



Universidad Autónoma Chapingo

ENSEÑAR LA EXPLOTACION DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE



**Departamento de Fitotecnia
Instituto de Horticultura**

**“RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE 40 VARIEDADES DE
TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) EN CUATRO
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN”**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

JUAN JOSÉ PONCE VALERIO

Chapingo, México. Diciembre de 2003



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



**RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE 40 VARIEDADES DE TOMATE DE
CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) EN CUATRO SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN.**

Tesis realizada por JUAN JOSÉ PONCE VALERIO bajo la dirección del Comité asesor
indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado
de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:



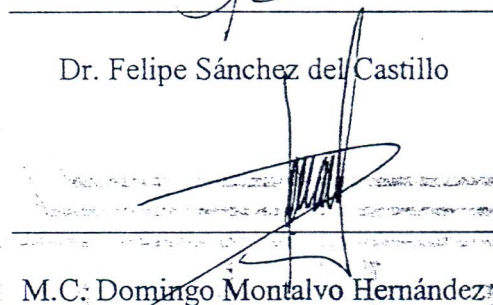
Dr. Aureliano Peña Lomeli

ASESOR:



Dr. Felipe Sánchez del Castillo

ASESOR:



M.C. Domingo Montalvo Hernández

Instituto de Horticultura

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor de la presente tesis, JUAN JOSÉ PONCE VALERIO, ingeniero agrónomo, es originario de Guasave, estado de Sinaloa, lugar donde nació el 13 de diciembre de 1976; realizó sus estudios de bachillerato en el Colegio Guasave, del cual egresó en 1995, y la licenciatura en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), en Ciudad Obregón Sonora, de la cual egresó en 1999, titulándose con la tesis denominada "Evaluación de ácido salicílico en papa (*Solanum tuberosum*) en el Valle del Yaqui, Sonora Ciclo 1998 - 1999".

Instituto de Horticultura

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de salir adelante para realizar mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico brindado durante la realización de mis estudios.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad para realizar mis estudios y la oportunidad de superarme.

Al Dr. Aureliano Peña Lomelí, por su calidad humana, constante apoyo brindado, consejos y por su amistad que me ofreció desde mi llegada a la universidad.

Al Dr. Felipe Sánchez del Castillo, por contribuir en mi formación académica, su valiosa sugerencia en la redacción del presente documento y por su amistad.

Al M.C. Domingo Montalvo Hernández, por su amistad y sugerencias atinadas en el desarrollo de la presente investigación.

Al Dr. Mario Pérez Grajales, por las orientaciones y amistad que me ha ofrecido.

Al Dr. Marco Antonio Gutiérrez C., por el valioso y constante apoyo brindado, por su ejemplo de profesionalismo e integridad moral, y sobre todo por su amistad.

A Profesores de Fitotecnia, de quienes recibí toda su ayuda y aprecio durante mis estudios: Dr. Alejandro Barrientos, Dra. María Teresa Martínez D., Dr. Gustavo Almaguer, Dr. Jaime Sahagún C., Dr. Tito Rojas, Dr. Héctor Lozoya, Dra. María Teresa Colinas, Dr. Juan Enrique Rodríguez P., M. C. José Mexía, Dr. Rafael Mora, M. C. Rogelio Castro B., M. C. Abelardo Barrientos, M. C. Efraín Contreras.

A los Sres. Gabriel Ramírez y Eusebio Moreno, por su gran ayuda en las evaluaciones en campo y su amistad hizo más liviano este trabajo y la estancia en la universidad.

A Ing. Natanael Magaña L. y al equipo tomatero de la Universidad, por su apoyo en la toma de datos en algunas fases de esta investigación.

A la Generación 2001 – 2002, por su amistad brindada y compañerismo que me ofrecieron.

A la generación 2002 – 2003, por la amistad que me ofrecieron, muchas gracias compañeros: (Antonio Morales, Carlos Nuñez, Sergio A. Pérez, H. Cruz, E. Morales, J. Ayala, F. Bautista, R. Rivera, Lourdes Villegas, L. Cruz, D. Vega, Elisa, Erick).

Al Personal de la Coordinación, Sra. Alejandra, Sra. Gloria, Sra. Rocío y a José Luis.

A los Sres. Federico Ponce y Eduardo Ruiz Valerio, que me apoyaron incondicionalmente muchas gracias.

A mi tío Jorge y Familia, mi tía kiro y familia, mi tía Gloria y familia, mi tía Fide y familia, a mi tío Emilio y familia, a mi tía Lolis y familia, a mi tío Chichi y familia, muchas gracias familia por el apoyo que hemos recibido de ustedes.

A Toño, Carlos, Sergio y Juan Ayala, muchas gracias por su amistad y el apoyo que me brindaron dentro y fuera de clases.

Instituto de Horticultura

DEDICATORIA

A mis padres Rafael Ponce Fonseca e Hilda Luz Valerio de Ponce, de quienes he aprendido el amor por trabajar, luchar día tras día y la ilusión de seguir siempre adelante.

A mi futura esposa Adriana Valdez, por su amor, fortaleza, apoyo durante mi preparación académica y por el cúmulo de felicidad que ha traído a mi vida, muchas gracias Flaca.

A mi Hermana y Carlos E. Acosta, de quienes he recibido su completo apoyo y confianza incondicional muchas gracias.

A mi sobrino Luis E. Acosta Ponce, esperando que le sirva de ejemplo para su superación.

A la familia Valdez Vizcarra, por su gran amistad y por compartir gratos momentos a su lado.

A mis Abuelitas Carmelita Fonseca y Fidelia Castro, por darme los mejores padres y por ser tan buenas conmigo muchas gracias.

A mis Abuelos José Ponce y Juan Valerio (+), ejemplo de rectitud y humildad para con los que los rodearon.

A mi tía Martha, mi tío José Humberto y mi tío Teodoro (+), que yo se que de donde están me están echando porras, muchas gracias tíos.

A todos los vecinos de la cuadra, (Mi tía Chalva, tío Oscar, Diana, Tere, Doña Tacha, Martha, Mi niño Talo, Mi niña Adriana, el perrón mi niño Víctor, al soplete Armando Miranda, a los cuates Arat y Genadis, a Don Rey y familia, a Julián, a Lic. Radamés, Rosendo, Martín, Doña Paz) gracias por su amistad.

A los compañeros de la preparatoria y licenciatura, Rodrigo Castro, Armando Godoy, Liberato Osuna, Gilberto Montoya, Daniel Arce, Vinicio Ayendaño, Emigdio Rivera, Juan Fernando Rodríguez, Macedonio, mi compare Chichi, Arturo Chan, a mi compare capuyito Paúl Sañudo, José Luis Verduzco, Eduardo Gonzáles, Don Chuy, Marina Castro, Gabriela Vega, Teodoro Osben, Jesús Gerardo, Luis Ariel Lugo, Erendida Lugo, gracias por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE CUADROS	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III. HIPÓTESIS	5
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1. Origen y domesticación del tomate de cáscara	6
4.2. Importancia del cultivo	7
4.3. Variabilidad genética y fitomejoramiento	9
4.4. Sistemas de Producción	11
4.4.1. Riego rodado o gravedad	11
4.4.2. Riego por goteo	14
4.4.3. Riego por goteo con acolchado	16
4.4.4. Hidroponia	19
4.4.5. Invernaderos	24
V. MATERIALES Y MÉTODOS	31
5.1. Ubicación de los sitios experimentales	31
5.2. Material vegetal	31
5.3. Sistemas de producción	31
5.4. Diseño y unidad experimental	33
5.5. Manejo agronómico	34
5.5.1. Semillero	34
5.5.2. Establecimiento en campo	35
5.5.3. Transplante	35
5.5.4. Riego	36
5.5.5. Control de plagas y enfermedades	37
5.5.6. Cultivos	38
5.5.7. Deshierbes	38
5.5.8. Fertilización	39
5.6. Caracteres evaluados	40
5.6.1. Altura a la primera bifurcación	40
5.6.2. Porte de la planta	40
5.6.3. Longitud de la rama principal	40
5.6.4. Número de bolsas	40
5.6.5. Color de fruto y planta	40
5.6.6. Peso promedio por fruto	40
5.6.7. Rendimiento por planta	41
5.7. Análisis estadístico	41

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
6.1. Análisis combinado de sistemas de producción	42
6.1.1. Análisis de varianza	42
6.1.2. Comparación de variedades	44
6.1.3. Comparación de sistemas de producción	51
6.2. Análisis por sistema	56
6.2.1. Análisis del sistema riego por goteo sin acolchar	56
6.2.2. Análisis del sistema riego por goteo con acolchado	61
6.2.3. Análisis del sistema riego rodado	66
6.2.4. Análisis del sistema hidroponía bajo invernadero	71
VII. CONCLUSIONES	77
VIII. LITERATURA CITADA	79

RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DE 40 VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) EN CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

RESUMEN

En México no existen variedades mejoradas de tomate de cáscara específicas para los sistemas de producción: riego por goteo, riego por goteo con acolchado plástico, riego rodado e hidroponia bajo invernadero. Se estudió el potencial de rendimiento y precocidad de 40 variedades en dichos sistemas, los cuales se establecieron en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, durante el ciclo primavera - verano de 2003. Las variables evaluadas fueron: precocidad, peso promedio por fruto y rendimiento por planta. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones por sistema de producción. El mejor sistema de producción fue riego por goteo con acolchado plástico, tanto para rendimiento como para peso por fruto. En promedio de sistemas de producción, las variedades de mayor rendimiento y precocidad fueron: Población 3, Población 5, CHF1-Chapingo y Manzano SM2R, con frutos de tamaño mediano; las variedades de mayor tamaño de fruto fueron: Puebla SM2, Puebla SM1, San Mateo y Mahune, aunque presentaron bajo rendimiento; en general, las variedades de mayor rendimiento son de la raza Rendidora y las de mayor tamaño de fruto de la raza Puebla; el rendimiento en el primer corte es fundamental para obtener un alto rendimiento total, pues en general las variedades más rendidoras al inicio mantuvieron esa característica hasta el final; la variedad Diamante resultó de fruto grande y rendimiento superior a la media, por lo que sería pertinente continuar con su proceso de mejoramiento. Para los sistemas de producción: riego por goteo, riego por goteo con acolchado plástico, riego rodado, e hidroponia bajo invernadero, las variedades de mayor precocidad y rendimiento fueron: Población 3, Población 5, Población 3 y 124 USA 03, respectivamente; en tanto que las de mayor tamaño de fruto fueron: Puebla SM2, San Mateo, Puebla SM1 y Mahune, respectivamente.

Palabra Clave: Tomate de cáscara, sistema de producción, rendimiento, precocidad.

YIELD AND EARLY PRODUCTION OF 40 VARIETIES OF HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.) IN FOUR PRODUCTION SYSTEMS.

ABSTRACT

In Mexico, specific improved varieties of husk tomato do not exist for production systems: leak watering, leak watering with plastic mulch, smooth watering and hydroponia under greenhouse. The yield potential and early production of 40 varieties were studied in said systems, which were set up in the Experimental Agricultural Field at Chapingo Autonomous University, during the spring – summer cycle 2003. The variables evaluated were: early production, weight average per fruit and yield per plant. The experiment design consisted of complete random blocks with three repetitions per production system. The best production system was leak watering with plastic mulch, both for yield and for weight per fruit. On the average for production system, the varieties with the most yield and early production were: Population 3, Population 5, CHF1 – Chapingo and Manzano SM2R, with the medium – sized fruit. The varieties with the largest fruit size were: Puebla SM2, Puebla SM1, San Mateo and Mahune, although they presented low yield. In general, the varieties with the most yield are of the Rendidora strain and those with the largest fruit size were of the Puebla strain. The yield in the first harvest is fundamental to obtain a high total yield, because in general the varieties with more yield at the beginning maintained that characteristic until the end. The Diamante variety had big fruit and superior yield to the average, for which it would be pertinent to continue with this process of improvement. For the production system: leak watering, leak watering with plastic mulch, smooth watering and hydroponia under greenhouse, the varieties with more precocity and total yield were: Population 3, Population 5, Population 3 and 124 USA 03, respectively; and those with the largest fruit size were: Puebla SM2, San Mateo, Puebla SM1 and Mahune, respectively.

KEY WORDS: Husk tomato, production system, yield, early production.

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Relación de los materiales y su procedencia.	32
Cuadro 2. Cantidad de fertilizantes usado para preparar mil litros de solución nutritiva para el sistema de producción hidropónico.	35
Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza, combinando de cuatro sistemas de producción, para peso por fruto (g) por corte y en promedios de cortes (PPPF) en Chapingo, México. 2003.	42
Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza, combinando de cuatro sistemas de producción, para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en Chapingo, México. 2003.	43
Cuadro 5. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) para 40 variedades, en promedio de cuatro sistemas de producción en Chapingo, México. 2003.	45
Cuadro 6. Medias de rendimiento total por planta (RTP) y peso promedio por fruto (PPPF) para cada raza, en gramos.	46
Cuadro 7. Medias de rendimiento por planta (g) para cada corte y total de cortes (RTP) para 40 variedades, en promedio de cuatro sistemas de producción en Chapingo, México. 2003.	48
Cuadro 8. Medias de peso por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) para cuatro sistemas de producción, en promedio de 40 variedades en Chapingo, México. 2003.	52
Cuadro 9. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) para cuatro sistemas de producción, en promedio de 40 variedades en Chapingo, México. 2003.	54
Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso por fruto (g) por corte y en promedios de cortes (PPPF) en riego por goteo en Chapingo, México. 2003.	57

- Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por 57
planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en riego por goteo
en Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 12. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio 59
de cortes (PPPF) para 40 variedades en riego por goteo en
Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 13. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de 60
cortes (RTP) para 40 variedades en riego por goteo en
Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso promedio 62
por fruto (g) por corte y en promedios de cortes (PPPF) en riego
por goteo con acolchado en Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 15. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por 62
planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en riego por goteo
con acolchado en Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 16. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio 64
de cortes (PPPF) para 40 variedades en riego por goteo con
acolchado en Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 17. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de los 65
cortes (RTP) para 40 variedades en riego por goteo con
acolchado en Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 18. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso promedio 67
por fruto (g) por corte y en promedios de cortes (PPPF) en riego
rodado en Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 19. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por 67
planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en riego rodado en
Chapingo, México. 2003.
- Cuadro 20. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio 68
de cortes (PPPF) para 40 variedades en riego rodado en
Chapingo, México. 2003.

- Cuadro 21. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP) para 40 variedades en riego rodado en Chapingo, México. 2003. 70
- Cuadro 22. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso por fruto (g) por corte y en promedios de cortes (PPPF) en hidroponia bajo invernadero en Chapingo, México. 2003. 71
- Cuadro 23. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en hidroponia bajo invernadero en Chapingo, México. 2003. 72
- Cuadro 24. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio por cortes (PPPF) para 40 variedades en hidroponia bajo invernadero en Chapingo, México. 2003. 73
- Cuadro 25. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP) para 40 variedades en hidroponia bajo invernadero en Chapingo, México. 2003. 75
- Cuadro 27. Mejores variedades para peso promedio por fruto por sistema de producción y en combinación de éstos. 76
- Cuadro 28. Mejores variedades para rendimiento total por planta por sistema de producción y en combinación de éstos. 76

I. INTRODUCCIÓN

La palabra tomate proviene del vocablo nahuatl “ayacachtomatl” cuyas etimologías son: ayacah (tli) = sonaja, cascabel y tomatl = tomate. Así, su nombre genérico en el idioma maya hace suponer que es originaria de América y muy probablemente de México (Pérez *et al.*, 1997). Esta especie (*Physalis ixocarpa*), llamada también tomate verde, tomatillo o tomate de fresadilla, es un hortaliza cuyo uso más difundido es el alimenticio (Santiaguillo *et al.*, 1996); no obstante, también se utiliza con fines medicinales, artesanales y decorativos. Tiene importancia nacional, ya que se cultiva en 27 de los 32 estados de la República Mexicana, donde se encuentra en forma silvestre, fomentada, cultivada y domesticada (Peña *et al.*, 2002). A nivel nacional se cultivan alrededor de 50 000 ha, con un rendimiento promedio de 12 t/ha (SARH, 2001). En el año 2001 se sembraron 47 840 ha; los principales estados productores en sistema de riego fueron: Sinaloa, Puebla, Sonora, Michoacán, México, Guanajuato, Zacatecas, Hidalgo y Jalisco; mientras que para el sistema de temporal fueron: Jalisco, Morelos y Estado de México. En ese año ocupó el cuarto lugar en superficie cultivada, respecto a las demás hortalizas, con 75% bajo riego y 25% bajo temporal (SAGARPA, 2001).

Su cultivo se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, aunque el rendimiento promedio nacional es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que se estima en 40 t/ha (Peña y Santiaguillo, 1999). Tal incremento es posible con el uso de mejores variedades y técnicas del cultivo. Además, tiene grandes perspectivas en el mercado, donde incluso puede ser un sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores a éste. También tiene la ventaja de

que su ciclo de producción es relativamente corto (80 días) ya que su fruto se consume cuando aún se encuentra fisiológicamente inmaduro (Sigala *et al.*, 1994). El consumo percapita nacional es alto (3.5 kg) y su exportación a Estados Unidos de Norteamérica y Canadá es cada vez mayor (Peña y Santiaguillo, 1999).

La variabilidad genética vegetal es la base para el mejoramiento genético de las plantas que el hombre usa para su supervivencia (Santiaguillo *et al.*, 1994). En relación al potencial genético del género *Physalis*, Saray (1982) señala que a pesar de que en México existen poblaciones de tomate de cáscara en diversos grados de domesticación, su conocimiento es escaso, desconociéndose sus características agronómicas más importantes así como su disponibilidad y variabilidad, lo que redundaría en una incipiente contribución al fitomejoramiento (López *et al.*, 1994). Dicha variabilidad genética se ha agrupado en ocho razas: Milpero silvestre, Milpero cultivado, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Ayala *et al.*, 1992).

La dinámica agrícola del cultivo del tomate de cáscara demanda la generación de cultivares mejorados que se ajusten a las necesidades actuales del mercado nacional e internacional. Dentro de las características a mejorar destacan: rendimiento, hábito de crecimiento, distribución de la producción, así como color, forma, y tamaño del fruto. El concentrar la producción en un tiempo reducido debe ser uno de los objetivos del mejoramiento genético de la especie, al menos en regiones en donde las bajas temperaturas son limitantes para su siembra, como el altiplano mexicano, ya que esto, junto con la precocidad, permitiría llegar al mercado más pronto y reduciría los costos de recolección (Peña y Márquez, 1990).

Hasta 1985 no existía un programa formal de mejoramiento genético de tomate de cáscara en México. No obstante, Peña y Márquez (1990) señalan que existen amplias posibilidades de obtener variedades mejoradas partiendo de tres de las variedades nativas más utilizadas: Rendidora, Salamanca y Tamazula. Con base en esto, se inició un programa de mejoramiento de tomate de cáscara, en el que a la fecha se han obtenido variedades mejoradas en las razas: Rendidora, Manzano, Puebla y Tamazula, mismas que se encuentran en la etapa de evaluación y registro (Peña, 2003¹).

En la actualidad solo existen dos variedades registradas (Rendidora y CHF1-Chapingo), por lo que el proceso de producción se basa en poblaciones nativas que los propios productores usan y conservan y otras que las compañías productoras de semilla incrementan y comercializan (Peña *et al.*, 2002). En este contexto, es necesario generar, evaluar y registrar tanto variedades nativas como mejoradas, para ponerlas a disposición de los productores, y contribuir al incremento del rendimiento del cultivo.

La expresión del potencial del rendimiento de los cultivos depende de varios factores, los que están determinados por su constitución genética, los factores ambientales como el clima, las características del suelo, las condiciones nutrimentales, factores biológicos y la técnica de producción (Sánchez y Escalante, 1988). Respecto a este último factor, el sistema de riego rodado es el más frecuente en la producción de tomate de cáscara; no obstante, ya existen áreas a nivel comercial donde se utiliza riego por goteo con o sin acolchado plástico, bajo condiciones de cielo abierto.

¹ Aureliano Peña Lomelí. 2003. Comunicación personal. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. lomeli@taurus1.chapingo.mx

Por otro lado, se está desarrollando investigación en relación con su cultivo en hidroponía bajo invernadero (Castro *et al.*, 2000). Sin embargo, a la fecha, no existen reportes donde se evalúe el comportamiento de variedades de tomate de cáscara en relación con los diferentes sistemas de producción convencionales o emergentes, por lo que en el presente trabajo se plantearon los objetivos e hipótesis siguientes.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la respuesta productiva de 40 variedades en los sistemas de producción: riego por goteo, riego por goteo con acolchado plástico, riego rodado e hidroponia bajo invernadero.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

Determinar la o las mejores variedades para cada sistema de producción y en promedio de ellos, con base en su peso promedio por fruto, precocidad y rendimiento total por planta.

Comparar la productividad de los cuatro sistemas de producción e identificar el mejor con base en precocidad, rendimiento por planta y peso promedio por fruto.

III. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS

Es posible obtener una variedad con características agronómicas que exprese una alta productividad, principalmente en precocidad, rendimiento y calidad del fruto, para cada uno de los sistemas de producción evaluados, entre los cuales se espera diferencia.

Existen variedades con alto rendimientos, precoces y buen peso promedio por fruto, independientemente del sistema de producción empleado.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen y domesticación del tomate de cáscara

El género *Physalis* comprende más de 80 especies distribuidas principalmente en América, donde México es el principal centro de distribución del género con aproximadamente 70 especies; de éstas, 36 se encuentran ampliamente distribuidas en 26 estados del País (Peña y Santiaguillo, 1999).

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), originario de México, era conocida por los Mayas y Aztecas desde épocas prehispánicas, crece en forma silvestre a lo largo de la vertiente del pacífico desde California en los Estados Unidos de Norte América hasta Centro América (Bukasosov, citado por Peña *et al.*, 1999). Actualmente el tomate de cáscara aún crece en forma silvestre en algunas regiones de la costa del Pacífico y centro de México, donde subsisten sistemas tradicionales de producción, y es común que los campesinos lo recolecten para el consumo familiar e incluso para la venta (Peña y Márquez, 1990). Su domesticación ha propiciado la presencia actual de una gran variabilidad genética, misma que han sido agrupadas en ocho razas: Milpero silvestre, Milpero cultivado, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Ayala *et al.*, 1992). De éstas, Rendidora, Salamanca y Tamazula son las más utilizadas en el proceso de producción (Peña *et al.*, 1997).

4.2. Importancia del cultivo

El uso alimenticio del tomate de cáscara es el más difundido y el de mayor tradición, desde tiempos prehispánicos, aunque también se utiliza con fines medicinales y artesanales (Pérez, 1997).

En México, para 1990 el tomate de cáscara ocupaba el séptimo lugar respecto a las demás hortalizas en relación a superficie cultivada; para 1991 se establecieron 25 885 ha, de las cuales 19 755 ha fueron en condiciones de riego y 6 130 de temporal, obteniéndose un rendimiento promedio de 11.597 ton/ha y 8.281 ton/ha, respectivamente. Para el año de 1992 se reporta en el país una superficie sembrada de 25 831, con el 78.4% (20 251.5 ha) de riego y el 21.6% (5 579.5 ha) de temporal, y un rendimiento promedio de 10.9 y 10.4 ton/ha, respectivamente (Santiaguillo, 1995). En el 2001 se establecieron 47 840 ha, de las cuales el 75 % eran de riego y el resto de temporal, con una producción de 587 712 ton/ha y un rendimiento promedio de 12 532 ton/ha, cuyo precio por tonelada osciló entre 2 769.99 y 3 164.25 (SARH, 2001).

Estadísticas presentadas por SAGARPA (2001) indican que tan sólo los estados de Sinaloa, Puebla, Sonora, Michoacán, México, Guanajuato, Zacatecas, Hidalgo y Jalisco participaron con el 60.53% de la producción nacional, en lo que respecta a la superficie sembrada bajo riego; mientras que el resto de los estados productores de esta especie sólo participó con el 39.47%. Con base en la superficie sembrada total, los principales estados productores son: Sinaloa, Jalisco, Puebla, México, Michoacán y Sonora, los cuales participaron con un 66.89% en la superficie.

Paralelamente, durante el período 1991 – 1992 destacan como principales estados exportadores: Sinaloa, Tamaulipas y el Estado de México (SARH, 1992).

El incremento en la superficie cosechada se dió principalmente a partir de la década de los años setenta, debido tanto a un aumento significativo en el consumo *per capita* a nivel nacional (de 0.5 kg antes de los años setenta pasó a 3.5 actualmente) como en el de exportación hacia los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Esto ha motivado cambios significativos en su patrón de cultivo, ya que estados como Sinaloa pasaron de no ser productores de tomate de cáscara antes de los ochenta a ser en 1993 el principal productor. El consumo *per capita* de esta hortaliza para 1945 – 1949 fue de 0.259 kg a nivel nacional, mientras que para el año de 1991 se incrementó a 1.7 kg; sin embargo, dicho consumo tiene una marcada influencia regional, que se manifiesta al comparar el consumo *per capita* nacional con el de algunas ciudades del País, tales como Culiacán (0.97 Kg) y Texcoco (17.11 Kg) (Santiaguillo, 1995)

El tomate de cáscara ocupó el lugar 44 en superficie cultivada en México, fue el número 24 en importancia entre los cultivos anuales y ocupó el quinto lugar entre las especies olerícolas, siendo superado únicamente por chiles, jitomate, papa y cebolla (Peña y Santiaguillo, 1999).

Esta especie ha pasado de ser un cultivo de importancia regional a nacional, ya que se cultiva prácticamente en todos los estados del País. Su cultivo se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, debido a su alto grado de rusticidad y por tener grandes perspectivas en el mercado, llegando, incluso, a ser producto

sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores al de éste; además, los rendimientos que se presentan son buenos y su ciclo vegetativo relativamente corto (Sigala *et al.*, 1994).

El tomate de cáscara es utilizado como condimento en un sin número de comidas en forma de salsas agregadas a los guisos, sopas, ensaladas, etc. (Cartujano, 1984). Además, es un cultivo que ha tomado importancia en los últimos 10 a 15 años y está siendo utilizado por la industria de alimentos envasados para la fabricación de salsas verdes, las cuales pueden ser adquiridas en los supermercados en cualquier época del año (Peña y Márquez, 1990). Actualmente se exporta principalmente hacia el sur de Estados Unidos, para cubrir la demanda de la población latina, y a ciudades como Toronto, Montreal y Canadá (Peña y Santiaguillo, 1999).

4.3. Variabilidad genética y fitomejoramiento

Durante el proceso evolutivo, la naturaleza ha originado una gran diversidad genética aún no explorada, siendo necesario su estudio sistemático a través de verdaderos equipos interdisciplinarios con claridad de objetivos sobre su conservación y uso en la mejora genética, siendo de particular importancia no sólo centrarse en los materiales domesticados sino también en las especies silvestres y arvenses relacionadas, procurando siempre explotar el plasma germinal suficiente a fin de que éste sea susceptible a responder tanto a problemas agrícolas específicos como a requisitos culturales regionales (Kato, 1978)

Existen cinco clases de plasma germinal: 1) Cultivares actualmente en uso; 2) Cultivares obsoletos; 3) Colectas especiales, como resistentes a elementos adversos, para estudios citogenéticos y mutaciones inducidas; 4) Variedades primitivas o razas nativas y 5) Especies silvestres y arvenses emparentadas con especies cultivadas (Peña y Santiaguillo, 1999). Para el caso de tomate de cáscara, alógama obligada por autoincompatibilidad gametofítica (Pandey, 1957), existen en México una enorme variabilidad genética que ha sido agrupada en ocho grandes razas: Milpero silvestre, Milpero cultivado, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Peña y Santiaguillo, 1999), cuya característica fundamental es que todos son comestibles y, a excepción de Rendidora, Puebla y Salamanca, de distribución regional. Las razas Tamazula y Arandas son de consumo casi exclusivo en estados como Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Colima, Aguascalientes y parte de Michoacán; los Milperos en Valles Altos; el Manzano en el Oriente de Estado de México y Morelos; y los silvestres en los estados del Pacífico Centro (Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca), aunque se consumen también en muchos otros estados (Peña y Santiaguillo, 1999).

No obstante que el tomate de cáscara es originario de México, su mejoramiento genético ha sido limitado. A la fecha sólo existen dos variedades mejoradas (Rendidora y CHF1-Chapingo), aunque hay numerosas variedades nativas que los propios productores usan y conservan, y otras que las compañías semilleras han incrementado y comercializado (Peña *et al.*, 1997). La especie se caracteriza por ser gaméticamente autoincompatible, por lo que es alógama obligada (Pandey, 1957). No se ha realizado mejoramiento genético en gran escala, aunque se ha demostrado que la selección masa visual

estratificada (SMVE) es en primera instancia un buen método para obtener avances significativos (Peña *et al.*, 2002).

4.4. Sistemas de producción

4.4.1. Riego rodado o gravedad: Los métodos de riego por gravedad, también denominados por superficie, son los de uso más común en México, ya que se utilizan 92% del área bajo riego (Palacios, 2002). Sobresalen los métodos de riego por melgas y surcos. Una melga es una franja de terreno, generalmente en forma rectangular, determinada por dos bordos longitudinales paralelos y dos bordos transversales. La melga tiene una pendiente longitudinal que coincide con la dirección del riego, y una transversal que es nula o muy pequeña (menos de 0.1%). El surco puede considerarse como un caso particular de melga en donde el ancho es muy pequeño. El surco tiene una pendiente longitudinal que, como el caso de la melga, puede ser trazado sobre terrenos con pendientes transversales fuertes. Ambos están delimitados aguas arriba por la regadera y aguas abajo por una zanja de desagüe. El agua de riego se introduce en la parte alta y por una gradiente de energía se mueve hacia abajo y se infiltra en el suelo (Rendón *et al.*, 1998).

Los surcos y las corrugaciones son esencialmente similares y ambos se usan en un método de riego en el que el agua se lleva a la planta por canales largos y de poca capacidad, excavados o formados en el suelo a intervalos regulares. Los surcos se usan en pendientes planas o siguiendo su contorno y tiene una sección transversal más grande (Zimmerman, 1975).

El objetivo del riego por gravedad es aplicar la lámina de riego de manera uniforme a lo largo de la melga o el surco (Rendón *et al.*, 1998). Algunas de las ventajas de este método de riego son: generalmente las láminas aplicadas son muy pesadas, por lo que los intervalos entre riegos pueden ampliarse, además de facilitar el transplante en húmedo de algunos cultivos como las hortalizas; la disponibilidad de los nutrientes para las plantas es alta, debido a que la humedad del suelo se mantiene por más tiempo; disminuye la diseminación de enfermedades foliares por que el agua no entra en contacto directo con el follaje de las plantas; es la forma más económica de regar un cultivo, ya que no requiere una infraestructura muy compleja, sólo son suficientes una fuente de abastecimiento de agua y un canal para conducirla al terreno donde se va aplicar. Las principales desventajas de este tipo de riego el contexto de una agricultura sustentable donde la conservación de recursos es imprescindible, son: pérdidas de agua por conducción muy elevadas debido a la infiltración y evaporación, llegando a ser de hasta un 50% en canales no revestidos y en suelos de textura gruesa; cuando la entrega de agua no es la adecuada y el terreno no tiene una pendiente uniforme, las láminas aplicadas no son homogéneas a lo largo del terreno; en terrenos con pendientes fuertes (mayor a 4%) no se recomienda este tipo de riego por el riesgo de provocar erosión en el suelo.

La eficiencia de este tipo de riego es más bien baja, con un máximo del 40%, debido parcialmente a las numerosas regaderas, pero principalmente debido a la gran cantidad de agua que escurre por el surco como desperdicio antes de que se produzca un humedecimiento adecuado. Hay además otros daños inherentes a este tipo de riego:

erosión del suelo, empantanamiento y salinidad por un control impropio del agua. Con este método un hombre no puede regar más de 0.4 ha por día (Zimmerman, 1975).

Este sistema de riego rodado es el más utilizado en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), donde del 100% de la superficie cultivada, en el 90% se usa este sistema de riego.

Magdaleno (2001) indica que las cantidades de agua empleadas en los riegos rodados es mucho mayor que en los sistemas de riego por goteo. También menciona que hay una mayor eficiencia debido a que los rendimientos totales fueron superiores al de riego por goteo. En el cultivo de tomate se ha observado que la humedad excesiva, tanto en el suelo como en el ambiente, favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades, que pueden reducir significativamente el rendimiento.

Peña (1998), en un estudio de 200 familias de tomate de cáscara en tres ambientes, encontró diferencia significativa entre ambientes y familias, aunque su interacción sólo fue significativa en los caracteres altura a primera bifurcación y peso por fruto en el corte uno, por lo que en general los materiales fueron estables y consistentes, en un ambiente de riego rodado. En el mismo trabajo se encontró que el peso promedio por fruto en el corte uno fue mayor que en el corte dos, debido a que el corte uno coincide con el mayor desarrollo del área foliar, en tanto que en el segundo corte se presentan decrementos en ésta por una mayor tasa de producción de etileno.

4.4.2. Riego por goteo: Este sistema, que también es de riego localizado, consiste en distribuir el agua, generalmente filtrada, a las plantas sobre o dentro del suelo (ya fertilizado) en las zonas de las raíces. La distribución se hace por una red de tuberías, casi siempre de plástico-polietileno o PVC-rígido en las líneas principales y flexible en las laterales. El suministro del agua a las plantas se hace mediante perforaciones o boquillas denominadas emisores. Éstas permiten una difusión diferencial y tridimensional del agua, manteniendo bajos los niveles de la tensión de la humedad del suelo, lo que favorece el desarrollo de los cultivos (Palacios, 2002).

El agua filtrada, generalmente mezclada con fertilizantes solubles, se aplica a la zona radical de la planta, conduciendo esta solución a través de tubería a presión, hasta una red de salidas espaciadas a distancias relativamente cortas que descargan el líquido con presión prácticamente nula, manteniendo el suelo en condiciones óptima de humedad para el buen desarrollo del cultivo (SARH, 1981).

El riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en relación a la utilización de aguas salinas y al ahorro de agua. Sin embargo, en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema de riego se centran en su utilización como vehículo de una dosificación racional de fertilizantes. Es decir, que ofrece la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso de crecimiento y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato, un agua de riego determinada y para unas condiciones ambientales definidas (Cadahia, 1998).

El riego localizado de alta frecuencia (RLAF) y de alto caudal, pulveriza el agua que se distribuye superficialmente a través del aire. Algunos problemas del riego por goteo están relacionados con la forma y extensión del bulbo húmedo. Concretamente, el insuficiente desarrollo del bulbo en suelos ligeros y el riego de cultivos en línea (Pizarro, 1996).

Al hablar de un sistema nuevo de riego parece indispensable su comparación con los sistemas ya conocidos y ampliamente experimentados. Por ello, algunas ventajas, en relación con el riego rodado son las siguientes (Medina, 1996): a) Ahorro importante de agua, mano de obra, abonos y productos fitosanitarios. Son normales ahorros de agua del 50% respecto a los sistemas convencionales y, en ocasiones, cifras superiores a éstas. b) Posibilidad de regar cualquier tipo de terrenos, por accidentados o pobres que sean. La pendiente del terreno no es obstáculo a este tipo de riego, por la regulación de caudales que pueden conseguirse. Asimismo, los suelos pobres o de poco espesor tampoco presentan inconveniente, pues en cierto modo el goteo es una forma de hidroponía en que el terreno actúa de sostén. c) Utilización de aguas de menor calidad. d) Aumento de producción, adelanto de cosechas y mejor calidad de los frutos como consecuencia de que la planta tiene satisfechas sus necesidades de agua y nutrientes en cada instante. e) Permite realizar, simultáneamente al riego, otras labores culturales, pues, al haber zonas secas, no se presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno. f) No altera la estructura del terreno.

Son muy pocos inconvenientes en comparación con las ventajas ya mencionadas, destacándose las siguientes: a) Es un sistema muy caro de instalar, por lo que existe una

limitación de tipo económico en su aplicación a los cultivos. No todos los cultivos son tan rentables como para justificar las fuertes inversiones que el goteo supone. b) En zonas frías y con cultivos sensibles a las heladas, el riego por goteo no protege a las mismas, por lo que el uso debe descartarse. c) Si se proyecta o se instala mal, puede ocasionar la pérdida de la cosecha por falta de agua o nutrientes. d) En zonas áridas en que no existe posibilidad de lavado, el uso sistemático y durante varios años de aguas de mala calidad puede arruinar los terrenos de cultivo si no se riega en forma adecuada. e) Obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua, que en ocasiones puede acarrear daños a la instalación y al cultivo. f) Se precisa una mayor calificación por parte de los usuarios que en cualquiera de los otros sistemas de riego (Medina, 1997).

Magdaleno (2001) indica que en el cultivo de tomate de cáscara no debe haber exceso de agua, ya que forma un flujo en el cual los nutrientes se pierden por lixiviación. En este mismo trabajo se menciona que a medida que se empleó una lámina de riego más pesada la tendencia en el rendimiento fue a disminuir. Así, la mayor eficiencia en el uso del agua la obtuvo donde la lámina aplicada fue la más baja. En comparación con el riego rodado hubo diferencias cuando la lámina era menor, pero cuando se aumentaba la lámina el rendimiento disminuyó.

4.4.3. Riego por goteo con acolchado: El acolchado es una técnica que consiste en cubrir el suelo con diversos materiales orgánicos e inorgánicos a fin de reducir la evaporación del agua presente en el suelo, proteger a éste del impacto de la lluvia o el viento, controlar la presencia de malas hierbas, evitar en algunos cultivos el contacto

directo del fruto con el suelo y su humedad, y proteger a los cultivos de heladas (Romero, 1987).

El acolchado del suelo con plástico consiste en cubrir las camas o surcos del terreno cultivado con una película de plástico transparente, gris-humo, negro plateado, o de otro color de acuerdo con la época del año. Los cultivos se desarrollan a través de orificios practicados en la película. El acolchado modifica el microclima del suelo y del aire, creando un ambiente favorable para el crecimiento de las plantas cuando se lleva a cabo adecuadamente (Ramírez, 1996).

Las películas de acolchado plástico fueron utilizadas por primera vez hacia finales de la década de 1950; con su aplicación, la vieja técnica de acolchado de cultivos empezó a tener una difusión y uso más amplio. Estas películas han evolucionado gradualmente gracias al desarrollo tecnológico y a la aparición de nuevos materiales, técnicas de extrusión y equipos para sembrar y acolchar. Uno de los avances más importantes es la disminución en los espesores, misma que lleva a reducir la cantidad de plástico necesaria para cubrir una superficie (Rojas, 1999).

Entre los diversos materiales plásticos utilizados en el acolchamiento de los suelos, el polietileno se adoptó y generalizó rápidamente por su rápida fabricación, excelente resistencia química, buenas propiedades ópticas, alta durabilidad, flexibilidad, libre de olor y toxicidad, comparado a otros polímeros. Sin embargo, lo determinante de la generalización del acolchado plástico de suelos es su menor costo comparado a otros materiales (Lamont, 1993). Según este mismo autor, el uso de acolchados plásticos tiene

muchas ventajas, tales como: a) Ayuda a conservar la humedad y los nutrientes del cultivo. b) Incrementa la temperatura del suelo y la raíz permitiendo una fácil y rápida germinación. c) Reduce la compactación del suelo. d) Permite obtener frutos más limpios y cosechas más tempranas. e) Reduce significativamente el crecimiento de malezas (con una adecuada selección de la película plástica). f) Permite aumentar los rendimientos. g) Optimiza los consumos de agua, fertilizantes y plaguicidas.

El comportamiento espectrométrico de las películas de polietileno depende del color, el cual genera efectos diurnos y nocturnos diferentes que pueden ser ventajosos o desfavorables en la producción de los cultivos. La importancia del color de los acolchados plásticos determina el comportamiento de la energía radiante y la reflexión que tiene influencia sobre el microclima de la planta; modificando la fotosíntesis, fotoperiodismo y morfogénesis. Igualmente, determina la temperatura de la superficie acolchada y del suelo debajo de ésta (Lamont, 1993).

El color del acolchado plástico determina su comportamiento de energía radiante y su influencia sobre el microclima alrededor del cultivo. La respuesta de las plantas al acolchado está influida por la interacción de la calidad de la luz reflejada en la superficie del acolchado y por la habilidad de cada color para incrementar las temperaturas del suelo (Ramírez, 1996).

Los colores más usados son el natural, negro, plata, blanco / negro, y plata / negro. Los períodos de exposición son por lo general de 7 a 9 meses. Las películas de acolchado en otros colores como rojo y amarillo, así como las películas fotoselectivas o las

degradables, no son ampliamente aceptadas por el momento. Los principales cultivos acolchados son el tomate, fresa, melón, sandía, pimiento, pepino, chile y ciertos cultivos orientales. La temporada de utilización varía de acuerdo a la región geográfica del país y comprende prácticamente todo el año (Rojas, 1999).

Soldevilla (2002) reportó que el uso de acolchados aumentó significativamente el rendimiento total en el cultivo de tomate de cáscara, encontrándose diferencias altamente significativas entre los tratamientos blanco/negro (bicapa), transparente y sin acolchar. Así, el mayor rendimiento se obtuvo con el empleo de la cubierta bicapa (B/N), que superó significativamente a los otros dos niveles del factor; del mismo modo, la producción con acolchado transparente superó significativamente al tratamiento testigo, siendo el rendimiento total con acolchado bicapa de 78.7 ton/ha, seguido por el transparente con 73.8 ton/ha y suelo sin acolchar con 44.9 ton/ha.

El mayor rendimiento inicial y total se debe a que el acolchado plástico modifica favorablemente la morfogénesis de las plantas, aumenta la temperatura y conserva por más tiempo la humedad del suelo, lo que modifica el crecimiento de las raíces y favorece la disponibilidad de los elementos nutritivos del suelo, permitiendo un mayor crecimiento del cultivo (Hanada, 1991).

4.4.4. Hidroponia: La hidroponía, según Merle H. Jensen (1999), es una tecnología para producir plantas en soluciones nutritivas de agua y fertilizantes, donde las raíces se desarrollan en un sustrato inerte en vez del suelo. Los sistemas hidropónicos pueden ser líquidos y con agregados. En los sistemas líquidos las raíces están directamente

expuestas a la solución nutritiva, sin ningún otro medio de crecimiento y la solución es reutilizada o reciclada. En los sistemas con agregados, están en un medio sólido inerte de apoyo a las plantas.

También se define hidroponía como “un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se irrigan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua y en el que, en vez de suelo, se utiliza como un sustrato un material generalmente inerte y estéril, o simplemente la misma solución nutritiva, con el objeto de proporcionar las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo vegetal” (Sánchez y Escalante, 1988). Según los mismos autores, la hidroponía como un sistema de producción de flores y hortalizas es ya una realidad a nivel mundial.

En México se ha empezado a considerar como una alternativa tecnológica que permite, a los que la practiquen: ser fuente alterna de ingresos, hacer productivos su tiempo libre y construir una empresa rentable (Miranda, 2002), aunque es necesario tener en cuenta algunas consideraciones como: 1) Cultivo. Se debe de utilizar variedades o híbridos precoces y resistentes a plagas y a enfermedades. 2) Control. Se debe de llevar a cabo control preventivo de plagas y enfermedades. 3) Prácticas culturales. Las mismas que en campo y otras adicionales que incluyen la eliminación de yemas laterales, podas de hojas, flores y frutos. Se intensifica el manejo. 4) Suelo o sustrato. Este debe fertilizarse constantemente. Las condiciones físicas y químicas del suelo o sustrato deben ser apropiadas (Sandoval, 2002).

El interés por esta técnica obedece fundamentalmente a los altos rendimientos por unidad de superficie que se pueden obtener (100 a 1000% más que el cultivo convencional en suelo) y a la mejor calidad de los productos obtenidos (lo que significa mejor mercado y precio de venta). Ello es debido fundamentalmente al logro de un balance ideal entre el oxígeno para la respiración de la raíz, el agua y los nutrientes, la ausencia total de malas hierbas, el mayor control que se tiene sobre plagas y enfermedades, el mantenimiento del pH dentro de los límites óptimos y a que se permita una mayor densidad de población (Sánchez y Escalante, 1988).

Algunas ventajas son que: a) Puede contribuir a la producción de plantas de igual o mejor calidad que las cultivadas en suelo. b) Constituye una opción en condiciones limitadas de suelo, clima y agua. c) Es un sistema versátil que puede ser adaptado a condiciones específicas ambientales, socioeconómicas y tecnológicas. d) Se puede tener un mejor control de aspectos como la nutrición, el pH, densidad de población, malezas, plagas, enfermedades y fertilización. e) Se puede obtener mayores rendimientos que el cultivo en suelo (Miranda, 2002).

Otras ventajas que varios autores (Soltó, 1976; Sánchez y Escalante, 1989; FAO, 1990; Resh, 2002) señalan son que: se puede producir donde el suelo es limitante para la agricultura normal (ya que se prescinde de él), se logra un sustancial ahorro de agua y fertilizantes, hay oportunidad de usar aguas duras y/o relativamente salinas, no se produce contaminación (ni de agua, ni de aire, ni de suelo), pues se trata de sistemas pequeños y cerrados, es posible y conveniente su uso cerca de núcleos urbanos con un mercado importante.

Algunas desventajas del sistema son las siguientes: a) Por sí sola no asegura rendimientos superiores. b) El cuidado de los “detalles” es lo que otorga el éxito o el fracaso. c) Las plantas se vuelven muy dependientes del hombre y son más susceptibles a desbalances nutrimentales o alteraciones en el abastecimiento de oxígeno y agua. d) Desde el punto de vista energético (la hidroponía inorgánica) tiene una baja eficiencia, que puede limitar su desarrollo. e) La inversión inicial es alta, en función del sistema a emplear (Miranda, 2002).

Por ejemplo, para el jitomate en Hidroponía se señala que los rendimientos en promedio son 100 a 400 toneladas por hectárea por año y más calidad de la cosecha, en comparación con los sistemas convencionales de cultivo en suelo (20 a 30 toneladas por hectárea por año y con mucho más riesgo). Esto constituye un atractivo comercial para los agricultores con poca extensión de terreno, con poca agua, o con serias limitantes del suelo (Ponce, 1995).

Es importante realizar una breve descripción de los factores más importantes a tomar en cuenta en dicho sistema de producción; con el objetivo de obtener alta calidad y rendimientos máximos. Sánchez y Ponce (1998) mencionan que los factores más importantes a tomar en cuenta en un sistema de producción hidropónico bajo invernadero son los siguientes:

a) Agua. Debe ser suministrada sin limitación a la raíz, manteniendo al menos el 75% de capacidad de retención del sustrato, pero asegurándole, al mismo tiempo, un abastecimiento suficiente de oxígeno. De acuerdo a las condiciones de temperatura, luz,

humedad relativa, viento y edad de la planta, el consumo medio de agua (solución nutritiva) será de 4 a 8 L. m².día.

b) Aire. El sustrato con drenaje libre, en su máxima capacidad de retención, debe tener al menos un 20% de su volumen como espacio ocupado por aire, a fin de proporcionar el oxígeno suficiente para la respiración óptima de la raíz, proporcionando así las condiciones para una adecuada absorción y asimilación de agua y nutrimentos.

c) Nutrimentos. Todos los nutrimentos deben de estar disponibles sin restricciones ni excesos, a partir de una solución nutritiva balanceada con el pH y la conductividad eléctrica (CE) adecuados para una óptima asimilación (pH de 6 a 6.5 y CE de 1.5 a 2.5 mmhos.cm⁻¹). Todos los riegos se hacen con la solución nutritiva, la cual se prepara a partir de fertilizantes comerciales y la concentración de los diferentes nutrimentos esenciales puede variar según las condiciones climatológicas, la especie a cultivar y la edad de la planta.

d) Temperatura. Para un óptimo funcionamiento en cuanto absorción de agua y nutrimentos, la raíz debe tener temperaturas similares a las partes aérea, por ello debe controlarse la temperatura del sustrato y la de la solución nutritiva con la que se irrigan las plantas.

e) Factores bióticos. En la búsqueda de rendimientos máximos, es necesario considerar y manejar un conjunto de factores bióticos. En primer lugar, se debe partir de variedades (genotipos) que expresen el máximo su potencial genético de rendimiento en medios

ambientes muy favorables. En segundo lugar, se debe lograr un control efectivo de plagas, enfermedades y maleza. Por último, se debe contemplar el mejor manejo de las plantas en población, a través de aspectos como la edad de trasplante, la distribución y la densidad de plantas, el tipo e intensidad de poda, y las formas de tutoreo; todo ello con la finalidad de lograr el establecimiento y mantenimiento de un índice de área foliar óptimo para intercepción máxima de luz (90 a 95 % de la luz incidente sobre el conjunto de plantas) durante la mayor parte del ciclo del cultivo y con una distribución lo más uniforme posible de la intensidad de esa luz incidente en todas las hojas que conforman el dosel de plantas, pues es así como se logra la máxima tasa de acumulación de materia seca por unidad de superficie por día.

Proporcionando las condiciones climáticas, edáficas y bióticas mencionadas, mediante un sistema hidropónico bajo invernadero, además de productos de gran calidad, se puede lograr expresiones sobresalientes en el rendimiento (por ejemplo 500 a 1000 ton/ha/año para jitomate). Sin embargo, existen otros elementos que no se puede alterar sustancialmente, como es el caso del clima en sus aspectos de temperatura, humedad relativa, calidad y duración de los periodos luminosos (Castaños, 2000).

4.4.5. Invernaderos: Se define invernadero como un sitio acondicionado para abrigar plantas durante el invierno o una estructura para proteger plantas de las bajas temperatura que se presentan en los países fríos. En términos más generales, se concebía como un lugar para invernar, haciendo alusión a un lugar donde las plantas se protegían durante las estaciones invernales (Bastida, 2002).

una estructura ligera y una cubierta que permite la protección y/o crecimiento de las plantas mediante el uso de la energía solar y la defensa contra el frío y otras condiciones climáticas adversas. El tamaño del recinto permite a una persona trabajar cómodamente en su interior”. Es un sistema productivo capaz de aportar cosechas fuera de la época normal en que aparecen en el mercado o se encuentra en campo abierto. Algunas características distintivas de los invernaderos son su eficiencia y funcionalidad, entendiendo por eficiencia la idoneidad para condicionar algunos de los principales elementos del clima, dentro de límites bien determinados de acuerdo con las exigencias fisiológicas del cultivo, y la funcionalidad como el conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del invernadero, tanto desde el punto técnico como económico.

El desarrollo y evolución de los invernaderos se aceleró a partir de la década de los años setenta, mediante dos vías determinadas por diferentes circunstancias económicas, sociales y tecnológicas (López, 1998).

La evolución natural, que se difundió poco por sus altos costos, fue la continuación de las estructuras tradicionales que caracterizaban a los primeros invernaderos de acero con perfiles angulares, diseñadas para soportar cubiertas de vidrio, en algunos casos incluyendo algunas partes de ladrillo o concreto. A éstas, posteriormente se les incorporaron elementos metálicos como el aluminio para recibir y sujetar los materiales de las cubiertas, donde además del vidrio se empezaron a emplear placas de plásticos rígidos y semi rígidos. Estos tipos de estructuras se caracterizan por perfiles rectos y techos a dos aguas.

La segunda vía de evolución de los invernaderos, que inicio desde los años sesenta, se fomentó mediante la construcción de estructuras de bajo costo, realizadas artesanalmente, poco elaboradas y caracterizadas por un bajo nivel tecnológico. Muchos de estos invernaderos fueron manejados dentro de un esquema familiar, con la participación de productores de bajos ingresos, que se organizaron en sociedades y cooperativas con la finalidad de conseguir créditos y apoyo para construir sus invernaderos e iniciar sus empresas. Estas estructuras se construyeron de madera, tubos de hierro sin galvanizar y perfiles tubulares. Los materiales empleados en la cubierta fueron plásticos y polietilenos (Bastida, 2002).

La presencia del invernadero como parte del sistema hidropónico se considera importante, aunque no indispensable, ya que permite la posibilidad de un gran aumento en la productividad, además de incrementar los rendimientos y las localidades donde es posible la siembra de un cultivo, lo que permite la producción continua al controlarse las bajas y altas temperaturas, los vientos fuertes, los excesos de humedad, varias plagas, etc., y se da seguridad de obtener una buena cosecha (Sánchez y Escalante, 1988). Estos autores mencionan también que es posible controlar de manera económica varios de los factores que actúan como limitantes para la producción, como los siguientes:

a) Heladas y bajas temperaturas. Durante el día la radiación solar capturada por el invernadero permite su calentamiento, de tal manera que manejando la ventilación natural (apertura o cierre de ventanas) es posible de lograr temperaturas de 5 a 15°C mayores al exterior; sin embargo, durante la noche, la cubierta del invernadero con las ventanas cerradas sólo permite temperatura 1 a 3 °C superior al exterior. Por ello, en

climas donde se presentan heladas o temperaturas por debajo de un mínimo crítico, es necesario aportar calor artificial recurriendo a aparatos como los calefactores a base de gas propano o butano. La rentabilidad de estos equipos estará dada por la frecuencia, duración e intensidad de las bajas temperaturas en la zona y el valor económico del cultivo.

b) Vientos intensos. Aparte del efecto erosivo, los vientos intensos pueden afectar significativamente el rendimiento de los cultivos al ocasionar acames, desecación de la plantas o daños mecánicos (heridas) que propician la introducción de inoculo causante de enfermedades. El invernadero se puede diseñar como una herramienta para controlar la velocidad del viento en el interior; las mallas anti-áfidos que se colocan en las ventanas actúan como rompe vientos, disminuyendo a gran medida la velocidad con que el aire penetra, y también ayuda a disminuir la presión que el viento ejerce sobre la estructura del invernadero al dejarlo entrar y salir. En caso de vientos muy intensos, las cortinas de ventilación se pueden cerrar completamente, en cuyo caso habrá que considerar mucha resistencia en la estructura del invernadero ó mecanismos para desviar los embates del aire, como pueden ser superficies cóncavas o convexas.

c) Control de radiación. Si bien la luz es un factor esencial para la fotosíntesis y ésta para el rendimiento, la insolación excesiva (intensa) puede ocasionar daños a los productos hortícolas y a las flores, como por ejemplo: el “golpe de sol” en frutos, así como desordenes fisiológicos como la fotoinhibición (disminución de la fotosíntesis) y la fotooxidación (daños a las membranas celulares y destrucción de la clorofila) que conducen a la disminución de la producción. Mediante la cubierta del invernadero y con

la ayuda de mallas, es posible lograr una mejor distribución de la luz en las diferentes hojas de las plantas que conforman el dosel (luz difusa) e intensidades menos fuertes, conduciendo así a una optimización de la fotosíntesis y producción de materia seca por unidad de área y tiempo.

d) Control de plagas y enfermedades. La cubierta del invernadero, incluyendo la malla anti-áfidos, actúan como una barrera física contra un gran número de especies de insectos que, a cielo abierto, constituyen plagas de importancia económica que merman considerablemente el rendimiento potencial de los cultivos; este control permite una notable disminución en el número de aplicaciones de plaguicidas necesarios para la obtención de la cosecha, lo que constituye una ventaja económica y ecológica. La cubierta del invernadero también evita daños a los cultivos ocasionados por fenómenos como el granizo, la precipitación excesiva y el anegamiento del suelo consecuencia de la misma; así, indirectamente se logra un control de muchas enfermedades que se presentan como efectos de esas lluvias, por las heridas producidas en las plantas o por que éstas mantienen el follaje mojado o salpicado por lodo, tiempo suficiente para permitir la brotación de esporas de hongos patógenos. El control de insectos vectores, la disminución de daños mecánicos ocasionados por la lluvia o los vientos fuertes, y el mantenimiento del follaje limpio y seco, favorecen el control de muchas enfermedades, por lo que también se reduce notablemente el número de aplicaciones de productos químicos.

El desarrollo vegetativo y los factores climáticos muchas veces hacen difícil el cultivo a la intemperie en determinadas especies exigentes en temperatura y humedad. La

solución a esas limitantes es cultivarlas bajo cubierta artificial, como es el caso de invernadero, para lograr las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

El uso de invernaderos en conjunción con un sistema hidropónico permite reducir al mínimo las restricciones de clima, agua y nutrimentos; además, se logra una mayor eficiencia en el control de plagas, enfermedades y maleza. En este contexto, la generación y la aplicación de prácticas culturales encaminadas a lograr que el cultivo aproveche al máximo este ambiente tan favorable adquieren gran importancia, ya que esto permite la máxima expresión de su potencial productivo (Bastida, 2002).

El jitomate es el cultivo en el que más se ha trabajado en hidroponia bajo invernadero, por lo que existen paquetes tecnológicos de producción que reúnen características de muy altos rendimientos por unidad de superficie y calidad de fruto. Se utiliza de manera muy eficiente el agua, requiriéndose hasta 20 veces menos agua por kilogramo de producto que en los sistemas convencionales, y se tienen menos problemas fitosanitarios, por lo que resulta factible del punto de vista de técnico y redituable económicamente, aún en pequeñas superficies (Sánchez y Ponce, 1998).

Castro (2000) observó que la producción promedio de fruto por planta, en tomate de cáscara en el sistema de producción de hidroponía bajo invernadero, aumentó con la disponibilidad nutrimental creciente; pero alcanza un valor máximo en las plantas establecidas en las condiciones nutrimentales de la solución nutritiva de Steiner al 75%, pues a partir de ese punto el rendimiento disminuye. El mismo autor menciona que la

determinación de N-NO_3 , en el extracto celular de pecíolos y tallo en diferentes fases fenológicas de desarrollo del cultivo, es un índice aceptable de la respuesta de la planta a las condiciones nutrimentales donde se desarrolla. Este trabajo permitió establecer que, desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo del tomate de cáscara, existe un intervalo crítico de concentración de N-NO_3 en el extracto celular de pecíolos y tallos, el cual está relacionado con las condiciones nutrimentales de la planta que le permiten expresar un mayor rendimiento.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación de los sitios experimentales. La investigación se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (CAEUACH), con coordenadas 19° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste, durante el ciclo primavera – verano 2003. El tipo de clima corresponde al C (Wo) (w) b (i') g, que se caracteriza por ser el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano, una precipitación invernal de un 4.3%, oscilación térmica mayor de 6°C, temperatura media anual de 15.2° C, máxima de 18° C en Mayo y mínima de 11.8° C en Enero, precipitación de 636.5 mm anuales, y una altura sobre el nivel del mar a 2250 msnm (García, 1988).

5.2. Material vegetal. Se estudiaron 40 materiales, de los cuales 14 son comerciales, 18 son producto del programa de mejoramiento genético de tomate de cáscara de la UACH y 8 son materiales del Banco Nacional de Germoplasma de la UACH (Cuadro 1).

5.3. Sistemas de producción. Se establecieron cuatro sistemas de producción

a) Riego rodado. En este sistema de producción se hicieron trabajos pre-transplantes como: barbecho, rastreo cruzado, nivelación, y surcado en dirección Norte - Sur con separación de 1.20 metros entre surcos. Posteriormente se transplantó en el costado oriente del surco, diariamente se media la humedad del suelo con un aparato especial (test soil) y se mantuvo una humedad aprovechable de 85%, con riegos semanales.

Cuadro 1. Relación de los materiales y su procedencia.

MATERIAL VEGETAL	RAZA	ORIGEN
1.- CHF1-CHAPINGO	Rendidora	DMGTC
2.- SINTETICO INTERFAMILIAR	Rendidora	DMGTC
3.- FAMILIA 130	Rendidora	DMGTC
4.- POBLACIÓN 8	Rendidora	DMGTC
5.- POBLACIÓN 5	Rendidora	DMGTC
6.- POBLACIÓN 3	Rendidora	DMGTC
7.- POBLACIÓN 2	Rendidora	DMGTC
8.- SINTÉTICO INTERVARIETAL	Inter- racial	DMGTC
9.- MANZANO SM2R	Manzano	DMGTC
10.- PUEBLA SM1	Puebla	DMGTC
11.- ESMERALDA	Rendidora	MCS
12.- VERDE 3000	Puebla	MCS
13.- VERDE SUPREMO	Rendidora	MCS
14.- YOREME	Tamazula	MCS
15.- SÚPER MORADO	Tamazula	MCS
16.- SÚPER CERRO GORDO	Salamanca	MCS
17.- TAMAZULA SM2	Tamazula	DMGTC
18.- SAN MATEO	Puebla	DMGTC
19.- DIAMANTE	Inter-racial	DMGTC
20.- PUEBLA SM2	Puebla	DMGTC
21.- TAMAZULA SM2R	Tamazula	DMGTC
22.- TAMAZULA SM3	Tamazula	DMGTC
23.- 19 JAL.74	Tamazula	BNG
24.- 185 JAL.68	Tamazula	BNG
25.- 12 USA02	Rendidora	BNG
26.- PUEBLA VERDE	Puebla	MCS
27.- 128 BCN01-ELSA	Rendidora	BNG
28.- 124 USA 03	Rendidora	BNG
29.- 127 USA 03	Rendidora	BNG
30.- 129 BCN 02	Rendidora	BNG
31.- MAHUNE	Puebla	MCS
32.- CERRO GORDO	Salamanca	MCS
33.- SAN RAMÓN	Puebla	Material de la UAAAN 2002
34.- RENDIDORA MEJORADA	Rendidora	MCS
35.- SALAMANCA	Salamanca	MCS
36.- CERRO GORDO AN	Salamanca	Material de la UAAAN 2002
37.- BOYEROS	Inter-racial	DMGTC
38.- TECAMACHALCO	Puebla	DMGTC
39.- DIVINO	Salamanca	MCS
40.- 126 USA 02	Rendidora	BNG

DMGTC = Material del programa de mejoramiento genético de tomate de cáscara de la UACH

MCS = Material de compañías semilleras

BNG= Banco Nacional de Germoplasma

UAAAN = Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

b) Riego por goteo. En este sistema de producción se hicieron trabajos pre-transplantes como: barbecho, rastreo cruzado, nivelación y surcado, cuya separación fue de 1.20 entre surcos. Después del surcado se instalaron las cintas regantes, cuya separación entre emisores fue de 40 centímetros con gasto de 4.0 L. hr^{-1} .

c) Riego por goteo con acolchado. En este sistema de producción se hicieron los trabajos pre-transplantes como se indica en el sistema anterior. Adicionalmente, se instaló el acolchado plástico plata - negro perforando a 40 cm y se hizo coincidir la perforación del mismo con los emisores de las cintas regantes.

d) Hidroponía bajo invernadero. En este sistema de producción fue totalmente diferente a los demás, ya que se utilizó bolsas de polietileno negro de 40 X 45 cm, éstas se llenaron con sustrato inerte (arena de tezontle), se utilizaron cintas regantes cuya separación fue de 50 centímetros entre los emisores y la distancia entre los surcos fue de 80 centímetros. El 13 de abril del 2003 se colocaron estacas de 2.5 m de alto como sostén para el tutoreo, mismo que se realizó hasta la última cosecha. Otra de las diferencias que tuvo este cultivo es que se le puso una colmena para facilitar la polinización.

5.4. Diseño y unidad experimental. Se usó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones para cada sistema de producción. La unidad experimental fue de 16 plantas para riego rodado, riego por goteo y riego por goteo con acolchado, mismas que fueron establecidas en surcos de 1.2 metros de ancho y 0.4 de separación entre plantas, (0.58 m^2 por planta). En hidroponía bajo invernadero la unidad

fue de 5 plantas, establecidas en surcos de 0.8 metros de ancho y 0.5 de distancia entre las plantas (0.4 m^2 por planta).

Se hizo un primer análisis visual para observar la mejor variedad en cada uno de los cuatro sistemas y en promedio de ellos, con base en el primer corte.

5.5. Manejo agronómico

5.5.1. Semillero. La siembra se realizó el día 26 de febrero del 2003, en charolas de poliestileno de 200 cavidades, una charola por variedad. Se empleó peat-moss canadiense como sustrato. Después de sembrado, las charolas se estibarón, se taparon con plástico, y fueron colocadas en el invernadero durante cuatro días. Emergida las plantas en al menos 50% de las cavidades, las charolas se colocaron en forma horizontal en el invernadero y se realizaron aclareos semanales, dejando una planta por cavidad. Cabe mencionar que hubo algunas variedades que emergieron desde el cuarto día, mientras que otras lo hicieron hasta al decimotercer día, fecha en que fueron destapadas las plantas.

Los riegos se realizaron diariamente por la mañana empleando agua común durante las primeras dos semanas. A partir de la segunda semana se regó con solución nutritiva al 25%, la tercera con solución nutritiva al 50%, y a partir de la cuarta con solución nutritiva al 100% (Cuadro2).

A la tercera semana después de la emergencia se aplicó Captan (1.0 g L^{-1} de agua) para prevenir enfermedades fungosas.

Cuadro 2. Cantidad de fertilizantes usado para preparar mil litros de solución nutritiva para el sistema de producción hidropónico (Pérez y Castro, 1999).

FUENTE	CANTIDAD (g)
Acido fosfórico 85%	100 ml
Sulfato de potasio	1000
Sulfato de magnesio	1230
Nitrato de potasio	750
Nitrato de calcio	2600
Sulfato ferroso	50
Sulfato de manganeso	5
Sulfato de zinc	2
Sulfato de cobre	2
Borax	10

5.5.2. Establecimiento en campo. Para los experimentos a campo abierto se hicieron los siguientes trabajos: barbecho sencillo, un rastreo cruzado, nivelación y surcado a 1.20 metros de ancho con una profundidad aproximadamente de 30 centímetros. Para dos lotes se establecieron las cintas regantes y en uno de éstos el acolchado. En hidroponía bajo invernadero el transplante se hizo en bolsas de polietileno negro de 40 X 45 cm con arena de tezontle. Para el sistema riego rodado el agua se condujo por medio de sifones, aunque después del transplante el riego se hizo a surco abierto.

5.5.3. Transplante. El transplante se llevó a cabo en tres fechas. La primera se estableció en riego por goteo y riego por goteo con acolchado, el día 29 de marzo del

2003, con plantas de altura promedio entre 8 a 10 cm y de 4 a 6 hojas verdaderas con al menos 0.5 cm de longitud. En este caso, una hora antes de iniciar el transplante, se accionó el sistema de riego para que se humedeciera el terreno. El segundo transplante se estableció en hidroponía bajo invernadero, el 30 de marzo del 2003; antes de transplantar en las bolsas con tezontle, éste se llevó a capacidad de campo. El último transplante se llevó a cabo en el sistema de riego rodado el día 31 de marzo del 2003; se humedeció el terreno e inmediatamente se transplantó sobre el costado oriente del surco.

5.5.4. Riego. En los sistemas de producción riego por goteo y riego por goteo con acolchado, antes de cada riego se midió el porcentaje de humedad que tenía el suelo, con un aparato especial (test soil). Las mediciones se realizaron diariamente por la mañana durante todo el ciclo del cultivo y si la humedad estaba por abajo del 80% se regaba durante dos horas hasta que ésta llegara a 90 - 95%.

En el sistema de producción de hidroponía bajo invernadero también se midió el porcentaje de humedad que tenía el sustrato; aquí, para no tener problemas con enfermedades, se estuvo manteniendo la humedad al 85%, por lo que los riegos fueron más frecuentes, de 3 a 4 diarios con duración de 10 a 15 minutos. Esto también variaba de acuerdo a como estuviera la temperatura, misma que en promedio fue de 40°C la máxima y mínimas hasta de 5°C.

En el sistema de producción de riego rodado también se midió el porcentaje de humedad que había en el suelo (test soil), para determinar el momento de riego y llevar el suelo a

capacidad de campo. En general los riegos se realizaron semanalmente, con lo que se procuró un mínimo de humedad de 80% .

5.5.5. Control de plagas y enfermedades. En los sistemas de producción de riego por goteo y riego por goteo con acolchado, el día 8 de abril del 2003 (10 días después de transplantado) se aplicó al tallo de la planta una mezcla de Confidor (imidachloprid) + Phyton (sulfato de cobre pentahidritado) + Nudrin (metomilo) con el propósito de prevenir el ataque de barrenadores del tallo y hongos. Además, en el área foliar se aplicó Maxigrow (extractos orgánicos) + Folidol (paration metílico), con el objetivo de fortalecer el crecimiento de la planta y controlar insectos como pulga saltona. El día 22 de Abril (24 días después del transplante) se hizo una aplicación que consistió en una mezcla Nudrin + Maxigrow + Folidol.

El día 8 de mayo (39 días después del transplante) se aplicó Captan (ingrediente activo el mismo nombre) + Maxigrow + Magnun (clorpirifos). Estas dos últimas aplicaciones se realizaron con el propósito de mantener el crecimiento de la planta y controlar insectos como gusano del fruto (*Heliothis subflexa*) y mayate del tomate de cáscara (*Lemna trilineata*), además de prevenir el ataque de hongos.

En el sistema de producción de invernadero, el día 8 de abril (9 días después del transplante) se aplicó al tallo de la planta una mezcla de Confidor (imidachloprid) + Phyton (sulfato de cobre pentahidritado) + Nudrin y a la parte del área foliar se aplicó Maxigrow + Folidol. El día 22 de Abril (23 días después del transplante) se hizo una aplicación que consistió de Nudrin + Maxigrow + Folidol. En los meses de mayo y la

primera quincena de junio se aplicaron foliarmente Amistar (azoxistrobin) +Maxigrow + Confidor.

En el sistema de producción de riego rodado, el día 8 de abril (8 días después del transplante) se aplicó al tallo de la planta la mezcla Confidor + Phyton + Nudrin y a la parte del área foliar se aplicó Maxigrow + Folidol. El día 22 de abril (22 días después del transplante) se hizo una aplicación que consistió en Nudrin + Maxigrow + Folidol. El día 8 de mayo (30 días después del transplante) se aplicó Captan + Maxigrow + Magnun.

5.5.6. Cultivos. En el sistema de producción de riego por goteo el primer cultivo se llevó a cabo con un par de mulas (10 de abril del 2003), y el segundo cultivo se hizo con tractor (4 de mayo del 2003).

En el sistema de producción de riego rodado se cultivó con mulas el día 15 de abril del 2003 y con tractor el 4 de mayo, 24 de mayo y 10 de junio del mismo año.

5.5.7. Deshierbes: En los sistemas de producción de riego por goteo y riego por goteo con acolchado se deshierbó los días 14 y 15 de abril del 2003, respectivamente. El segundo deshierbe se hizo el 23 y 24 de mayo. Es importante mencionar que en el experimento de riego por goteo con acolchado el deshierbe solo se hizo donde no había acolchado; es decir, en el surco.

En el sistema de producción de riego rodado los deshierbes fueron más frecuentes. Se realizaron el 16 y 29 de abril, y el 13 y 26 de mayo.

En el sistema de producción de hidroponía bajo invernadero se procuró que no se desarrollara ninguna maleza, por lo que se limpiaba cada 15 días, principalmente para no tener problemas con plagas como mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

5.5.8. Fertilización. En los sistemas de producción de riego por goteo y riego por goteo con acolchado, el 27 de marzo del 2003 se hizo una fertilización de fondo con 315 kilogramos de urea + 157 kilogramos de fosfato triple + 157 kilogramos de cloruro de potasio, la cual se realizó antes de transplantar. El 9 de mayo del 2003 se aplicaron 630 kilogramos de urea, fertilización que se hizo con el equipo de goteo; es decir, se hizo una fertirrigación. El 14 de mayo del 2003 se fertirrigó con 472 kilogramos de urea. Cabe mencionar que esta dosis de fertilización es por hectárea.

En el sistema de hidroponía bajo invernadero se aplicó la solución nutritiva que se presentó en el Cuadro 1 (Pérez y Castro, 1999), la cual se preparaban en una cisterna de 20 000 litros y duraba de 16 a 20 días, aproximadamente. Dos días de cada semana se regaba con pura agua, con el fin de bajar la cantidad de sales solubles y de lavar el sistema de goteo.

En el sistema de riego rodado, la fórmula de fertilización empleada fue 1736-694-694, usando como fuentes de N, P y K los productos comerciales urea, fosfato triple y cloruro

de potasio, respectivamente. Es importante mencionar que esta dosis es por hectárea. La aplicación del fertilizante fue en banda.

5.6. Caracteres evaluados

5.6.1. Altura a la primera bifurcación. En cada sistema de producción se midió (cm) la altura a la primera bifurcación, con un metro, en 10 plantas de cada unidad experimental.

5.6.2. Porte de la planta. Se midió (cm) desde el suelo hasta las ramas más altas, en 10 plantas por unidad experimental.

5.6.3. Longitud de la rama principal. Se midió (cm) en 10 plantas por unidad experimental, tomando la longitud desde la primera bifurcación hasta la punta de una de las cuatro ramas principales que tiene la planta.

5.6.4. Número de bolsas. Se contó el número de bolsas (flor de cáliz desarrollado y que hubiera tirado la corola) en 10 plantas por unidad experimental.

5.6.5. Color de fruto y planta. Esta variable se determinó de manera visual, observando detenidamente el color del tallo, de las hojas y de los frutos.

5.6.6. Peso promedio por fruto (PPPF). Se midió (en gramos) con base en una muestra de 15 frutos por unidad experimental, en cada uno de los tres cortes realizados. Con base

en el peso por fruto para cada corte, se determinó el peso promedio por fruto a través de cortes.

5.6.7. Rendimiento por planta (RTP). En cada sistema de producción se determinó el rendimiento por planta (g) en tres cortes y en total de ellos.

Las primeras cinco variables se midieron el 12 y 13 de mayo, es decir las plantas tenían 43 días de transplantadas, y el resto fue medido durante la cosecha.

5.7. Análisis estadístico

Para cada sistema de producción se utilizó el modelo correspondiente al diseño experimental de bloques completos al azar. Mediante SAS (Statistical Analysis System, 1979), se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para variedades.

Se realizó también un análisis combinado de sistemas de producción, con base en el modelo estadístico correspondiente al diseño de experimentos bloques completos al azar en serie de experimentos. Mediante SAS, se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para los factores variedad y sistema de producción.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis combinado de sistemas de producción

6.1.1. Análisis de varianza

En el Cuadro 3 se observa que hubo diferencias significativas en cada uno de los tres cortes y en el promedio de ellos para la variable peso promedio por fruto (PPPF), tanto en sistemas de producción como entre variedades. La interacción entre dichos factores fue significativa en el segundo y tercer corte y en PPPF. También se observa que los coeficientes de variación en general fueron aceptables, al menos en comparación con los obtenidos frecuentemente en tomate (Peña, 1998).

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza, combinado de cuatro sistemas de producción (SIS), para peso por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF
Sistemas	3	8533.34 *	873.92 *	3280.58 *	2774.06 *
REP (SIS)	8	753.85 *	146.25 *	174.21 *	204.64 *
Variedades (V)	39	1564.48 *	801.02 *	728.25 *	951.83 *
SIS * V	117	164.94	80.72 *	37.37*	44.30 *
ERROR	312	129.96	50.98	25.52	31.87
CV		36.54	25.80	21.26	20.50

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; REP = Repetición; CV = Coeficiente de variación.

Para rendimiento, en cada corte y total de ellos, se obtuvieron diferencias significativas entre los sistemas de producción y también entre variedades, con una interacción significativa entre dichos factores (Cuadro 4). Este último indica que algunas variedades tuvieron un comportamiento diferente en cada sistema de producción, lo cual también fue así para el peso por fruto en los cortes 2 y 3 y en promedio de cortes (Cuadro 3). Sobre esta base, es de esperarse que para cada sistema la mejor variedad no sea la misma (Márquez, 1991); es decir, el análisis combinado de sistemas indica que es necesario hacer un análisis para cada uno y también determinar las variedades con mejor comportamiento promedio.

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza, combinado de cuatro sistemas de producción (SIS), para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
Sistemas	3	691847.31 *	447206.96 *	1280771.77 *	5425011.21 *
REP (SIS)	8	37748.64 *	11627.54	102415.54 *	229107.14 *
Variedades (V)	39	194237.74 *	99828.42 *	25522.27 *	484996.87 *
SIS * V	117	19454.26 *	22505.72 *	27813.58 *	97006.23 *
ERROR	312	14181.27	15819.48	14516.12	42957.93
CV		65.11	48.29	60.59	31.74

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; SIS = Sistema de producción; REP = Repetición; CV = Coeficiente de variación.

Por otro lado, los coeficientes de variación para rendimiento (Cuadro 4) fueron altos en comparación con los obtenidos en otros trabajos (Peña, 1998), lo cual puede deberse a la variación existente entre y dentro de las variedades evaluadas y a errores de cosecha, derivados del empleo de alto número de cortadores con un criterio diferente para realizar cada corte, aspecto ineludible dada a la magnitud de los experimentos.

6.1.2. Comparación de variedades

Como se puede observar el en Cuadro 5, el análisis de medias de las 40 variedades del peso promedio por fruto (PPPF) y por corte reporta diferencias significativas en combinación de los cuatro sistemas.

La variedad Puebla SM2 presentó frutos de mayor tamaño en promedio de cortes, presentó diferencia significativa con 34 variedades y fue estadísticamente igual a: Puebla SM1, Mahune, San Mateo, Tecamachalco y Diamante (Cuadro 5). Este primer grupo de significancia representa a las variedades de mayor peso promedio por fruto, pues aún la Diamante superó significativamente a 31 variedades; es decir, las variedades de la raza Puebla presentan los frutos de mayor tamaño (Cuadro 6), lo cual coincide con lo reportado por Peña *et al.* (1999), pues aunque los híbridos interraciales tuvieron un tamaño mayor, estos tienen a la variedad Tecamachalco (raza Puebla) como uno de los progenitores.

En el corte número uno la variedad que presentó mayor peso fue Puebla SM2, aunque sólo superó significativamente a 29 variedades y fue estadísticamente igual que las variedades: 18, 31, 19, 10, 38, 8, 37, 30, 42 y 27, que en general también son variedades de la raza Puebla (Cuadro 1).

Cuadro 5. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) para 40 variedades, en promedio de cuatro sistemas de producción en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF ¹
20.- PUEBLA SM2	55.03	49.67	36.53	47.08 a
10.- PUEBLA SM1	50.23	42.77	43.69	45.56 ab
31.- MAHUNE	53.67	41.09	40.29	45.02 ab
18.- SAN MATEO	54.01	40.14	39.52	44.55 ab
38.- TECAMACHALCO	45.34	41.84	36.59	41.26 abc
19.- DIAMANTE	50.74	39.19	31.85	40.59 abc
8.- SINTETICO INTERVARIETAL	44.64	35.56	31.80	37.34 bcd
37.- BOYEROS	42.28	37.27	32.48	37.34 bcd
39.- DIVINO	38.36	31.23	30.53	33.38 cde
9.- MANZANO SM2R	33.62	32.52	27.37	31.17 defg
30.- 129 BCN 02	39.38	29.49	22.63	30.50 defg
4.- POBLACION 8	34.70	30.90	23.74	29.78 defgh
27.- 128 BCN01-ELSA	36.86	26.61	24.77	29.41 defgh
5.- POBLACION 5	35.55	29.34	22.89	29.26 defgh
7.- POBLACION 2	31.35	30.18	25.58	29.03 defgh
3.- FAMILIA 130	36.47	26.28	19.83	27.53 efghi
1.- CHF1-CHAPINGO	33.86	26.55	20.76	27.05 efghi
28.- 124 USA 03	34.64	25.61	20.76	27.00 efghi
26.- PUEBLA VERDE	31.88	26.56	22.38	26.94 efghij
6.- POBLACION 3	30.31	26.56	23.91	26.93efghij
2.- SINTETICO INTERFAMILIAR	25.63	28.77	23.14	25.85 efghijk
33.- SAN ROMAN	26.46	26.03	23.78	25.42 efghijkl
40.- 126 USA 02	23.09	21.89	20.17	24.71 ghijklmn
35.- SALAMANCA	23.84	26.83	22.92	24.32 fghijklm
32.- CERRO GORDO	25.72	26.47	20.467	24.22 fghijklm
36.- CERRO GORDO AN	25.13	25.10	22.37	24.20 fghijklm
29.- 127 USA 03	27.67	24.44	20.00	24.04 fghijklmn
34.- RENDIDORA MEJORADA	22.49	24.46	22.61	23.19 fghijklmn
13.- VERDE SUPREMO	22.26	24.48	21.77	22.84 fghijklmn
11.- ESMERALDA	21.89	23.78	21.12	22.27 fghijklmn
14.- YOREME	21.80	22.91	20.44	21.71 ghijklmn
25.- 12 GUSA02	21.47	22.51	18.28	20.75 hijklmn
12.- VERDE 3000	17.19	22.10	19.21	19.50 iklmn
15.- SUPER MORADO	22.47	17.01	14.36	17.95 jklmn
21.- TAMAZULA SM2R	20.38	17.00	13.12	16.84 klmn
23.- 19 JAL.74	18.29	17.16	14.93	16.79 lm
22.- TAMAZULA SM3	17.66	18.21	13.80	16.55 lm
17.- TAMAZULA SM2	17.63	16.40	13.73	15.92 mn
16.- SUPER CERRO GORDO	17.83	16.42	12.98	15.74 mn
24.- 185 JAL.68	16.07	15.66	13.70	15.15 n
DMS	18.27	11.44	8.10	9.05
MEDIA	31.19	27.67	23.75	27.54

DMS = Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en el PPPF.

Cuadro 6. Medias de rendimiento total por planta (RTP) y peso promedio por fruto (PPPF) para cada raza, en gramos.

Raza	No. de Variedades	RTP	PPPF
Manzano	1	972.36	31.17
Interracial	3	812.01	38.42
Rendidora	17	722.37	25.61
Tamazula	6	614.20	17.63
Puebla	8	530.86	36.92
Salamanca	5	498.61	24.37

Con lo que respecta al corte dos (Cuadro 5), el primer grupo de significancia estuvo constituido por las mismas 6 variedades que resultaron superiores en el peso promedio de cortes; mientras que en el tercer corte las mejores variedades con respecto al peso de fruto fueron: Puebla SM1, Mahune, San Mateo, Tecamachalco y Puebla SM2. Para este corte, el primer grupo de significancia también coincide con el promedio de cortes, con excepción de la variedad Diamante que ocupó el 7° lugar y sólo superó significativamente a 26 variedades.

El promedio de las variedades, los frutos del primer corte fueron los de mayor tamaño, mismo que descendió a través de los cortes (Cuadro 5), lo cual es normal en tomate de cáscara (Pérez *et al.*, 1997).

En el Cuadro 7 se puede observar que para rendimiento total el primer grupo de significancia estuvo constituido por 12 variedades, entre las cuales no existió diferencia significativa. Exceptuando a las variedades Manzano SM2 y Puebla Verde, el resto son de la raza rendidora ó cruza con ésta (Boyeros y Diamante) (Cuadro 1), con base en lo

cual se puede decir que ésta raza es efectivamente la más rendidora, aspecto que se observa más claramente en el Cuadro 6, donde también se puede ver que el orden en rendimiento de las razas, en promedio de las variedades evaluadas de cada una de ellas, es: Rendidora, Tamazula, Puebla, Salamanca; sin considerar el grupo de variedades producto de cruzas interraciales (Rendidora X Puebla) por presentar heterosis (Peña *et al.*, 1999) y la Manzano por contemplar solo una variedad mejorada evaluada.

Considerando las 40 variedades, las más rendidoras del primer grupo de significancia, considerando el mejor 10% del total, fueron: Población 3, Población 5, CHF1-Chapingo y Manzano SM2R (Cuadro 7). Las poblaciones 3 y 5 fueron derivadas de la variedad CHF1-Chapingo y pertenece a la raza Rendidora, mientras que la otra es de la raza Manzano. De estas cuatro variedades, la Población 3 superó significativamente a 28 de ellas; la Población 5 a 23, la Chapingo a 21 y la Manzano a 19; lo cual indica que son materiales promisorios como variedades comerciales. De hecho, la variedad CHF1-Chapingo ya ha sido registrada por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y se ha evaluado con éxito en campos de producción comercial (Peña, 2003¹). En el primer corte (Cuadro 7) las variedades más rendidoras fueron: Población 3, CHF1-Chapingo, Población 5 y Población 8, sin haber diferencia significativa entre ellos, lo que indica que son precoces. La Población 3 superó significativamente a 36 variedades, la CHF1-Chapingo a 31, la Población 5 a 27 y la población 8 superó significativamente a 23 variedades.

¹ Aureliano Peña Lomelí. 2003. Comunicación personal. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. lomeli@taurus1.chapingo.mx

Cuadro 7. Medias de rendimiento por planta (g) para cada corte y total de cortes (RTP) para 40 variedades, en promedio de cuatro sistemas de producción en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP ¹
6.- POBLACION 3	516.47	428.67	157.38	1102.52 a
5.- POBLACION 5	438.50	381.67	204.96	1025.13 ab
1.- CHF1-CHAPINGO	456.48	371.90	160.35	988.72 abc
9.- MANZANO SM2R	286.74	432.74	252.88	972.36 abcd
7.- POBLACION 2	311.31	388.84	207.11	907.27 abcde
37.- BOYEROS	252.44	304.92	316.08	873.43 abcdef
4.- POBLACION 8	389.96	266.64	191.12	847.72 abcdefg
28.- 124 USA 03	322.00	384.50	131.74	838.25 abcdefgh
30.- 129 BCN 02	306.75	326.54	204.24	837.53 abcdefgh
19.- DIAMANTE	248.10	318.93	220.12	787.15 abcdefghi
8.- SINTETICO INTERVARIETAL	238.75	279.33	257.37	775.45 abcdefghij
26.- PUEBLA VERDE	206.18	316.60	251.97	774.74 abcdefghij
27.- 128 BCN01-ELSA	230.34	328.86	202.98	762.17 bcdefghij
2.- SINTETICO INTERFAMILIAR	162.73	207.39	156.73	748.48 bcdefghij
21.- TAMAZULA SM2R	268.10	267.67	198.64	734.41 bcdefghijk
22.- TAMAZULA SM3	252.64	327.62	144.88	725.14 bcdefghijkl
3.- FAMILIA 130	251.89	333.91	128.04	713.85 bcdefghijklm
15.- SUPER MORADO	179.60	293.96	184.56	658.12 cdefghijklmn
17.- TAMAZULA SM2	229.77	307.71	119.97	657.45 cdefghijklmn
29.- 127 USA 03	159.58	306.87	180.38	646.83 defghijklmn
31.- MAHUNE	146.59	318.23	181.13	645.94 defghijklmn
24.- 185 JAL.68	176.51	281.09	160.27	617.87efghijklmn
12.- VERDE 3000	27.91	140.35	225.11	599.33 efghijklmno
39 DIVINO	60.61	296.14	229.72	586.47efghijklmno
16.- SUPER CERRO GORDO	156.49	275.65	122.09	554.23 fghijklmno
23.- 19 JAL.74	107.80	226.34	211.60	545.74 fghijklmno
10.- PUEBLA SM1	75.32	204.43	258.86	538.61 ghijklmno
13.- VERDE SUPREMO	75.14	227.03	216.98	519.16 ghijklmno
38.- TECAMACHALCO	101.91	232.63	177.84	512.38 hijklmno
32.- CERRO GORDO	87.58	164.49	236.06	488.13 iijklmno
25.- 12 GUSA02	58.20	177.32	239.43	474.95 iijklmno
36.- CERRO GORDO AN	59.05	137.67	266.19	462.91 iijklmno
18.- SAN MATEO	77.35	120.56	255.90	453.80 jklmno
20.- PUEBLA SM2	64.95	150.92	232.84	448.71 jklmno
40.- 126 USA 02	66.56	214.58	164.01	445.15 jklmno
34.- RENDIDORA MEJORADA	44.63	136.46	233.59	414.68 klmno
35.- SALAMANCA	50.39	156.04	194.90	401.30 lmno
11.- ESMERALDA	62.29	133.47	194.27	390.04 mno
14.- YOREME	71.51	143.25	149.59	364.35 no
33.- SAN ROMAN	36.83	104.54	131.98	273.35 o
DMS	190.93	201.66	193.17	332.31
MEDIA	182.89	260.41	198.84	652.84

DMS = Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en RTP.

Es importante mencionar que las cuatro variedades precoces son de la raza Rendidora (Cuadro 1) y permanecen al grupo de alto rendimiento, aunque sólo la 6, 5 y 1 son del mejor 10%, con la característica adicional de ser precoces. Las variedades que obtuvieron mayor rendimiento en el segundo corte (Cuadro 7) fueron: Manzano, Población 3, Población 5 y Población 2, aunque fueron estadísticamente igual que otras 20 variedades. Es importante mencionar que solo la población 3 sobresalió en el primer corte y en el segundo, aspecto que posiblemente explica por que fue la mejor variedad en rendimiento total.

Para el corte número tres (Cuadro 7) la variedad que rindió más fue Boyeros, aunque sólo fue significativamente diferente a las variedades 16 y 17. En general no se aprecia diferencia significativa entre las variedades en el rendimiento de éste corte; no obstante, 13 de las 40 variedades evaluadas rindieron más en el tercer corte que en los dos primeros, lo cual indica que son tardías y en general fueron de bajo rendimiento total, excepto la variedad Boyeros que ocupó el 6° lugar en RTP e integró el primer grupo superior de significancia para éste carácter.

Considerando las 40 variedades evaluadas, en el Cuadro 7 se observa que en promedio el menor rendimiento se obtuvo en el primer corte y el mayor en el segundo, tendencia que se mantuvo en 35 variedades, en una (Tamazula SM2R) el rendimiento en ambos cortes fue prácticamente igual y en las cuatro restantes (Población 3, Población 5, CHF1-Chapingo y Población 8) el rendimiento fue mayor en el primer corte. Esto confirma que dicha variedades son precoces, con la ventaja de presentar alto rendimiento total, pues las tres primeras fueron las más rendidoras y la cuarta ocupó el 7° lugar en éste carácter.

Por otro lado, en general las variedades de menor rendimiento total presentaron un bajo rendimiento en el primer corte y el más alto en el último (15 de las 21 variedades con RTP menor a la media general), lo cual indica que son tardías. Con base en lo anterior, se puede decir que el rendimiento en el primer corte es fundamental para obtener un alto rendimiento total, aspecto que coincide con lo reportado por Peña (2003) en el sentido de que el rendimiento en el primer corte es un componente importante del rendimiento total, pues su correlación genética aditiva fue la más alta y significativa, en comparación con la de otros once caracteres.

El análisis conjunto del PPPF (Cuadro 5) y RTP (Cuadro 7) permite señalar que las cuatro variedades de mayor rendimiento total por planta (6, 5, 1 y 9) presentaron frutos de tamaño mediano, pues tuvieron un PPPF casi igual o un poco superior a la media general para dicho carácter. En contraste, las cuatro variedades de mayor PPPF (20, 10, 31 y 18) presentaron un RTP menor a la media general para este carácter y también menor rendimiento en el primer corte que en los otros dos, lo cual indica que dichas variedades son tardías. Sobre la base de lo anterior, se puede decir que precocidad está asociada con alto RTP y fruto mediano y que ciclo tardío está relacionado con frutos grandes pero bajo rendimiento. No obstante, es necesario confirmar esta conclusión, ya que pudiera ser que las variedades tardías no expresaron todo su potencial de rendimiento, posiblemente por problemas fitosanitarios.

Finalmente, vale la pena destacar que tres variedades (37, 19 y 8) presentaron un buen rendimiento total (6°, 10° y 11° lugares, respectivamente) y tamaño de fruto grande (8°, 6° y 7° lugares, respectivamente). Posiblemente esto se debe a que se trata de tres

variedades cuyo origen son cruzamientos interraciales de las variedades CHF1-Chapingo y Tecamachalco, la primera altamente rendidora (Cuadro 7) y la segunda de fruto grande (Cuadro 5). De hecho, estos híbridos interraciales presentaron, en promedio de las variedades evaluadas de cada raza, el mayor PPPF y ocuparon el segundo lugar en cuanto a RTP, superados solo por la única variedad evaluada de la raza Manzano, que es una población de dos ciclos de selección masal (Cuadro 6).

En particular, la variedad Boyeros presenta buenas características pues ocupó el 6° lugar en RTP y el 8° en PPPF, además de un rendimiento consistentemente muy superior a la media general en los tres cortes (Cuadros 5 y 7), aspectos que podrían ser de valor para su posible registro como nueva variedad; o bien, se podría usar como Población base para un programa de mejoramiento por selección, pues es de buen rendimiento (873.43) y tamaño de fruto (37.34), además de presentar un color verde alimonado, características muy importantes para el mercado.

6.1.3. Comparación de sistemas de producción

En el Cuadro 8 se presenta la comparación de medias de sistemas de producción para peso promedio de fruto en cada uno de los tres cortes realizados y en promedio de ellos (PPPF). Como se puede observar en dicho cuadro, en el primer corte el riego por goteo con acolchado superó significativamente a los otros sistemas, donde riego por goteo sin acolchado presentó significativamente el menor peso por fruto y entre riego rodado e hidroponía bajo invernadero no hubo diferencia estadística ($\alpha = 0.05$).

Para el segundo corte goteo con acolchado e hidroponía bajo invernadero fueron estadísticamente iguales y ambos superaron significativamente a los otros dos sistemas, de los cuales riego por goteo sin acolchado fue significativamente inferior. Este mismo comportamiento se presentó para el peso promedio de fruto a través de cortes (PPPF), mientras que para el tercer corte hidroponía bajo invernadero superó significativamente a los otros tres sistemas.

De manera general, el riego por goteo sin acolchado presentó el menor tamaño de fruto en los tres cortes y en promedio de ellos y fue superado significativamente por todos los sistemas (Cuadro 8). Al respecto, se podría decir que riego por goteo no es un buen sistema de manejo para obtener frutos grandes; no obstante, esta conclusión pudiera no ser válida, pues posiblemente no se suministró el agua necesaria para un adecuado desarrollo de la planta o bien problemas fitosanitarios pudieron haber influido, ya que en este lote se presentó un fuerte ataque de barrenadores del tallo y fusarium.

Cuadro 8. Medias de peso por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) para cuatro sistemas de producción, en promedio de 40 variedades en Chapingo, México. 2003.

Sistema de producción	Corte 1	Corte 2	Corte 3	PPPF
1.- Riego por goteo y acolchado	41.37 a	29.59 a	23.23 b	31.39 a
2.- Hidroponía bajo invernadero	32.52 b	30.00 a	31.03 a	31.18 a
3.- Riego rodado	30.03 b	26.92 b	22.10 b	26.35 b
4.- Riego por goteo sin acolchado	20.86 c	24.18 c	18.65 c	21.23 c
DMS	3.80	2.38	1.68	1.88

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

Cabe mencionar que los experimentos de riego por goteo con y sin acolchado se establecieron en el mismo lote y la fertilización, riego y control de plagas y enfermedades se hizo de igual manera, lo que pone de manifiesto que el acolchado propicia un mejor uso del agua por la planta y posiblemente también una reducción en el ataque de fitopatógenos, pues en general este experimento fue menos dañado que el que no fue acolchado, por lo que éstos aspectos deben estudiarse con precisión.

El mayor peso de fruto se obtuvo con hidroponía bajo invernadero (31.18) y riego por goteo con acolchado (31.39), pues en el segundo corte y en promedio de ellos dichos sistemas fueron estadísticamente iguales; en el primer corte acolchado superó significativamente a hidroponía pero en el tercero fue al contrario (Cuadro 8). Sobre esta base, se puede decir que la mejor calidad del fruto, medida a través del peso por fruto, se obtiene con estos sistemas, debido a que dan mejores condiciones para el desarrollo de la planta (Castro *et al.*, 2000).

En el Cuadro 9 se puede observar que el sistema de riego por goteo con acolchado fue el que obtuvo el mayor rendimiento, pues superó significativamente a los tres sistemas restantes, excepto a hidroponía en el segundo corte. Este resultado concuerda con lo obtenido por Soldevilla *et al.* (2002) al comparar riego por goteo con y sin acolchado plástico en tomate de cáscara, lo que pone de manifiesta la bondad del acolchado, posiblemente por hacer uso más eficiente del agua y los nutrientes por la planta, incrementar la temperatura del suelo y reducir el ataque de fitopatógenos, pues como ya se mencionó anteriormente, el lote donde se establecieron estos experimentos presentó ataque de barrenadores y fusarium.

El sistema de hidroponía bajo invernadero presentó significativamente el menor rendimiento en el primer corte (Cuadro 9). Esto posiblemente se debió a una falta de polinización, ya que el tomate de cáscara es una especie alógama obligada (Peña y Márquez, 1990) y en las primeras etapas de desarrollo de la planta se tiene un bajo número de flores, aspecto que propicia una menor concurrencia de polinizadores (abejas) y menor dispersión de polen por falta de aereación, ya que en el mes de marzo-abril el invernadero permaneció cerrado por más tiempo para evitar las bajas temperaturas durante las primeras y últimas horas del día. Con base en esto, es necesario introducir insectos polinizadores al invernadero (abejorros) o bien propiciar la dispersión de polen con aire a presión, pues las abejas al parecer no fueron suficientes, ya que cuando hay pocas flores no se introducen en buena cantidad al invernadero.

Por otra parte, en el segundo corte hidroponía rindió estadísticamente igual que el mejor sistema (acolchado), aunque éste los superó significativamente en el tercer corte y en el rendimiento total.

Cuadro 9. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) para cuatro sistemas de producción, en promedio de 40 variedades en Chapingo, México. 2003.

Sistema de producción	Corte 1	Corte 2	Corte 3	RTP
1.- Riego por goteo y acolchado	292.37 a	313.71 a	341.76 a	947.84 a
2.- Hidroponía bajo invernadero	116.86 c	296.76 a	201.89 b	615.51 b
3.- Riego rodado	163.17 b	254.33 b	147.47 c	607.73 b
4.- Riego por goteo	159.19 b	176.86 c	104.27 d	440.31 c
DMS	39.71	41.94	40.17	69.11

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$.

En la literatura no existen reportes donde se comparen estos sistemas en tomate de cáscara, por lo que posiblemente este resultado se deba también a falta de polinización, con efecto menos drástico respecto al primer corte por haber mayor cantidad de flores y temperatura diurna, lo cual permitió abrir el invernadero por más tiempo y propiciar mayor flujo de aire.

Otra posible explicación de que acolchado superara a hidroponía puede ser el exceso de nitrógeno en la solución nutritiva hidropónica (Sánchez y Escalante, 1988), ya que en las primeras etapas del desarrollo la planta presentó un crecimiento muy vigoroso, mismo que posiblemente interfirió con la polinización en etapas tempranas (pocas flores), lo cual afectó el rendimiento final. Esto conduce a realizar estudios que permitan precisar la solución nutritiva más adecuada para tomate de cáscara bajo invernadero.

El sistema de riego por goteo sin acolchado presentó significativamente el menor rendimiento que todos los sistemas, excepto en el primer corte (Cuadro 9). Esto posiblemente se debió a una lixiviación de nutrientes ocasionada por un exceso de humedad en algunos momentos; o bien por un déficit hídrico en otros, sobre todo en las primeras horas del día antes de cada riego.

La inferioridad de rendimiento de riego por goteo sin acolchar respecto al acolchado, concuerda con lo reportado por Soldevilla *et al.* (2002) y posiblemente influyó también el mayor ataque de fitopatógenos en el primer sistema; respecto al riego rodado, este resultado también fue encontrado por Magdaleno (2001) en tomate de cáscara. Así, estos resultados indican que es necesario determinar la cantidad de agua y los intervalos de

riego más adecuados para este cultivo, así como la formula de fertilización y su forma de aplicación.

En resumen, el sistema de riego por goteo con acolchado fue el mejor, ya que presentó el mayor rendimiento y tamaño de fruto. No obstante, es necesario continuar los estudios para los sistemas de hidroponía bajo invernadero y riego por goteo sin acolchar.

6.2. Análisis por sistema

Como se ha señalado en el punto 6.1, la interacción entre variedades y sistemas de producción resultó significativa tanto para peso por fruto como para rendimiento en los tres cortes y en promedio (PPPF) o total de (RTP) de ellos (Cuadros 3 y 4). Sobre esta base, a continuación se hará un análisis del comportamiento de las variedades en cada sistema de producción, pues no respondieron de la misma manera.

6.2.1. Análisis del sistema riego por goteo sin acolchar

En los Cuadros 10 y 11 se puede observar que tanto para peso por fruto como para rendimiento, en los tres cortes y en promedio (PPPF) o en total de ellos (RTP), se presentaron diferencias significativas entre variedades, excepto en el corte dos para rendimiento.

Los coeficientes de variación en riego por goteo fueron aceptables para peso por fruto pero altos para rendimiento de cada corte, en comparación con los reportados por

Magdaleno (2001) en tomate de cáscara, lo cual se pudo deber a errores de cosecha, derivados del alto número de empleados que participaron en esta labor. Sobre la base lo anterior, el análisis de las variedades para el sistema referido se realizará principalmente con base en PPPF y RTP, con el objetivo de determinar la o las mejor (es) variedad (es) para riego por goteo y discutir su coincidencia con las que resultaron mejores en promedio de los cuatro sistemas de producción.

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) en riego por goteo en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF
Repetición	2	843.23 *	141.32 *	18.48	170.03 *
Variedades	39	127.84 *	143.98 *	110.22 *	109.63 *
ERROR	78	30.71	27.64	12.07	15.18
CV		26.55	21.74	18.63	18.34

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en riego por goteo en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
Repetición	2	13411.52	3410.08	482.16	16839.29
Variedades	39	44050.27*	15825.14	4995.18 *	65185.6 *
ERROR	78	9161.12	12078.76	2701.8	26972.9
CV		60.12	62.14	49.85	37.29

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Para el carácter peso por fruto, en el Cuadro 12 se observa que para el primer corte hubo 11 variedades estadísticamente iguales, que formaron el primer grupo de significancia, aunque solo las dos primeras (Puebla SM2 y Puebla SM1) superaron significativamente a 29 y 19 variedades, respectivamente. Estas mismas variedades fueron las de mayor peso por fruto en el segundo corte (además de la Diamante) y en el tercero (junto con la Mahune y la San Mateo). Como era de esperarse, las variedades Puebla SM2 y Puebla SM1 fueron las de mayor PPPF, aunque la primera superó significativamente a 34 variedades y la segunda a 31. La variedad Diamante ocupó el tercer lugar en PPPF y la Mahune el cuarto, pero la primera sólo superó significativamente a nueve variedades y la segunda a siete.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que las mejores dos variedades en cuanto a peso por fruto fueron Puebla SM2 y Puebla SM1, pues además de ocupar el primero y segundo lugar en los tres cortes y en promedio de ellos, fueron las que superaron significativamente a un número mayor de variedades. Además, si se incluyen Diamante y Mahune para constituir el grupo del mejor 10% para PPPF, se puede decir que las variedades de mayor tamaño de fruto tienen germoplasma de la raza Puebla, pues Diamante es una cruce entre CHF1-Chapingo (raza rendidora) y Tecamachalco (raza Puebla).

En el Cuadro 13 se presentan las medias de variedades para rendimiento por corte y en total de ellos (RTP). Para RTP las dos mejores variedades fueron: Población 3 y CHF1-Chapingo, aunque la primera sólo superó significativamente a tres variedades, la segunda a sólo a una y el resto fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 12. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio por cortes (PPPF) para 40 variedades en riego por goteo en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF ¹
20.- Puebla SM2	40.82	51.31	28.78	40.30 a
10.- Puebla SM1	37.84	35.18	37.35	36.79 ab
19.- Diamante	31.12	35.68	25.45	30.75 abc
31.- Mahune	31.86	21.08	33.22	28.72 abcd
39.- Divino	28.31	32.29	25.47	28.69 abcd
37.- Boyeros	27.62	32.57	23.99	28.06 abcd
13.- Verde supremo	26.45	31.88	21.53	26.62 bcde
8.- Sintético intervarietal	27.29	25.95	23.99	25.74 bcdef
38.- Tecamachalco	25.37	25.69	21.71	24.26 bcdef
9.- Manzano SM2R	22.72	29.92	18.99	23.88 cdefg
18.- San Mateo	22.59	18.43	30.02	23.68 cdefg
30.- 129 BCN 02	21.37	26.06	18.02	21.81 cdefg
33.- San Román	19.86	25.76	19.67	21.76 cdefg
32.- Cerro gordo	19.83	24.28	20.72	21.61 cdefg
26.- Puebla verde	21.86	24.42	18.51	21.59 cdefg
27.- 128 BCN01-ELSA	20.34	26.12	17.18	21.21 cdefg
11.- Esmeralda	21.27	26.06	16.28	21.20 cdefg
5.- Población 5	20.56	24.11	17.47	20.71 cdefg
4.- Población 8	18.60	28.12	14.69	20.47 cdefg
7.- Población 2	19.52	23.44	17.79	20.25 cdefg
34.- Rendidora mejorada	17.70	23.45	19.57	20.24 cdefg
35.- Salamanca	20.87	23.14	16.72	20.24 cdefg
28.- 124 USA 03	19.56	24.90	16.20	20.22 cdefg
2.- Sintético intervarietal	18.71	24.24	16.06	19.67 cdefg
1.- CHF1-Chapingo	19.38	23.32	15.92	19.53 cdefg
3.- Familia 130	18.06	22.50	17.55	19.37 cdefg
14.- Yoreme	20.08	19.20	17.71	18.99 cdefg
29.- 127 USA 03	18.24	20.82	16.22	18.42 cdefg
6.- Población 3	16.81	22.08	15.77	18.22 cdefg
25.- 12 GUSA 02	18.35	21.27	14.98	18.19 cdefg
40.- 126 USA 02	17.50	20.55	16.18	18.07 cdefg
36.- Cerro gordo AN	14.29	21.83	17.30	17.81 defg
12.- Verde 3000	17.18	21.03	14.40	17.53 defg
15.- Súper morado	15.03	15.65	13.08	14.58 efg
23.- 19 JAL. 74	14.10	15.31	11.91	13.77 efg
24.- 185 JA. 68	13.37	15.95	11.43	13.58 fg
16.- Súper cerro gordo	13.30	16.52	10.70	13.50 fg
17.- Tamazula SM2	12.18	16.80	11.33	13.43 fg
21.- Tamazula SM2R	13.06	15.29	11.30	13.22 fg
22.- Tamazula SM3	11.68	15.12	10.89	12.56 g
DMS	18.31	17.37	11.48	12.87
MEDIA	20.86	24.18	18.65	21.23

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base a PPPF

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP ¹
6.- Población 3	519.58	193.61	80.35	793.50 a
1.- CHF1-Chapingo	465.77	269.94	22.21	757.90 ab
29.- 127 USA 03	119.76	434.40	117.94	672.10 abc
31.- Mahune	213.34	233.13	180.72	627.20 abc
9.- Manzano SM2R	321.49	195.33	106.39	623.20 abc
28.- 124 USA 03	376.42	196.40	40.71	613.50 abc
8.- Sintético intervarietal	176.39	302.29	118.47	597.20 abc
26.- Puebla verde	157.14	245.98	178.03	579.20 abc
39.- Divino	65.38	351.64	160.46	577.50 abc
37.- Boyeros	310.68	151.86	104.11	566.70 abc
27.- 128 BCN01-ELSA	225.90	271.62	66.38	563.90 abc
5.- Población 5	284.84	174.59	89.06	548.50 abc
30.- 129 BCN 02	278.57	161.11	92.30	532.00 abc
19.- Diamante	192.64	166.11	153.72	512.50 abc
3.- Familia 130	291.36	141.51	53.45	486.30 abc
7.- Población 2	236.41	171.07	67.23	474.70 abc
2.- Sintético intervarietal	183.17	203.33	73.52	460.00 abc
4.- Población 8	189.32	214.82	37.29	441.40 abc
21.- Tamazula SM2R	156.98	140.52	125.49	423.00 abc
13.- Verde supremo	65.52	189.88	135.31	390.70 abc
22.- Tamazula SM3	130.09	180.49	75.62	386.20 abc
38.- Tecamachalco	149.40	153.87	79.17	382.40 abc
24.- 185 JAL. 68	124.72	166.94	85.39	377.10 abc
25.- 12 GUSA02	57.44	184.82	122.85	364.90 abc
11.- Esmeralda	73.82	136.74	146.82	357.40 abc
20.- Puebla SM2	51.04	137.50	163.54	352.10 abc
10.- Puebla SM1	51.51	139.71	156.94	348.20 abc
16.- Súper cerro gordo	157.64	154.10	27.81	339.50 abc
34.- Rendidora mejorada	40.18	155.65	133.66	329.50 abc
17.- Tamazula SM2	126.21	129.40	68.67	324.30 abc
15.- Súper morado	127.43	107.03	85.82	320.30 abc
40.- 126 USA 02	63.99	135.86	117.83	317.70 abc
23.- 19 JAL.74	75.32	154.57	117.68	317.60 abc
32.- Cerro gordo	50.00	123.96	137.50	311.50 abc
12.- Verde 3000	37.38	151.43	119.35	308.20 abc
36.- Cerro gordo AN	37.58	123.48	120.81	281.90 abc
14.- Yoreme	68.81	116.35	80.75	265.90 abc
33.- San Román	26.27	100.68	122.33	249.30 bc
35.- Salamanca	40.02	120.19	67.66	227.90 bc
18.- San Mateo	47.86	22.30	139.48	209.60 c
DMS	316.19	363.07	171.72	542.56
MEDIA	159.18	176.85	104.26	440.30

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en RTP

Estas mismas dos variedades fueron mejores en el primer corte, donde la primera superó significativamente a 29 variedades y la segunda a 22. En los cortes dos y tres no hubo deferencia significativa entre las variedades, excepto que en el corte dos sólo la variedad 29 fue diferente a la 18. Con base en lo anterior, se puede decir que para riego por goteo las mejores variedades fueron: Población 3 y CHF1-Chapingo, ambas de la raza rendidora y precoces, lo que confirma que esta raza es de más alto rendimiento y que el primer corte es determinante para el rendimiento total, como ya se discutió anteriormente.

6.2.2. Análisis del sistema riego por goteo con acolchado

En los Cuadros 14 y 15 se puede observar que tanto para peso por fruto como para rendimiento, en los tres cortes y en promedio (PPPF) o total de ellos (RTP), se presentaron diferencias significativas entre variedades.

Los coeficientes de variación en riego por goteo con acolchado fueron aceptables para peso por fruto pero altos para rendimiento de cada corte, en comparación con los reportados por Soldevilla (2002) en tomate de cáscara. La posible causa ya se explicó anteriormente. Sobre la base de lo anterior, se realizó un análisis de las variedades para el sistema referido principalmente con base en PPPF y RTP, por tener los coeficientes de variación más bajos, con el objetivo de determinar la o (las) mejor (es) para este sistema de producción y discutir su coincidencia con las que resultaron mejores en promedio de los cuatro sistemas de producción.

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) en riego por goteo con acolchado en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF
Repetición	2	192.82	32.31	234.88 *	75.38 *
Variedades	39	831.60 *	235.33 *	198.75 *	345.45 *
ERROR	78	107.21	47.74	22.74	20.53
CV		25.03	23.34	20.52	14.43

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 15. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en riego por goteo con acolchado en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
Repetición	2	97607.2	10854.9	148989.9 *	582071.7 *
Variedades	39	136832.5 *	41896.7 *	35284.4 *	219925.5 *
ERROR	78	38056.5	16040.4	14835.8	64890.7
CV		66.72	40.37	35.63	26.87

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Para la variable peso por fruto (Cuadro 16) en el primer corte, las variedades de mayor peso de fruto fueron: 18, 20, 38, 31, 37, 8 y 19. Entre éstas no hubo diferencia significativa; no obstante, la 18 superó significativamente a 33 variedades, la 20 a 30, la 38 a 15 y la 31 a 13, por lo que para este carácter las dos variedades de mayor peso son la 18 (San Mateo) y 20 (Puebla SM2) y en menor medida Tecamachalco y Mahune. Para el segundo corte no hubo diferencia significativa entre las 21 variedades de mayor peso por fruto y las cuatro que destacaron en el primer corte también destacaron en éste. En el tercer corte no existió diferencia significativa entre las ocho variedades de mayor peso

por fruto, aunque por su significancia ante otras variedades las mejores fueron la 18, 10, 20 y 38, ya que superaron significativamente a 32, 25, 22 y 11 variedades, respectivamente.

En el Cuadro 16 se puede observar también que, para el peso promedio por fruto a través de cortes, las variedades 18, 20, 38, 31 y 10 no tuvieron diferencia significativa entre ellas; sin embargo, superaron significativamente a 31, 31, 30 y 26 variedades, respectivamente.

Es importante mencionar que las variedades que sobresalieron en PPPF (San Mateo, Puebla SM2, Tecamachalco, Mahune y Puebla SM1) lo hicieron también en peso por fruto en los tres cortes y todas son de la raza Puebla, lo que confirma que ésta es de frutos de tamaño grande, medido a través del peso por fruto. No obstante, las variedades de fruto grande presentaron bajo rendimiento, en general inferior a la media de todas las variedades (Cuadro 17).

En el Cuadro 17 se presentan las medias de variedades para rendimiento por corte y en total de ellos (RTP). Para RTP las mejores variedades fueron: 5, 6, 1, 9, 21, 30, 7, 22, 8, 17, 3, 15, 26, 37, 19, 29, 4, 32, 24, 10, 23, 16, 28, 27, 13, 39, 34, 36, 11, 18, y 25, sin haber diferencia significativa entre estas, aunque la Población 5 superó significativamente a nueve variedades y la Población 3 a 7. Estas mismas variedades fueron mejores en el primer corte, donde la primera superó significativamente a 17 variedades y la segunda superó a 7.

Cuadro 16. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio por cortes (PPPF) para 40 variedades en riego por goteo con acolchado en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF ¹
18.- San Mateo	93.84	45.37	43.40	60.86 a
20.- Puebla SM2	80.23	38.46	39.16	52.62 ab
38.- Tecamachalco	66.35	50.10	38.18	51.54 ab
31.- Mahune	64.68	47.42	35.80	49.30 abc
10.- Puebla SM1	53.69	47.70	43.14	48.17 abcd
8.- Sintético intervartetal	62.59	40.67	31.99	45.07 bcde
19.- Diamante	61.50	43.74	26.75	43.99 bcde
37.- Boyeros	63.40	32.04	28.82	41.23 bcdef
39.- Divino	53.54	30.18	29.90	37.87 bcdefg
9.- Manzano SM2R	43.20	35.74	26.61	35.18 cdefgh
7.- Población 2	41.70	33.15	26.35	33.73 defghi
3.- Familia 130	48.44	32.38	20.16	33.66 defghi
5.- Población 5	45.50	32.84	22.48	33.60 defghij
2.- Sintético interfamiliar	42.40	34.08	24.29	33.59 defghij
6.- Población 3	44.15	29.99	22.99	32.37 efghijk
30.- 129 BCN 02	41.97	32.34	22.02	32.10 efghijk
33.- San Román	39.25	31.14	24.83	31.74 efghijk
27.- 128 BCN01-ELSA	44.20	25.88	23.82	31.29 efghijkl
4.- Población 8	44.72	27.24	20.44	30.80 efghijklm
1.- CHF1-Chapingo	40.52	30.76	20.50	30.60 efghijklm
29.- 127 USA 03	38.35	25.93	20.99	28.42 fghijklm
26.- Puebla verde	35.26	27.90	20.77	27.98 fghijklm
32.- Cerro gordo	36.51	26.77	20.47	27.92 fghijklm
34.- Rendidora mejorada	33.36	26.31	23.25	27.64 fghijklm
28.- 124 USA 03	37.55	25.59	18.87	27.33 fghijklm
12.- Verde 3000	27.77	28.27	22.13	26.06 ghijklm
14.- Yoreme	30.90	27.29	19.78	25.99 ghijklm
36.- Cerro gordo AN	30.38	26.82	20.63	25.94 ghijklm
11.- Esmeralda	31.25	25.00	20.25	25.50 ghijklm
35.- Salamanca	28.41	25.39	21.97	25.26 ghijklm
13.- Verde supremo	29.76	18.99	25.92	24.89 ghijklm
25.- 12 GUSA 02	28.39	25.25	15.77	23.13 ghijklm
40.- 126 USA 02	27.62	23.50	18.06	23.05 ghijklm
22.- Tarnazula SM3	26.75	26.58	11.55	21.63 hijklm
15.- Súper morado	25.86	18.08	13.44	19.12 ijklm
21.- Tarnazula SM2R	24.96	18.32	12.76	18.68 jklm
23.- 19 JAL. 74	21.84	18.09	13.11	17.68 klm
24.- 185 JA. 68	20.65	16.07	14.53	17.08 lm
17.- Tarnazula SM2	21.88	16.21	12.97	17.02 lm
16.- Súper cerro gordo	21.49	16.15	10.90	16.18 m
DMS	34.20	22.82	15.75	14.97
MEDIA	41.37	29.59	23.23	31.39

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en PPPF.

Cuadro 17. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP) para 40 variedades en riego por goteo con acolchado en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP ¹
5.- Población 5	815.4	483.0	243.4	1541.9 a
6.- Población 3	731.0	469.4	285.8	1486.2 ab
1.- CHF1-Chapingo	795.5	462.1	190.1	1447.8 abc
9.- Manzano SM2R	472.7	622.0	296.0	1390.8 abcd
21.- Tamazula SM2R	500.4	440.2	339.4	1280.1 abcde
30.- 129 E/CN 02	490.0	471.1	254.4	1214.5 abcde
7.- Población 2	545.8	430.2	227.0	1203.1 abcde
22.- Tamazula SM3	451.2	364.1	347.8	1163.2 abcde
8.- Sintético intervartetal	463.8	247.1	445.9	1156.7 abcde
17.- Tamazula SM2	391.1	466.7	270.6	1128.4 abcde
3.- Familia 130	375.6	476.7	275.5	1127.8 abcde
15.- Súper morado	308.7	440.4	370.9	1120.0 abcde
26.- Puebla verde	296.4	322.0	489.9	1108.3 abcde
37.- Boyeros	381.1	364.5	335.5	1081.1 abcde
19.- Diamante	430.7	318.0	297.9	1046.6 abcde
29.- 127 USA 03	346.8	339.8	339.2	1025.8 abcde
4.- Población 8	609.7	270.2	137.6	1017.6 abcde
32.- Cerro gordo	150.7	267.3	557.2	975.2 abcde
24.- 185 JAL. 68	254.7	357.5	346.1	958.4 abcde
10.- Puebla SM1	110.6	294.0	535.4	940.0 abcde
23.- 19 JAL.74	218.8	329.2	388.5	936.5 abcde
16.- Súper cerro gordo	256.3	325.3	291.1	872.7 abcde
28.- 124 USA 03	372.5	389.9	98.9	861.3 abcde
27.- 128 BCN01-ELSA	311.9	364.9	182.6	859.5 abcde
13.- Verde supremo	103.7	230.6	502.2	836.5 abcde
39.- Divino	105.6	303.5	418.2	827.4 abcde
34.- Rendidora mejorada	66.5	197.6	532.4	796.6 abcde
36.- Cerro gordo AN	121.4	237.2	428.7	787.4 abcde
11.- Esmeralda	110.6	213.0	444.2	767.8 abcde
18.- San Mateo	94.4	140.9	480.7	715.9 abcde
25.- 12 GUSA02	56.7	264.9	382.1	703.7 abcde
35.- Salamanca	110.0	174.4	408.2	692.7 bcde
2.- Sintético interfamiliar	198.9	195.6	289.3	683.8 bcde
40.- 126 USA 02	132.5	211.1	299.9	643.6 cde
31.- Mahune	126.9	193.4	314.3	634.7 cde
14.- Yoreme	78.4	212.5	342.9	633.8 cde
20.- Puebla SM2	67.5	126.5	422.9	616.9 cde
38.- Tecamachalco	135.8	205.6	253.7	595.1 de
12.- Verde 3000	34.9	159.2	356.3	550.5 de
33.- San Román	69.6	168.0	246.1	483.8 e
DMS	644.4	418.4	402.3	841.5
MEDIA	92.3	313.7	341.7	947.8

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en RTP.

En el segundo corte sobresalió la variedad Manzano SM2R, pues presentó diferencia significativa con ocho variedades, en tanto que entre el resto no hubo diferencia significativa. En el tercer corte no hubo diferencia significativa entre ninguna de las variedades (Cuadro 17).

6.2.3. Análisis del sistema riego rodado

Como se puede observar en los Cuadros 18 y 19, tanto para peso por fruto como para rendimiento, se presentaron diferencias significativas entre variedades, excepto para peso por fruto en el segundo corte.

Los coeficientes de variación en riego rodado fueron aceptables para peso por fruto y en el rendimiento, excepto en el tercer corte en este último carácter, en comparación con otros trabajos realizados en tomate de cáscara (Mendéz y Zepeda, 2002).

Sobre la base de lo anterior, se realizó un análisis de las variedades para el sistema referido principalmente con base en PPPF y RTP, por tener los coeficientes más bajos, con el objeto de determinar la o (las) mejor (es) variedad (es) para este sistema de producción y discutir su coincidencia con las que resultaron mejores de los cuatro sistemas de producción.

Para la variable peso por fruto (Cuadro 20) en el primer corte, las mejores variedades fueron: 31, 10, 19, 28, 18 y 8, sin diferencia significativa entre estas, aunque la 31 superó significativamente a 34 variedades, la 10 a 17, la 19 a 16, y la 28 a 4; es decir, las

variedades cuyos frutos pesaron más fueron Mahune (31) y Puebla SM1 (10) y en menor medida Diamante (19) y 124 USA 03 (28). Para el segundo corte estas mismas variedades fueron las de mayor peso por fruto (además Tecamachalco, Puebla SM2, Boyeros y Población 8), donde la 10 superó significativamente a 32 variedades, la 18 y

Cuadro 18. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) en riego rodado en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF
Repetición	2	117.67	306.52 *	41.87	60.26 *
Variedades	39	481.52 *	373.91	176.26 *	249.47 *
ERROR	78	63.01	40.71	24.85	15.62
CV		26.57	23.96	22.99	15.00

Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 19. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en riego rodado en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
Repetición	2	23941.9 *	16495.2	36940.6	55010.7
Variedades	39	58521.1 *	48367.5 *	20232.6 *	208334.7 *
ERROR	78	3201.4	9819.18	8232.4	25248.18
CV		33.76	39.28	65.21	28.42

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 20. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio por cortes (PPPF) para 40 variedades en riego rodado en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF ¹
10.- Puebla SM1	54.86	54.25	32.37	47.16 a
31.- Mahune	65.98	37.25	35.88	46.35 a
18.- San Mateo	41.84	49.87	32.99	41.57 ab
38.- Tecamachalco	39.68	46.45	38.51	41.55 ab
20.- Puebla SM2	38.42	49.67	34.28	40.79 abc
19.- Diamante	52.85	30.01	33.06	38.64 abcd
37.- Boyeros	37.22	40.95	32.28	36.81 abcde
8.- Sintético intervarietal	41.50	40.56	26.83	36.20 abcde
4.- Población 8	34.27	36.15	25.37	31.93 bcdef
27.- 128 BCN01-ELSA	38.36	25.41	27.21	30.33 bcdef
28.- 124 USA 03	42.49	27.19	18.84	29.51 bcdefg
7.- Población 2	31.96	32.74	23.79	29.49 bcdefg
1.- CHF1-Chapingo	38.84	28.87	18.66	28.79 bcdefgh
30.- 129 BCN 02	38.79	30.12	15.61	28.17 cdefghi
6.- Población 3	33.71	25.47	24.66	27.94 cdefghi
9.- Manzano SM2R	30.92	25.75	24.41	27.19 defghi
5.- Población 5	31.96	26.77	21.62	26.78 defghij
36.- Cerro gordo AN	29.50	25.81	23.92	26.34 defghij
35.- Salamanca	29.78	23.84	23.49	25.70 defghij
26.- Puebla verde	30.70	25.52	19.04	25.09 efghij
3.- Familia 130	30.85	25.54	17.52	24.64 efghij
32.- Cerro gordo	27.01	23.93	18.00	22.97 fghij
34.- Rendidora mejorada	24.94	22.56	19.38	22.29 fghij
33.- San Román	23.23	17.57	21.57	20.79 fghij
14.- Yoreme	20.23	23.61	18.26	20.70 fghij
39.- Divino	21.06	21.09	19.96	20.70 fghij
11.- Esmeralda	18.08	20.79	21.37	20.08 fghij
29.- 127 USA 03	21.19	19.94	18.71	19.95 fghij
25.- 12 GUSA 02	18.48	21.38	19.54	19.79 fghij
13.- Verde supremo	15.02	17.53	17.71	16.75 ghij
23.- 19 JAL. 74	17.66	16.94	15.64	16.74 ghij
21.- Tarnazula SM2R	19.36	15.72	13.75	16.27 hij
22.- Tarnazula SM3	18.15	14.09	14.89	15.71 ij
16.- Súper cerro gordo	18.17	14.59	13.57	15.45 ij
15.- Súper morado	16.22	16.74	13.17	15.37 ij
17.- Tarnazula SM2	17.39	15.50	12.55	15.15 ij
24.- 185 JA. 68	13.84	14.90	13.68	14.13 j
40.- 126 USA 02	00.45	0.0	0.0	0.14 k
DMS	26.22	21.07	16.47	13.05
MEDIA	29.87	26.62	21.68	26.35

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en PPPF.

20 a 27 y la 38 a 18 variedades. En el tercer corte se puede observar que hubo 16 variedades estadísticamente iguales, aunque sólo Tecamachalco y Mahune superaron significativamente a un buen número de variedades. Las variedades de mayor peso promedio por fruto fueron: Puebla SM1, Mahune, San Mateo, Tecamachalco, Puebla SM2, Diamante, Boyeros y Sintético Intervarietal, sin haber diferencia significativa entre estas, aunque sólo la primera y segunda superaron a 32 variedades y la tercera a 26. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que las mejores cinco variedades para este sistema de producción, con respecto al peso por fruto por corte y PPPF, fueron Puebla SM1, Mahune, San Mateo, Tecamachalco y Puebla SM2, destacándose en los tres cortes y en el promedio de ellos. Como era de esperarse, las variedades de la raza Puebla son las de mayor peso por fruto, pues estas cinco variedades son de esta raza.

Es importante mencionar que la segunda, cuarta, sexta y séptima variedades que tuvieron mayor PPPF, se incluyeron en el primer grupo de significancia en RTP (Cuadro 21) y estas variedades son: Mahune, Tecamachalco, Diamante y Boyeros.

En el Cuadro 21 se presentan las medias de variedades para rendimiento por corte y en total de ellos (RTP). Para RTP las cuatro mejores variedades fueron: Población 3, Población 8, Población 5 y Boyeros, aunque la primera sólo superó significativamente a 23 variedades. Estas mismas variedades fueron mejores en el primer corte, donde la Población 8 y Población 3 tuvieron mayor rendimiento superando significativamente a 36 variedades. Para el segundo y tercer cortes hubo muy poca diferencia entre las variedades. Por lo anterior, se puede decir que las mejores variedades para el sistema de riego rodado fueron Población 3, Población 8, Población 5 y Boyeros; las primeras tres

Cuadro 21. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP) para 40 variedades en riego rodado en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP ¹
6.- Población 3	516.96	495.05	110.03	1122.0 a
4.- Población 8	534.76	381.59	129.52	1045.9 ab
5.- Población 5	413.19	462.45	133.97	1009.6 abc
37.- Boyeros	226.67	370.0	361.33	958.0 abcd
7.- Población 2	239.09	474.09	227.47	940.7 abcd
19.- Diamante	213.62	368.30	255.51	837.4 abcde
9.- Manzano SM2R	251.97	443.59	119.06	814.6 abcdef
1.- CHF1-Chapingo	358.72	357.74	90.68	807.1 abcdef
27.- 128 BCN01-ELSA	296.10	378.88	119.57	794.5 abcdefg
26.- Puebla verde	212.56	371.79	188.55	772.9 abcdefgh
28.- 124 USA 03	316.55	321.75	90.63	728.9 abcdefghi
30.- 129 BCN 02	270.34	331.54	80.26	682.1 abcdefghij
31.- Mahune	145.56	419.68	109.44	674.7 abcdefghij
38.- Tecamachalco	54.44	304.44	275.11	634.0 abcdefghij
8.- Sintético intervarietal	230.77	301.28	71.76	603.8 abcdefghij
3.- Familia 130	231.18	317.48	43.15	591.8 bcdefghij
18.- San Mateo	55.91	259.05	220.08	535.0 bcdefghij
10.- Puebla SM1	161.98	211.27	236.35	509.6 cdefghijk
17.- Tamazula SM2	178.45	248.10	80.56	507.1 cdefghijk
22.- Tamazula SM3	187.66	239.21	73.97	500.8 cdefghijk
20.- Puebla SM2	42.26	159.68	278.73	480.7 defghijk
29.- 127 USA 03	92.78	201.63	184.37	478.8 defghijk
24.- 185 JA. 68	162.63	199.88	109.86	472.4 defghijk
21.- Tamazula SM2R	158.61	230.0	69.60	458.2 defghijk
36.- Cerro gordo AN	39.52	133.33	305.24	458.1 defghijk
39.- Divino	42.38	244.68	158.25	445.3 defghijk
15.- Súper morado	124.37	161.75	94.84	381.0 efghijk
23.- 19 JAL. 74	54.29	154.96	170.20	379.5 efghijk
32.- Cerro gordo	88.25	140.0	142.86	371.1 efghijk
35.- Salamanca	39.06	126.16	157.06	332.3 efghijk
13.- Verde supremo	57.14	177.70	67.06	301.9 fghijk
34.- Rendidora mejorada	42.74	99.44	154.92	297.1 fghijk
16.- Súper cerro gordo	90.59	133.30	58.06	281.8 ghijk
25.- 12 GUSA 02	34.44	126.26	92.94	253.6 hijk
14.- Yoreme	84.07	114.84	41.30	240.2 ijk
11.- Esmeralda	35.56	70.0	69.33	179.9 jk
33.- San Román	30.79	36.11	93.41	160.3 jk
40.- 126 USA 02	0.61	0	0	0.6 k
DMS	186.92	327.35	299.74	524.92
MEDIA	167.59	252.28	139.12	558.99

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en RTP.

son de la raza rendidora y la última es una cruce inter-racial CHF1-Chapingo X Puebla, lo que confirma que las variedades de la raza Rendidora son de un alto rendimiento.

6.2.4. Análisis del sistema hidroponía bajo invernadero

En los Cuadros 22 y 23 se puede observar que tanto para peso por fruto como para rendimiento, en los tres cortes y en promedio (PPPF) ó total de ellos (RTP), se presentan diferencias significativas entre variedades. Los coeficientes de variación en este sistema de producción fueron aceptables para peso por fruto, excepto en el primer corte, pero fueron altos para rendimiento de cada corte, en comparación con los reportados por Peña (1998) en tomate de cáscara.

Cuadro 22. Cuadros medios del análisis de varianza para peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio de cortes (PPPF) en hidroponía bajo invernadero en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF
Repetición	2	1869.68 *	137.38	401.61 *	512.89 *
Variedades	39	669.69 *	336.47 *	389.91 *	380.16 *
ERROR	78	321.20	87.02	42.43	76.14
CV		55.10	31.09	20.99	28.82

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Para el carácter peso por fruto (Cuadro 24) no hubo diferencia significativa en el primer corte entre las 40 variedades, pero las cuatro mejores fueron: Puebla SM2 (20), San Mateo (18), Diamante (19) y 129 BCN 02 (30).

Cuadro 23. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de cortes (RTP) en hidroponía bajo invernadero en Chapingo, México. 2003.

FV	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
Repetición	2	23880.6 *	15865.5	219256.3 *	254088.5 *
Variedades	39	18966.7*	64870.2 *	49824.4 *	220069.9 *
ERROR	78	5965.9	25215.4	32009.8	44888.1
CV		66.1	53.5	88.6	34.4

FV = Fuentes de variación; GL = Grados de libertad; CV = Coeficiente de variación.

Para el segundo corte hubo un comportamiento similar al primero, destacándose que la variedad 20 superó significativamente a 18 variedades y la 31 a 17, aunque no tuvieron diferencia significativa con Diamante y San Mateo. Para el tercer corte el primer grupo de significancia fue muy grande y las variedades que pesaron más fueron: Puebla SM1, Mahune, San Mateo y Tecamachalco. Para la variable de PPPF hubo 23 variedades que no tuvieron diferencia significativa entre ellas, pero cabe mencionar que las mejores cuatro fueron: Mahune, Puebla SM2, San Mateo y Puebla SM1, que son el mejor 10% para esta variable. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que las mejores cuatro variedades en cuanto a su peso por fruto en cada corte y PPPF fueron: Mahune, Puebla SM2, San Mateo y Puebla SM1, todas con germoplasma de la raza Puebla.

En el Cuadro 25 se presentan las medias de variedades para rendimiento por corte y en total de ellos (RTP). Para RTP las cinco mejores variedades fueron: 124 USA 03, Manzano SM2R, Población 2, Población 3, y Población 5, aunque la primera sólo tuvo diferencia significativa con 16 variedades.

Cuadro 24. Medias de peso promedio por fruto (g) por corte y en promedio por cortes (PPPF) para 40 variedades en hidroponia bajo invernadero en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PPPF ¹
31.- Mahune	52.21	58.62	56.26	55.70 a
20.- Puebla SM2	60.66	59.25	43.91	54.61 ab
18.- San Mateo	57.75	46.88	51.66	52.09 abc
10.- Puebla SM1	54.63	33.93	61.89	50.11 abcd
19.- Diarnante	57.49	47.34	42.12	48.98 abcde
38.- Tecamachalco	49.96	45.12	47.95	47.68 abcdef
37.- Boyeros	40.86	43.53	45.37	43.25 abcdefg
8.- Sintético intervartetal	47.17	35.08	44.50	42.25 abcdefg
30.- 129 BCN 02	55.40	29.45	34.88	39.91 abcdefg
9.- Manzano SM2R	37.64	38.68	38.95	38.42 abcdefg
5.- Población 5	44.19	33.65	29.98	35.93 abcdefg
4.- Población 8	41.22	32.08	34.46	35.92 abcdefg
39.- Divino	35.18	30.30	41.40	35.62 abcdefg
27.- 128 BCN01-ELSA	44.52	29.04	30.89	34.81 abcdefg
26.- Puebla verde	39.69	28.41	31.17	33.08 abcdefg
7.- Población 2	32.20	31.37	34.38	32.65 abcdefg
3.- Farnilia 130	48.52	24.72	24.09	32.44 abcdefg
28.- 124 USA 03	38.94	24.74	29.13	30.93 abcdefg
29.- 127 USA 03	32.91	31.04	24.07	29.33 abcdefg
1.- CHF1-Chapingo	36.68	23.24	27.93	29.28 abcdefg
6.- Población 3	26.58	28.77	32.22	29.18 abcdefg
2.- Sintético interfamiliar	17.83	33.49	32.84	28.05 abcdefg
33.- San Román	23.50	29.66	29.05	27.40 abcdefg
32.- Cerro gordo	25.67	30.86	22.51	26.34 bcdefg
35.- Salamanca	16.28	34.96	26.97	26.07 bcdefg
40.- 126 USA 02	26.18	22.41	26.47	25.02 cdefg
36.- Cerro gordo AN	20.21	26.19	27.77	24.72 cdefg
13.- Verde supremo	17.81	29.53	21.90	23.08 defg
15.- Súper morado	32.78	17.58	17.74	22.70 defg
34.- Rendidora mejorada	13.97	25.53	28.23	22.58 defg
11.- Esmeralda	16.97	23.28	26.86	22.28 defg
25.- 12 GUSA 02	20.67	22.17	22.83	21.89 defg
14.- Yoreme	15.97	21.54	26.02	21.17 efg
21.- Tamazula SM2R	24.15	18.67	14.68	19.17 fg
23.- 19 JAL. 74	19.58	18.29	19.06	18.97 fg
17.- Tamazula SM2	19.05	17.07	18.05	18.06 g
16.- Súper cerro gordo	18.35	18.49	16.73	17.83 g
12.- Verde 3000	7.15	22.42	23.63	17.73 g
22.- Tamazula SM3	14.05	17.04	17.85	16.31 g
24.- 185 JA. 68	16.44	15.72	15.17	15.77 g
DMS	59.2	30.81	21.52	28.82
MEDIA	32.52	30.00	31.03	31.18

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en PPPF.

Cuadro 25. Medias de rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP) para 40 variedades en hidroponía bajo invernadero en Chapingo, México. 2003.

VARIETADES	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP ¹
28.- 124 USA 03	222.54	630.00	296.70	1149.20 a
9.- Manzano SM2R	100.79	470.00	490.00	1060.80 ab
7.- Población 2	223.91	480.00	306.70	1010.60 abc
6.- Población 3	298.31	556.70	153.30	1008.30 abc
5.- Población 5	240.55	406.70	353.30	1000.50 abcd
1.- CHF1-Chapingo	205.93	397.80	336.30	942.00 abcde
30.- 129 BCN 02	188.07	343.40	390.00	921.50 abcde
37.- Boyeros	91.28	333.30	463.30	887.90 abcdefg
4.- Población 8	226.00	200.00	460.00	886.00 abcdefg
22.- Tarnazula SM3	241.57	526.70	82.10	850.30 abcdefg
27.- 128 BCN01-ELSA	87.46	300.00	443.30	830.80 abcdefg
15.- Súper morado	157.92	466.70	186.70	811.30 abcdefg
21.- Tamazula SM2R	256.37	260.00	260.00	776.40 abcdefg
19.- Diamante	155.47	423.30	173.30	752.10 abcdefg
8.- Sintético intervarietal	84.09	266.70	393.30	744.10 abcdefg
16.- Súper cerro gordo	121.49	490.00	111.30	722.80 abcdefg
17.- Tamazula SM2	223.29	386.70	60.00	670.00 abcdefg
24.- 185 JAL. 68	163.96	400.00	99.70	663.60 abcdefg
3.- Familia 130	109.48	400.00	140.00	649.50 abcdefg
31.- Mahune	100.52	426.70	120.00	647.20 abcdefg
26.- Puebla verde	158.57	326.70	153.30	638.60 abcdefg
25.- 12 GUSA 02	84.17	133.30	360.00	577.50 abcdefg
23.- 19 JAL. 74	82.82	296.70	170.00	549.50 abcdefg
13.- Verde supremo	74.73	310.00	163.30	547.60 abcdefg
38.- Tecamachalco	67.95	266.70	103.30	437.90 bcdefg
29.- 127 USA 03	78.96	251.70	80.00	410.60 bcdefg
2.- Sintético interfamiliar	149.63	250.70	100.00	400.30 bcdefg
40.- 126 USA 02	27.35	266.70	80.00	374.00 bcdefg
35.- Salamanca	12.49	203.30	146.70	362.50 cdefg
10.- Puebla SM1	77.23	172.80	106.70	356.70 cdefg
18.- San Mateo	111.25	60.00	183.30	354.60 cdefg
20.- Puebla SM2	99.02	180.00	66.10	345.10 cdefg
39.- Divino	11.57	227.30	105.30	344.20 cdefg
36.- Cerro gordo AN	37.67	76.70	210.00	324.30 cdefg
14.- Yoreme	54.81	129.30	133.30	317.50 cdefg
12.- Verde 3000	7.35	106.70	190.00	304.00 defg
32.- Cerro gordo	61.37	126.70	106.70	294.70 efg
11.- Esmeralda	29.24	114.20	116.70	260.10 efg
33.- San Román	20.70	113.30	66.00	235.50 fg
34.- Rendidora mejorada	29.07	93.10	113.30	200.00 g
DMS	255.17	524.58	591.05	699.92
MEDIA	116.86	296.75	201.88	615.50

DMS = Diferencia media significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$. ¹ = Las variedades están ordenadas con base en RTP.

En el primer corte sólo la Población 3 superó significativamente a 8 variedades y las 39 restantes fueron estadísticamente iguales. Para el segundo corte destacó la 124 USA 03, aunque sólo superó significativamente a tres variedades y fue igual al resto. En el tercer corte no hubo diferencia significativa (Cuadro 25).

En los Cuadros 26 y 27 se presenta un resumen de las mejores variedades en cada sistema y en promedio de ellos. Para PPPF (Cuadro 26) las variedades Puebla SM2 y Puebla SM1 sobresalieron en los cuatro sistemas y fueron las mejores en combinación de ellos. Es importante mencionar que todas las variedades de mayor peso de fruto son de la raza Puebla, excepto Diamante que es un híbrido intervarietal de la raza Rendidora y Puebla. Lo anterior permite concluir que el germoplasma de dicha raza es el de mayor peso de fruto; aspecto importante si el objetivo de la producción es exportar, ya que en general este tipo de mercado demanda tamaño grande.

Para rendimiento por planta (Cuadro 27) las mejores variedades fueron Población 3, Población 5 y Manzano SM2R, ya que aparecieron en cuatro ocasiones en el grupo de alto rendimiento, seguida de CHF1-Chapingo que apareció en tres ocasiones entre el grupo de alto rendimiento en cada sistema y en combinación de ellos. Con excepción de las variedades Mahune y Manzano SM2R, el resto pertenecen a la raza Rendidora.

Como ya se dijo antes, la variedad CHF1-Chapingo ya esta registrada, y tal vez valdría la pena registrar Manzano SM2R, ya que resultó de alto rendimiento y representa una raza cuya característica fundamental es presentar frutos más dulces, aspecto que sin duda es de valor, principalmente en regiones del centro del País (García, 2003).

En relación con variedades de fruto grande sería recomendable registrar la variedad Puebla SM2. Además, como ya se dijo en el análisis combinado, la variedad Diamante presentó muy buenas características de peso de fruto y rendimiento, lo cual sugiere que podría ser factible ser registrada o bien continuar con el proceso de mejoramiento manteniendo ambas características.

Cuadro 26. Mejores variedades para peso promedio por fruto por sistemas de producción y en combinación de éstos.

VARIEDAD	SISTEMAS				
	RG	RGA	RR	HI	AC
1	Puebla SM2	San Mateo	Puebla SM1	Mahune	Puebla SM2
2	Puebla SM1	Puebla SM2	San Mateo	Puebla SM2	Puebla SM1
3	Diamante	Mahune	Puebla SM2	San Mateo	Mahune
4	Mahune	Puebla SM1	Diamante	Puebla SM1	San Mateo

RG = Riego por goteo; RGA = Riego por goteo con acolchado; RR = Riego rodado; HI = Hidroponía bajo invernadero; AC = Análisis combinado de sistemas

Cuadro 27. Mejores variedades para rendimiento total por planta por sistemas de producción y en combinación de éstos.

VARIEDAD	SISTEMAS				
	RG	RGA	RR	HI	AC
1	Población 3	Población 5	Población 3	124 USA 03	Población 3
2	CHF1-Chapingo	Población 3	Población 8	Manzano SM2R	Población 5
3	Mahune	CHF1-Chapingo	Población 5	Población 2	CHF1-Chapingo
4	Manzano SM2R	Manzano SM2R	Población 2	Población 5	Manzano SM2R

RG = Riego por goteo; RGA = Riego por goteo con acolchado; RR = Riego rodado; HI = Hidroponía bajo invernadero; AC = Análisis combinado de sistemas

VII. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y su análisis, se concluyó lo siguiente:

- 1.- El mejor sistema de producción en cuanto a rendimiento y tamaño de fruto fue riego por goteo con acolchado.
- 2.- Las variedades de mayor rendimiento y precocidad fueron: Población 3, Población 5, CHF1 - Chapingo y Manzano SM2R, con frutos de tamaño mediano.
- 3.- Las variedades de mayor tamaño de fruto fueron: Puebla SM2, Puebla SM1, San Mateo y Mahune, aunque presentaron bajo rendimiento.
- 4.- En general, las variedades de mayor rendimiento son de la raza Rendidora y las de mayor tamaño de fruto de la raza Puebla.
- 5.- El rendimiento en el primer corte es fundamental para obtener un alto rendimiento total, pues en general las variedades más rendidoras al inicio mantuvieron esta característica hasta el final.
- 6.- Para los sistemas de producción: riego por goteo, riego por goteo con acolchado plástico, riego rodado, e hidroponia bajo invernadero, las variedades de mayor precocidad y rendimiento fueron: Población 3, Población 5, Población 3 y 124 USA 03,

respectivamente; en tanto que las de mayor tamaño de fruto fueron: Puebla SM2, San Mateo, Puebla SM1 y Mahune, respectivamente.

VIII. LITERATURA CITADA

Anónimo. 2002. Diccionario de Especialidades de Agroquímicas. Editorial PLM. 574 p.

Ayala P., J. A.; A. Peña L. y J. Mulato B. 1992. Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo 78 - 80:128 - 137.

Bastida T., A. y J. A. Ramírez A. 2002. Invernaderos en México. Serie de Publicaciones Agribot, Chapingo, México. 162 p.

Cadahia, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 475 p.

Cartujano E., F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura. Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 194 p.

Castañón M. C. 2000. Horticultura Manejo Simplificado. Primera reimpresión. Chapingo México. Pp 235-239.

Castro B., R. 1998. Índices nutrimentales en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 87 p.

- Castro B., R. 2000. Niveles críticos, de suficiencia y toxicidad de N-NO₃ en el extracto celular de pecíolos de tomate de cáscara. Revista Terra 18 (2): 141-145.
- Castro B. R., P. Sánchez-García, A. Peña-Lomelí, G. Alcantar-González, G. A. Baca-Castillo y R. Ma. López-Romero. 2000. Nitratos en el extracto celular de pecíolos y tallo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y su relación con el rendimiento en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 6 (1): 33 - 38.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. UNAM. México. D.F. 217 p.
- García J., B. 2003. Caracterización poscosecha de variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México. 69 p.
- Hanada, T. 1991. The effect of mulching and rowcover on vegetables production. Extension Bulletin No. 332. Food & Fertilizer Technology Center. Taiwan, China. P 22.
- Kato Y., T. A. 1978. La investigación básica en el plasma germinal. In: T. Cervantes S. (ed). Recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. Pp 49-55.

- Lamont, W. J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. Hort. Technology 3(1): 35-39.
- López G., J. 1998. Producción hortícola en invernadero. Aspectos técnicos, económicos y ambientales. In: Memorias del VI Ciclo de Conferencias sobre Producción en Invernaderos y II Congreso Iberoamericano de Plásticos en la Agricultura. Guadalajara, Jalisco. México. 352 p.
- López M., R.; J. F. Santiaguillo H.; A. Peña L.; J. A. Cuevas S. y J. Sahagún C. 1994. Evaluación de 60 Colectas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 1 (2) : 131 – 134.
- Magdaleno V., J. J. 2001. Evaluación de sistemas y criterios de aplicación del riego en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestro en Ciencias. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 55 p.
- Márquez S., F. 1991. Genotecnia Vegetal. Métodos - Teoría - Resultados. Tomo III. AGT EDITOR, S.A. México, D.F. 500 p.
- Matallana G., A. y J. I. Montero C. 1988 Invernaderos, Diseño, Construcción y Ambientación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 260 p.

- Medina C., J. 1996. Aplicación de micronutrientes en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Estado de México. 103 p.
- Medina S., J. A. 1997. Riego por Goteo (Teoría y práctica). Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. 299 p.
- Merle, H. J. 1999. Hidroponía. Hortalizas, Frutas y Flores. Año dos mil, Julio 31, 1999. México, Distrito Federal. Pp 6-8.
- Méndez L., A. y O. E. Zepeda G. 2002. Fertilización foliar en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) variedad CHF1-Chapingo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Estado de México. 59 p.
- Miranda V., I. y J. Hernández O. 2002. Hidroponía. Serie de Publicaciones Agribot. Chapingo, México. 73 p.
- Pandey, K. K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa*. Department of Biology. University of Colorado. Boulder (Colorado, USA). *Experientia* 23/10:862.
- Palacios V., E. 2002. ¿Por qué, cuándo, cuánto y cómo regar? para lograr mejores cosechas. Editorial Trillas. 203 p.

- Peña L., A. 1994. Hibridación de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) In: Resúmenes de la XL Reunión Anual de la Interamerican Society for Tropical Horticulture, 13 - 19 de noviembre. Campeche. Campeche, México. P 37.
- Peña L., A. 1998. Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. 151 p.
- Peña L., A y F. Márquez S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo (71 - 72) : 84-88.
- Peña L., A.; J. F. Santiaguillo H.; D. Montalvo H. y M. Pérez G. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1-Chapingo de tomate de cáscara. Revista Chapingo Serie Horticultura 3(1): 31-38.
- Peña L., A. y J. F. Santiaguillo H. 1999. Variabilidad Genética de Tomate de Cáscara en México. Boletín # 2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 26 p.
- Peña L., A.; J. D. Molina G.; F. Márquez S.; J. Sahún C.; J. Ortiz C. y T. Cervantes S. 1998. Heterosis intervarietales en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura 4 (1): 31-37.

- Peña L., A.; J. D. Molina G.; F. Márquez S.; J. Sahún C.; J. Ortiz C. y T. Cervantes S.
1999. Heterosis intravarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).
Revista Fitotecnia Mexicana 22 : 199 - 213.
- Peña L., A.; J. D. Molina G.; F. Márquez S.; J. Sahún C.; J. Ortiz C. y T. Cervantes S.
2002. Respuestas estimadas y observadas de tres métodos de selección en tomate
de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Fitotecnia Mexicana 25(2): 171 -
178.
- Pérez G., M. y R. Castro B. 1999. Guía para la Producción Intensiva de Jitomate en
Invernadero. Boletín # 3. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma
Chapingo 58 p.
- Pérez G. M.; F. Márquez S. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas.
Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. Pp 217 – 229.
- Pizarro C., F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF): goteo,
microaspersión, exudación. Ediciones Mundi-Prensa. Tercera edición. 506 p.
- Ponce O. J. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de
despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia. Tesis de
Licenciatura. Departamento de Fitotecnia UACH. Chapingo. 96 p.

- Ramírez V., J. 1996. El Uso de Acolchado Plástico en la Horticultura. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Culiacán, Sinaloa. México. 155 p.
- Rendón P., L.; C. Fuentes R. y G. Magaña S. 1999. Diseño de riego por gravedad. *In:* Memorias de IV Curso Internacional de Sistemas de Riego. Departamento de Irrigación. UACH, Chapingo, México. Pp 1 – 17.
- Resh M. Howard. 2001. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. 5 edición. 546 p.
- Romero F., E. 1987. Uso de películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola. Academia de curso INIFAP-PRONAPA. Gómez Palacio, Dgo. México. P 37.
- Rojas B., M. 1999. Tendencias a la reducción de calibres en las películas plásticas para acolchado agrícola. *In:* V Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas 1999. Puerto Vallarta, Jal., México. Pp 63 – 65.
- Sandoval V., M. y B. B. Amador P. 2002. Horticultura intensiva en invernaderos. *In:* Memorias del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Montecillos, Texcoco, Edo. de México. Pp 4 - 20.

- Sánchez C., F. y J. Ponce O. 1998. Densidad de plantación y nivel de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura 4 (2): 89 – 93.
- Sánchez C., F. y E. Escalante R. 1988. Hidroponía. Tercera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp 17 y 18.
- Santiaguillo H., J. F. 1995. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 103 p.
- Santiaguillo H., J. F. 2003. Cruzas intervarietales planta a planta, enraizamiento de esquejes y polinización controlada en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 63 p.
- Santiaguillo H. J. F.; R. López M.; J. Sahagún C.; A. Peña L. y J. A. Cuevas S. 1994. Distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis* spp.) en México. Revista Chapingo Serie Horticultura 2: 125 129.
- Santiaguillo H., J. F.; J. Sahagún C.; A. Peña L. y J. A. Cuevas S. 1996. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) I. criterio de medidas de dispersión. Revista Chapingo Serie Horticultura 2 (2) 135 - 139.

SAGARPA. 2001. Estadísticas Básicas Agropecuarias. SAGARPA. México. Pp 18 - 22.

SARH. 1981. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México, D. F. P 15.

SARH. 1992. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México, D. F. P 25.

SARH. 1993. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México, D. F. P 36.

SARH. 2001. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos Tomo I. México, D.F. P 65.

Saray M., C. R. 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. Pp 9 – 23.

Saray M. C. R. y J. L. Loya R. 1977. El cultivo de tomate de cáscara en el Estado de Morelos. CIAMEC No. 57. Circular No. 58. México. P 25.

Sigala M., T.; C. E. Ramírez B. y A. Peña L. 1994. Determinación de azúcares simple y ácidos en colectas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 2: 141-143.

Soldevilla C., S.; A. Peña L.; F. Solís M.; T. Vásquez R. y M. T. Colinas L. 2002.

Aplicación al Suelo de CO₂, uso de acolchados plásticos y sistemas de manejo en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura 8(1): 25 - 38.

Steiner, A. A. 1984. The universal solution. ISOSC. In: Proceedings of 6th International Congress on Soilless Culture. Lunteren. The Netherlands. Pp 633-649.

Zimmerman D., J. 1975. El Riego. Compañía Editorial Continental, S. A. México D. F. 604 p.