

2

intermedio

3

colgante

Ad. 28: Fruto: forma en sección longitudinal



1

plana



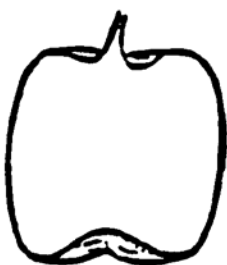
2

circular



3

acorazonada



4

cuadrada



5

rectangular



6

trapezoidal



7



8



9

moderadamente triangulartriangular estrecha en forma de cuerno Ad. 30:
Fruto: sinuosidad del pericarpio de la parte basal



1
ausente o muy débil

3
débil

fuerte

5
media

7
fuerte

9
muy

Ad. 31 : Fruto : sinuosidad del pericarpio excluida la parte basal



1

3

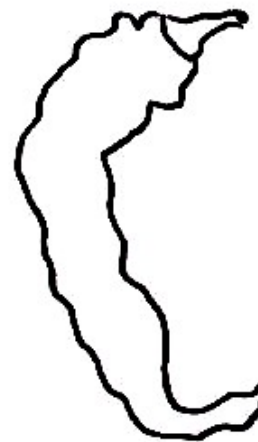
5

ausente o muy débil media débil



7

fuerte

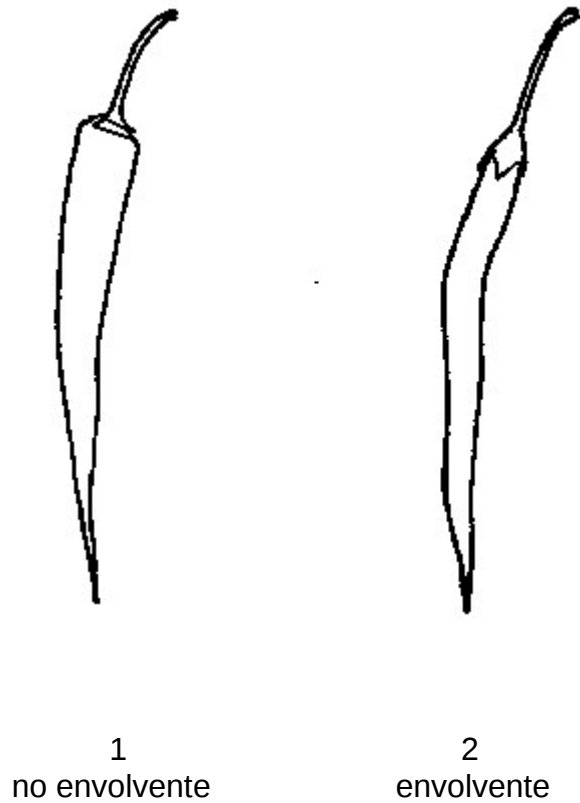


9

muy fuerte

Ad. 39: Fruto: profundidad de los surcos
interloculares Deberá observarse en la parte
 media del fruto.

Ad. 44: Cáliz: aspecto



Ad. 45: Fruto: capsaicina en la placenta

La presencia de capsaicina se observa catando la pulpa del pimiento junto con los lóculos, en la placenta.

Ad. 47: Época de madurez

La madurez se alcanza con el primer cambio en el color del fruto.

Guía para la descripción varietal de chile (*Capsicum annuum* L.) propuesta por el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

TABLA DE CARACTERÍSTICAS

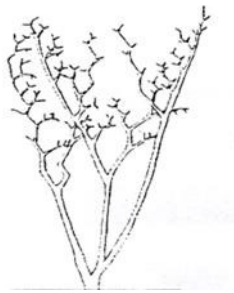
No.	ESTADO	CARACTERÍSTICA	NIVEL	NOTA	VARIEDAD REFERENCIA
1. (*) QL	a	Plántula: coloración de antocianinas del hipocótilo.	ausente presente	1 9	
2. (+) PQ	a	Planta: <u>hábito de crecimiento.</u>	erecta semi- erecta postrada	3 5 7	
3. QL	a	Planta: <u>hábito de crecimiento</u>	basal dicotómica otra	1 2 3	
4. QN	a	Planta: longitud del tallo.	corto medio largo	3 5 7	
5. (*) (+) QL	a	Planta: <u>entrenudos acortados.</u>	ausente presente	1 9	
6. (+) PQ	a	Solamente en variedades con entrenudos acortados Planta: <u>número de entrenudos.</u>	de uno a tres más de tres	1 2	
7. QN	a	Variedades sin entrenudos Acortados (en brotes primarios) Planta: <u>longitud del entrenudo.</u>	corta media larga	3 5 7	
8. QN	a	Planta: color de antocianinas en el nivel de los nudos	ausente o muy débil débil medio fuerte muy fuerte	1 3 5 7 9	
9. (+) QL	a	Tallo: <u>pubescencia.</u>	escasa intermedia densa	3 5 7	
10. (+) PQ	a	Hoja: <u>forma.</u>	deltoide oval lanceolada	1 2 3	
11. (*) QN	a	Hoja: longitud. Indique valor promedio: _____mm	corta media larga	3 5 7	
12. (*) QN	a	Hoja: anchura.	estrecha media ancha	3 5 7	

No.	ESTADO	CARACTERÍSTICA	NIVEL	NOTA	VARIEDAD REFERENCIA
13. PQ	a	Hojas: color.	verde claro verde intermedio verde oscuro	3 5 7	
14. PQ	a	Hoja: ampollado de la superficie.	débil medio fuerte	3 5 7	
15. (*) (+) PQ	a	Hoja: <u>posición del pedúnculo.</u>	erecto no erecto	1 2	
16. PQ	a	Hoja: margen.	entera ondulada ciliada	3 5 7	
17. (+) PQ	a	Hoja: <u>pubescencia.</u>	escasa media densa	3 5 7	
18. QN	a	Pecíolo: longitud. Indique valor promedio: _____mm	corto medio largo	3 5 7	
19. (+) QL	b	Flor: <u>Posición.</u>	erecta intermedia pendiente	3 5 7	
20. PQ	b	Flor: color de las anteras.	blancas amarillas moradas	1 2 3	
21. PQ	c	Flor: color del filamento.	blanco amarillo morado	1 2 3	
22. PQ	d	Flor: ejerción del estigma.	inserto al mismo nivel exerto	3 5 7	
23. QL	d	Flor: esterilidad masculina.	ausente presente	1 9	
24. (*) PQ	e	Fruto: color antes de madurez.	blanco verdoso amarillento verde púrpura	1 2 3 4	
25. QN	e	Fruto: intensidad del color antes de madurez.	claro medio oscuro	3 5 7	
26. QL	f	Fruto: posición.	erecta horizontal pendiente	1 2 3	

No.	ESTADO	CARACTERÍSTICA	NIVEL	NOTA	VARIEDAD REFERENCIA
27. (*) QN	f	Fruto: longitud.	muy corto corto medio largo muy largo	1 3 5 7 9	
28. QN	f	Fruto: diámetro. Indique valor promedio: _____cm	muy corto corto medio largo muy largo	1 3 5 7 9	
29. QN	f	Fruto: relación longitud/anchura.	muy pequeña pequeña media grande muy grande	1 3 5 7 9	
30. (*) (+) PQ	f	<u>Fruto: forma.</u>	aplanada redonda de corazón cuadrada rectangular trapezoidal triangular triángular estrecha de cuerno	1 2 3 4 5 6 7 8 9	
31. PQ	f	Fruto: forma de la sección transversal.	elíptica angular circular	1 2 3	
32. (+) PQ	f	<u>Fruto: ondulación transversal.</u>	débil media fuerte	3 5 7	
33. PQ	f	Fruto: color en madurez.	amarillo naranja rojo café	1 2 3 4	
34. PQ	f	Fruto: intensidad del color en madurez.	claro medio oscuro	3 4 7	
35. QN	f	Fruto: brillantez.	débil media fuerte	3 5 7	
36. (*) QL	f	Fruto: cavidad peduncular.	ausente presente	1 9	
37. QN		Fruto: profundidad de la cavidad peduncular.	poco profunda media profunda	3 5 7	

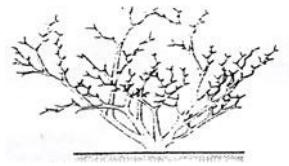
No.	ESTADO	CARACTERÍSTICA	NIVEL	NOTA	VARIEDAD REFERENCIA
38. (+) PQ	f	<u>Fruto: forma del ápice.</u>	agudo redondeado hundido hundido y agudo	1 2 3 4	
39. PQ	f	Fruto: textura.	liso corchoso rugoso	1 2 3	
40. (*) PQ	f	Fruto: número predominante de lóculos.	sólo dos dos a tres tres a cuatro cuatro o más	1 2 3 4	
41. PQ	f	Fruto: profundidad de depresiones interloculares.	ausentes o muy poco profundas poco profundas medias profundas muy profundas	1 3 5 7 9	
42. (*) QN	f	Fruto: grosor del pericarpio.	delgado mediano grueso	3 5 7	
43. PQ	f	Fruto: sabor.	dulce pungente	1 2	
44. (*) QL	f	Fruto: contenido de capsicina en la placenta.	ausente presente	1 9	
45. PQ	f	Fruto: posición de la Placenta.	compacta semi-distribuida distribuida	3 5 7	
46. QN	f	Fruto: longitud del pedúnculo.	corto medio largo	3 5 7	
47. QN	f	Fruto: grosor del pedúnculo.	delgado medio grueso	3 5 7	
48. (+) PQ	f	<u>Fruto: aspecto del cáliz.</u>	no desarrollado desarrollado	1 2	
49. (+) PQ	f	<u>Fruto: margen del cáliz.</u>	entero intermedio dentado otro (especificar)	1 2 3 4	
50. (+) QN	d	<u>Planta: tiempo de inicio de floración.</u>	temprana media tardía	3 5 7	
51. (+) QN	f	<u>Planta: tiempo de maduración.</u>	temprana intermedia tardía	3 5 7	

Característica 2: Planta: hábito de crecimiento.



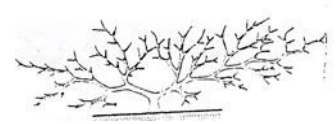
(3)

Erecta



(5)

Semi-erecta



(7)

Postrada

Característica 5: Planta: entrenudos acortados.

Se observa en la parte superior.

Característica 6: Planta: número de entrenudos.

Se evalúa en plantas no podadas, y se observa entre la primera flor y el entrenudo compacto.

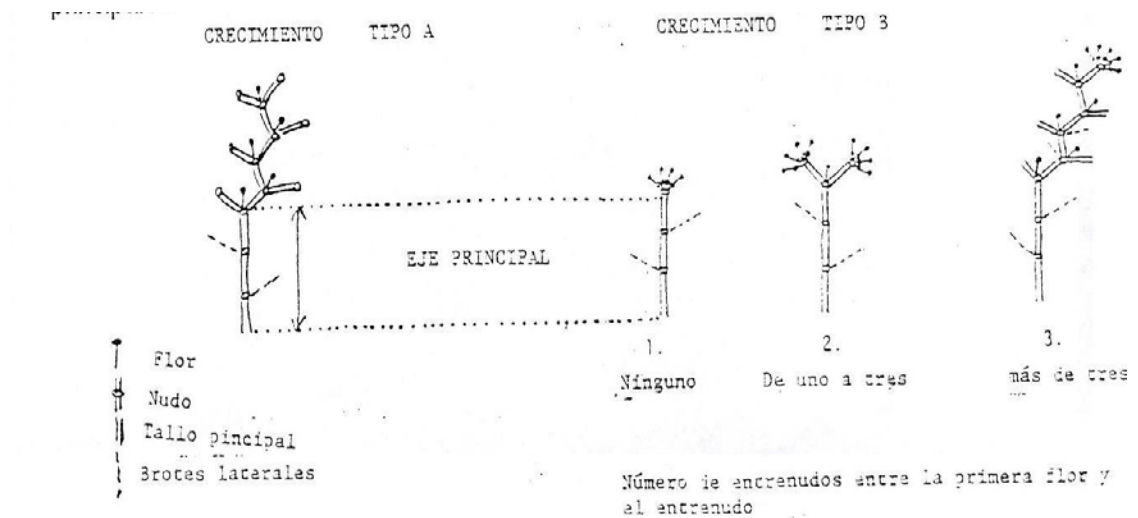
Característica 7: Planta: longitud del entrenudo.

El sistema de ramificación de *Capsicum annuum* consiste en tallos principales, los cuales se ramifican y forman brotes. Se pueden distinguir dos tipos de crecimiento de los tallos principales:

Crecimiento tipo A: Los tallos principales crecen en forma indeterminada; se desarrollan una o dos flores por nudo y los entrenudos compactos nunca se desarrollan.

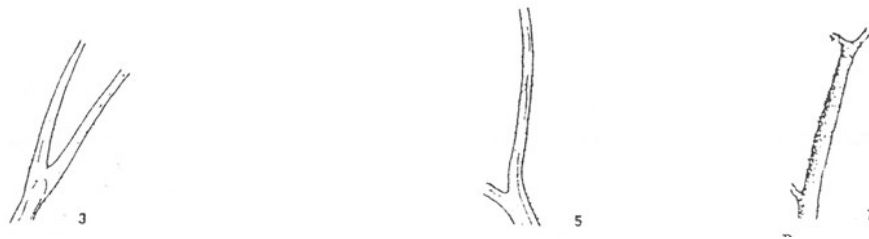
Crecimiento tipo B: Después de la primera ramificación del eje principal, aparecen entrenudos compactos y el crecimiento del tallo principal finaliza en un racimo de flores (da la apariencia de existir más de dos flores por nudo).

Los brotes laterales se desarrollan de los nudos del eje principal y de los tallos principales.



Característica 9: Tallo: pubescencia.

Se observa en plantas maduras, excluyendo los primeros dos nudos debajo del brote.



(3)
Escasa

(5)
Intermedia

(7)
Densa

Característica 10: Hoja: forma.

Se observa en plantas maduras, excluyendo los primeros dos nudos debajo del brote.



(1)
Deltoide



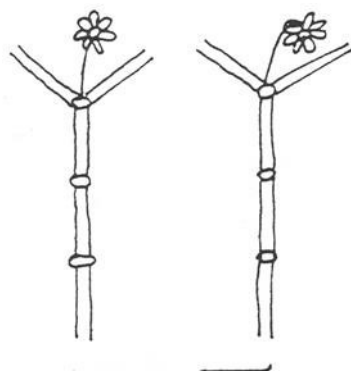
(2)
Oval



(3)
Lanceolada

Característica 15: Hoja: posición del pedúnculo.

Se observa en plantas maduras, excluyendo los primeros dos nudos debajo del brote.



(1)
Erecto



(2)
No erecto

Característica 17: Hoja: pubescencia.

Se observa en hojas maduras más jóvenes.



(3)

Escasa



(5)

Media

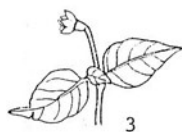


(7)

Densa

Característica 19: Flor: posición.

Se observa en hojas maduras más jóvenes.



(3)

Erecta



(5)

Media



(7)

Erecta

Característica 30: Fruto: forma.

Se busca la forma predominante de la sección longitudinal



(1)



(2)



(3)

Aplanada

Redonda

De corazón



(4)
Cuadrada

(5)
Rectangular



(6)
Trapezoidal



(7)
Triangular

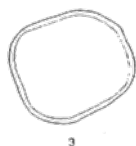


(8)
Triángular estrecha



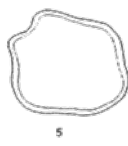
(9) De
cuerno

Característica 32: Fruto: ondulación transversal.



(3)

Débil



(5)

Media



(7)

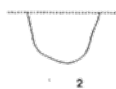
Fuerte

Característica 38: Fruto: forma del ápice.



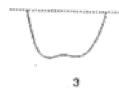
(1)

Agudo



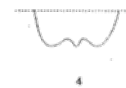
(2)

Redondeado



(3)

Hundido



(4)

Hundido y agudo

Característica 48: Fruto: aspecto del cáliz.



(1)

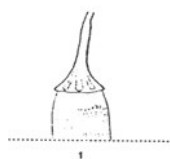
No desarrollado



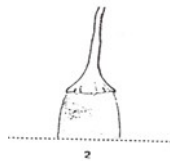
(2)

Desarrollado

Característica 49: Fruto: margen del cáliz.



(1)
Entero



(2)
Intermedio



(3)
Dentado

Característica 50: Planta: tiempo de inicio de floración.

Se refiere al promedio de días en que aparece la primera flor en la segunda floración (en el 50% de las plantas).

Característica 51: Planta: tiempo de maduración.

Se expresa en el número de días promedio en los que los frutos cambian de color en el 50% de las plantas.