



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



Centro Universitario UAEM Tenancingo

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TRES COLECTAS DE CHILE MANZANO
(*Capsicum pubescens* R. y P.), DE LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÓNOMA EN FLORICULTURA

PRESENTA:

Imelda Martínez Estrada

DIRECTORES:

Dr. Jaime Mejía Carranza

M. C. Gerardo Jacobo Madero

ASESOR:

Dr. Luis Miguel Vázquez García

Tenancingo, Estado de México, 2013.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO
CENTRO UNIVERSITARIO TENANCINGO

Tenancingo Méx., a 16 de Julio del 2013.

L. en G. Gabriela Alejandra Ambrosio Arzate
Jefa del Dpto. de Evaluación Profesional
C. U. UAEM Tenancingo

Presente:

En atención a su comunicado de fecha 02 de Julio en la que me designa como revisor del trabajo de tesis titulado

"Caracterización morfológica de tres colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) de la región sur del Estado de México"

Que para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Floricultura en el centro Universitario UAEM Tenancingo, presenta Imelda Martínez Estrada con número de cuenta **0825407**.

Una vez efectuada la revisión del documento de tesis, le presento mi siguiente:

Dictamen: **Aprobado sin comentarios**

Sin otro particular quedo de usted

ATENTAMENTE

Ing. José Alfredo Rodríguez Guajardo

Profesor de Asignatura
C. U. UAEM Tenancingo

c.c.p. Q. Víctor Díaz Vertiz Subdirección Académica
c.c.p Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Centro Universitario UAEM Tenancingo



Tenancingo, México a 17 de julio de 2013

L. en G. Gabriela Alejandra Ambrosio Arzate

Jefa del departamento de evaluación profesional

Presente.

Por este conducto me dirijo a usted para presentar mi dictamen en torno al trabajo de tesis titulado como: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TRES COLECTAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* R. y P.), DE LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO desarrollado por la alumna Imelda Martínez Estrada con número de cuenta 0825407 para obtener el título de ingeniero agrónomo en floricultura en el Centro Universitario UAEM, Tenancingo. El cuál es **Aprobado sin comentarios**.

Sin más por el momento quedo de usted.

Atentamente

M en C Rafael Alvarado Navarro

Profesor de asignatura.



Universidad Autónoma del Estado de México
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO



Santa Ana Tenancingo a 7 de agosto del 2013

QUIM. VICTOR MANUEL DÍAZ VERTIZ
SUBDIRECTOR ACADÉMICO DEL CENTRO UNIVERSITARIO
UAEM TENANCINGO
P R E S E N T E

Por este medio le informo que **Imelda Martínez Estrada** pasante de la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo en Floricultura con número de cuenta 0825407 ha cumplido con las observaciones hechas por los revisores de su TESIS titulada **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TRES COLECTAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* R. y P.) DE LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO**, bajo la leyenda de aprobada sin comentarios. Por lo anterior le solicito amablemente autorice los trámites correspondientes siguientes.

Sin otro particular quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.



DR. JAIME MEJÍA CARRANZA
Director de tesis

c.c.p. archivo



Tenancingo, Estado de México; 07 de Agosto de 2013.

IMELDA MARTÍNEZ ESTRADA
PASANTE DE LA LICENCIATURA EN
INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA
P R E S E N T E

Por este conducto comunico a Usted, que con base en el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales de la UAEM que en su Capítulo VIII artículo 120, 121 y 122, así como el Reglamento de Opciones de Evaluación Profesional de la UAEM Capítulo I artículo 6º, puede proceder a realizar la elaboración en formato electrónico del trabajo de tesis denominada **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TRES COLECTAS DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* R. y P.) DE LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE MÉXICO”** y continuar con los trámites y requisitos requeridos para efecto de poder sustentar su examen profesional y obtener el título de **LICENCIADA EN INGENIERA AGRÓNOMA EN FLORICULTURA.**

Sin otro particular, quedo a sus apreciables órdenes.

Atentamente
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heriberto Enríquez”


QUÍM. VÍCTOR MANUEL DÍAZ VERTIZ
SUBDIRECTOR ACADÉMICO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO



C. c. p. L.G. Gabriela A. Ambrosio Arzate.- Encargada del Departamento de Evaluación Profesional.
C. c. p. Archivo
VMDV/vfr.

DEDICATORIA

- A dios por haberme regalado la vida, por acompañarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por permitirme llegar hasta donde hoy estoy.
- A mis padres Ángela Estrada y Ascensión Martínez por apoyarme en todo momento, por lo valores que me inculcaron, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación y por darme un buen ejemplo de vida.
- A mis hermanos Carmen, Arturo, Lupita, Marisol y María de la luz, por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.
- A mi esposo, el amor de mi vida José Israel Cerón Castañeda, que ha sido impulso durante mi carrera, apoyo para culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor ha sido amigo, compañero, fuente de calma y consejo en todo momento, que con su cariño, comprensión y paciencia he logrado terminar mi carrera.
- A mis amigas Anayely, Silvia Lisbeth, Nico e Ing. Brenda, por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidare.

AGRADECIMIENTOS

- Al Centro Universitario UAEM Tenancingo, por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.
- Al Dr. Jaime Mejía Carranza, por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi tesis profesional bajo su cargo y por el aporte de conocimientos para la culminación de la misma.
- A la Ing. Brenda Ayala Arias, que participo en la fase de investigación y experimento, además de ser compañera una gran amiga y apoyo moral en la realización de mi tesis.
- A Martin Blanquel e Ing. Juan Carlos Ruiz, por el apoyo brindado en cuanto al manejo agronómico del cultivo de chile manzano.
- Al M. en C. Gerardo Jacobo Madero, por el apoyo brindado en este proyecto con sus conocimientos en este cultivo y aporte de dos de las colectas caracterizadas (FMC y FML).
- Al Sr. Augusto Zarate por aportar la colecta de chile manzano FB.
- Al M. en C. Rafael Alvarado, al Dr. Luis Miguel Vázquez y a la Dra. Vladimira, por el apoyo en este proyecto.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
RESUMEN.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1 Importancia del cultivo.....	10
2.2 <i>Capsicum pubescens</i>	10
2.2.1 Origen y distribución.....	11
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	12
2.2.3 Descripción botánica.....	13
2.2.4 Hábitos de crecimiento.....	15
2.2.5 Propiedades organolépticas.....	15
2.2.6 Variedades de chile manzano.....	15
2.2.7 Requerimientos edafoclimáticos.....	16
2.2.8 Manejo agronómico.....	19
2.2.9 Plagas.....	30
2.2.10 Enfermedades.....	33
2.2.11 Sistemas de producción de chile manzano en México.....	35
2.2.12 Comercialización.....	36
2.3 Caracterización morfológica.....	36
2.3.1. Guía de Descriptores para <i>Capsicum</i> (<i>Capsicum</i> spp). Del Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos. (IPGRI, 1995).....	37
2.3.2 Guía para la descripción varietal de <i>C. annum</i> . Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, s. a.).....	38
III. JUSTIFICACIÓN.....	39
IV. HIPÓTESIS.....	41
V. OBJETIVOS.....	41
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
5.1 Localización del experimento.....	42

5.2 Material biológico	43
5.2.1 Extracción de la semilla	43
5.3 Siembra	44
5.4 Trasplante	44
5.5. Caracterización morfológica.....	45
5.6. Análisis de datos	46
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
6.1 Resultados de la guía de caracterización del IPGRI (1995)	50
6.1.1 Plántula	50
6.1.2 Planta madura	53
6.1.3 Inflorescencia	60
6.1.4 Fruto.....	65
6.1.5 Semilla.....	73
6.2 Resultados de la guía del SNICS.....	76
6.3 Caracteres de importancia agronómica	81
VII. CONCLUSIONES.....	82
VIII. RECOMENDACIONES	83
IX. TRABAJOS FUTUROS	84
XI. BIBLIOGRAFÍA	85
XII. Anexos	93
12.1 Anexo 1. Descriptores de la planta (SNICS, s. a.)	93
12.2 Anexo 2. Descriptores de la planta (IPGRI, 1995).	95
12.3 Anexo 3. Figuras para la caracterización de <i>Capsicum pubescens</i> , de acuerdo a los descriptores de IPGRI, 1995.	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cantidad de fertilizante utilizado para preparar 1000 litros de solución nutritiva para plantas de chile manzano establecidas en maceta e invernadero.....	22
Cuadro 2. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: largo de hoja cotiledónea y ancho de hoja cotiledónea.....	52
Cuadro 3. Descriptores de plántula para 4 caracteres vegetativos cualitativos en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	52
Cuadro 4. Descriptores de la planta madura para 13 caracteres cualitativos en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	57
Cuadro 5. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores cuantitativos de la planta madura: altura de la planta, ancho de la planta, longitud del tallo, diámetro del tallo, longitud de la hoja madura y ancho de la hoja madura.....	58
Cuadro 6. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para 4 descriptores cuantitativos: días a floración, longitud de la corola, longitud de la antera y longitud del filamento.....	61
Cuadro 7. Descriptores para inflorescencia de 11 caracteres cualitativos y 1 cualitativo de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	64
Cuadro 8. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: periodo de fructificación, largo de fruto, ancho de fruto, longitud de pedicelo, grosor de pericarpio, peso del fruto y longitud de la placenta.....	70
Cuadro 9. Descriptores para fruto 14 cualitativos y 1 cuantitativo, entres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	72
Cuadro 10. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: largo de la semilla, diámetro de la semilla, número de semillas por fruto y peso de 1000 semillas.....	74

Cuadro 11. Descriptores para semilla de 2 caracteres cualitativos, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	75
Cuadro 12. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: longitud en brotes primarios y grosor del pedúnculo.....	79
Cuadro 13. Descriptores SNICS (s. a.) para 10 caracteres cualitativos y 1 cuantitativo en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	80
Cuadro 14. Caracteres de importancia agronómica diferentes en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	81
Cuadro 15. Caracteres de importancia agronómica similares en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.....	81
Cuadro 16. Descriptores de la guía del SNICS.....	93
Cuadro 17. Descriptores para plántula de la guía del IPGRI.....	95
Cuadro 18. Descriptores de la planta madura de la guía IPGRI.....	96
Cuadro 19. Descriptores para inflorescencia de la guía del IPGRI.....	98
Cuadro 20. Descriptores para fruto de la guía IPGRI.....	100
Cuadro 21. Descriptores de semilla de la guía IPGRI.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa satelital Google earth, INEGI 2013. Del Centro Universitario UAEM Tenancingo.....	42
Figura 2. Siembra de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, en charola de poliestireno. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	44
Figura 3. Trasplante a vaso y bolsa negra de polietileno de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, en charola de poliestireno.....	45
Figura 4. Forma en la que se tomó la medición en frutos de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, en charola de poliestireno.....	49
Figura 5. Color del hipocótilo en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	50
Figura 6. Color, forma de la hoja, largo y ancho de la hoja cotiledónea en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	51
Figura 7. Color de manchas antocianinas en nudo de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	53
Figura 8. Densidad de macollamiento de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	54
Figura 9. Color de hoja, forma del margen de la hoja, forma de la hoja y longitud y ancho de la hoja madura, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	55
Figura 10. Altura y de la planta, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	56
Figura11. Grafica de barras para ancho de la planta, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. FB= Flor blanca; FMC= Flor morada entrenudos cortos; FML Flor morada entrenudos largos. Barras de error= desviación estándar.....	56

- Figura 12.** Tamaño de la corola en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**60**
- Figura 13.** Posición y número de flores por axila en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**62**
- Figura 14.** Color de corola, anteras y mancha de corola en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**63**
- Figura 14.** Color del filamento en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**63**
- Figura 16.** Color de fruto en estado intermedio en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**65**
- Figura 17.** Color de fruto y forma del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**66**
- Figura 18.** Espesor de la pared del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**66**
- Figura 19.** Longitud y ancho del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**68**
- Figura 20.** Número de lóculos del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**68**
- Figura 21.** Longitud de la placenta y arrugamiento transversal del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**69**
- Figura 22.** Color de semilla en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**73**
- Figura 23.** Hábito de crecimiento dicotómico, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....**76**

Figura 24. Posición y grosor del pedúnculo, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	77
Figura 25. Profundidad de la depresión interocular y relación ancho-largo del fruto, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.....	78
Figura 26. Esquema para identificación de la forma de la hoja cotiledónea.....	103
Figura 27. Esquema para identificación de la pubescencia del tallo.....	103
Figura 28. Esquema para identificar el hábito de crecimiento de la planta.....	104
Figura 29. Esquema para la identificación de forma de la hoja madura.....	105
Figura 30. Esquema para identificar pubescencia de la hoja.....	105
Figura 31. Esquema para identificar posición de la flor.....	106
Figura 32. Esquema para identificar margen del cáliz.....	106
Figura 33. Esquema para identificar la constricción anular del cáliz.....	107
Figura 34. Esquema para identificar la forma del fruto.....	107
Figura 35. Esquema para identificar forma del fruto en la unión con el pedicelo.....	108
Figura 36. Esquema para identificar cuello en la base del fruto.....	109
Figura 37. Esquema para identificar forma del ápice del fruto.....	109
Figura 38. Apéndice en el fruto, vestigio de la floración.....	110
Figura 39. Esquema para identificar arrugamiento transversal del fruto.....	110

RESUMEN

El chile manzano es un producto con altas posibilidades de comercialización a nivel mundial por su demanda para consumo como verdura, o bien por sus propiedades químicas para la obtención de derivados de la capsaicina, metabolito secundario que confiere el picor del chile. Además en la dieta del mexicano, el chile ha tenido una marcada preferencia; ya que además de dar sabor a las comidas, tiene cualidades nutricionales por su contenido de vitaminas A, C, y algunas del complejo B. México tiene la mayor diversidad genética en chile, sin embargo no se obtienen buenas producciones debido a diferentes factores como restricción a acceso a tecnologías de producción, semillas certificadas, manejo agronómico deficiente e insuficiencia en el desarrollo de nuevas variedades. Lo anterior implica, que el desarrollo de nuevas variedades, con características uniformes podría mejorar las ganancias económicas. Sin embargo, la falta de conocimiento de la diversidad genética de esta especie que muestran los productores en sus parcelas de cultivo limita el conocimiento sobre la distribución de diferentes colectas, así como estudios de caracterización que pueden ser la antesala al inicio de mejoramiento genético de mediano y largo plazo que genere variedades propias para la región. Es por ello que en el presente trabajo el objetivo fue analizar morfológicamente tres colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.), para identificar caracteres contrastantes entre las colectas, resultados que pueden ayudar en futuros trabajos de mejoramiento genético entre las colectas. Inicialmente se evaluaron los caracteres contrastantes visibles, color de corola blanca de entrenudos cortos en colecta del Zarco, Tenancingo; de corola morada una con entrenudos cortos;

y una con entrenudos largos; estas dos últimas de Coatepec Harinas. Se evaluaron 83 caracteres morfológicos diferentes, de los cuales 70 fueron tomados de la guía del IPGRI (1995) y 13 de la guía del SNICS (s. a.), de los caracteres morfológicos evaluados 55 fueron cualitativos y 28 cuantitativos. Las colectas que presentan mayor similitud en caracteres morfológicos fueron FMC y FML con 53 caracteres en común de los 83 evaluados, en tanto que las de mayor disimilitud fueron FML-FB con 48 diferentes de los 83 descriptores analizados, las comparaciones de las colectas FMC-FB presentan 45 caracteres similares y 38 diferentes. En los tres grupos de similitud y disimilitud se involucraron variables de interés agronómico como longitud del tallo, días a floración, largo y ancho del fruto, peso del fruto, días a prendimiento de fruto y sabor pungente del fruto. Así mismo, se obtuvieron caracteres contrastantes en color de hipocótilo, color de corola, forma y tamaño del fruto y color de semilla; los cuales pueden ser observados fácilmente. El menor tamaño de fruto fue para la colecta FB, que la hace poco atractiva a los productores en cuestiones de rendimiento. Los resultados sugieren una relación genética más estrecha entre FML y FMC.

I. INTRODUCCIÓN

El centro de origen de *Capsicum* spp., es América del Sur y América central. Cuyo número de especies va de 20 a 30 según el autor que lo cite (Loaiza, et al., 1989; Eshbaugh, 1983; Hernández, et al., 1999; Morán, et al., 2004; Milla, 2006) y de las cuales solo cuatro o cinco son domesticadas y cultivadas en el mundo para fines principalmente alimenticios. Todas las especies del género *Capsicum* son originarias del trópico y subtropico de América, excepto *C. anomalum* (Heiser, 1976).

El chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) es una especie originaria de Perú, que se cultiva en diversos países. El fruto es un producto que además de dar sabor a la comida, tiene cualidades nutritivas (mayor contenido de vitamina A y C que otros hortalizas y frutas como la manzana (*Pyrusmalus* L.) y la cebolla (*Allium cepa* L.)(Dürüst & Dürüst, 1997), (Fawell, 1998) y (Maroto, 2002).El chile manzano generalmente se le cultiva en huertos familiares, en regiones con altitudes que van de los 1700 a los 2400 m. En México por ejemplo, se le encuentra en algunos lugares altos, templados y fríos de Michoacán, Querétaro, Estado de México, Puebla y Chiapas (Pérez & Castro, 1998).

En los últimos 10 años se ha observado un incremento en su demanda, lo cual ha motivado el desarrollo de sistemas de producción intensivo en invernadero para incrementar su cantidad y calidad del fruto. Generalmente la producción se realiza en huertos de traspatio y en superficies de no más de cinco hectáreas donde se le asocia con árboles frutales, dado que es una planta que requiere de sombra, es decir de baja intensidad de luz (Pérez & Castro, 1998).

México es el país del mundo con la mayor variedad genética de *Capsicum*, pero curiosamente no es el productor más importante. De acuerdo a los datos estadísticos actuales México está en el tercer lugar mundial en superficie sembrada, después de China e Indonesia y el segundo lugar en producción obtenida, después de China. Estados Unidos mantenía el liderazgo en rendimientos de chile en 1999, los datos estadísticos a 2009, nos muestran que Holanda y España superan a Estados Unidos. En el 2009, los rendimientos en México fueron de 14.11ton/ha, mientras que Holanda reporta rendimientos extraordinarios con, 262.5 ton/ha., España con 42.36 ton/ha (SAGARPA, 2012).

Aunque los niveles de producción de chile en México han aumentado gracias a tecnología avanzada y semillas certificadas, debido a su alto costo, los pequeños productores no tienen alcance a estos. Una de las principales causas de los bajos rendimientos de chile en México, se debe a un alto uso de semillas criollas, que generalmente son extraídas de plantas susceptibles a plagas y enfermedades. Los altos costos de producción genera que el precio del producto sea muy alto y que éste no pueda competir con el de Estados Unidos y el de otros países que tienen menores precios, en China, por ejemplo, los precios del chile son la mitad de los México.

Dada la importancia de este cultivo, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar 3 colectas de chile manzano propias de la región sur del estado de México con el fin de reunir datos para futuros trabajos de mejoramiento genético y así poder ofrecer a los productores de la región semilla mejorada para aumentar sus niveles de producción y bajar sus costos de producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo

En México se cultivan unas 1,500 hectáreas de chile manzano, que posee ciertas particularidades como su forma y apariencia que lo hacen atractivo para el consumidor (Teorema, 2006). Existe gran diversidad de este tipo de chile en cuanto a color, forma y tamaño de fruto; por lo común, los amarillos son preferidos a los rojos y anaranjados; mientras que los de forma de manzana o cuadrada son más apreciados que los que presentan una forma de pera. Por otra parte, con el crecimiento de la demanda de chile manzano en Los Ángeles, California y los mercados Nacionales se requiere incrementar la calidad de este producto y su oferta durante todo el año, adicionalmente, los chiles tienen mayor contenido de vitamina C que otros tipos de chile como serrano, jalapeño, guajillo, pasilla y chiles dulce, (Perez & Castro, 2010) y alta concentración de capsaicinoides, lo que pudiera representar alternativas de materia prima para la industria.

2.2 *Capsicum pubescens*

Es una especie del genero *Capsicum*, y es uno de los pocos chiles cultivados en México que no pertenece a *C. annum*; conocido como chile perón o ciruelo en regiones de Querétaro y jalapeño en la Sierra Madre de Chiapas. El nombre de la especie, *pubescens*, significa peludo, que se refiere a las hojas peludas de la pimienta. La vellosidad de las hojas junto con las semillas negras o de color oscuro, distinguen a

esta especie de otras. Solo se adapta en lugares de templados a fríos, produce frutos carnosos, picantes y aromáticos que se consumen en fresco. Se venden en mercados de las partes altas y frías donde tienen una buena aceptación y demanda. Se consume en fresco ya que es muy carnoso y se dificulta deshidratarlo (Laborde & Pozo, 1982).

Su demanda va en aumento debido a la diversificación en las formas en que se consume, su precio puede llegar a ser aproximadamente de un 100 hasta un 200% mayor al chile serrano (*C. annum*), por lo cual es un cultivo atractivo para los productores (Pérez & Castro, 1998).

2.2.1 Origen y distribución

El cultivo de *Capsicums* pp., se originó en América Central y América del Sur, con las especies *C. annum* L., *C. frutescens* L., *C. chinense* Jacq, *C. baccatum* L. y *C. pubescens*; este último conocido como “chile manzano” y debido a su sabor es de los más importantes en la comida mexicana.

El chile manzano, también conocido como chile peludo, precisamente del que deriva su nombre técnico, es originario de las partes altas de Perú, Bolivia y Ecuador (Pozo, 1983). Actualmente se encuentra distribuido en las zonas altas desde Argentina hasta el centro de México. *C. pubescenses* la única de las especies domesticadas de éste género que no tiene formas silvestres (Heiser & Pickersgill, 1969)

No obstante que la mayor diversidad genética de la especie se encuentra en Sudamérica, en México existe también una gran diversidad en cuanto a hábitos de crecimiento de la planta, colores y formas del fruto; se han identificado hábitos de

crecimiento determinado, intermedio e indeterminado; colores del fruto que varían desde el rojo intenso hasta el amarillo intenso, pasando por colores intermedios como el anaranjado; formas de fruto de pera (1 a 2 lóculos) a cuadrados o manzana (3 a 4 lóculos). Esta diversidad puede ser aprovechada en programas de mejoramiento genético de la especie (Perez & Castro, 2010).

2.2.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo con Heiser y Pickersgill (1969) la clasificación taxonómica del chile manzano es la siguiente:

REINO..... Vegetal
SUBREINO.....Embriophytas
DIVISIÓN.....Tracheophytas
SUBDIVISIÓN.....Pteropsidas
CLASE.....Angiospermas
SUBCLASE.....Dicotiledóneas
ORDEN.....Tubiflorales
FAMILIA.....Solanaceae
GENERO.....*Capsicum*
EPÍTETO ESPECÍFICO.....*pubescens Ruiz y Pavón*

Su número cromosómico es $2n = 24$ (Heiser & Pickersgill, 1969). Cuando esta especie se poliniza con *C. annuum*, rara vez se obtienen frutos, y cuando esto sucede carecen

de semillas, cuando se cruza con las otras especies cultivadas no hay formación de fruto, aunque con *C. chinense* L. puede formar embriones inmaduros (Greenleaf, 1986)

2.2.3 Descripción botánica

De acuerdo a Pérez y Castro (2010), la descripción botánica de chile manzano es la siguiente:

Raíz

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

Tallo

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

Hoja

Simple, su forma es cordada con ápice acuminado y borde liso, excesivamente vellosa en el haz y la nervadura es reticulada perinerve. Es peciolada y su filotaxia es alterna dística.

Flor

Hermafrodita, de color violeta y raramente blanca. El centro es blanco, el cáliz y la corola están fusionados en su base. Los estambres tienen la misma longitud y el ovario es súpero. En las axilas de las hojas se encuentran uno o dos peciolos cuya proporción puede ser erecta o intermedia.

Fruto

En estado inmaduro es verde y maduro, puede ser amarillo, naranja o rojo. Tiene una placentación axilar, su forma varía dependiendo el número de lóculos; cuando se presenta uno o dos tiene la forma de pera y cuando tiene tres o cuatro la forma es de manzana. La longitud del fruto es de 4 a 8 cm y diámetro de 2 a 6 cm; el grosor del pericarpio varía de 2 a 6 mm. La forma del fruto en la unión con el pedúnculo es truncada y acorazonada, no presenta cuello en la base del fruto y la forma del ápice es hundido y raras veces de forma obtusa, presenta una ligera corrugación en corte transversal.

Semilla

De las especies conocidas del género *Capsicum*, *C. pubescens* es la única que posee semillas de color negro. Éstas, son de forma ovalada, con el borde ligeramente ondulado. Mide alrededor de 5 mm de diámetro y están constituidas de testa gruesa, embrión y endospermo.

2.2.4 Hábitos de crecimiento

Existen dos tipos de hábitos de crecimiento del chile manzano; uno es de porte bajo y otro es de porte alto, diferenciados básicamente por la longitud de entrenudos y la maduración de los frutos. Estos dos tipos de planta se encuentran mezcladas en las diferentes poblaciones de chile manzano que existen en las regiones altas y frías del país, las cuales es necesario caracterizar y formar variedades de uno u otro hábito de crecimiento (Pérez., 2002).

2.2.5 Propiedades organolépticas

El color de fruto del chile manzano, de acuerdo a la variedad o colecta, puede ser amarillo, naranja o rojo todos de sabor picante y tamaño que va desde pequeño a grande con altos contenidos de capsaicinoides de los cuales el 80% es cubierto por capsaicina y dihidrocapsaicina (Topuz & Ozdemir, 2004). También presenta altos niveles de vitaminas como la C, los cuales pueden variar de acuerdo a la variedad o colecta, así como también a madurez del fruto, manejo agronómico de la planta y factores climáticos (Mozafar, 1994).

2.2.6 Variedades de chile manzano

La Universidad Autónoma de Chapingo, en Texcoco, Estado de México ha desarrollado las variedades (Pérez, 2002) que se describen a continuación:

Amarillo Chapingo

Las plantas alcanzan una altura de 2 m con entrenudos no muy largos sino intermedios de 8 a 10 cm de longitud, los frutos de esta variedad son uniformes con tres lóculos. Esto es importante ya que el consumidor prefiere un fruto cuadrado, por ser más manejable en empaclado y transporte.

Puebla

Tiene los entrenudos más largos y toma de 15 a 20 días más en producir que la variedad Amarillo Chapingo, su fruto es grande con cuatro lóbulos, por lo que los frutos son más grandes con el pericarpio (parte carnosa) más cuadrado y más grueso.

Zongólica por Puebla

Tienen los entrenudos cortos por lo que producen un mayor número de bifurcaciones y frutos por altura de la planta, su fruto es pequeño.

2.2.7 Requerimientos edafoclimáticos

Allard (1975), menciona que la planta es el resultado de la interacción genotipo-ambiente, por lo que la modificación de cualquier factor ambiental va a originar que la planta tenga una respuesta diferente en su morfología, llamada plasticidad genotípica.

Temperatura:

La temperatura influye en infinidad de procesos fisiológicos, muchos de ellos requieren de una temperatura óptima para expresar su potencial; sin embargo, no siempre disponen del nivel óptimo (Daubbenmire, 1988).

Las temperaturas óptimas para el crecimiento y desarrollo adecuado de ésta especie es de 18 a 22°C en el día y 10 a 12°C en la noche (Perez & Castro, 2010), (Mosso, 1994). *C. pubescens* se adapta a lugares fríos, tolera heladas ligeras y puede fructificar en temperaturas bajas de 5 a 15°C (Pozo, 1983). A temperaturas mayores a los 35°C provocan aborto de flores. La especie se adapta bien en altitudes de 1700 a 2500 m, siempre que no existan heladas. La temperatura para la germinación, que generalmente ocurre a los 8 días, es de 25 a 28°C (Perez & Castro, 2010), a temperaturas de 5 a 12°C la germinación de la semilla es lenta (Mosso, 1994).

Radiación:

El chile manzano es poco exigente en intensidad luminosa, por lo que prospera fácilmente en asociación con otras especies que le proporcionen sombra (Laborde & Pozo, 1982), Rojas (1997), menciona que con un 70% de radiación solar tiene buen crecimiento de tallo y ramificaciones, pero se reduce el número de flores; por lo que se recomienda un sombreado del 30-50%.

Con la radiación incidente del día, en el mes de Mayo, cuando se presentan los máximos valores de radiación, las hojas de la planta de chile manzano se tornan amarillas ya que ocurre la desnaturalización de la clorofila (foto oxidación), por lo que la planta es cultivada bajo condiciones de sombra (Pérez., 2002). La radiación óptima para el chile manzano son de 450 a 600 micromoles por m²·s, 2500 a 2700 pies candela (Perez & Castro, 2010).

Humedad relativa y del suelo

La planta se desarrolla bien con humedad relativa de 70 a 80%. Arriba de este valor se tiene poca dehiscencia de anteras disminuyendo la polinización y fecundación de los óvulos, y en consecuencia se tiene menor número de semillas y a su vez menor tamaño de fruto. Con humedades relativas menores al 40% existe deshidratación de los granos de polen. Lo cual también ocasiona una baja polinización y formación de semillas. La humedad óptima del suelo o sustratos de cultivo es de 70 a 80 % de la humedad aprovechable (Perez & Castro, 2010).

Sustrato

Aunque el chile manzano puede crecer y desarrollarse en suelo desde andosoles, los cuales poseen contenidos altos de materia orgánica y pH ácido, también lo puede hacer en luvisoles, cambisoles, regosoles y acrisoles. No obstante, lo óptimo para mejorar el proceso de absorción de la raíz y proveer un desarrollo y crecimiento adecuado, se requiere que el suelo tenga una textura de franca a arenosa, estructura granular, profundos y con pH de 5.5 a 6.5 (Perez & Castro, 2010).

2.2.8 Manejo agronómico

2.2.8.1 Producción hidropónica en invernadero

Según Pérez y Castro (2010), la producción hidropónica en invernadero, requiere de lo siguiente.

Tratamiento de la semilla

La semilla más apropiada es la que se obtiene directamente del fruto, esto se debe a que el contenido de humedad de la semilla es aun alto lo que favorece el rompimiento de la testa durante la germinación obteniendo la emergencia de cinco a seis días. En semilla almacenada por varios días se recomienda dar un tratamiento antes de sembrarla remojándola en agua simple de 12 a 24 horas; también se le puede dar un tratamiento químico con soluciones de ácido sulfúrico o ácido giberélico a una concentración de 200 a 300ppm, es importante aplicar un tratamiento fungicida para evitar daños por hongos, el tratamiento puede ser con Captan 10gr por kilogramo de semilla.

Producción de plántula

Se puede realizar en charolas de 200 cavidades, en la que deben permanecer hasta que tengan 4 hojas verdaderas, posteriormente deben de ser trasplantadas a vasos de poliestireno del número 8, en los cuales deben permanecer hasta que alcancen de 8 a 12 hojas.

Los sustratos utilizados son: mezcla de turba (Growing Mix No. 2, Phytoplant o peat moss) con agrolita, o tierra de monte con agrolita, durante el ciclo del cultivo es importante aplicar cal cerca de la base del cuello para evitar daños por hongos como: *Phytophthora capsici* Leonian, *Fusarium* spp y *Rizoctonia solani* J. G. Las dosis de aplicación de cal son: 0.2gr cuando la plántula tiene una hoja verdadera, 0.5 cuando tiene cuatro hojas verdaderas, 1gr al momento del trasplante y 2gr posteriormente cada veinte o treinta días hasta que termine el ciclo de vida del cultivo.

En fase de plántula deberá mantenerse la humedad del sustrato en un 80%, ya que con humedades bajas del 50% o menos se podría perder vigor. De igual manera, en almacigo es necesario tener sombra del 70%, que puede ser proporcionado por plástico negro calibre 200, colocado 1m arriba del nivel de las plantas; sin este manejo las plantas se ponen cloróticas con riesgo de muerte. La fertilización en almácigo debe ser con fertilizante iniciador del crecimiento como por ejemplo Petter Plus (9-5-5 y micronutrientes), con una dosis de aplicación de 1gr/L cada tercer día complementada con una aplicación foliar de micronutrientes como Bayfolan Forte, Nitrofoska, Greenzeet o Gro-Green disueltos en un litro de agua, también se puede utilizar la solución nutritiva universal de Stainer diluida al 25%.

Trasplante a macetas

Plántulas en vasos de poliestireno con 8 a 12 hojas verdaderas con primera bifurcación en el tallo deben ser trasplantadas a macetas más grandes o a suelo definitivo. Como contenedores en invernadero se utilizan bolsas de polietileno de color blanco calibre

600, de 50X50cm de altura y anchura, las cuales se pueden llenar con tezontle fino (menor a 3mm de diámetro), antes de proceder al trasplante se debe dar un riego con agua limpia acidificada con un pH de 5.5 (Perez & Castro, 2010). Productores de la región mencionan que han obtenido buenos resultados utilizando bolsas de polietileno negro. En estudios más recientes Ruiz (2012), menciona que la evaluación de sustratos que realizó en chile manzano en la región sur del Estado de México, en condiciones de semihidroponia obtuvo mejores resultados en rendimiento, con la combinación de sustratos de tezontle con vermicomposta; productores de la región mencionan que la combinación de tepojal mas hojarasca de encino en proceso de descomposición y estiércol de ganado vacuno composteado a una relación 1:1:1, les ha dado muy buenos resultados en cuanto a rendimiento de chile manzano. En las bolsas se deben realizar cavidades para que drene el agua, al momento del trasplante se debe agregar una cantidad de sustrato Growing Mix número 2 equivalente al volumen del vaso de poliestireno número 8, esto favorece la humedad cerca de las plantas en sus primeras fases de desarrollo.

Arreglo topológico

El arreglo de contenedores se recomienda en hileras de 1.60m por 50cm de separación entre plantas, de tal manera que en 1,500m² se colocan 13 hileras con 140 plantas en cada una, un total de 1,820 plantas, lo cual representa 1.2 plantas por metro cuadrado y equivale a 12,133 plantas por hectárea.

Nutrición del cultivo

Para el caso de producción en maceta la solución nutritiva de Stainer (1984), empleada comúnmente en este cultivo con resultados excelentes, debe aplicarse en el sistema de riego por goteo. La solución, de acuerdo a (Cuadro 1), se prepara en 1000 litros de agua. En la preparación se debe tenerse especial cuidado con la acidez, procurando un pH de 5.0 a 5.5 ajustado con ácido sulfúrico.

Cuadro 1. Cantidad de fertilizante utilizado para preparar 1000 litros de solución nutritiva para plantas de chile manzano establecidas en maceta e invernadero.

FUENTE	CANTIDAD (g)
Ácido Fosfórico 85%	100.0 ml
Sulfato de potasio	870.0
Sulfato de magnesio	1230.0
Nitrato de potasio	750.0
Nitrato de calcio	1300.0
Sulfato ferroso	50.0
Sulfato de manganeso	10.0
Sulfato de zinc	5.0
Sulfato de cobre	5.0
Borax	20.0g

Durante los primeros 20 días después del trasplante la solución se debe aplicar a una concentración del 50%, los siguientes 30 días al 75%, posteriormente al 100%, no es recomendable aplicar dosis mayores ya que pueden ocasionar salinización del sustrato y aumentar la presión osmótica, la cual disminuirá la absorción de agua y la deficiencia de magnesio, potasio y calcio (Perez & Castro, 2010).

Riegos

Los riegos son aplicados junto con la solución nutritiva, se debe conservar la humedad del sustrato de un 70 a un 80%. El consumo de agua de la planta depende de la etapa fenológica; cuando las plántulas están recién trasplantadas cada planta consume 350ml de agua por día, cuando ya está en plena producción la planta requiere de 2 a 2.3L de agua al día distribuida durante el día por varios riegos (Perez & Castro, 2010).

Manejo de sombra

La estructura del invernadero se debe cubrir con plástico blanco lechoso calibre 600 con un porcentaje de sombra del 50% de tal manera que cubra los requerimientos de sombra del chile manzano. Un exceso de sombra causa que las hojas inferiores del tallo de la planta se tornen amarillentas y se conviertan en puntos de demanda en lugar de fuentes de fotoasimilados, por lo cual se recomienda podar todas las hojas que están debajo de la primer bifurcación y conducir las ramas en forma de “V”, esto permite una mejor distribución de la radiación en los diferentes estratos del dosel (Perez & Castro, 2010).

Sistema de tutoreo

Consiste en conducir o guiar a las plantas en forma de “V” utilizando alambre galvanizado como tutoreo e hilo de algodón, en la parte superior, a una altura de 2.30m. Se coloca alambre galvanizado calibre 16 con espacios de 40cm de tal manera que se forma un enmallado donde descansaran las ramas que alcancen esta altura, cuando las

plantas alcanzan esta altura, es necesario incrementar el nivel de poda hasta el cuarto nudo después de la primer bifurcación (Perez & Castro, 2010).

Poda

La poda se realiza durante la etapa de crecimiento y producción, consiste en eliminar los brotes y hojas que se generan por debajo de la primera bifurcación del tallo, para favorecer la ventilación y reducir el riesgo de enfermedades fungosas como *botrytis cinerea* (*Botryotinia fuckeliana* De Bary), además de que son estructuras de demanda y no de fotoasimilados.

Cuando las plantas tienen dos años de edad, las ramas que crecen sobre el enmallado no permiten el paso de la radiación para el crecimiento de nuevos brotes o ramas en la parte inferior, las que crecen están en la parte superior pero su manejo y cosecha son difíciles por lo que debe realizarse una poda de rejuvenecimiento, la cual consiste en eliminar las ramas de la planta hasta el segundo o cuarto nudo, el corte de estos tallos o ramas debe realizarse a un centímetro después del nudo para evitar pudriciones o muerte descendente del tallo , ya que en el nudo se desarrollaran las nuevas hojas, tallos y frutos.

Cubierta del suelo (Grown cover)

Sobre la superficie del suelo, donde descansan las macetas, es recomendable colocar una capa de 5cm de tezontle blanco (tepojal) y sobre está el Grown cover, la cual evita el crecimiento de malezas y a su vez por ser de color blanco refleja radiación benéfica para el crecimiento de las plantas en sus primeras etapas. También disminuye la

diseminación de araña roja al evitar la dispersión del polvo en el suelo (Perez & Castro, 2010).

Apertura de cortinas

Es un aspecto importante la apertura y cierre de cortinas. En primavera y verano éstas se abren totalmente a las 7:00 horas y el cierre se realiza a las 18:30 horas, cuando el calor ha disminuido. En invierno existe la necesidad de modificar apertura a las 10:00 y cierre a las 16:30 con la finalidad de conservar el calor suficiente en invernadero y evitar daños por bajas temperaturas (Perez & Castro, 2010).

Uso de calentadores

Se recomienda uso de calefactores en invierno donde las temperaturas descienden hasta 0°C. En 1500m² de invernadero se recomienda emplear 20 calentadores distribuidos equidistantemente, el uso de ellos es más económico que los de gas (Perez & Castro, 2010). Sin embargo debe considerarse la relación costo beneficio con el uso de cualquier fuente de calor para conservar temperatura dentro del invernadero.

Nebulización

La humedad relativa adecuada para este cultivo es de 70-80% por lo que existe la necesidad de emplear un sistema de nebulización que permita mantener dichos valores, particularmente en primavera, donde la humedad relativa desciende hasta 30% (Perez & Castro, 2010).

Cosecha

La cosecha se efectúa cuando los frutos adquieren el color característico del cultivar en un 10% de su superficie. La forma más práctica de cosechar es manual con el uso de tijeras para facilitar el corte y evitar desgaje de ramas, para colectarlos y clasificarlos se utilizan bote o cubetas y en su comercialización se utilizan cajas de madera que pueden contener hasta 15kg de frutos (Perez & Castro, 2010).

2.2.8.2 Producción a campo abierto

Según Pérez y Castro (2010) el sistema de producción a campo abierto consiste en establecer una plantación bajo la sombra de algunos árboles de pino, aguacate, durazno u otro frutal que se localiza en el terreno, de tal manera que regulen la radiación requerida por la planta.

Selección de la semilla

Se obtiene de frutos maduros de color amarillo intenso y uniforme, seleccionado de plantas sanas, libres de plagas y enfermedades. La extracción de la semilla se realiza de forma manual y se conserva en bolsas de papel a temperatura ambiente por periodos relativamente cortos de no más de seis meses, ya que éstas semillas son recalcitrantes y pierden rápidamente su viabilidad (Perez & Castro, 2010).

Siembra

Se realiza de forma manual y puede ser establecida en almácigos o bien en charolas de diferentes cavidades, utilizando sustratos orgánicos comerciales como peat moss, Growing mix o bien con tierra de monte. La época de siembra es de marzo a mayo.

Trasplante

Se realiza entre los 70 y 80 días después de la siembra, cuando la planta alcanza de 25 a 35cm de altura y tiene alrededor de 10 hojas verdaderas. Se efectúa en época de lluvias en los lugares donde no cuentan con agua de riego; en los lugares que si la tienen el trasplante lo llevan a cabo antes de las lluvias, con el auxilio de un riego antes del trasplante. Se dejan espacios de 2 a 3m entre surcos, y de 40 a 60cm entre plantas, obteniéndose una densidad de siembra de 5,000 a 8,000 plantas por hectárea.

Aporque

Esta actividad consiste en acercar tierra suficiente al tallo de la planta con la finalidad de proporcionar soporte y proveerla de mayor humedad para lograr más vigor; esta práctica se realiza al momento del trasplante y cada vez que se aplica fertilizante al suelo.

Aplicación de cal

Se realiza con la finalidad de evitar la proliferación de hongos que atacan el cuello de la planta y de otros patógenos que atacan el cultivo, además de incrementar el pH del

suelo. Esta labor se realiza de forma manual al depositar de 3 a 5g de cal en el cuello al momento del trasplante y posteriormente en intervalos de 15 a 20 días.

Tutorado

Se realiza con la finalidad de proporcionar el soporte a las ramas de las plantas de chile. Las estacas se colocan en forma de “V” para permitir una mejor radiación para el cultivo y la circulación del aire. El tutorado consiste en amarrar hilo de rafia a las estacas desde la parte inferior hasta la parte superior, no existe una distancia exacta entre hileras de la rafia pero se llegan a establecer de 3 a 5 hileras, con una altura total aproximada de 1.50 a 1.80m.

Control de malezas

Puede ser manual o químico, consiste en eliminar, en intervalos de un mes, las malezas que crecen en el surco, entre ellos se deja una franja de maleza recortada con el objetivo de evitar la erosión del suelo, con lo cual se evita la competencia por nutrientes y la posibilidad de tener hospedero de plagas y enfermedades.

Riegos

Los riegos en temporada de lluvias no son necesarios a menos que la sequía intraestival o canícula, que generalmente se presenta en el mes de agosto, se prolongue demasiado, por lo que se aplica por gravedad en intervalos de 10 a 15 días.

Fertilización

La fertilización puede variar en cuanto a los intervalos y al número de aplicaciones debido a que el ciclo del cultivo es de 1 a 1.5 años o más, y porque es una planta semiperenne. También varían en función a las posibilidades económicas del productor. Algunos de ellos efectúan alrededor de cuatro aplicaciones, Otros cada mes y cada dos meses. Los fertilizantes más usados son: Triple 17, 18-46-00 y 12-24-12, por lo general no realizan análisis de suelos por lo que se recomienda aplicar a una relación 2:1:2 de nitrógeno, fosforo y potasio, respectivamente.

Cosecha

Se lleva a cabo en los 5 meses después del trasplante, el ciclo del cultivo puede variar de 1 a 1.5 años y en algunos casos hasta 2, con frecuencia de corte o colecta de frutos cada 15 días. El periodo de baja producción es de abril a junio y los meses de mayor producción son de septiembre a noviembre debido a la ausencia y presencia de lluvias. Generalmente una hectárea en este sistema produce de 15 a 25 toneladas por hectárea por ciclo del cultivo.

2.2.9 Plagas

Mosquita blanca (Diferentes especies)

Esta plaga (*Trialeuodes vaporarium* Westwood y *Bemisia* pp como principales especies) es importante en los primeros 10 días después del trasplante, ya que los altos niveles poblacionales pueden causar virosis como la del mosaico del tabaco, el chino y el jaspeado, entre otros. Para evitar que la población se incremente es recomendable colocar platos o cinta de polietileno amarilla distribuidos en todo el invernadero por lo menos cada 5m, los platos deben de ser cubiertos con una bolsa de plástico a la cual se le adhiere un pegamento especial como: adherex, adequim o el biotac. Cuando la bolsa este saturada de insectos se recomienda cambiarla.

Otra forma de combatir la plaga es con el uso de productos a base de extractos de plantas como Protek, Biocrak y Bugclean a una dosis de 2ml/L estos sirven como repelentes; como tratamiento químico se puede utilizar el Confidor (*Imidacloprid*) a una dosis de 1ml/L en el cuello de la planta después de los 10 días después del trasplante. Si el ataque de mosquita blanca es severo se recomienda una rotación de insecticidas.

Araña roja (*Tetranychus* sp)

Esta plaga succiona la savia de las hojas y produce un manchado rojizo en ellas, posteriormente se vuelven amarillentas y caen con mucha facilidad, para revenir su presencia se deben evitar las altas temperaturas arriba de los 25°C y las bajas humedades relativas menores al 50%, el control biológico puede ser con enemigos naturales como *Amblyseius californicus* MC Gregor, *Phytoseiulus permisilis* Athias-Henriot, *Feltiella acarisuga* Vallot, *Crysoperla carnea* Stephensy *Scolothrips sexmaxucatus*. En caso necesario aplicar AK 20 (Dicofol) o Agrimec (Abamectina) a razón de 1.0 a 0.7ml/L de agua respectivamente (Perez & Castro, 2010). Estudios realizados en la región de Villa Guerrero sobre resistencia de araña roja a acaricidas convencionales en cultivo de rosal muestran que este acaro es resistente a abamectina y muestra baja resistencia a productos como Oxido de Fenbulatin y Clorfenapir, por lo cual se recomienda utilizar estos productos pero de forma limitada (Gonzalez, 2010).

Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus* Banks)

Los primeros síntomas se aprecian como rizado de los nervios en las hojas apicales y brotes, y curvaturas de las hojas más desarrolladas; en ataques más avanzados se produce enanismo y una coloración verde intensa de las plantas. Se distribuye por focos dentro del invernadero y se dispersa rápidamente en épocas calurosas, requiere humedad relativa arriba del 80% y temperaturas arriba de 23°C. Para su control es conveniente evitar el goteo de la cubierta plástica y tener buena circulación del aire, en caso necesario aplicar Abamectina, Diazinon a una dosis de 1ml/L de agua.

Caracol de jardín (*Helixpomatia* L.)

Debido a que el chile manzano se cultiva en condiciones de sombra, alta humedad relativa (70-80%) y temperaturas frescas (10-20°C), prolifera la presencia de caracol de jardín. Los caracoles se alimentan de la epidermis de los tallos y frutos de la planta en las primeras fases de desarrollo de los cultivos sus daños pueden ser de graves consecuencias al causar la muerte de ramas por las lesiones que provocan al raspar el tejido epidérmico. Para el control de este molusco se recomienda espolvoreado de sal o cal y aplicación de cerveza; sin embargo, la forma más eficaz es retirarlos al atardecer, momento en el cual se alimentan de las plantas.

Gusano del fruto (*Heliotis virescens* Fabricius.)

Este gusano se alimenta de las hojas y frutos por lo que se recomienda mantener cerrados los accesos del invernadero para evitar la entrada de la palomilla que oviposita en las plantas.

Para su control se recomienda aplicar productos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner a razón de 1gr/L de agua, también se pueden aplicar extractos vegetales a base de ajo y cebolla como Bugclean, Protek y Biocrac que actúan como repelentes. En caso necesario se deben aplicar productos químicos como Metomil (*methomyl*) y piretroides (*Permetrina* y *Cipermetrinas*) que son de bajo poder residual y permiten cosechar los frutos después de una semana de su aplicación.

Pulgón (*Myzus persicae* Sulzer)

Es una plaga que ataca durante todo el ciclo del cultivo y se alimenta de la savia de la planta; su población se incrementa en períodos de días nublados y frescos. Para su control se emplean trampas de color azul similar a las amarillas para mosquita blanca. También se puede aplicar el hongo *Bauveria* sp., que parasita a esta plaga o como última opción se pueden aplicar productos insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.

2.2.10 Enfermedades

Marchitez del chile manzano

Es una enfermedad que de acuerdo a Pérez y Castro (2010) es provocada por *Phytophthora capsici* Leonian; sin embargo estudios sobre la etiología de dicha enfermedad (Vallejo, 2010) en la Región de Tenancingo y Coatepec de Harinas, es provocada por *Fusarium oxisporum* Schlecht. No obstante no escapa la posibilidad de que los causantes sean un complejo de patógenos incluyendo a los ya mencionados. Esta enfermedad para su desarrollo requiere temperaturas de 22°C, humedad mayor al 90% y sustratos muy húmedos, esta es la principal enfermedad a campo abierto, razón por la cual se emplean sustratos estériles. Los síntomas son marchitamientos vasculares iniciales y muerte posterior del tejido. Para la prevención de esta enfermedad se recomienda aplicar cal al cuello de la planta aplicaciones preventivas de fungicidas a base de cobre, azufre y clorotalonil y en casos curativos se puede aplicar Metalaxil.

Botrytis (*Botrytis cinérea* Pers)

Esta enfermedad se presenta en etapas avanzadas de desarrollo del cultivo cuando existen condiciones de humedad relativa mayor al 90%, particularmente cuando inicia la maduración de frutos, etapa en la que existe un follaje denso y se genera un ambiente de alta humedad relativa en el invernadero. En condiciones extremas de alta humedad relativa, la enfermedad llega a causar necrosis del tallo.

La mejor forma de controlar esta enfermedad es separando las plantas y efectuar oportunamente la poda de las hojas y brotes, así como disminuir la concentración de nitrógeno en la solución nutritiva, para reducir el vigor excesivo de las hojas. Los productos que se utilizan para controlar esta enfermedad, son a base de cobre, azufre, mancozeb y clorotalonil de forma preventiva y Metalaxil de forma curativa.

Fumagina (*fumagina* spp.)

Este hongo se alimenta de los azúcares que excretan las mosquitas blancas y pulgones. Cuando es alta la población de estos insectos, el hongo se reproduce con gran rapidez y logra cubrir toda la hoja con una coloración negra de tal manera que ya no realiza la actividad fotosintética adecuada. En su control se aplica caldo bordelés, el cual se prepara con 3 gramos de sulfato de cobre más 3 gramos de cal por litro de agua.

Pseudomonas spp.

Esta enfermedad bacteriana se presenta en forma de roña en las hojas y frutos, se encuentra presente en todo el ciclo del cultivo y es más intensa en los meses de noviembre a febrero. Se recomienda aplicar Oxitetraciclina (terramicina agrícola y Agrimicin).

2.2.11 Sistemas de producción de chile manzano en México

La producción de chile manzano usualmente se realiza en huertos semicomerciales, no mayores a 5 hectáreas, donde generalmente se encuentran asociados con árboles (Pérez & Castro, 1998). Este sistema de producción genera rendimientos de fruto variables que oscilan entre 5 y 7 toneladas por hectárea, dependiendo del manejo y las condiciones del temporal.

En la sierra norte de Puebla se cultiva en pequeños huertos intermontañosos con pendientes suaves, donde es posible encontrarlo como monocultivo o asociado con ciruelo (*Prunussalicine* Lindl) y manzano (*Malus pumilis* Mill),(Mosso, 1998). En Estados como México y Michoacán, se asocia principalmente con árboles de aguacate (*Persea americana* Mill) y durazno (*Prunus pérsica* (L). Bastch), (Juárez, 1998)

Una alternativa para mejorar los rendimientos y la productividad del chile manzano es mediante la producción intensiva que proponen Pérez y Castro (1998), la cual incluye el uso de invernadero, malla sombra o asociación con maíz, riego por goteo con solución nutritiva, como principales componentes tecnológicos, que permiten incrementar la densidad de población y se hace un uso más eficiente por unidad de tiempo.

2.2.12 Comercialización

De acuerdo a encuestas realizadas y productores visitados en el Estado de México, los mercados con mayor distribución del chile manzano son la Central de abastos de Ecatepec y la Central de abastos de la ciudad de Toluca (Espinoza, 2010). En menor escala se encuentran los mercados locales de Texcoco, Coatepec Harinas, Tenancingo, Valle de Bravo y Villa Guerrero los cuales distribuyen a los consumidores finales. Existen empresas importantes para la exportación de chile manzano, dos están ubicadas en Coatepec Harinas, Estado de México y una en el estado de Chihuahua.

Los centros de distribución de frutos de chile manzano como la central de abastos de Ecatepec y Toluca presentan características similares, ya que venden frutos provenientes de campo abierto e invernadero (Espinoza, 2010).

2.3 Caracterización morfológica

La caracterización morfológica de los materiales filogenéticos es una actividad que permite la selección de los materiales más promisorios para su posterior utilización en programas de mejoramiento. De acuerdo al Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGR, 1980), la caracterización consiste en registrar todas aquellas características que son altamente heredables, que pueden verse fácilmente y que son expresadas en todos los ambientes. Según Engels (1979), las descripciones morfológicas, agronómicas, fisiológicas, etc. deberían ser acompañadas de información relacionada con prácticas culturales, condiciones ambientales, etc. y además, las

colecciones que se describen deben crecer bajo condiciones uniformes para asegurar de esta manera que las diferencias registradas sean típicas de los materiales bajo esas circunstancias. Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influidos por el ambiente, como la flor y el fruto, así como las hojas, tallos, raíces y los tejidos celulares (Raven, *et. al.* 2005).

Las características morfológicas han sido usadas para la identificación de especies, familias y géneros de plantas, las cuales involucran factores de resistencia a enfermedades y plagas y de rendimiento, entre otros (Falconer & Mackay 1996). Muchos estudios de la diversidad genética en el género *Capsicum* están basados en el reconocimiento de la variación de caracteres morfológicos con el uso de métodos descriptivos y técnicas moleculares. Por medio de la descripción morfológica se ha encontrado variación en caracteres relacionados con la arquitectura de la planta y fruto de chile manzano (Chavez & Castillo 1999).

2.3.1. Guía de Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp). Del Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos. (IPGRI, 1995).

Es una organización científica, autónoma, de carácter internacional que funciona bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl). El IPGRI trabaja en colaboración con otras organizaciones como el Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los Vegetales (AVRDC) y con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) estableciendo un vínculo

especialmente estrecho con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

2.3.2 Guía para la descripción varietal de *C. annum*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, s. a.)

Esta guía técnica establece los lineamientos para la caracterización de variedades vegetales de *C. annum* de las cuales se pretenda certificar su semilla o para las cuales se solicite la expedición de título del obtentor, para determinar el cumplimiento de las condiciones de distinción, homogeneidad y estabilidad. Esta guía cuenta con 47 caracteres de *C. annum* para la identificación fenotípica, se tomaron 13 que son complementarios a la guía del IPGRI (1995).

III. JUSTIFICACIÓN

En México la producción de flor se expandió entre 1980 y 1990 con una superficie cultivada que creció de 3000 a 13000 hectáreas (Chauvet & Massieu, 1996), sin embargo, aunque su consumo es parte sociocultural inseparable de eventos y vida cotidiana de las personas, no se considera un producto de primera necesidad. El sur del Estado de México, particularmente la región de Tenancingo y Villa Guerrero, se ha dedicado a la producción de flor con incremento en la oferta por el aumento de la superficie cultivada; sin embargo la demanda no ha crecido y la falta de estrategias de mercado hacen que este negocio no sea rentable para las familias particularmente con producción en baja escala. Esta situación ha generado diversificación o cambio de la producción florícola a otras áreas de la horticultura como lo es la producción de chile manzano.

El chile manzano es un producto con altas posibilidades de comercialización a nivel mundial por su demanda para consumo como verdura, en los Ángeles California y E. U. (Barrza 2000), o bien por sus propiedades químicas para la obtención de derivados de la capsaicina, metabolito secundario que confiere el picor del chile, la capsaicina es usada como analgésico para dolores musculares y articulares (Breneman, 1992), con algunos usos como, aplicaciones tópicas continuas de capsaicina han demostrado que reduce el dolor causado por *Herpes Zoster* virus tipo I y II (Bernstein, 1989), y en diabéticos disminuye la neuropatía diabética como alteraciones cutáneas con manifestación dolorosa (Chad, 1990) y (Takahashi, *et. al.* 1977). Además en la dieta del mexicano, el chile ha tenido una marcada preferencia; ya que además de dar sabor a las

comidas, tiene cualidades nutricionales por su contenido de vitaminas A, C, y algunas del complejo B (Hinojoza 1984).

Lo anterior implica que el desarrollo de nuevas variedades con características uniformes podría mejorar las ganancias económicas en la producción de esta hortaliza. Sin embargo, la falta de conocimiento de la diversidad genética de esta especie que ostentan los productores en sus parcelas de cultivo limita el conocimiento sobre la distribución de diferentes colectas, así como estudios de caracterización que pueden ser la antesala del inicio de mejoramiento genético de mediano y largo plazo que genere variedades propias para la región (Latournerie, *et. al.*, 2002).

Actualmente en la región de Tenancingo, el cultivo de chile manzano esta reducido a colectas locales heterogéneas de las que es importante contar con patrones de identificación, caracterización y evaluación de caracteres cualitativos o cuantitativos. Es por ello que en el presente trabajo se realizó la caracterización de 3 colectas de chile manzano cultivadas en la región sur del Estado de México como una primera estrategia para la identificación de variabilidad genética de esta especie.

IV. HIPÓTESIS

La variabilidad genética del chile manzano promueve diversidad de caracteres morfológicos contrastantes que pueden permitir programas de mejoramiento genético de dicha especie.

V. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar morfológicamente tres colectas de chile manzano

Objetivos específicos:

- Caracterizar fenotípicamente las colectas de chile manzano
- Identificar caracteres contrastantes de las colectas estudiadas

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo en 250 m de invernadero en las instalaciones del Centro Universitario UAEM Tenancingo, Estado de México, el cual se localiza a $18^{\circ} 57' 0.89''$ de latitud norte y $99^{\circ} 36' 45.32''$ de longitud oeste, y a una altitud de 2065 msnm.

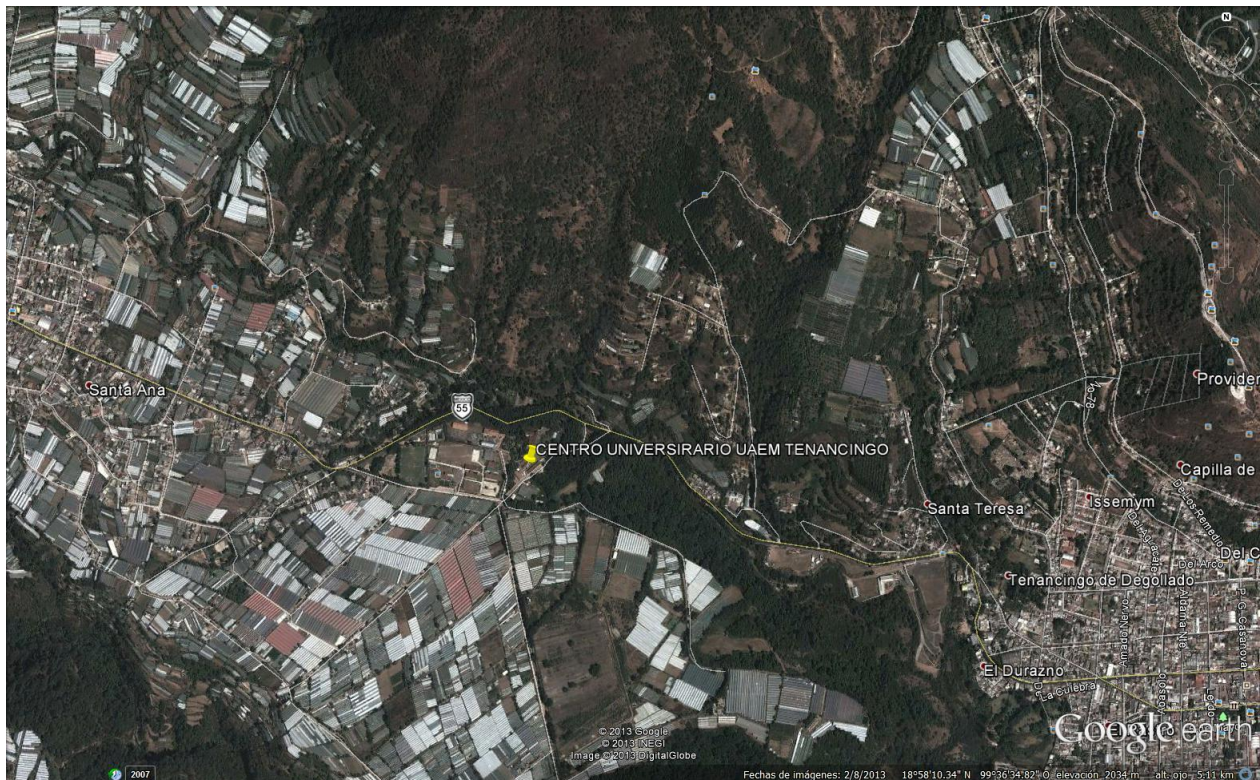


Figura 1. Mapa satelital Google earth, INEGI 2013. Centro Universitario UAEM Tenancingo.

5.2 Material biológico

Se utilizaron tres colectas de *C. pubescens*:

Colecta 1: Identificada como FB (Flor blanca). Son plantas de hábito indeterminado, entrenudos cortos con flores de corola blanca.

Colecta 2: Identificada como FMC (Flor morada entrenudos cortos). Son plantas de hábito determinado entrenudos cortos y con flores de corola morada.

Colecta 3: identificada como FML (Flor morada entrenudos largos). Son plantas de entrenudos largos, con hábito de crecimiento intermedio con flores de corola morada.

5.2.1 Extracción de la semilla

La extracción de la semilla se realizó de chiles frescos donados por productores. Frutos provenientes de plantas de flor de corola blanca fueron aportados por el productor Sr. Augusto Zarate, de la comunidad del Zarco del municipio de Tenancingo, en tanto que frutos provenientes de plantas de flor de corola morada entrenudos cortos y flor de corola morada entrenudos largos fueron colectadas por el Ingeniero Agrónomo Gerardo Jacobo Madero del municipio de Coatepec Harinas. Las semillas se lavaron con agua corriente para quitarles la pulpa y dejarlas listas para la siembra.

5.3 Siembra

La siembra se hizo en charolas de polietileno negro de 72 cavidades en sustrato de hojarasca de encino cernida a una profundidad de 3 veces el tamaño de la semilla, aproximadamente 3mm.



Figura 2. Siembra de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, en charola de poliestireno. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

5.4 Trasplante

El trasplante a vasos de poliestireno con hojarasca de encino se realizó cuando las plantas presentaron de 6 a 8 hojas verdaderas. Ahí permanecieron durante un mes. Al mes se realizó el segundo trasplante cuando las plantas presentaban más de 12 hojas verdaderas, las cuales se colocaron en bolsas negras de vivero de 60 litros. El sustrato fue tierra arenosa, de la que por cada 200kg de tierra arenosa se le agregó 2kg de cal y 4kg de Superfosfato de calcio simple (00-20-00). Las bolsas se ordenaron en tresbolillo a doble hilera con una separación de 50 cm entre plantas. La distribución de las colectas fue completamente al azar.

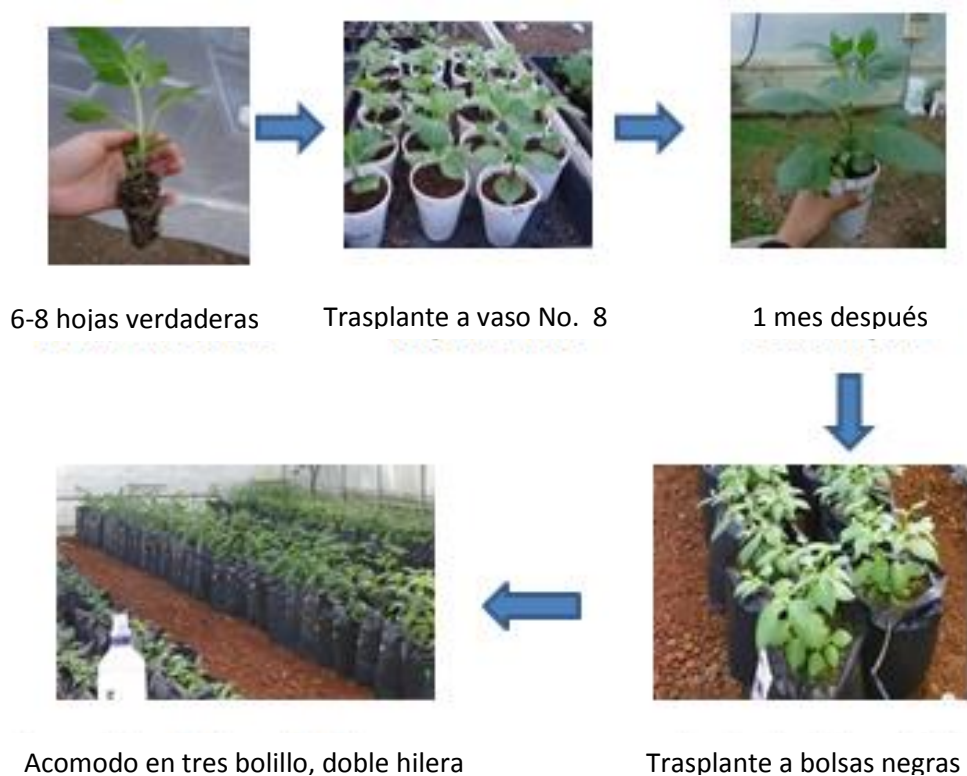


Figura 3. Trasplante a vaso y bolsa negra de polietileno de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, en charola de poliestireno.

5.5. Caracterización morfológica

La caracterización morfológica se realizó de acuerdo a la Guía “Descriptores para *Capsicum spp*”, del IPGRI (1995), de la cual se tomaron 70 descriptores morfológicos (Anexos 1 y 3), así como de la “Guía para la descripción varietal de *C. annum*”, del SNICS (s. a.) de la que se tomaron 13 descriptores morfológicos complementarios (Ver anexo 2).

5.6. Análisis de datos

Los caracteres morfológicos cuantitativos evaluados se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial (prueba de t para contraste de dos poblaciones), para lo cual se utilizó el programa Excel de MO 2010. Los caracteres cualitativos se analizaron por las escalas descritas en las guías de descripción varietal (IPGRI 1995; SNICS s. a.). Ver anexos 1 y 2.

Plántula

Caracteres cuantitativos como longitud y ancho de la hoja cotiledónea fueron registrados cuando el brote terminal media de 1 a 2mm de ancho en las tres colectas. En los caracteres cualitativos se tomó como referencia un esquema para forma de hoja cotiledónea (Anexo 3, Figura 26) y escalas para color de hipocótilo, pubescencia del hipocótilo y color de la hoja cotiledónea de la guía IPGRI (1995), (Ver anexo 1, Cuadro 17).

Planta madura

Los datos se tomaron cuando la planta estaba madura con un inicio de floración en por lo menos el 50% de las plantas evaluadas. Para longitud de tallo y diámetro de tallo se tomó como referencia medir antes de la primera bifurcación, el descriptor altura de la planta se tomó de plantas maduras identificadas por inicio de floración y el ancho fue medido en la parte más ancha de la planta. Para caracteres como ciclo de vida, color del tallo, antocianina del nudo, forma del tallo, densidad de ramificación, macollamiento, densidad de hojas, color de la hoja y margen de la lámina foliar se tomaron como

referencia escalas (Anexo 2, Cuadro 18), para pubescencia del tallo, hábito de crecimiento de la planta, forma de la hoja y pubescencia de la hoja se tomaron como referencia esquemas (Anexo 3, Figuras 23, 24, 25 y 26), de la guía IPGRI (1995). Para el carácter hábito de crecimiento, entrenudos cortos en la parte superior y ampollado de la superficie de la hoja se tomó como referencia escalas (Anexo 1, cuadro 16) de la guía del SNICS (s. a.).

Inflorescencia

Los datos se tomaron en flores abiertas al momento de la antesis durante el primer flujo de floración, los días a floración son de la siembra hasta que el 50% de la población presentaba por lo menos una flor abierta. La longitud de la antera y filamento se midió inmediatamente a la antesis, el número de flores por axila, color de la corola, color de la mancha de la corola, forma de la corola, color de las anteras, color del filamento, exserción del estigma, esterilidad masculina y pigmentación del cáliz se tomó como referencia escalas (Anexo 2, Cuadro 19) y para posición de la flor, margen de cáliz y constricción anular del cáliz se tomaron de esquemas (Anexo 3, Figuras 27, 28 y 29) de la guía IPGRI (1995).

Fruto

Los datos se tomaron en frutos maduros, el periodo de fructificación inicio cuando el 50% de las plantas presentaron por lo menos un fruto maduro y para las tres colectas se inició a contabilizar del 15 de abril de 2012 en FB y para FMC y FML se tomó a partir del 01 de mayo, y se dejó de contabilizar el 30 de diciembre de 2012, debido a que en

estos dos últimos meses la producción cesó por las bajas temperaturas. Para el descriptor prendimiento del fruto se tomaron los días que se hace una flor después de abierta en tener un fruto de por lo menos 1cm de diámetro. Para las mediciones de ancho y largo de fruto, grosor del pericarpio, longitud de la placenta y grosor del pedúnculo, se realizó un calibrador vernier. El peso de fruto se tomó con una balanza analítica. Para los descriptores manchas o rayas antocianinicas, color del fruto en estado intermedio, color del fruto en estado maduro, cuajado del fruto, tipo de epidermis del fruto, persistencia en frutos maduros del pedicelo con el fruto y pedicelo con el tallo y condición de la mezcla varietal se tomó como referencia escalas (Anexo 2, Cuadro 20) y para forma del fruto en la unión con el pedicelo, cuello en la base del fruto, forma del ápice del fruto, apéndice del fruto, vestigio de la floración, relación ancho-largo del fruto y arrugamiento transversal del fruto con esquemas (Anexo 3, Figuras 30, 31, 32, 33, 34 y 35) de la guía IPGRI (1995). Para los caracteres posición del pedúnculo, sabor del fruto, brillantez del fruto, profundidad de la depresión interocular y forma predominante de la sección longitudinal se tomó de como referencia escalas (Anexo 1, cuadro 16), de la guía del SNICS (s. a.)

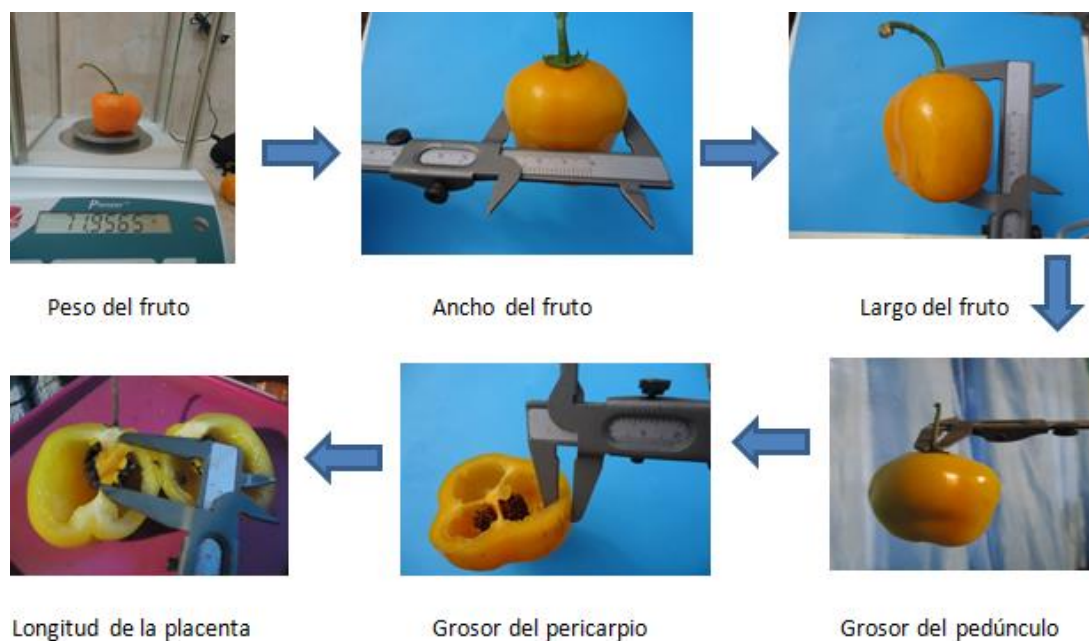


Figura 4. Forma en la que se tomó la medición en frutos de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, en charola de poliestireno

Semilla

Para los descriptores de la semilla se tomaron los datos en semillas frescas. Los datos de tamaño y diámetro de la semilla se tomaron con un calibrador vernier, el peso de 1000 semillas se tomó en una báscula analítica, en semillas de frutos recién colectados. El color de semilla, superficie de la semilla se tomó como referencia escalas (Anexo 2, Cuadro 21) de la guía del IPGRI (1995).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados de la guía de caracterización del IPGRI (1995)

6.1.1 Plántula

De los seis descriptores para plántula dos son cuantitativos largo y ancho de la hoja cotiledónea (Cuadro 2) y cuatro son cualitativos como, color del hipocótilo, color de hoja cotiledónea, forma de la hoja cotiledónea y pubescencia del hipocótilo (Cuadro 3). La colecta FB muestra color de hipocótilo verde en comparación con FMC y FML que fue de color morado (Figura 5). El hipocótilo de la colecta de FML presentó pubescencia intermedia, en tanto que las colectas FB y FMC presentaron pubescencia densa. En cuanto al color y forma de la hoja cotiledónea los resultados fueron constantes en las tres colectas con color verde y forma lanceolada (Figura 6).



Figura 5. Color del hipocótilo en tres colectas de Chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.



Figura 6. Color, forma de la hoja, largo y ancho de la hoja cotiledónea en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

En largo y ancho de hoja cotiledónea se observaron diferencias significativas para ambos caracteres (Prueba de t; $P \leq 0.05$), en donde se observaron las mayores diferencias entre la colecta FML con las otras dos (FMC y FB), estas últimas muy similares entre si aun cuando se observaron las diferencias estadísticas. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: largo de hoja cotiledónea y ancho de hoja cotiledónea.






Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
ANCHO DE HOJA COTILEDÓNEA (cm)	FB -	FB	30	12.37	13.27	0.01*
	FMC	FMC	30	9.97	3.55	
	FB -	FB	30	12.37	13.27	5X10 ⁻⁴ **
	FML	FML	30	9.67	1.13	
	FMC -	FMC	30	9.97	3.55	0.47 ^{NS}
	FML	FML	30	9.67	1.13	
LARGO DE HOJA COTILEDÓNEA (cm)	FB -	FB	30	27.47	20.12	0.60 ^{NS}
	FMC	FMC	30	27.93	7.79	
	FB -	FB	30	27.47	20.12	0.51 ^{NS}
	FML	FML	30	28.07	6.41	
	FMC -	FMC	30	27.93	7.79	0.83 ^{NS}
	FML	FML	30	28.07	6.41	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; cm= centímetros; P= Probabilidad; ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

Cuadro 3. Descriptores de plántula para 4 caracteres vegetativos cualitativos en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo (Anexo 2, Cuadro 17 y Anexo 3, Figura 26).

DESCRIPTOR	FB	FMC	FML
Color de la hoja cotiledónea	Verde	Verde	Verde
Forma de la hoja cotiledónea	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada
Color del hipocótilo	Verde	Morado	Morado
Pubescencia del hipocótilo	Densa	Densa	Intermedia

FB: Flor blanca.; FMC: Flor morada entrenudos cortos; FML: Flor morada entrenudos largos.

-  Constantes en las tres colectas
-  Constantes en FB
-  constantes en FMC y FML
-  Constantes en FB y FMC
-  Constantes en FML

6.1.2 Planta madura

De los 19 descriptores para planta madura trece son cualitativos y seis cuantitativos; de los cuales tres fueron constantes en las tres variedades y dieciséis contrastantes (Cuadro 4). Ciclo de vida perenne, tallo cilíndrico y color de tallo verde son constantes en FB, FMC y FML, los resultados para antocianinas de nudo en FB no presenta, son de color verde y las colectas FMC y FML si lo presentan de color morado (Figura 7).

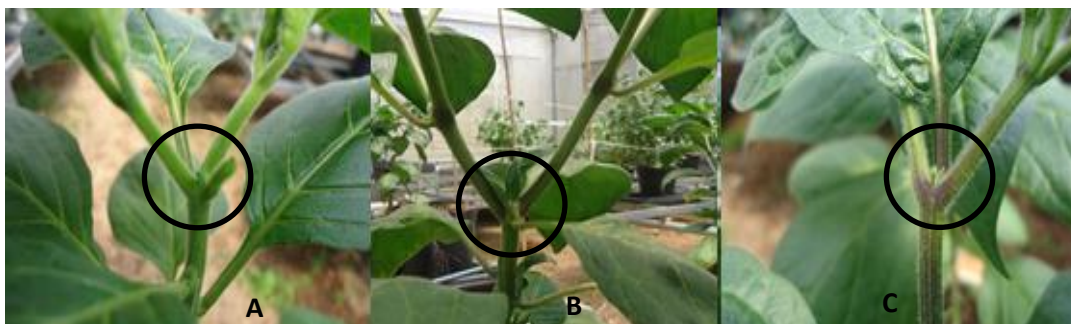


Figura 7. Color de manchas por acumulación de antocianinas en nudo de tres colectas de Chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Referente a pubescencia del tallo, en FB es escaso a diferencia de FMC y FML que presenta tallo con pubescencia intermedia. Para longitud del tallo los resultados muestran que las tres colectas son diferentes y para diámetro del tallo, los resultados para FB muestran diferencias con FMC, y no presenta diferencias comparada con FML, la colecta FMC es diferente a FB y FML (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 5).

Los resultados para el descriptor macollamiento muestran que para FMC es densa, para FB intermedia, y para FML escasa (Figura 8). El hábito de crecimiento de la planta, para la colecta de FML es erecto, para FB y FMC es intermedio (Cuadro 4). La

densidad de hojas en la planta para las colectas de FML y FMC es intermedia y para FB es densa.

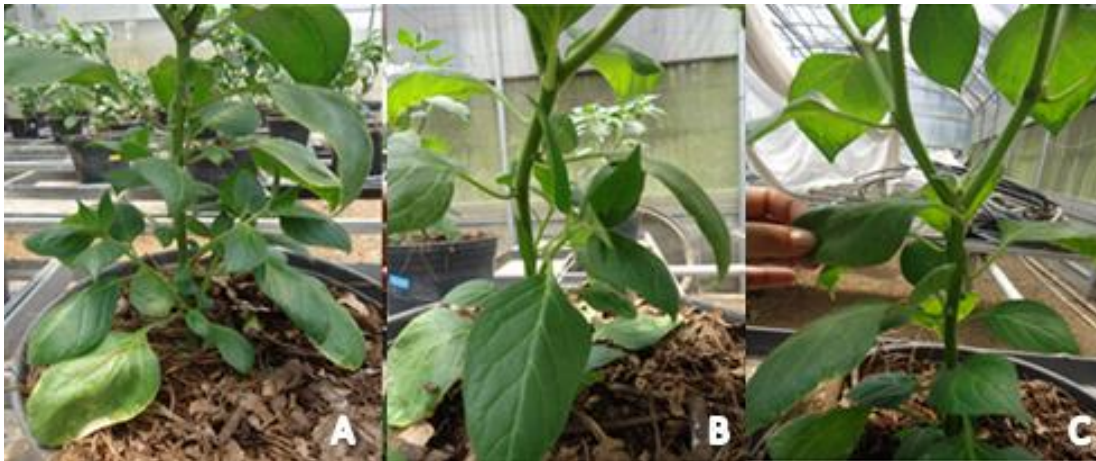


Figura8. Densidad de macollamiento en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor morada entrenudos cortos, B) Flor blanca, C) Flor morada entrenudos largos.

Solanki y colaboradores (1986), mencionan que al ser compacta o erecta la planta tendrá mayor número de ramas principales que correlaciona positivamente con el rendimiento, esta característica solo la presenta la colecta FML, las otras dos son de hábito de crecimiento intermedio. La densidad de hojas en la planta para las colectas de FML y FMC es intermedia y para FB es densa.

El color de la hoja para FB es verde y para FMC y FML verde oscuro. El margen y la forma de la hoja para FB es ciliada y para FMC y FML ondulada (Figura 9). La pubescencia de hojas para la colecta de FB es escasa, para FMC y FML es intermedia, Smith y Heiser (1951), mencionan que para *Capsicum*, hay mayor cantidad de plantas con hojas de pubescencia escasa, pero si se le suman las intermedias y las densas la

proporción es igual. Los resultados para longitud y ancho de la hoja madura, en la colecta de FB muestra que es diferente a las colectas de FMC y FML, siendo estas dos las de mayor longitud y ancho, sin embargo entre estas dos colectas no hubo diferencias significativas (Prueba de t; $P \leq 0.05$, Cuadro 5, Figura 9).

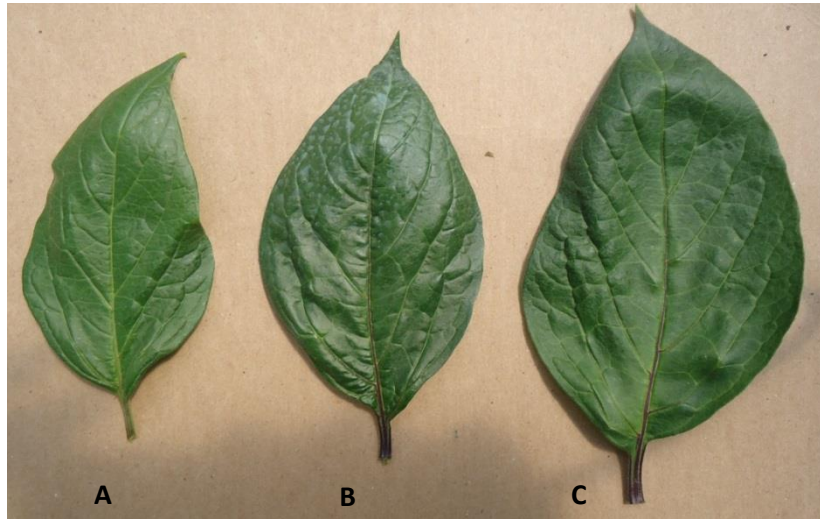


Figura 9. Color de hoja, forma del margen de la hoja, forma de la hoja y longitud y ancho de la hoja madura, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

La colecta FB y FMC presentan ramificación y densidad de hojas intermedia, a diferencia de FML que presenta una ramificación y densidad de hojas escasa (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 5). En altura de planta FB y FMC fueron diferentes estadísticamente con menor altura que FML (Figura 10). Para el ancho de la planta FMC y FML fueron significativamente menos anchas que FB (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 5, figura 11).

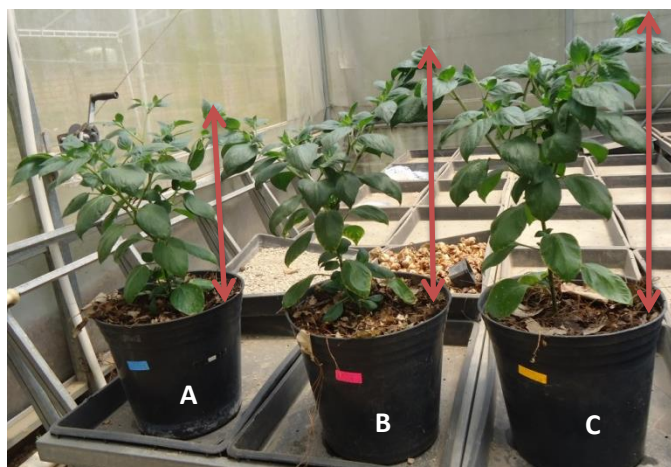


Figura 10. Altura de la planta, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos

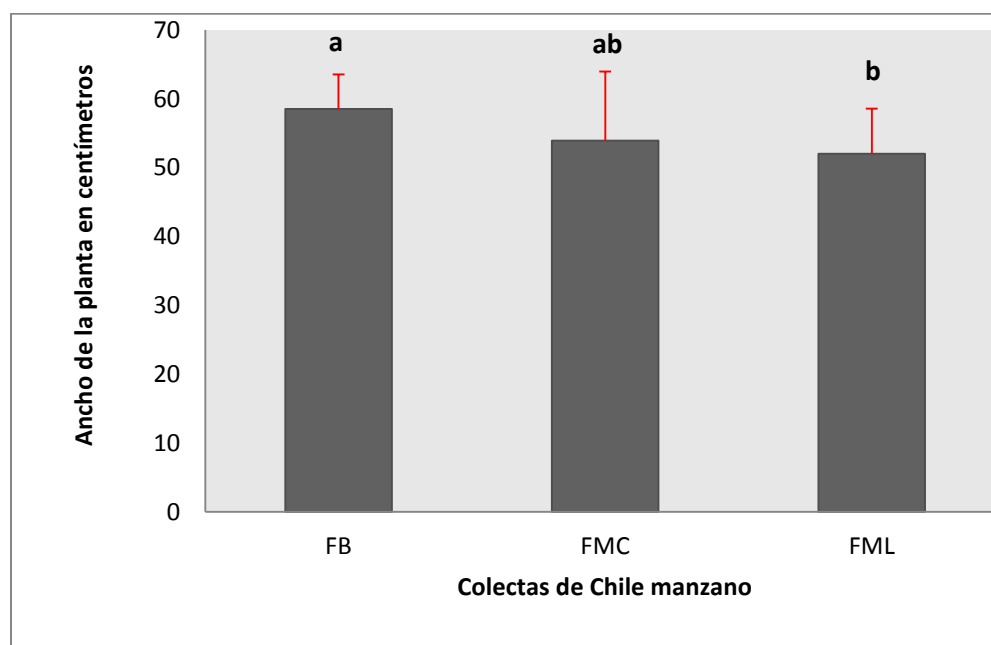








Figura 11. Grafica de barras para ancho de la planta, columnas con la misma letra no fueron diferentes estadísticamente ($t=0.05$), en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. FB= Flor blanca; FMC= Flor morada entrenudos cortos; FML Flor morada entrenudos largos. Barras de error= desviación estándar.

Cuadro 4. Descriptores de la planta madura para 13 caracteres cualitativos en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo (Anexo 2. Cuadro 18, y Anexo 3, Figura 27, 28, 29 y 30).

DESCRIPTOR	FB	FMC	FML
Ciclo de vida	Perenne	Perenne	Perenne
Color del tallo	Verde	Verde	Verde
Forma del tallo	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico
Antocianina del nudo	Ausente	Verde con rayas purpuras	Verde con rayas purpuras
Color de la hoja	Verde	Verde oscuro	Verde oscuro
Forma de la hoja	Ciliada	Ondulada	Ondulada
Margen de la lámina foliar	Ciliada	Ondulada	Ondulada
Pubescencia de la hoja	Escasa	Intermedia	Intermedia
Pubescencia del tallo	Escasa	Intermedia	Intermedia
Densidad de ramificación	Intermedia	Intermedia	Escasa
Habito de crecimiento de la planta	Intermedio	Intermedio	Erecta
Densidad de hojas	Intermedio	Intermedio	Escaso
Macollamiento	Denso	Intermedio	Escaso

FB: Flor blanca.; FMC: Flor morada entrenudos cortos; FML: Flor morada entrenudos largos.

	Constantes en las tres colectas
	Constantes en FB
	constantas en FMC y FML
	Constantes en FB y FMC
	Constantes en FMC
	Constantes en FML

Cuadro 5. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores cuantitativos de la planta madura: altura de la planta, ancho de la planta, longitud del tallo, diámetro del tallo y longitud de la hoja madura.

Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media (cm)	Varianza	P
ALTURA DE LA PLANTA (cm)	FB - FMC	FB FMC	15 15	65.80 66.2	59.46 95.46	0.87 ^{NS}
	FB - FML	FB FML	15 15	65.80 74.73	59.46 20.07	1X10 ^{-3**}
	FMC - FML	FMC FML	15 15	66.2 74.73	95.46 20.07	2X10 ^{-3**}
	FMC - FML	FMC FML	15 15	66.2 74.73	95.46 20.07	2X10 ^{-3**}
ANCHO DE LA PLANTA (cm)	FB - FMC	FB FMC	15 15	58.53 53.93	24.84 100.78	0.06 ^{NS}
	FB - FML	FB FML	15 15	58.53 52	24.84 42.86	4X10 ^{-3**}
	FMC - FML	FMC FML	15 15	53.93 52	100.78 42.86	0.44 ^{NS}
	FMC - FML	FMC FML	15 15	53.93 52	100.78 42.86	0.44 ^{NS}
LONGITUD DEL TALLO (cm)	FB - FMC	FB FMC	30 30	20.63 23.02	15.03 27.49	0.03 [*]
	FB - FML	FB FML	30 30	20.63 26.15	15.03 35.66	4X10 ^{-6**}
	FMC - FML	FMC FML	30 30	23.02 26.15	27.49 35.66	0.04 [*]
	FMC - FML	FMC FML	30 30	23.02 26.15	27.49 35.66	0.04 [*]
DIÁMETRO DEL TALLO (mm)	FB - FMC	FB FMC	30 30	8.80 7.97	5.27 1.90	0.07 ^{NS}
	FB - FML	FB FML	30 30	8.80 8.83	5.27 2.49	0.95 ^{NS}
	FMC - FML	FMC FML	30 30	7.97 8.83	1.9 2.49	3X10 ^{-3**}
	FMC - FML	FMC FML	30 30	7.97 8.83	1.9 2.49	3X10 ^{-3**}
LONGITUD DE LA HOJA MADURA (cm)	FB - FMC	FB FMC	30 30	17.4 19.4	8.06 6.64	4X10 ^{-3**}
	FB - FML	FB FML	30 30	17.4 19.90	8.06 4.56	5X10 ^{-4**}
	FMC - FML	FMC FML	30 30	19.4 19.90	6.64 4.56	0.32 ^{NS}
	FMC - FML	FMC FML	30 30	19.4 19.90	6.64 4.56	0.32 ^{NS}

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; cm=centímetros; mm= milímetros; P= Probabilidad; ^{NS} =no significativo; * = significativo; **=altamente significativo.

Continuación cuadro 8. Ancho de la hoja madura

Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media (cm)	Varianza	P
ANCHO	FB -	FB	30	9.10	1.4	0.06*
	FMC	FMC	30	9.80	2.86	
DELA	FB -	FB	30	9.10	1.40	0.005**
	FML	FML	30	10.20	2.61	
MADURA	FMC -	FMC	30	9.80	2.86	0.30 ^{NS}
	FML	FML	30	10.20	2.61	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; cm=centímetros; P= Probabilidad; ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

6.1.3 Inflorescencia

En cuanto a los 16 descriptores registrados para flor, en las tres colectas 5 son cuantitativos y 11 son cualitativos. Del total de caracteres 8 fueron constantes en las tres colectas y 8 fueron contrastantes. FB presentó mayor precocidad con floración a 5.6 meses en promedio (Cuadro 6), que desde el punto de vista económico puede ser atractiva para ganar mejores precios en mercado por demanda. (Castro *et. al.*, 2008), en tanto que, FMC inició floración a los 6 meses después de la siembra y FML a los 6.2 meses. Para este descriptor las tres colectas fueron diferentes estadísticamente (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 6). La colecta de FB presenta flores más pequeñas en comparación con las colectas FML y FMC los resultados muestran que las tres colectas son diferentes en longitud de corola (Prueba de t; $P \leq 0.05$, Cuadro 6, Figura 12), lo que podría estar relacionado con el tamaño del fruto. La colecta de FB presenta anteras más pequeñas a diferencia de FMC y FML, sin embargo FMC también fue diferente a FML (Prueba de t; $P \leq 0.05$, Cuadro 6). En longitud de filamento de estambre solo FB fue diferente de FMC.

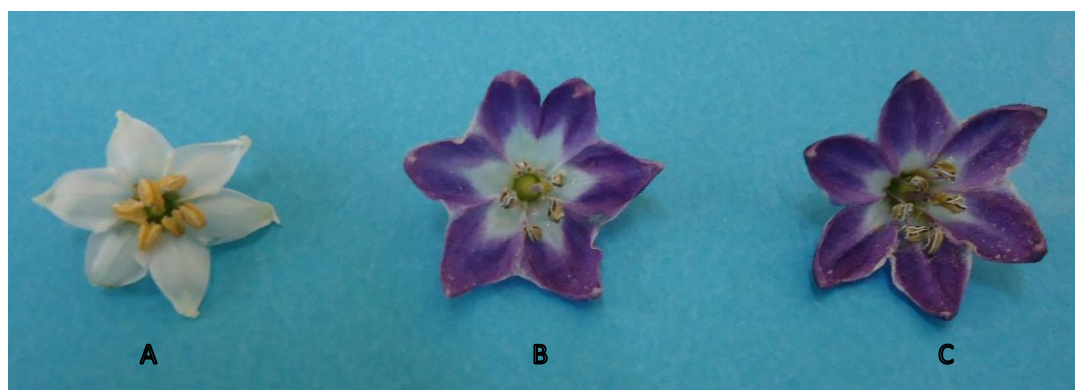


Figura12. Tamaño de la corola en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Cuadro 6. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para 4 descriptores cuantitativos: días a floración, longitud de la corola, longitud de la antera y longitud del filamento.

Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
DÍAS A FLORACIÓN (dds)	FB -	FB	15	170.47	23.12	3X10 ⁻⁵ **
	FMC	FMC	15	181.33	31.67	
	FB -	FB	15	170.47	23.12	2X10 ⁻⁹ **
	FML	FML	15	185.6	0.69	
	FMC -	FMC	15	181.33	31.67	0.01**
	FML	FML	15	185.6	0.69	
LONGITUD DE LA COROLA (mm)	FB -	FB	30	10.50	0.74	0.01**
	FMC	FMC	30	10.97	0.72	
	FB -	FB	30	10.50	0.74	7X10 ⁻⁵ **
	FML	FML	30	11.4	0.66	
	FMC -	FMC	30	10.97	0.72	2X10 ⁻³ **
	FML	FML	30	11.4	0.66	
LONGITUD DE LA ANTERA (mm)	FB -	FB	30	2.11	0.03	0.08 ^{NS}
	FMC	FMC	30	2.21	0.04	
	FB -	FB	30	2.11	0.03	2X10 ⁻⁴ **
	FML	FML	30	2.33	0.04	
	FMC -	FMC	30	2.21	0.04	0.02*
	FML	FML	30	2.33	0.04	
LONGITUD DEL FILAMENTO (mm)	FB -	FB	30	3.03	0.52	0.02*
	FMC	FMC	30	3.47	0.40	
	FB -	FB	30	3.03	0.52	0.10 ^{NS}
	FML	FML	30	3.3	0.56	
	FMC -	FMC	30	3.47	0.4	0.31 ^{NS}
	FML	FML	30	3.3	0.56	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; P= Probabilidad; dds=días después de la siembra; mm= milímetros; cm=centímetros; ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

Referente a los descriptores cualitativos, la colecta FB presenta 2 flores por axila (Figura 7, A.) a diferencia de las colectas FMC y FML que solo presentan una flor por axila en su mayoría de entrenudos. La característica flores por axila, es una de las variables más importantes para diferenciar morfotipos, donde la condición de la flor solitaria es de herencia simple y dominante, por lo cual se puede utilizar como una característica discriminante (Andrews, 1995). Las tres colectas presentan posición de corola erecta (Figura 7) y forma acampanulada (Cuadro 7).

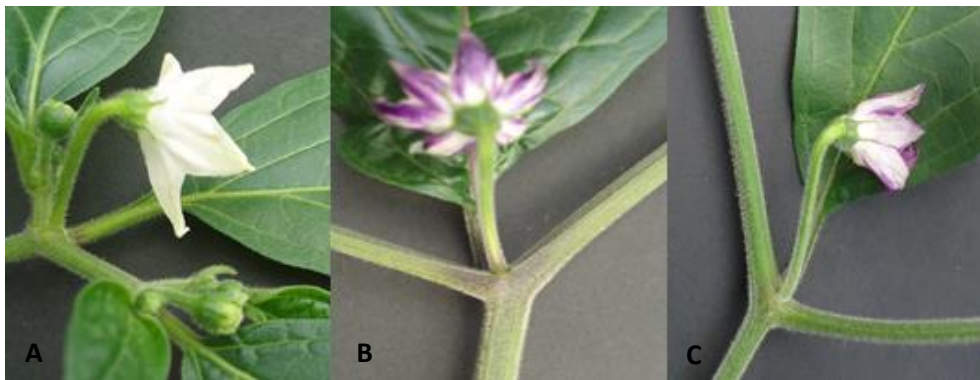


Figura 13. Posición y número de flores por axila en tres colectas de Chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

A diferencia de otras especies como *C. annum* que solo presenta corola blanca, las colectas evaluadas de *Capsicum pubescens* presentaron corola blanca (FB) y morada (FML y FMC) (Figura 14 B, C.), (Muñoz, 2002). Las colectas de FML y FMC presentan anteras color morado a diferencia de la colecta de FB que tiene anteras color amarillo (Figura 14).



Figura 14. Color de corola, anteras y mancha de corola en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Las colectas FB y FMC presentan color de filamento blanco y para la colecta FML el color del filamento es morado (Figura 15). La colecta de FB presenta exserción del estigma al mismo nivel y las colectas de FMC y FML lo presentan exerto, es decir el estigma sobre sale al nivel de las anteras, característica que favorece la polinización cruzada que ocurre en flores cuyos estigmas son más altos que el nivel de los estambres (IPGRI, 1983), ninguna de las tres colectas presenta esterilidad masculina y el margen del cáliz es intermedio característica asociada a la especie *C. chinense* (Nora & William, 1991), la pigmentación del cáliz para las tres colectas es ausente y presentan constricción anular del cáliz (Cuadro 7).

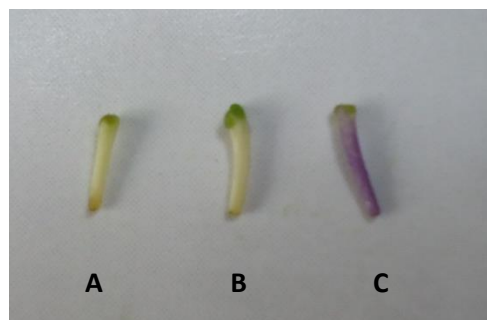







Figura 15. Color del filamento en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Cuadro 7. Descriptores para inflorescencia de 11 caracteres cualitativos y 1 cualitativo de tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo (Anexo 2, Cuadro 19 y Anexo 3, Figura 31, 32 y 33).

DESCRIPTOR	FB	FMC	FML
Posición de la flor	Erecta	Erecta	Erecta
Color de la mancha de la corola	Blanca	Blanca	Blanca
Forma de la hoja de la corola	Acampanulada	Acampanulada	Acampanulada
Pigmentación del cáliz	Ausente	Ausente	Ausente
Margen del cáliz	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Constricción anular del cáliz	Presente	Presente	Presente
Esterilidad masculina	No	No	No
Color del filamento	Blanco	Blanco	Morado
Número de flores por axila	2	1	1
Color de la corola	Blanca	Morada con la base blanca	Morada con la base blanca
Color de las anteras	Amarillo	Morado	Morado
Exserción del estigma	Al mismo nivel	Exerto	Exerto

FB: Flor blanca; FMC: Flor morada entrenudos cortos; FML: Flor morada entrenudos largos.

	Constantes en las tres colectas
	Constantes en FB
	constantes en FMC y FML
	Constantes en FB y FMC
	Constantes en FML

6.1.4 Fruto

De los 23 descriptores para fruto 14 son cualitativos y 9 cuantitativos. Del total, 10 fueron constantes en las tres colectas y 13 contrastantes. No hubo diferencias en cuanto a días a prendimiento de fruto, (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 8). El cuajado de fruto (inicio de fructificación) en FB fue mayor comparado con las colectas FMC y FML. El período de fructificación de FB fue de 8.83 meses y fue diferente al de FMC y FML de 8.2 meses.

Para el descriptor de manchas o rayas antocianínicas del fruto, las colectas no lo presentaron. El color de fruto en estado intermedio es verde para las tres colectas (Figura 16) y en estado maduro es amarillo limón en FB, amarillo naranja en FMC y naranja en FML, (Figura 17). La forma del fruto en las tres colectas es de forma acampanulada y en bloque. (Figura 17 y Anexo 3, Figura 34, 5).

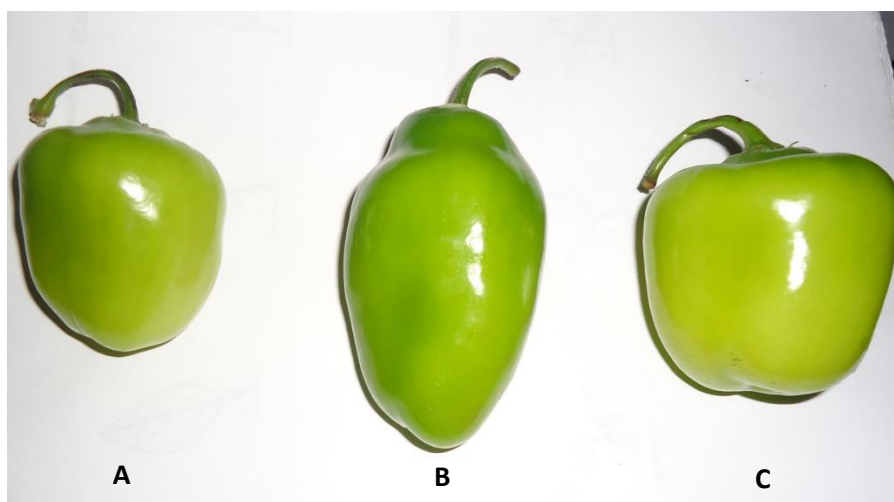


Figura 16. Color de fruto en estado intermedio en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos

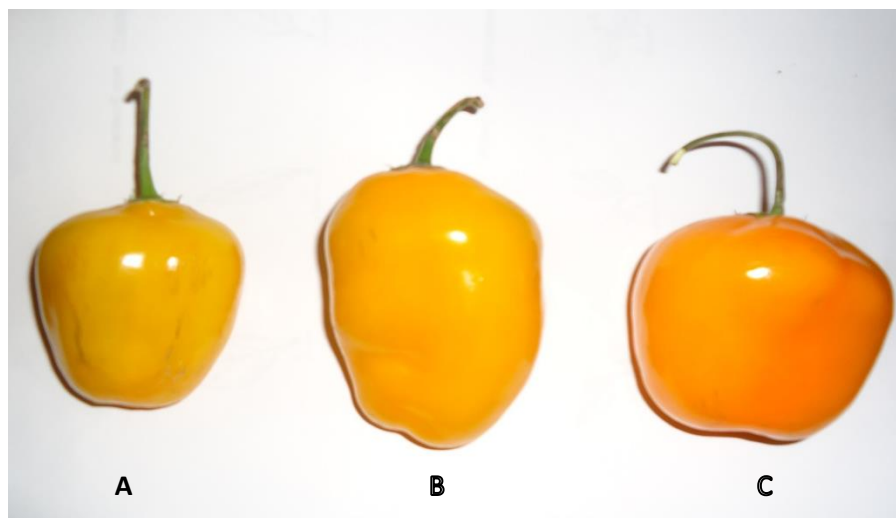


Figura 17. Color de fruto y forma del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos

La colecta de FB presenta diferencias en longitud de pedicelo con FMC y FML estas dos últimas no presentan diferencias. Para el descriptor de espesor del pericarpio del fruto FML fue diferente estadísticamente de FB y FMC que fueron iguales, aunque FML es la que presenta mayor espesor (Figura 18).

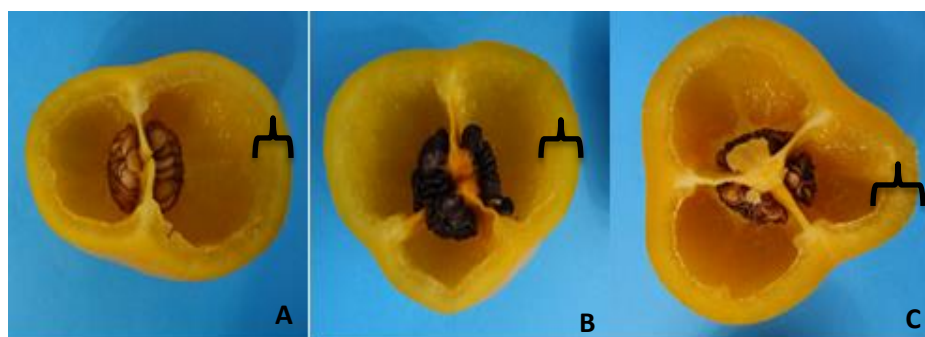


Figura 18. Espesor del pericarpio del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos

Las tres colectas son diferentes en largo de fruto; donde FMC presenta la mayor longitud. Este descriptor es una de las características que más influye en el rendimiento (Achal, *et. al.*, 1986), el fruto con menor tamaño lo presento la colecta FB; Fernández (1984) encontró una correlación inversa entre el porcentaje de capsaicina y el tamaño del fruto, por lo que la alta pungencia del fruto lo relacionó con frutos de tamaño pequeño, característica que puede ser del agrado del consumidor.

Sobre ancho de fruto FML fue diferente estadísticamente (Prueba de t; $P \leq 0.05$, figura 19) de FB y FMC, con mayor valor, éste carácter morfológico es de alta capacidad heredable por lo que se recomienda la selección de materiales tomando en cuenta el diámetro del fruto (Achal, *et. al.*, 1986). Estudios similares muestran que existe una correlación positiva entre el diámetro del fruto con número de semillas y espesor de la pared del fruto (Nora & William, 1991), datos que concuerdan con los resultados de FML que presenta un diámetro mayor a las otras dos colectas al igual de un número mayor de semillas por fruto y espesor de la pared del fruto. García (2006), reportó que los caracteres como peso, ancho y longitud del fruto son variables que contribuyen para discriminar la variabilidad encontrada entre y dentro de las especies de *Capsicum*.

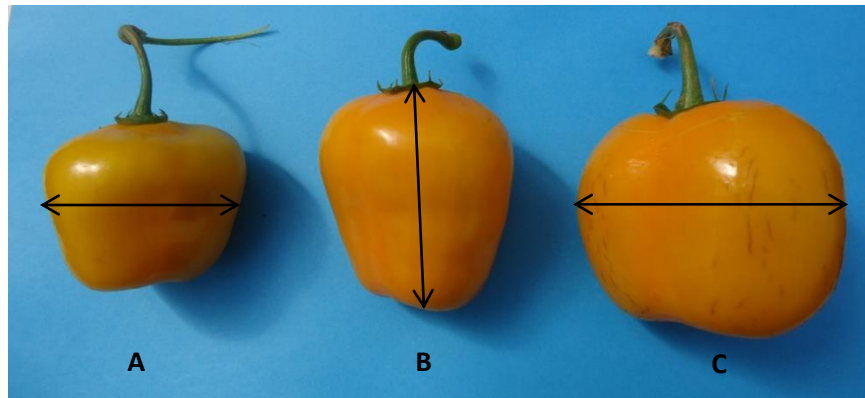


Figura 19. Longitud y ancho del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

En las tres colectas hubo forma cordada en la unión del fruto con el pedicelo, ninguna de las colectas presenta cuello en la base del fruto, la forma del ápice del fruto en las tres colectas es hundida, no presentan apéndice del fruto vestigio de la floración, el arrugamiento transversal del fruto es intermedio para las tres colectas. Para número de lóculos en la colecta FB y FMC presentan 2 en promedio y la colecta FML presenta 3 (Figura 20).



Figura 20. Número de lóculos y arrugamiento transversal del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

La epidermis del fruto es lisa en las tres colectas, el pedicelo en unión con el fruto maduro es persistente y el pedicelo en unión con el tallo es intermedio, y la condición de la mezcla varietal en las tres colectas es leve (Cuadro 9). Los resultados para peso de fruto muestran que hay diferencias en entre las tres colectas, teniendo el mayor peso la colecta FML y el menor peso FB, lo cual indica la importancia para discriminar variabilidad en una colección. Resultados similares se han reportado indicando que la variabilidad del género se da primero por las características de fruto, seguido por arquitectura de planta y estructura y numero de flores por axila, (Pardey, *et. al.*, 2006). Los resultados de longitud de la placenta en la colecta FMC muestran que es diferente a FB y FML (Figura 21), estas dos últimas no presentan diferencias significativas entre sí (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 8).



Figura 21. Longitud de la placenta del fruto en estado maduro en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Cuadro 8. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: periodo de fructificación, largo de fruto, ancho de fruto y longitud de pedicelo.

Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
DÍAS A PRENDIMIENTO DE FRUTO (dds)	FB -	FB	30	8.23	17.14	0.60 ^{NS}
	FMC	FMC	30	7.77	20.94	
	FB -	FB	30	8.23	17.15	0.50 ^{NS}
	FML	FML	30	7.77	15.36	
	FMC -	FMC	30	7.77	20.94	0.77 ^{NS}
	FML	FML	30	7.57	15.36	
PERIODO DE FRUCTIFI - CACION (meses)	FB -	FB	30	8.83	20.21	0.20 ^{NS}
	FMC	FMC	30	7.77	20.94	
	FB -	FB	30	8.83	20.21	0.33 ^{NS}
	FML	FML	30	7.8	17.2	
	FMC -	FMC	30	7.77	20.94	0.96 ^{NS}
	FML	FML	30	7.8	17.2	
LARGO DE FRUTO (cm)	FB -	FB	30	4.5	0.16	1X10 ^{-8**}
	FMC	FMC	30	5.65	0.41	
	FB -	FB	30	4.50	0.16	1.4X10 ^{-4**}
	FML	FML	30	4.99	0.2	
	FMC -	FMC	30	5.65	0.41	7X10 ^{-6**}
	FML	FML	30	4.99	0.2	
ANCHO DE FRUTO (cm)	FB -	FB	30	4.4	0.19	0.63 ^{NS}
	FMC	FMC	30	4.34	0.26	
	FB -	FB	30	4.40	0.19	1X10 ^{-7**}
	FML	FML	30	5.35	0.34	
	FMC -	FMC	30	4.34	0.26	1X10 ^{-6**}
	FML	FML	30	5.35	0.34	
LONGITUD DE PEDICELO (cm)	FB -	FB	30	4.69	0.97	0.0029 ^{**}
	FMC	FMC	30	4.02	0.45	
	FB -	FB	30	4.69	0.97	0.016 [*]
	FML	FML	30	4.17	0.38	
	FMC -	FMC	30	4.02	0.45	0.36 ^{NS}
	FML	FML	30	4.17	0.38	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; P= Probabilidad; cm= centímetros; ddf= días después de floración; ^{NS}=no significativo; ^{*}= significativo; ^{**}=altamente significativo.

Continuación, cuadro 8. Grosor de pericarpio, peso del fruto y longitud de la placenta.


Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
GROSOR DEL PERICARPIO (mm)	FB -	FB	30	4.38	0.36	0.56 ^{NS}
	FMC	FMC	30	4.47	0.27	
	FB -	FB	30	4.38	0.36	6X10 ⁻⁶ **
	FML	FML	30	5.25	0.58	
	FMC -	FMC	30	4.47	0.27	3.5X10 ⁻⁵ **
PESO DEL FRUTO (g)	FML	FML	30	5.25	0.58	
	FB -	FB	30	29.36	11.26	2X10 ⁻⁸ **
	FMC	FMC	30	39.75	48.16	
	FB -	FB	30	29.36	11.26	10X10 ⁻¹⁵ **
	FML	FML	30	58.05	100.33	
LONGITUD DE LA PLACENTA (mm)	FMC -	FMC	30	39.75	48.16	4X10 ⁻¹⁰ **
	FML	FML	30	58.05	100.33	
	FB -	FB	30	1.84	0.04	5x10 ⁻⁴ **
	FMC	FMC	30	2.10	0.10	
	FB -	FB	30	1.84	0.04	0.72 ^{NS}
	FML	FML	30	1.86	0.05	
	FMC -	FMC	30	2.10	0.10	1.2X10 ⁻³ **
	FML	FML	30	1.86	0.05	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; P= Probabilidad; mm= milímetros; g= gramos; ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

Cuadro 9. Descriptores para fruto 14 cualitativos y 1 cuantitativo, entres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo (Anexo 2, Cuadro 20, y Anexo 3, Figuras 34, 35, 36, 37, 38 y 39).

DESCRIPTOR	FB	FMC	FML
Manchas o rayas antocianinicas	Ausente	Ausente	Ausente
Color del fruto en estado intermedio	Verde	Verde	Verde
Forma del fruto	Acampanulado y en bloque	Acampanulado y en bloque	Acampanulado y en bloque
Forma del fruto en unión con el pedicelo	Cordado	Cordado	Cordado
Cuello en la base del fruto	Ausente	Ausente	Ausente
Forma del ápice del fruto	Hundido	Hundido	Hundido
Apéndice en el fruto vestigio de la floración	Ausente	Ausente	Ausente
Arrugamiento transversal del fruto	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Tipo de epidermis del fruto	Lisa	Lisa	Lisa
Persistencia del fruto maduro (pedicelo con el fruto)	Persistente	Persistente	Persistente
Condición de la mezcla varietal	Leve	Leve	Leve
Cuajado del fruto (inicio de fructificación)	Densa	Intermedia	Intermedia
Numero de lóculos	2	2	3
Persistencia del fruto maduro (pedicelo con el tallo)	Persistente	Intermedia	Persistente
Color del fruto en estado maduro	Amarillo limón	Amarillo naranja	Naranja

FB: Flor blanca; FMC: Flor morada entrenudos cortos; FML: Flor morada entrenudos largos.

 Constantes en las tres colectas

 Constantes en FB

 constantes en FMC y FML

 Constantes en FB y FMC

 Constantes en FMC

 Constantes en FML

6.1.5 Semilla

De los seis descriptores para semilla 2 son cualitativos y 4 cuantitativos, de todos solo un descriptor fue constante y los otros cinco presentaron diferencias. El color de semilla para la colecta de FB es color marrón claro, negro para la colecta FMC y color marrón para FML (Figura 22, Cuadro 11).



Figura 22. Color de semilla en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

No hubo diferencias estadísticas en tamaño y diámetro de la semilla entre FB, FMC y FML. Para el descriptor de número de semillas por fruto los resultados muestran que las tres colectas son diferentes estadísticamente y la colecta FB es la que tiene el menor número de semillas y FML presenta el mayor número de semillas por fruto. Esta característica se asoció positivamente con el grosor del pericarpio y peso del fruto, lo que corresponde a lo mencionado anteriormente de que frutos con mayor grosor de pericarpio y diámetro de fruto, tienen mayor peso y mayor número de semillas. La presencia de muchas semillas por fruto constituye una característica poco deseable, ya

que afecta negativamente la calidad del producto final (Nora & William, 1991), por lo que el número de semillas puede ser solo de importancia agronómica pero no para la industria.

Para el descriptor peso de 1000 semillas, el peso se tomó en fresco, los resultados muestran que el menor peso en promedio de 7 repeticiones lo tiene la colecta de FB y el mayor peso la colecta de FMC, comparando las tres colectas FB es diferente de FMC y FML, estas dos últimas no presentan diferencias comparadas entre sí (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: largo de la semilla, diámetro de la semilla, número de semillas por fruto y peso de 1000 semillas.

Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
TAMAÑO DE LA SEMILLA	FB -	FB	30	0.43	0.001	0.09 ^{NS}
	FMC	FMC	30	0.45	0.004	
	FB -	FB	30	0.43	0.001	0.21 ^{NS}
	FML	FML	30	0.44	0.002	
	FMC -	FMC	30	0.45	0.004	0.40 ^{NS}
	FML	FML	30	0.44	0.002	
DIÁMETRO DE LA SEMILLA	FB -	FB	30	0.44	0.001	0.09 ^{NS}
	FMC	FMC	30	0.46	0.002	
	FB -	FB	30	0.44	0.001	0.84 ^{NS}
	FML	FML	30	0.44	0.003	
	FMC -	FMC	30	0.46	0.002	0.18 ^{NS}
	FML	FML	30	0.44	0.003	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; P= Probabilidad; ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

Continuación cuadro 10. Número de semillas por fruto y peso de 1000 semillas

Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
NÚMERO DE SEMILLAS POR FRUTO	FB -	FB	30	73.5	154.47	1X10 ^{-4**}
	FMC	FMC	30	86.60	174.66	
	FB -	FB	30	73.50	154.47	5X10 ^{-5**}
	FML	FML	30	94.33	436.37	
	FMC -	FMC	30	86.60	174.66	0.05*
	FML	FML	30	94.33	436.37	
PESO DE 1000 SEMILLAS (g)	FB -	FB	7	18.07	0.53	0.001**
	FMC	FMC	7	19.30	0.32	
	FB -	FB	7	18.07	0.53	0.05*
	FML	FML	7	19.13	1.42	
	FMC -	FMC	7	19.30	0.32	0.68 ^{NS}
	FML	FML	7	19.13	1.42	

FB= flor blanca entrenudos cortos; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; g= gramos; P= Probabilidad; ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

Cuadro 11. Descriptores para semilla de 2 caracteres cualitativos, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo (Anexo 2, Cuadro 21)

DESCRIPTOR	FB	FMC	FML
Superficie de la semilla	Áspera	Áspera	Áspera
Color de la semilla	Marrón claro	Negro	Marrón

FB: Flor blanca; FMC: Flor morada entrenudos cortos; FML: Flor morada entrenudos largos.

Constantes en las tres colectas

Constantes en FB

Constantes en FMC

Constantes en FML

6.2 Resultados de la guía del SNICS

De los 13 caracteres morfológicos que se tomaron de la guía del SNICS, 9 caracteres son cualitativos los cuales también fueron iguales para las tres colectas y 4 son cuantitativos que presentan diferencias entre las colectas evaluadas. Las 3 colectas presentan crecimiento dicotómico y entrenudos acortados en la parte superior de las ramas (Figura 23).

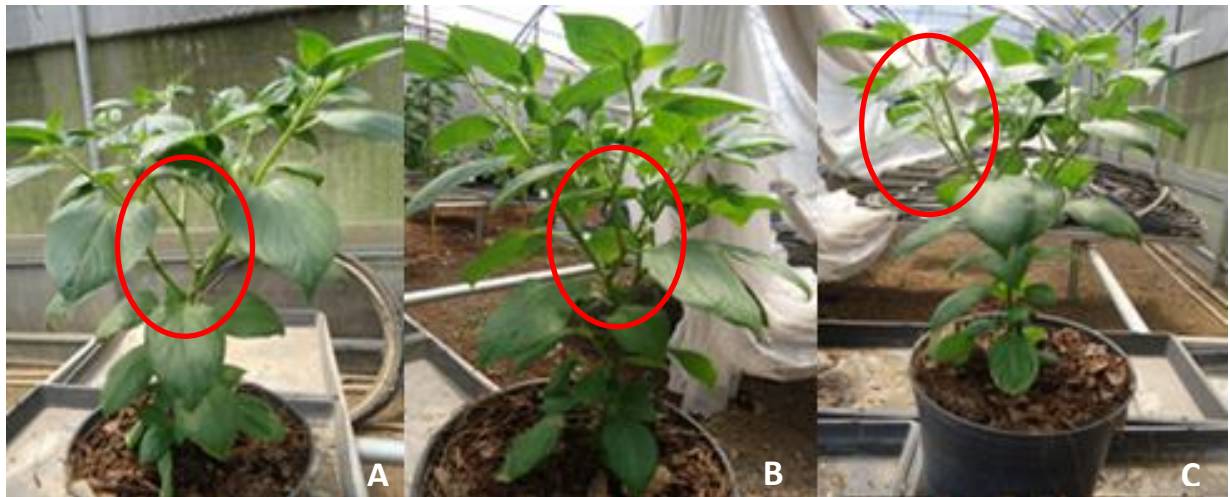


Figura 23. Hábito de crecimiento dicotómico, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

El ampollado de la superficie de las hojas en las tres colectas es medio ya que no se dificulta para desprenderlas del tallo ni se caen con facilidad (Cuadro 13). En cuanto a resultados para fruto, la posición del pedúnculo en las tres colectas es de forma no erecta (Figura 24), la forma predominante del fruto de la sección longitudinal y

transversal para las colectas FB y FML es en cuadro y para la colecta FMC es rectangular. Para el descriptor sabor del fruto las tres colectas de chile manzano presentan un sabor pungente que es una característica de *C. pubescens*; estudios similares obtenidos por González (1985), muestran que hay una relación inversa entre el número de semillas por fruto y la pungencia, o sea que los materiales que presentan muchas semillas tienden a ser poco pungentes, en este caso la colecta FML presento el mayor número de semillas, por lo cual su pungencia tendría que ser comparada con las otras colectas para verificar la correlación. Esta relación es de gran importancia al desarrollar programas de mejoramiento en chile picante ya que, a pesar de que este vegetal se compra por peso, los agroindustriales tienen diversas exigencias según sea el destino del producto, por ejemplo los procesadores de oleorresinas requieren frutos con pocas semillas, pues el contenido de grasas que tienen tienden a oxidarse en el proceso, desmejoran el color y por ende la calidad de la oleorresina. La posición de la placenta en las tres colectas es en forma compacta, (Cuadro 13).

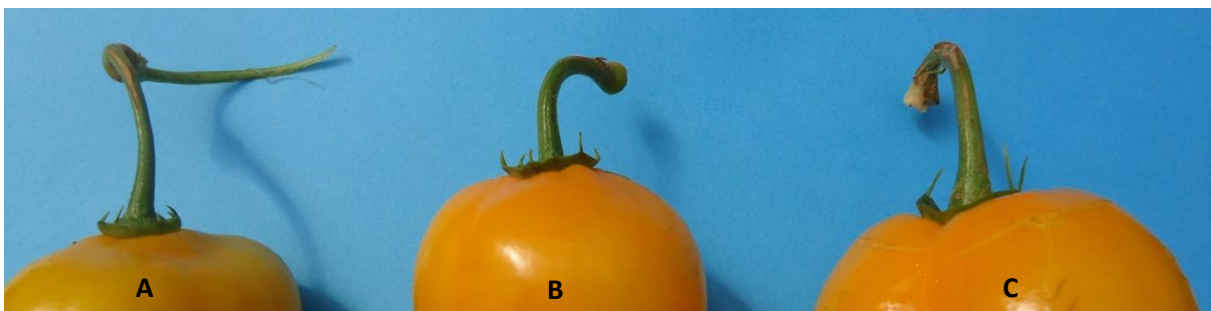


Figura 24. Posición y grosor del pedúnculo, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Profundidad de la depresión interocular del fruto para FB y FMC es poco profunda y para FML es profunda. La relación ancho largo del fruto la colecta de FB es de 1:1, para FMC de 1: 1.3 y para FML de 1: 0.92 (Cuadro 13, Figura 25). Los resultados para FML muestran que es diferente a FB y FMC en longitud de brote primarios

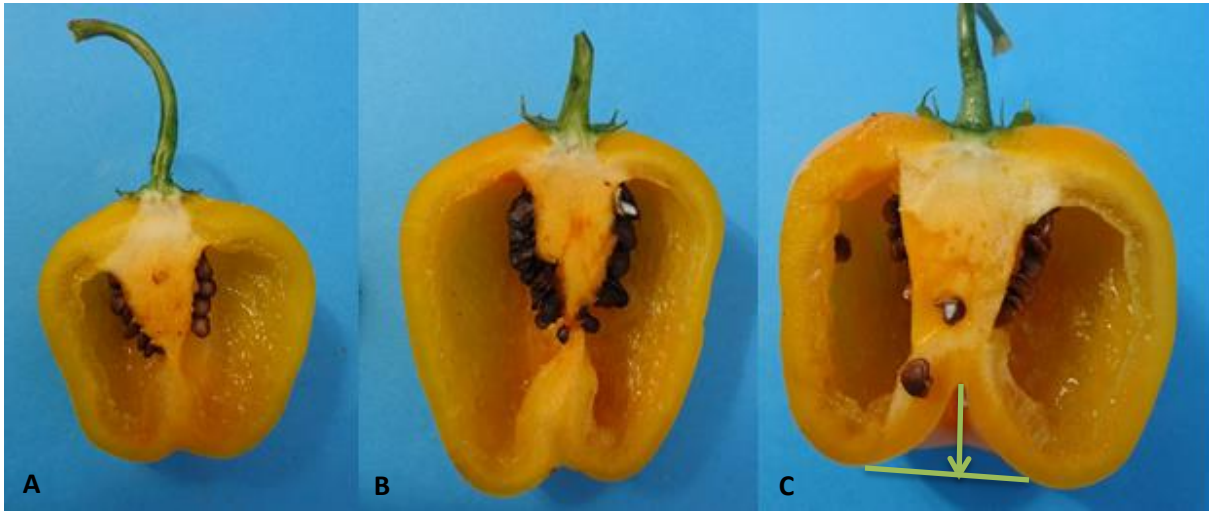


Figura 25. Profundidad de la depresión interocular y relación ancho-largo del fruto, en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. A) Flor blanca, B) Flor morada entrenudos cortos, C) Flor morada entrenudos largos.

Hubo diferencias estadísticas en grosor del pedúnculo (Prueba de t; $P \leq 0.05$, cuadro 12) en las tres colectas, donde el mayor valor correspondió a FML y el menor para FB. La brillantez del fruto para FB es débil y para FMC y FML es media.

Cuadro 12. Prueba de “t” realizada en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo, para los descriptores: longitud en brotes primarios y grosor del pedúnculo







Descriptor	Relación	Variable	Observaciones	Media	Varianza	P
LONGITUD EN BROTOS PRIMARIOS (cm)	FB -	FB	30	4.89	0.92	0.63 ^{NS}
	FMC	FMC	30	5.02	0.70	
	FB -	FB	30	8.89	0.92	3X10 ⁻⁴ **
	FML	FML	30	6.07	1.23	
	FMC -	FMC	30	5.02	0.70	6X10 ⁻⁵ **
	FML	FML	30	6.07	1.23	
GROSOR DEL PEDÚNCULO (mm)	FB -	FB	30	2.57	0.15	0.20 ^{NS}
	FMC	FMC	30	2.72	0.17	
	FB -	FB	30	2.57	0.15	0.001**
	FML	FML	30	3.07	0.36	
	FMC -	FMC	30	2.72	0.17	0.01**
	FML	FML	30	3.07	0.36	

FB= flor blanca; FMC= flor morada entrenudos cortos; FML= flor morada entrenudos largos; cm= centímetros; mm=milímetros; P= probabilidad, ^{NS}=no significativo; *= significativo; **=altamente significativo.

Cuadro 13. Descriptores SNICS (s. a.) para 10 caracteres cualitativos y 1 cuantitativo en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo. (Anexo 1, Cuadro 16)

DESCRIPTOR	FB	FMC	FML
Hábito de crecimiento	Dicotómica	Dicotómica	Dicotómica
Entrenudos cortos en la parte superior	Presente	Presente	Presente
Hoja: ampollado de la superficie	Media	Media	Media
Posición del pedúnculo	No erecto	No erecto	No erecto
Sabor del fruto	Pungente	Pungente	Pungente
Posición de la placenta	Compacta	Compacta	Compacta
Brillantez del fruto	Débil	Media	Media
Profundidad de depresión interloculares	Muy poco profundos	Muy poco profundos	Profundo
Relación ancho largo del fruto	1:1	1:1.3	1:0.92
Forma predominante de la sección longitudinal	Cuadro	Rectangular	Cuadro

FB: Flor blanca.; FMC: Flor morada entrenudos cortos; FML: Flor morada entrenudos largos.

	Constantes en las tres colectas
	Constantes en FB
	constantas en FMC y FML
	Constantes en FB y FMC
	Constantes en FMC
	Constantes en FML

6.3 Caracteres de importancia agronómica

En resumen los caracteres de mayor importancia agronómica para los productores fueron los siguientes:

Cuadro 14. Caracteres de importancia agronómica diferentes en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.

Carácter	FB	FMC	FML
Longitud del tallo	20.63cm	23.02cm	26.15cm
Macollamiento de la planta	Denso	Intermedio	Escaso
Días a floración	170.47 dds	181.33 dds	185.6 dds
Largo del fruto	4.5cm	5.65cm	4.99cm
Peso del fruto	29.36gr	39.75gr	58.05gr
Número de semillas por fruto	73.5	86.60	94.33

dds= días después de la siembra; cm= centímetros; gr=gramos.

Cuadro 15. Caracteres de importancia agronómica similares en tres colectas de chile manzano contrastantes en color de la corola y longitud de entrenudo.

Carácter	FB, FMC y FML
Ciclo de vida	Perene
Persistencia del pedicelo con el fruto	Persistente
Días a prendimiento de fruto.	8
Sabor del fruto	Pungente

VII. CONCLUSIONES

- Las tres colectas fueron diferentes estadísticamente en algunos de los descriptores que son de importancia agronómica como, días a floración, con FB como la más precoz; largo del fruto, con FMC como la de mayor longitud; peso del fruto, con FML como la de mayor peso; y número de semillas, con FML como la de mayor cantidad.
- Los descriptores cualitativos que se pueden distinguir fácilmente son: color de semilla, color de hipocótilo, color de corola, color de fruto y tamaño de fruto.
- Las colectas que presentan mayor similitud en caracteres morfológicos fueron FMC y FML con 53 caracteres en común de los 83 evaluados, dentro de los que destacan días a fructificación, periodo de fructificación, peso de 1000 semillas y número de semillas por fruto.
- Las colectas con mayor disimilitud fueron FML-FB con 48 de los 83 descriptores analizados, dentro de los que destacan largo y ancho del fruto, peso del fruto, número de lóculos, longitud de corola y número de semillas por fruto.
- Las comparaciones de las colectas FMC-FB presentan 45 caracteres similares y 38 diferentes, dentro de los que destacan longitud del tallo, días a floración, número de flores por axila, largo del fruto, color y peso del fruto y número de semillas por fruto.
- Los resultados sugieren una relación genética más estrecha entre FML y FMC.
- El menor tamaño de fruto fue para la colecta FB, lo que la hace poco atractiva a los productores, sin embargo los niveles de capsaicina pueden ser mayores.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de caracterización a cielo abierto para contrastar comportamiento.
- Ampliar el número de colectas a evaluación y caracterizar en diferentes ambientes.

IX. TRABAJOS FUTUROS

- Realizar caracterización molecular para establecer distancias genéticas entre colectas.
- Ampliar número de colectas y conformar banco de germoplasma.
- Realizar mejoramiento genético entre las colectas caracterizadas para desarrollar semillas mejoradas con materiales de la región.
- Análisis de contenido de capsaicina en frutos para usos industriales y farmacéuticos.
- Realizar estudios sobre la susceptibilidad del chile manzano al estrés abiótico y biológico ya que son factores que influyen en el comportamiento de la planta.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Achal, S.; Lal S. D.; Pant C. E. 1986.** Variability studies in chilli. *Progressive horticulture* 18 (3-4) 270-272p.
- Allard, R.W. 1975.** Principles of plant breeding. Ed. Omega. J. Willey. ED. España 255 p.
- Andrews, J. 1995.** Peppers. The domesticated capsicums. New Edicion. Austin Univesiti of Texas Pres. 186 p.
- Bernstein, J.E. 1989.** J. Am. Pediatric Med. Assoc. 81: 288-90
- Brenman D.L. 1992.** J. Am. Acad Dermatd. 26: 91-3
- Castro S.; García M. 2008.** Caracterización morfológica de 93 accesiones de Capsicums pp del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. *Acta Agronómica*. 247-252 pp
- Chad, D. A. 1990.** *Pain* 42:387-90.
- Chauvet Michelle y Yolanda Massieu (1996),** “La influencia de la biotecnología en la agricultura mexicana: Estudios de caso” en *Economía, teoría y práctica*, núm. 6, México.
- Chávez S. J. L.; Castillo G., F.1999.** Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). *Revista Fitotecnia Mexicana* 22: 27-41.
- Daubbenmire, R. F. 1988.** Ecología vegetal. Tratado de auto ecologías de la planta. Ed. Limusa S. A. México 496 p.

Dürüst, N. D. and Dürüst, Y. 1997. Ascorbic acid and elements contents of Trabzon (Tukey). J. Agric. Food Chem. 45: 2085-2087.

Engels, J. 1979. La documentación en Centros de Recursos Genéticos. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 12 p.

Eshbaugh, W. H. (1983). The genus *Capsicum* (*Solanaceae*) in Africa. *Bothalia* 14: 845-848.

Espinoza, T. L. A. 2010. Cultivo en invernadero, poscosecha y comercialización de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de doctorado en Ciencias en Horticultura. Departamento de Fitotecnia, UACH, Chapingo, Texcoco Estado de México.

Falconer, D. S.; Mackay T., F. C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics, Ed. 4. Longmans Green, Harlow, Essex, UK. pp 223-240.

Fawell, D. J. 1998. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. Food Chem. 62: 59-64

Fernández, S.S. 1984. Caracterización química y agronómica preliminar de 73 tipos de chile picante (*Capsicum spp*) de la colección del CATIE. Tesis Lic. Tec. Alimentos. San José, Costa Rica 70p.

García, M: A. 2006. Estudio de la diversidad genética de las accesiones de *Capsicum spp* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Tesis doctoral. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 102 p.

- González, C. J. M. 2010.** Resistencia del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch a acaricidas convencionales en el cultivo del rosal en el municipio de Villaguerrero, Estado de México. Tesis de Licenciatura, UAEM. Tenancingo 35p.
- González, O. A. 1985.** Caracterización de 10 inducciones de chile picante (*Capsicum spp*) provenientes de varios países americanos en Turrialba, Tesis Magister Scientiae, Turrialba, costa Rica. Programa Universidad de Costa Rica CATIE 164p.
- Greenleaf, K. 1986.** Papper Breeding, pp 69-123. *In:* Vegetable Crops Department, Edited by Mark J. Basset. University of Florida. A. V. I. Publishing Co., INC. Gainesville, Florida USA.
- Heiser C. B. (1976).** Peppers-*Capsicum* (*Solanaceae*). *In:* Simmonds, N.W. (Ed). Evolution of Crop Plants. Longman. London. Pp. 265 – 268.
- Heiser, D. V. and Pickersgill. 1969.** Names for the cultivated *Capsicum* species (*Solanaceae*). *Taxon* 18: 277-283.
- Hernández, V. S., P. Dávila A. y K. Oyama (1999).** Síntesis del Conocimiento Taxonómico, Origen y Domesticación del Género *Capsicum*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 64: 65-84.
- Hinojoza C., G. A. 1984.** Fenología Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 64p.
- IPGRI, 1980.** International Board for plant Genetic resources. Guidelines for developing descriptor listo Rome. 13 p.

- IPGRI, AVRDC y CATIE. 1995.** Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los Vegetales, Taipéi, Taiwán y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- IPGRI, 1983.** International Board for plant Genetic resources. Genetic Resources of *Capsicum*. Roma, 49p.
- Juárez, M. F. 1989.** Visita a cuatro regiones productoras de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en México. Reporte de estancia en campo. Maestría en Ciencias en horticultura. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México.
- Laborde, C. J.; Pozo, C. O. 1982.** Pasado y presente del chile en México. SARHINIA. México. Publicación especial no. 85. Folleto. 80p.
- Latournerie, M. L.; Chávez, S. J. L.; Pérez, P. M.; Castañón, N. G.; Rodríguez, H. S. A.; Arias, R. L. M.; Ramírez, V. P. 2002.** Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq) en Yaxcaba, Yucatán. Rev. Fitotecnia Mexicana 25 (1): 25-33.
- Loaiza-Figueroa, F., K. Ritland, J. A. Laborde-Cancino y S. D. Tanksley (1989).** Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (Solanaceae) in Mexico. *Plant Systematics and Evolution* 165: 159-188.
- Long, S. J. 1986.** *Capsicum* y cultura. La historia del chile. Fondo de Cultura Económico, México, 178 p.

- Milla, A. (2006).** *Capsicum* de capsas, cápsula el pimiento. Pimientos, Compendios de Horticultura. Capítulo 2, pp. 21-31. Libro en línea. http://www.horticom.com/tematicas_pimientos/pdf/capitulo1.pdf. Revisado 03-01-2007.
- Morán, B. S. H., M. Ribero B, Y. García F. y P. Ramírez V. (2004).** Patrones isoenzimáticos de chiles criollos (*Capsicum annuum* L.) de Yucatán, México. En: Chávez-Servia, J. L., Tuxill, J., Jarvis, D. I. (eds). pp. 83-89. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia.
- Maroto, B. J. V. 2002.** Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. 5ª. Madrid, España. 702 p.
- Mosso, O. M. 1994.** Zonificación agroclimática para el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens*) en la sierra Norte de Puebla. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México 67 p.
- Mozafar, A. 1994.** Plant vitamins: Agronomic, Physiological and Nutritional Aspects. CRC Press. Boca, Raton F1. 412p.
- Muñoz M., A. M. 2002.** Estudio de cruzabilidad entre las especies cultivadas y silvestres de *Capsicum annuum* L. *Capsicum chinense* Jacq y *C. frutescens* L. y propuesta de un protocolo para la observación de cromosomas en especies del género *Capsicum*. Tesis Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Nora, C. Martín; William G. González. 1991.** Caracterización de Acciones de chile (*Capsicum spp*). Agronomía mesoamericana 36-37p.

Pardey C., R.; García D., M.; Vallejo C., F. A. 2006. Caracterización morfológica de las accesiones de *Capsicum* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Revista Acta Agronómica 55: 1-9.

Pérez G., M. R. Castro B. 1998. Guía para la producción intensiva de chile manzano. Boletín de Divulgación núm. 1. Programa Nacional de Investigación en Oleicultura. Depto. De fitotecnia. Chapingo, México. 17 p.

Pérez G. y Castro B., 2010. El chile manzano. México. Universidad Autónoma de Chapingo.

Pérez G., M. 2002. Estudio genético y fisiológico del crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Tesis de doctos en Ciencias Especialidad en Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 106 p.

Pozo C., O. 1983. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Cultivo de Chile. Manual publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 59 p.

Raven, P. H.; R. F. Vuelque; S. E. Eichhorn, 2005. Biología de plantas. 7ma. ed., Nueva York: W. H. Freeman. Book News, Inc., Portland, OR. pp 359-464.

Rojas, L. P. C 1997. Influencia de la intensidad luminosa en el comportamiento vegetativo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de Maestro en ciencias. Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo, México 442p.

Ruiz, C. J. C. 2012. Evaluación de sustratos y su efecto en el desarrollo de dos colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Tesis de Licenciatura. CUT, UAEM, Tenancingo 172 p.

SAGARPA, 2012. Comité Estatal del sistema producto chile de Michoacán A. C. Yarecuaro, Michoacán p.11.

Smith P., G. and Heiser C. B. 1951. Taxonomic of *Capsicum chinense* Jacq .And the geographic distribution of cultivates *Capsicum* species.

SNICS, s. a. Guía para la descripción varietal de *Capsicum annum*.

Solanki, S. S.; Saxena, P. K.; Pandey I.C. 1986. Genotypic paths to fruit yiel in chilli (*Capsicum annum* L.). Progressive Horticulture 18 (3-4): 227-229.

Steiner, A. 1984. The universal nutrient solution. In: Sixth Internetal Congress on Soilles. Proceedings International Society for Soilles Culture.Luntern. 663- 650.

Takahashi, M.; Osawa, K.; Che-Tsung, T.; Abe, M. 1977. J. Pharm. Soc. Jap. 97: 1372-4.

Teorema ambiental, 2006. Cultivo de chile manzano en zonas altas. Revista Técnico ambiental. Consultado el 16 de Junio de 2013. Disponible en línea <http://www.teorema.com.mx/cienciaytecnologia/cultivo-de-chile-manzano-en-zonas-altas/>.

Topuz, A and F. Ozdemir. 2004. Influences of gamma irradiation and storage on the capsaicinoides of sundried and dehydrated paprika. Food Chem. 86:509-515.

Vallejo, G.A. J. 2010. Etiología de la marchitez del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en los municipios de Tenancingo y Coatepec Harinas, Estado de México. Tesis de licenciatura. UAEM, Tenancingo p 64.

XII. Anexos

12.1 Anexo 1. Descriptores de la planta (SNICS, s. a.)

Cuadro 16. Descriptores de la guía del SNICS.

CARÁCTER	DESCRIPCIÓN
Planta: habito de crecimiento	Basal (amacollamiento) Dicotómica Otra (especificar)
Planta: entrenudos acortados (en la parte superior)	Ausente Presente
Variedades sin entrenudos acortados (en brotes primarios). Planta: longitud del entrenudo	Corta Media Grande
Hoja: ampollado de la superficie.	Débil Medio Fuerte
Fruto: relación ancho/largo Se indicó el valor promedio	Muy pequeña Pequeña Intermedia Grande Muy grande
Fruto: forma predominante de la sección longitudinal.	Aplanada Redonda Forma de corazón Cuadrada Rectangular Trapezoidal Triangular Triangulo estrecha Forma de cuerno
Fruto: forma predominante de la sección transversal (al nivel de la placenta)	Elíptica Angular Circular
Fruto: brillantez	Débil Media

	Fuerte
Fruto: profundidad de depresiones interoculares	Ausentes o muy poco profundas Poco profundas Medias Profundas Muy profundas
Fruto: sabor (fruto maduro)	Dulce Pungente (picante)
Placenta: posición	Compacta Semi-distribuida distribuida
Pedúnculo: grosor	Delgado Intermedio Grueso
Posición del pedúnculo	Erecto No erecto

12.2 Anexo 2. Descriptores de la planta (IPGRI, 1995).

Cuadro 17. Caracteres morfológicos de plántula, tomados de la guía (IPGRI, 1995) evaluados en tres colectas de chile manzano del sur del estado de México.

Carácter morfológico	Descripción
Color del hipocótilo	1 blanco 2 verde 3 morado
Pubescencia del hipocótilo	3 Escasa 5 Intermedia 7 Densa
Color de la hoja cotiledónea	1 Verde claro 2 Verde 3 Verde oscuro 4 Morado claro 5 Morado 6 Morado oscuro 7 Jaspeado (abigarrado) 8 Amarillo 9 otro
Longitud de la hoja cotiledónea (mm)	Se midió la longitud cuando las hojas cotiledóneas estaban completamente desarrolladas. (Promedio de 30 hojas cotiledóneas)
Ancho de la hoja cotiledónea (mm)	Se midió la longitud cuando las hojas cotiledóneas estaban completamente desarrolladas.

Cuadro 18. Descriptores de la planta madura de la guía IPGRI (1995)

Carácter morfológico	Descripción
Ciclo de vida	1 Anual 2 Bianual 3 Perene
Color del tallo (plantas jóvenes antes del trasplante)	1 verde 2 Verde con rayas púrpura 3 Morado 4 Otro
Antocianina del nudo (toda la planta, cuando está madura)	1 Verde 2 Morado claro 3 Morado 5 Morado oscuro
Forma del tallo	1 cilíndrico 2 Angular 3 Achatado (aplastado)
Altura de la planta (cm) (Se registró cuando comenzó a madurar el primer fruto en el 50% de las plantas)	1 < 25 2 25-45 3 46-65 4 66-85 5 >85
Ancho de la planta (cm)	Se midió inmediatamente después de la primera cosecha, en el punto más ancho.
Longitud del tallo (cm)	Se midió la altura hasta la primera bifurcación, inmediatamente después de la primera cosecha.
Diámetro del tallo (cm)	Se midió en la parte media hasta la primera bifurcación, inmediatamente después de la primera cosecha.
Densidad de ramificación	3 Escasa 5 Intermedia

Macollamiento (Se observó debajo de la primer bifurcación)	3 Escaso 5 Intermedio 7 Denso
Densidad de hojas (Se observó en plantas sanas y maduras.)	3 Escasa 5 Intermedia 7 Densa
Color de la hoja (Los datos se registraron cuando comenzó a madurar el primer fruto en el 50 % de las plantas, en ramas principales de las plantas.)	1 Amarillo 2 Verde claro 3 Verde 4 Verde oscuro 5 Morado claro 6 Morado 7 Jaspeado (abigarrado) 8 Otro
Margen de la lámina foliar.	1 Entera 2 Ondulada 7 Ciliada
Longitud de la hoja madura	Cm
Ancho de la hoja madura	Se midió en la parte más ancha de la hoja.

Cuadro 19. Descriptores para inflorescencia de la guía del IPGRI (1995)

Carácter morfológico	Descripción
Inflorescencia	Los datos se registraron en las flores totalmente abiertas durante el primer flujo de floración.
Días a la floración	Número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas tengan por lo menos una flor abierta.
Número de flores por axila	1 Uno 2 Dos 3 Tres o más 4 Muchas flores en racimo, pero cada una en axila individual (crecimiento fasciculado) 5 Otro (es decir, cultivares con dos flores en la primer axila y con una solamente en la otra)
Color de la corola	1 Blanco 2 Amarillo claro 3 Amarillo 4 Amarillo-verdoso 5 Morado con la base blanca 6 Blanco con la base púrpura 7 Blanco con el margen púrpura 8 Morado 9 Otro
Color de la mancha de la corola	1 Blanco 2 Amarillo 3 Verde-amarillento 4 Verde 5 Morado 6 Otro
Forma de la corola	1 Redonda 2 Acampanulada 3 Otro
Longitud de la corola (cm) (Promedio de 30 corolas)	1 < 1.5 2 1.5-2.5 3 > 2.5
Color de las anteras	1 Blanco

(Se observó inmediatamente después de la floración y en el momento de la antesis.)	2 Amarillo 3 Azul pálido 4 Azul 5 Morado 6 Otro
Longitud de la antera (mm)	Promedio de 30 flores seleccionadas de 30 plantas. Se observaron inmediatamente en el momento de la antesis
Color del filamento (Se observó inmediatamente cuando la antesis estaba completa)	1 Blanco 2 Amarillo 3 Verde 4 Azul 5 Morado claro 6 Morado 7 Otro
Longitud del filamento (mm)	Promedio de 30 flores seleccionadas de 30 plantas. Se observaron inmediatamente a la antesis.
Exserción del estigma (Exserción con relación a las anteras, promedio de 30 flores seleccionadas de 30 plantas. Se observó a la antesis completa)	3 Inserto 5 Al mismo nivel 7 Exserto
Esterilidad masculina	0 No 1 Si
Pigmentación del cáliz	0 Ausente 1 Presente

Cuadro 20. Descriptores para fruto de la guía IPGRI (1995)

Los datos se registraron en frutos maduros.

Carácter morfológico	Descripción
Días al a fructificación	Número de días desde el trasplante hasta que el 50% de las plantas tuvo frutos en la primera y segunda bifurcación.
Manchas o rayas antocianinicas (Se observó en frutos inmaduros justo antes de la madurez.)	0 Ausente 1 Presente
Color del fruto en el estado intermedio (Se observó justo antes de la madurez.)	1 Blanco 2 Amarillo 3 Verde 4 Anaranjado 5 Morado 6 Morado oscuro 7 Otro
Cuajado del fruto (Se registró antes de la cosecha)	3 Bajo 5 Intermedio 7 Alto
Periodo de fructificación	Número de días desde el primer cuajado del fruto hasta la última formación del fruto.
Color del fruto en estado inmaduro	1 Blanco 2 Amarillo-limón 3 Amarillo-naranja pálido 4 Amarillo-naranja 5 Naranja pálido 6 Naranja 7 Rojo claro 8 Rojo 9 Rojo oscuro 10 Morado 11 Marrón 12 Negro 13 Otro
Longitud del fruto (cm)	Promedio de 10 frutos maduros de la segunda cosecha

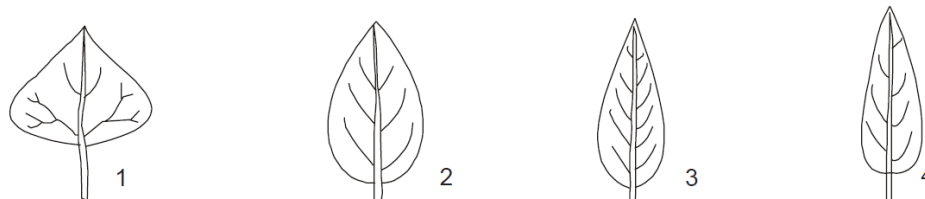
Ancho del fruto (cm)	Promedio de 30 frutos maduros de la segunda cosecha.
Peso del fruto (g)	Promedio de 30 frutos maduros de la segunda cosecha.
Longitud del pedicelo del fruto (cm)	Promedio de la longitud de 30 pedicelos de la segunda cosecha.
Esesor de la pared del fruto 25 (mm)	Promedio de espesor de 30 frutos maduros de la segunda cosecha, medido en el punto más ancho.
Número de lóculos	Se observaron 30 frutos
Tipo de epidermis del fruto	1 Lisa 2 Semirrugosa 3 Rugosa
Pedicelo con el fruto	3 Fácil (leve) 5 Intermedia 7 Persistente
Pedicelo con el tallo	3 Fácil (leve) 5 Intermedia 7 Persistente
Longitud de la placenta	1 < ¼ longitud del fruto 2 ¼ - ½ longitud del fruto 3 > ½ longitud del fruto
Condición de mezcla varietal	3 Mezcla leve 5 Mezcla intermedia 7 Mezcla importante

Cuadro 21. Descriptores de semilla de la guía IPGRI (1995)

Carácter morfológico	Descripción
Color de la semilla	1 Amarillo oscuro (paja) 2 Marrón 3 Negro 4 Otro
Superficie de la semilla	1 Lisa 2 Áspera 3 Rugosa
Tamaño de la semilla (Promedio de 30 semillas escogidas al azar)	3 Pequeña 5 Intermedia 7 Grande
Diámetro de la semilla (mm)	Diámetro de 30 semillas hasta dos lugares decimales.
Peso de 1000 semillas (g)	Semillas frescas extraídas de chiles con madures fisiológica completa.
Número de semillas por fruto (Promedio de 30 frutos por accesión escogidos al azar)	1 < 20 2 20-50 3 >50

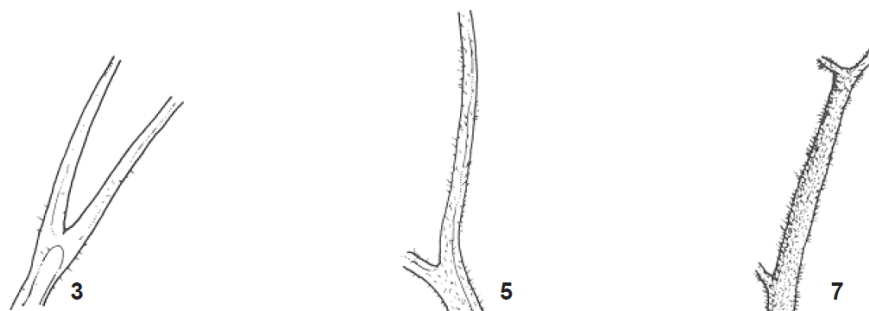
12.3 Anexo 3. Figuras para la caracterización de *Capsicum pubescens*, de acuerdo a los descriptores de IPGRI, 1995.

Figura 26. Esquema para identificación de la forma de la hoja cotiledónea.



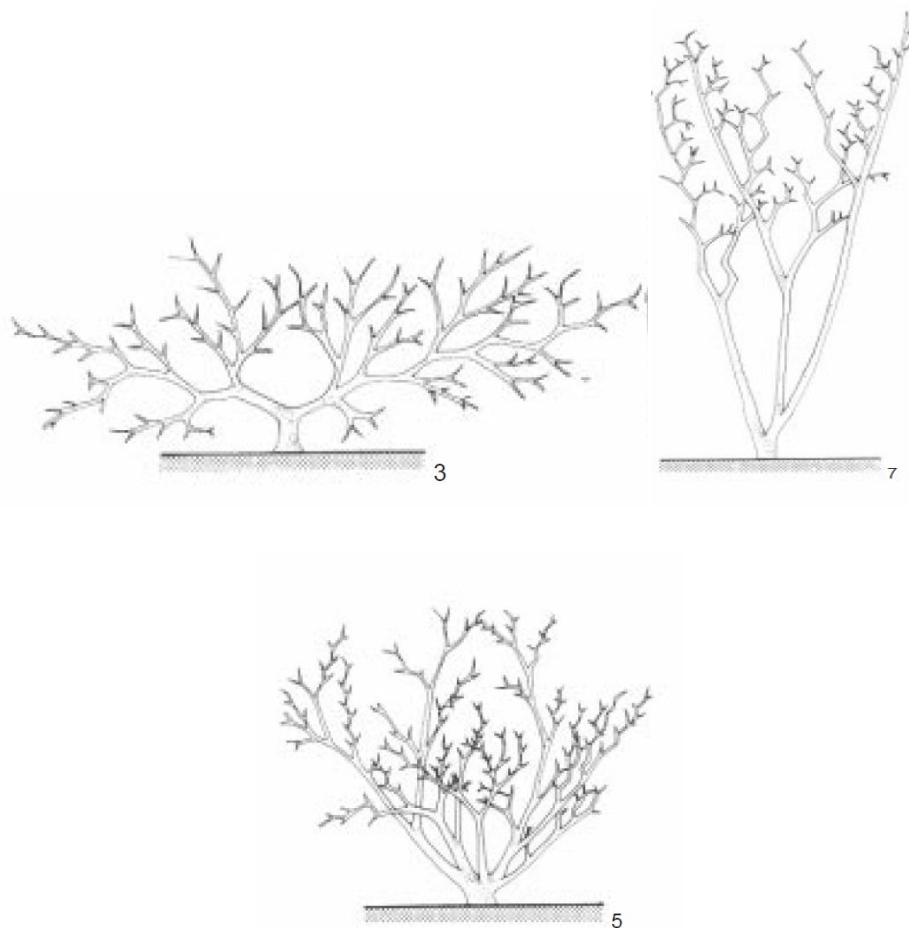
- 1 Deltoide
- 2 Oval
- 3 Lanceolada
- 4 Elongada-deltoide

Figura 27. Esquema para identificación de la pubescencia del tallo.



- 3 Escasa
- 5 Intermedia
- 7 Densa

Figura 28. Esquema para identificar el hábito de crecimiento de la planta



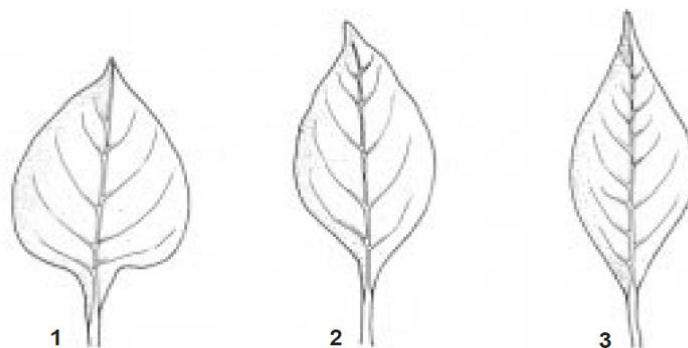
3 Prostrada

5 Intermedia (compacta)

7 Erecta

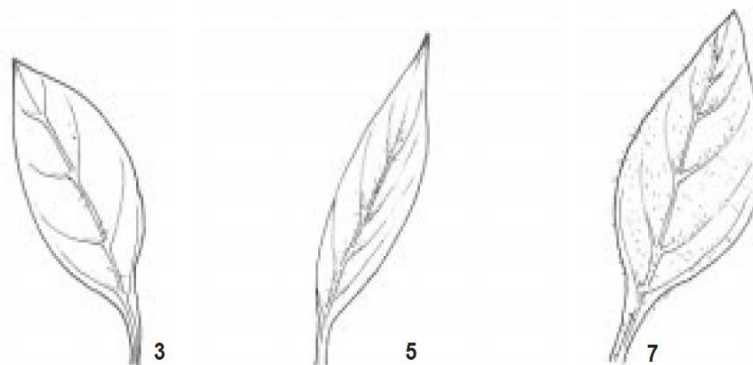
9 Otro

Figura 29. Esquema para la identificación de forma de la hoja madura.



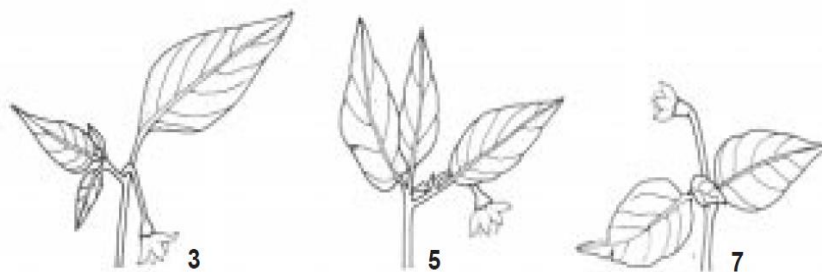
- 1 Entera
- 2 Ondulada
- 3 Ciliada

Figura 30. Esquema para identificar pubescencia de la hoja.



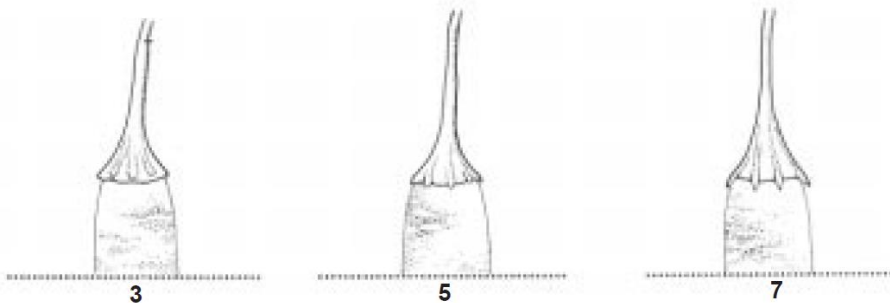
- 3 Escasa
- 5 Intermedia
- 7 Densa

Figura 31. Esquema para identificar posición de la flor.



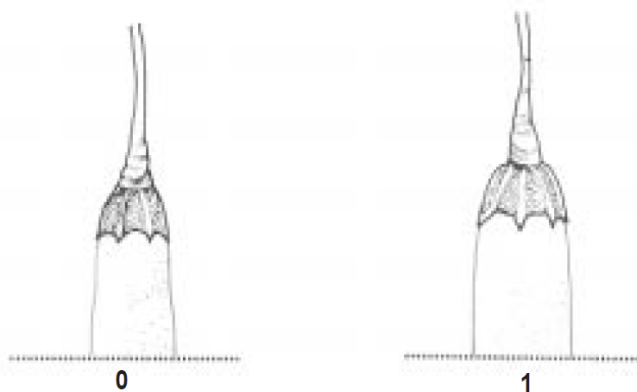
- 3 Pendiente
- 5 Intermedia
- 7 Erecta

Figura 32. Esquema para identificar margen del cáliz.



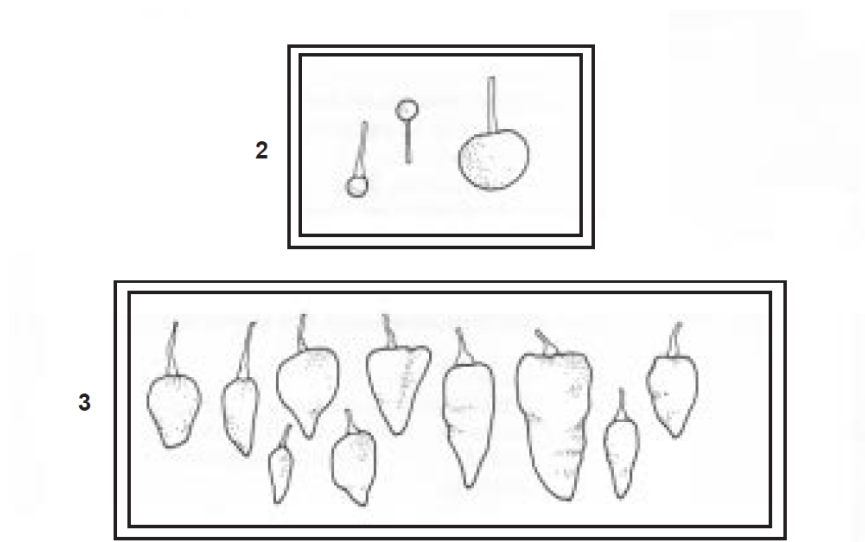
- 3 Entero
- 5 Intermedio
- 7 Dentado

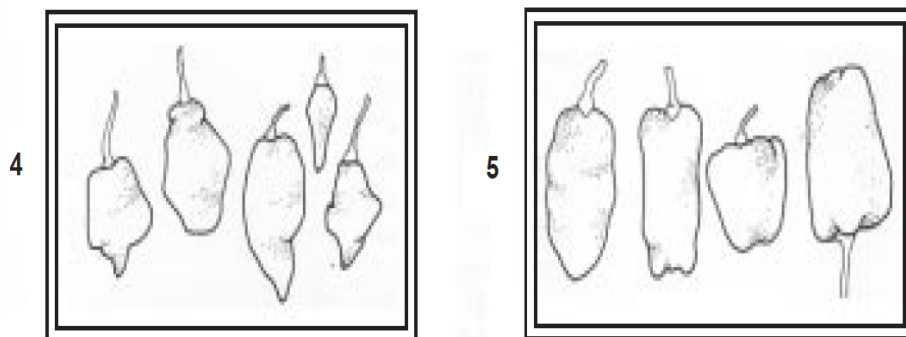
Figura 33. Esquema para identificar la constricción anular del cáliz.



0 Ausente
1 Presente

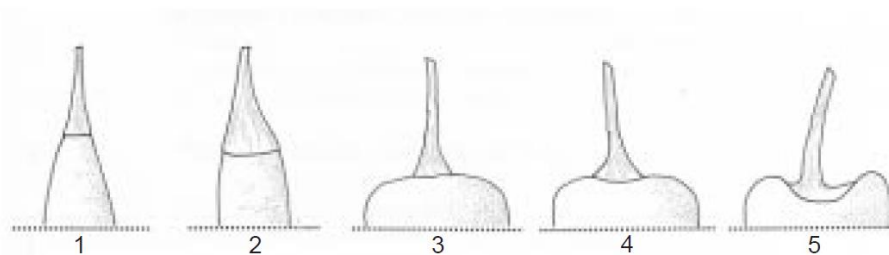
Figura 34. Esquema para identificar la forma del fruto.





- 1 Elongado
- 2 Casi Redondo
- 3 Triangular
- 4 Acampanulado
- 5 Acampanulado y en bloque
- 6 Otro

Figura 35. Esquema para identificar forma del fruto en la unión con el pedicelo.



- 1 Agudo
- 2 Obtuso
- 3 Truncado
- 4 Cordado
- 5 Lobulado

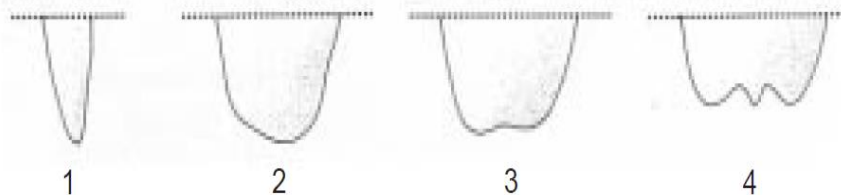
Figura 36. Esquema para identificar cuello en la base del fruto.



0 Ausente

1 Presente

Figura 37. Esquema para identificar forma del ápice del fruto.



1 Puntado

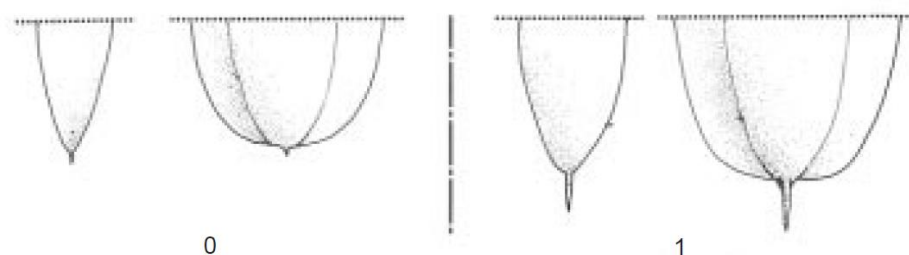
2 Romo

3 Hundido

4 Hundido y puntado

5 Otro

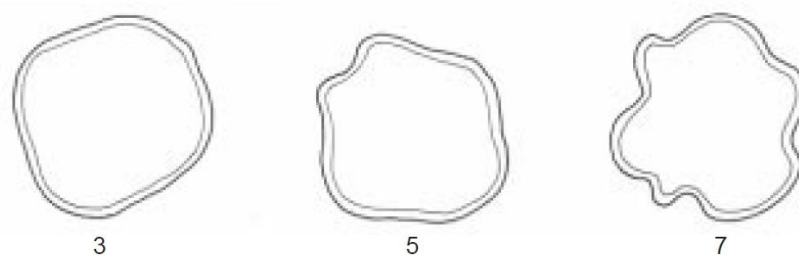
Figura 38. Apéndice en el fruto, vestigio de la floración.



0 Ausente

1 Presente

Figura 39. Esquema para identificar arrugamiento transversal del fruto.



3 Levemente corrugado

5 Intermedio

7 Muy corrugado