



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO



## INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

### LICENCIATURA EN INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

### TESIS

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y RIEGO CON AGUAS NEGRAS EN LA  
CALIDAD POSCOSECHA DE TOMATE DE CÁSCARA, (*Physalis ixocarpa*  
Brot.) VAR. PREMIER.**

QUE PRESENTA LA PASANTE:

CINTHYA MAYELA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**DIRECTOR:**

Dra. Alma Delia Hernández Fuentes

Tulancingo de Bravo Hidalgo., Noviembre de 2006

# AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Instituto de Ciencias Agropecuarias por haberme forjado como profesionista.

A mi asesora la Dra. Alma Delia por haberme brindado su apoyo y sus conocimientos para la obtención de este trabajo.

A mis asesores Dr. José Manuel Pinedo Espinoza, Dra. Ma. Isabel Reyes Santamaría, Rafael G. Campos Montiel, Dra. Norma Güemes Vera, por su comprensión y tiempo que dedicaron al presente trabajo.

Al Ingeniero Francisco Reyes por su cooperación y apoyo para la elaboración de esta tesis.

Te agradezco **papá** por enseñarme todo lo que no debo de hacer para triunfar en la vida y por enseñarme a trabajar para sacar mi carrera adelante.

## DEDICATORIAS

**Mami.-** A ti por demostrarme que no importa el tiempo y la dificultad que te lleve cumplir tu propósito, y por enseñarme que con esfuerzo, cariño y dedicación todo se puede lograr, TE QUIERO a pesar de tus neurosis y exageraciones.

A mi tíos **Juan** y **Leti** por ser mis segundos padres, gracias por su apoyo, sin el quien sabe si hubiera llegado hasta aquí, los quiero mucho.

A mis hermanos **Ángel** y **Diego** por todo el amor que me dieron, por lo padre que nos la pasamos juntos y sobre todo por soportar mi mal genio, nunca duden que maye siempre estará cuando lo necesiten.

**Alfredo.-** A ti amor por enseñarme lo bueno de la vida, por tu apoyo incondicional, por tus consejos, por ser mi motor de cada día, vales mucho y eres lo mejor que me ha pasado en la vida “**TE AMO**”.

A ti **Bren** (marrano) por ser mi amiga incondicional, mi confidente, eres como una hermana, gracias, T.Q.M. siempre contarás con mi apoyo.

A mis compañeros: Coko, Vero, Bris, Pao, Lupita, Sandra, Marco, Chuy, Thania, Ismael y Neto, a ustedes miserables sabandijas por brindarme su amistad.

## INDICE

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	I
<b>APÉNDICE</b> .....	III
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo General .....	3
Objetivos específicos .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Importancia del cultivo .....	4
2.2. Origen y clasificación taxonómica.....	4
2.3. Descripción de <i>Physalis ixocarpa</i> .....	6
2.4. Proceso de producción .....	6
2.4.1. Época de siembra .....	6
2.4.2. Selección del terreno .....	7
2.4.3. Preparación del terreno.....	7
2.4.4. Establecimiento.....	8
2.4.5. Riego .....	9
2.4.5.1. Reutilización de agua residual para riego de tomate ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.).....	10
2.4.6. Labores de cultivo .....	10
2.4.7. Fertilización .....	11
2.4.7.1. Elementos primarios .....	12
2.4.7.2. Elementos secundarios.....	14
2.4.7.3. Los micronutrientes.....	15

2.4.8. Fertilización foliar .....	16
2.4.8.1. Generalidades.....	16
2.4.8.2. Ventajas y desventajas del uso de fertilizantes foliares .....	17
2.4.8.3. Factores que determinan la eficiencia de la fertilización foliar .....	18
2.4.8.4. Época de aplicación del fertilizante foliar .....	21
2.4.8.5. La influencia de los fertilizantes foliares en cultivos hortícolas .....	22
2.5. Fisiología del tomate de cáscara .....	22
2.5.1. Crecimiento y desarrollo .....	22
2.5.2. Floración .....	23
2.5.3. Polinización.....	23
2.5.4. Fructificación.....	23
2.6. Cosecha.....	24
2.6.1. Momento de corte .....	24
2.7. Calidad de los productos hortofrutícolas.....	25
2.8. Criterios físicos de calidad .....	26
2.9. Criterios químicos de calidad .....	28
2.10. Fisiología de la maduración .....	28
2.11. Fisiología del fruto.....	29
2.11.1. Respiración .....	29
2.12. Hormonas del crecimiento .....	30
2.13. Patrones respiratorios .....	30
2.14. Cambios químicos y estructurales de los productos hortofrutícolas ...	31
2.15. Aspectos químicos.....	37
2.16. Importancia de la poscosecha .....	38

2.17. Sistemas de almacenamiento .....	41
2.17.1. Tradicional con enfriamiento a base de aire .....	41
2.17.2. En refrigeración.....	42
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>43</b>
3.1. Descripción de la zona de estudio .....	43
3.2. Establecimiento del experimento en campo .....	43
3.3. Diseño experimental en campo.....	44
3.4. Establecimiento del experimento en laboratorio .....	47
3.5. Variables de estudio. ....	48
3.6. Análisis de resultados .....	51
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>80</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>82</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>89</b>

---

---

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del fruto de tomate de cáscara. ....	38
Cuadro 2. Contenido de minerales del fruto de tomate de cáscara.....	38
Cuadro 3. Contenido de vitaminas del fruto de tomate de cáscara. ....	38
Cuadro 4. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en pérdidas de peso (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	52
Cuadro 5. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en firmeza de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	54
Cuadro 6 Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en sólidos solubles totales de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	56
Cuadro 7. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en pH de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	57
Cuadro 8. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en ácido ascórbico de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	58
Cuadro 9. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en acidez titulable (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	60
Cuadro 10.Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en color de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	64
Cuadro 11.Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en relación de color 'a/b' y 'b/a' de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	66
Cuadro 12. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a $\pm$ 5 °C en pérdidas de peso (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	67
Cuadro 13. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a $\pm$ 5 °C en Firmeza de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	68

---

---

Cuadro 14. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a $\pm$ 5 °C en sólidos solubles totales (°Brix) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	70
Cuadro 15. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a $\pm$ 5 °C en pH de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	71
Cuadro 16. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a $\pm$ 5 °C en ácido ascórbico de frutos de tomate de cáscara variedad Premier. ....	73
Cuadro 17. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a $\pm$ 5 °C en acidez titulable (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	74
Cuadro 18. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a los $\pm$ 5 °C en color de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	77
Cuadro 19. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en relación de color 'a/b' y 'b/a' de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.....	78



---

---

## APÉNDICE

Cuadro 1A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” al inicio del almacenamiento a temperatura ambiente $\pm 20$ °C.....	89
Cuadro 2A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” a los 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente $\pm 20$ °C.....	89
Cuadro 3A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” a los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente $\pm 20$ °C.....	90
Cuadro 4A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” al inicio del almacenamiento a temperatura de refrigeración a $\pm 5$ °C.....	90
Cuadro 5A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” a los 15 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración a $\pm 5$ °C.....	91
Cuadro 6A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” a los 30 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración a $\pm 5$ °C.....	91
Cuadro 7A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara “Premier” a los 45 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración a $\pm 5$ °C.....	92

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara es una de las hortalizas más importantes distribuidas a nivel mundial, el fruto fresco se utiliza en la preparación de diversos productos alimenticios, y su importancia deriva del alto contenido de minerales (calcio, hierro y fósforo) y vitaminas (Tiamina, Niacina y Ácido ascórbico). Así mismo, presenta una gran demanda en México por ser insustituible para la preparación de salsa verde y en la preparación de un gran número de platillos regionales (Güemes *et al.*, 2001), considerándose una de las principales hortalizas de la dieta de los mexicanos.

La producción de hortalizas en México es una parte importante dentro de la actividad agrícola; ya que es fuente de divisas para el país y de empleo de mano de obra. Dentro de los cultivos hortícolas de fruto más importante en nuestro país se encuentra el tomate de cáscara con aproximadamente 40,000 ha solo superado por el cultivo de chile y jitomate.

Entre las hortalizas en México, el tomate de cáscara ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada (en 2005 se sembraron 46,088.7 ha), siendo Sinaloa, México, Nayarit, Puebla, Sonora, Guanajuato y Jalisco los principales estados productores. En el ciclo agrícola de primavera–Verano (con 23,948.3 ha) los Estados más importantes son: Jalisco, México, Puebla, Morelos, Zacatecas, Michoacán, Hidalgo; en tanto que para Otoño–Invierno (22,140.4 ha) destacan: Sinaloa, Nayarit, Sonora, Puebla, Guanajuato, Jalisco, Veracruz. El Tomate verde ha cobrado gran importancia en México en las dos últimas décadas, ya que mientras en los setentas sólo se cultivaban 11,286 ha promedio por año, a partir

de los noventa se han cultivado más de 25,000, siendo notorio un repunte superior a 40,000 ha a partir de 1998 (SARH: 1983, 1993 y 1998).

Actualmente el tomate de cáscara tiene importancia nacional, ya que se cultiva en 27 de los 32 los Estados de la República Mexicana y sólo cuatro hortalizas se siembran en mayor superficie: papa (*Solanum tuberosum*), jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annuum* L) y cebolla (*Alium cepa* L). El incremento en la superficie cosechada se inició principalmente en la década de los setentas. Este se debió a un aumento significativo en el consumo *per cápita* a nivel nacional (3.5 kg actualmente) así como a la exportación hacia los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, principalmente a partir de la década de los ochentas. La situación anterior ha motivado cambios significativos en la distribución del cultivo, ya que por ejemplo el Estado de Sinaloa, que no era productor de tomate de cáscara hasta antes de los ochentas, en 1993 fue el principal productor de este cultivo. El rendimiento promedio nacional de 11.49 ton·ha<sup>-1</sup> en 1993 es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que se estima en 40 toneladas (Santiaguillo y Peña, 2000). Entre otras causas, el bajo rendimiento se debe a lo siguiente: uso de variedades de bajo potencial productivo; técnicas de producción ineficientes; problemas de comercialización derivados de sobreoferta del producto en algunas épocas del año; producción de semilla de baja calidad física, fisiológica, genética (pureza varietal) y fitosanitaria; y a un control ineficiente de plagas y enfermedades.

Ante el aumento en el precio de los fertilizantes y el efecto de su uso excesivo sobre la contaminación del ambiente, en la actualidad se hace más evidente la necesidad de aplicar los nutrimentos de manera racional. El manejo

adecuado de la nutrición de los cultivos, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes, en una parte del proceso de producción que, en combinación con otros factores, fomenta el incremento en rendimiento y la calidad de la cosecha.

En base a lo anterior los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la influencia de la fertilización en la calidad y comportamiento poscosecha del fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), Var. Premier.

### **Objetivos específicos:**

- Evaluar el efecto de la fertilización en firmeza de la pulpa, color de la piel, sabor del fruto (sólidos solubles totales, acidez titulable) y vitamina "C".
- Determinar el tiempo de almacenamiento del fruto de tomate de cáscara Var. Premier en condiciones de temperatura ambiente a  $\pm 20$  °C y refrigeración a  $\pm 5$  °C.

## II. REEVISION DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del cultivo

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es un cultivo cuyo fruto se utiliza en la preparación de un gran número de platillos regionales. En México adquirido gran importancia en los últimos 15 años, ocasionado por un incremento en el consumo *per cápita* y volúmenes de producción destinados a la exportación (Saray, 1982). Antes de la década de los ochentas era un cultivo casi exclusivo de la zona centro del país (Puebla, Morelos, Edo. de México, Hidalgo y Guanajuato) y se caracterizaba por el uso de materiales nativos. Además del incremento en su participación como producto industrial, que se ha dado en los últimos años, existen varios avances considerables en la técnica de producción y generación de conocimientos para este cultivo, basados en trabajos de investigación que se han y se están desarrollando en nuestro país (Pérez, 1993).

El tomate de cáscara se suele hallar en forma silvestre, cultivada o doméstica en la mayoría de las entidades federativas ocupando una gran diversidad de condiciones naturales (Santiaguillo y Peña, 2000).

### 2.2. Origen y clasificación taxonómica

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es conocido también como tomate verde en el centro del país, tomate fresadilla en el norte y tomatillo en Sinaloa, Zacatecas y Aguascalientes (Saray, 1977).

La palabra tomate es de origen azteca y en la lengua Náhuatl se aplica a los frutos (bayas) de solanáceas de cierta forma globosa, con gran cantidad de

semillas, pulpa acuosa y a veces encerrados en una membrana, en donde se encuentran otras especies de importancia económica como lo son el jitomate, la papa, el tabaco, el chile, la berenjena y otras mas (Benson, 1957; Citado por Magaña, 1999).

Etimológicamente proviene del vocablo “Ayacach tomat” que se compone de Ayach (tli) igual a sonaja y tomatl a tomate (Buscasov; Citados por García y Jiménez, 1999).

Se cree que la especie tiene su origen en América, y muy probablemente en México. Además se tienen evidencias de que crece en forma silvestre en la vertiente del pacífico, desde la frontera de Estados Unidos hasta Centro América, confinado a los climas tropicales y templados (Chávez, 1982; Citado por Magaña, 1999).

Según Benson 1957; Citado por Montalvo 1995 el tomate de cáscara presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	Vegetal
Subreino	Plantae
División	Spermatophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Poleniales
Familia	Solanaceae
Genero	<u>Physalis</u>
Especie	<u>ixocarpa</u>

### **2.3. Descripción de *Physalis ixocarpa***

Según Saray (1977) y García (1975), *P. ixocarpa* es una planta herbácea anual, de 40 a 90 cm. de altura, dependiendo del habito de crecimiento; diámetro del tallo principal de 1.1 a 1.3 cm., ramas primarias de 0.8 a 0.9 cm.; en los primeros días de vida presenta pelos esparcidos en hojas y ramas, los cuales se pierden a medida que van creciendo; hojas alternas en forma ovada de 5.0 a 10 cm. de largo por 4.0 a 6.0 cm. de ancho, base atenuada, ápice agudo o ligeramente acuminado, con márgenes y regularmente dentados, pero por lo general presenta 6 dientes por cada lado; pecíolos de 4.0 a 6.5 cm. de largo; flor pentámera, pedicelos de 0.7 a 1.0 cm. de largo; lóbulos del cáliz de 0.7 a 1.3 cm. de largo corola de 1.0 a 2.6 cm. de diámetro, color amarillo, con manchas azul verdoso o morado, tenues o bien marcadas, anteras azules o azul verde, de 0.2 a 0.4 cm. de largo, las cuales se encorvan después de la dehiscencia. El fruto es una baya, el cáliz que lo cubre, mide de 1.8 a 4.3 cm. de largo por 2.5 a 6.0 cm. de ancho, con 10 costillas (nervaduras) que en algunos casos son de color morado, pero en general son del mismo color del cáliz, el fruto tiene de 1.6 a 6.0 cm. de diámetro y los pedicelos miden de 0.6 a 1.0 cm. de largo.

### **2.4. Proceso de producción**

#### **2.4.1. Época de siembra**

La época de establecimiento esta asociada al periodo libre de heladas o bien de temperaturas excesivas dependiendo de la región productora.

La época de siembra definida para la producción de fruto en el Estado de Morelos se hace desde la segunda quincena de Mayo hasta mediados de

Diciembre (CAEZACA, 1981; Cruz, 1991; Velásquez, 1993; Tamayo, 1998); mientras que en el Estado de Hidalgo, se establecen almácigos en Febrero y Marzo (Garzón y Garay, 1977).

#### **2.4.2. Selección del terreno**

El primer paso para obtener éxito en la producción de tomate es seleccionar un terreno que pueda brindarle al cultivo las condiciones necesarias para su buen crecimiento y desarrollo.

Es de suma importancia ubicar la plantación donde la incidencia de plagas y enfermedades pueda ser mínima. Debido a que el tomate de cáscara presenta autoincompatibilidad, se comporta como una especie alogama obligada (Peña, 1998), por la cual la polinización puede realizarse por polen proveniente de plantas ubicadas a una distancia hasta de 500 m (Vásquez, 1979), de ahí que, es estrictamente necesario que el lote de producción este aislado de otros terrenos cultivados con la misma especie para evitar la contaminación genética.

Por otra parte, también es importante considerar que en el terreno elegido no debió de haberse cultivado tomate de cáscara por lo menos dos años antes, situación que también se aplica para prevenir la contaminación genética.

#### **2.4.3. Preparación del terreno**

El barbecho de un terreno destinado a la producción de tomate de cáscara debe hacerse a una profundidad de 25 a 30 cm. si el suelo es de buen espesor, o bien a 15 cm. si los suelos son delgados; en este ultimo caso, no se considera pertinente trabajar, ya que el cultivo puede presentar problemas para su desarrollo



(Garzón y Garay, 1977). Para asegurar un establecimiento homogéneo, se recomienda realizar uno o dos pasos de rastra con el objetivo de dejar bien mullido el terreno y facilitar así el desarrollo de las raíces; posteriormente, se sugiere emparejar el terreno para evitar encharcamientos, ya que favorece la uniformidad del cultivo, lo que permite que durante la cosecha se recolecten frutos sanos.

#### **2.4.4. Establecimiento**

El establecimiento del tomate de cáscara puede llevarse en siembra directa o bien por trasplante, siendo este último el método más utilizado y también el más recomendado, ya que permite el ahorro de semillas en aproximadamente 90 %, además de que el manejo del material en almacigo permite contar con plántulas vigorosas, sanas y uniformes.

En el sistema por trasplante, el establecimiento del semillero puede hacerse en charolas de poliestireno o bien en suelo para trasplante a raíz desnuda; para el caso de almacigo en suelo, 500 g de semilla son suficientes para producir plántulas para plantar una hectárea (Garzón y Garay, 1977), mientras que para siembra en charola se requieren 50 g de semilla. La siembra en charola es preferida por muchos agricultores por dar planta de mayor vigor para el trasplante, lo que permite mejor recuperación; además, este sistema se puede mecanizar y con ello abatir los costos de producción.

Cuando la siembra se realiza en charolas de poliestireno es recomendable llevar a cabo una desinfección previa de las mismas, para lo cual se utiliza una solución de cloro al 10 %. Para el llenado de las charolas se usan sustratos especiales con pH neutro y ciertas condiciones de nutrientes (Güemes, 1999).

Cuando la siembra se hace en charolas, se recomienda poner varias semillas por cavidad (Güemes, 1999) y tan pronto ocurra la emergencia se deberá hacer un aclareo con el propósito de dejar una plántula vigorosa por cavidad. Para evitar este problema, es común que después de la siembra, las charolas se trasladen al invernadero, se apilen y se cubran con plástico negro durante cuatro días, lo que permite mantener un buen nivel de humedad en el sustrato y un incremento de la temperatura interior de hasta 40 °C, por lo que se debe tener mucho cuidado para evitar la muerte de la semilla; posteriormente las charolas se distribuyen en el invernadero para evitar ahilamiento de las plántulas y son regadas hasta dos veces por día; cuando la siembra se realiza de esta forma la germinación ocurre hasta una semana más pronto que en las siembras en almácigos, debido a que las semillas y plántula se mantienen a una temperatura más elevada.

Para saber el momento oportuno del trasplante, se han establecido ciertos criterios. Por ejemplo, en Morelos se recomienda que la plántula debe tener de 3 a 4 hojas verdaderas para ser trasplantadas (Güemes, 1999) y en Chapingo, México, se indica de 4 a 6 hojas con una longitud de al menos 0.5 cm.; lo importante en cualquiera de los dos casos, es llevar a cabo la operación antes de la aparición del primer botón floral.

#### **2.4.5. Riego**

Es de vital importancia que no falte agua durante la germinación, el trasplante, antes y durante la floración, y durante el desarrollo y maduración del fruto pues es una de las formas de garantizar la formación de suficientes frutos y

semillas grandes (Güemes, 1999). El primer riego debe de ser pesado para facilitar el trasplante; de 3 a 4 días después es necesario un riego ligero para asegurar uniformidad de humedad y apoyar al buen establecimiento de las plántulas recién trasplantadas.

#### **2.4.5.1. Reutilización de agua residual para riego de tomate (*Physalis ixocarpa* Brot.).**

Actualmente, gran parte de la reutilización del agua residual para riego en la región de América Latina y el Caribe se efectúa en aquellas zonas donde los cursos de aguas superficiales contienen una alta proporción de efluentes residuales. En las regiones más áridas, la presión para cubrir las necesidades de abastecimiento para riego es tan importante, que existen muchos casos de prácticas ilegales o indiscriminadas, tales como el riego con aguas residuales negras obtenidas directamente de los colectores y/o el cultivo de vegetales, verduras y frutas en campos regados con aguas residuales tratadas inadecuadamente (Goodman, 1999).

#### **2.4.6. Labores de cultivo**

Para una mejor eficiencia del cultivo este debe permanecer libre de malezas durante los primeros 35 a 45 días después del trasplante (Garzón y Garay, 1977; Güemes, 1999), motivo por el cual se llevan a cabo al menos dos deshierbes; a los 10 y 15 días después de trasplante (Garzón y Garay, 1977; CAEZACA, 1981; Cárdenas, 1981; Martínez y Villagomez, 1955; Arroyo, 1999) y un segundo entre los 30 y 40 días; en algunos casos se recurre a un tercero para facilitar la cosecha.

#### **2.4.7. Fertilización**

En varios estudios se ha tratado de definir la mejor fórmula de fertilización para la producción de fruto de tomate de cáscara (Aviles, 1983; Arroyo, 1999; Romero, 2000).

La fertilización al suelo no es una práctica generalizada; la aportación nutrimental mas importante que los agricultores realizan es la aplicación de fertilizantes foliares. Se llevan a cabo dos aplicaciones, la primera cuando el cultivo se encuentra en plena floración usando la fórmula comercial 20–30–10 y la segunda cuando se manifiesta el cuajado de frutos, utilizando la fórmula 20–55–00, en ambos casos a razón de 1 Kg. por hectárea (Hernández *et al.*, 2005).

La fertilización depende de la fertilidad del suelo pero es importante destacar que se requiere de al menos 3.8 Kg. de nitrógeno aprovechable para producir 1 tonelada de fruto de tomate de cáscara (Castro *et al.*, 2001).

Cabe mencionar que existe una respuesta positiva en la producción de fruto a la aplicación de microelementos como zinc, magnesio y manganeso.

Las plantas contienen diversos elementos en diversas concentraciones pero solo 17 son esenciales para el desarrollo, principalmente el nitrógeno, el fósforo y el potasio, que se consideran nutrimentos mayores; el calcio, magnesio y azufre, secundarios y el resto son micronutrimentos (Romero, 1994; Rodríguez, 1989).

#### 2.4.7.1. Elementos primarios

**Nitrógeno.** Promueve el crecimiento de hojas y tallos; proporciona un color oscuro a las hojas; aumenta el contenido de proteínas, el tamaño y el número de frutos. La mayor demanda ocurre durante la fructificación (Van Haeff, 1998).

La deficiencia de nitrógeno es caracterizada en general por un amarillamiento de las hojas más viejas (Devlin, 1980). Este amarillamiento se debe a la disminución de clorofila (Devlin, 1980). Las hojas se ven pequeñas, raquílicas y en general se dirigen tensas hacia arriba, las nervaduras destacan intensamente. Los tallos y ramas tienden a endurecerse y a volverse quebradizos.

Un síntoma temprano es el empalidecimiento de las hojas más jóvenes. Si la deficiencia sigue a estados más avanzados en las hojas más viejas se llegan a formar manchas amarillas o rojizas. En estados de deficiencia avanzada se produce defoliación, dormancia, se reduce la floración y fructificación (Sánchez y Escalante, 1988).

Los síntomas visibles por toxicidad son plantas muy frondosas con hojas grandes de color verde oscuro que pueden presentar pequeñas vesículas entre las nervaduras, rápida elongación de tallos con entrenudos largos. El tejido de tallos y hojas se vuelve más succulento y tierno. La formación de flores se ve retrasada y disminuida en número. Hay una mayor susceptibilidad a las enfermedades y heladas (Sánchez y Escalante, 1988).

**Fósforo.** Las plantas lo utilizan para sintetizar ácidos nucleicos (ADN y ARN) (Romero, 1994). Es constituyente de los fosfolípidos, estimula el desarrollo radical inicial, los fosfolípidos son importantes constituyentes de las membranas

celulares, produce madurez temprana, principalmente en cereales; promueve la floración y formación de semillas; mejora la calidad de los frutos e incrementa el amarre de flores y frutos (Elli6n y Ralph, 1980).

Las plantas deficientes de f6sforo tienden a ser peque1as, a veces de consistencia le1osa. Inicialmente las hojas muestran amarillamientos en los m1rgenes, para despu6s tomar un color verde-azulado mientras que en el env6s de las hojas y en los tallos pueden observarse coloraciones rojizas, el desarrollo radical se ve frenado, la fructificaci6n se reduce en cantidad y tama1o (Devlin, 1980; S1nchez y Escalante, 1988).

**Potasio.** Este elemento no se sintetiza en los compuestos org1nicos, como ocurre con el nitr6geno y f6sforo, sino que tiende a permanecer en forma i6nica en las c6lulas y tejidos. Proporciona mayor vigor y resistencia a las enfermedades; aumenta el tama1o del fruto; es esencial en la formaci6n de amino1cidos y azucares; ayuda a la formaci6n de prote1nas; regula el contenido h1drico dentro de las c6lulas y la perdida de agua por transpiraci6n y act1a como cofactor de diversas enzimas. En el suelo la planta lo absorbe en forma de iones  $K^+$  (Castro, 1995).

Los primeros s1ntomas de deficiencia se presentan por un amarillamiento y luego el quemado de los m1rgenes del centro de la hoja empezando en las m1s viejas a las m1s j6venes; en algunos casos se puede presentar el enrollamiento hacia arriba (Devlin, 1980; S1nchez y Escalante, 1988; Archer, 1988).

#### 2.4.7.2. Elementos secundarios

**Calcio.** Forma parte esencial de las paredes y membranas celulares. Mantiene la integridad celular y la permeabilidad de las membranas (Benton *et al.*, 1991). Un papel bien conocido que desempeña el calcio es su participación en las paredes celulares en forma de pectato calcico. Se utiliza durante la división y el crecimiento celular.

El calcio permite el desarrollo del polen así como su germinación; la planta lo extrae en grandes cantidades a través de las raíces más jóvenes. Los síntomas de deficiencia se expresan principalmente en tallos y pecíolos quebradizos; clorosis en tejidos jóvenes y brotes; coloración verde-oscura del follaje; caída prematura de las flores y yemas (Domínguez, 1989).

**Magnesio.** Es el único mineral que se encuentra en el centro de la molécula de la clorofila; cuando existe deficiencia, no se lleva a cabo la fotosíntesis, el primer síntoma de deficiencia es una clorosis intervebral (Domínguez, 1989).

**Azufre.** Interviene en la formación de nódulos en la raíz de las leguminosas y es esencial para la respiración (Castro, 1995).

La toxicidad del azufre es muy rara dado que solo a muy altas concentraciones, mas bien el daño que se logra observar es por alta concentración de sales, observándose una senescencia prematura de hojas (Sánchez y Escalante, 1988; Benton *et al.*, 1991).

### 2.4.7.3. Los micronutrientes

**Fierro.** Puede ser absorbido en forma de Ion ferroso  $Fe^{2+}$ . En la absorción por la raíz influyen la humedad y la competencia de cationes como el zinc y el manganeso. Activa los sistemas meristemáticos, interviene en la formación de la clorofila, la fotosíntesis, la respiración y el metabolismo del nitrógeno (Domínguez, 1989).

**Manganeso.** Este elemento se absorbe en forma de ion  $Mn^{2+}$ ; es poco móvil en la planta; se transporta directamente a los tejidos en desarrollo; junto con el fierro forman la clorofila; puede sustituir al magnesio en muchas enzimas. En alta concentración propicia la deficiencia de fierro (Domínguez, 1989).

**Boro.** Se encuentra probablemente como ácido bórico ( $H_3BO_3$ ). Es un elemento inmóvil; interviene en la síntesis de ARN; afecta el transporte de sacarosa y la formación de polisacáridos (Domínguez, 1989); es importante en la traslocación y asimilación de carbohidratos (Coljap, 1991).

Aumenta el rendimiento y mejora la calidad de las frutas y verduras. Los síntomas de deficiencia se caracterizan por: crecimiento anormal y muerte de las raíces; disminución de la floración: deficiente polinización, aborto de flores y presencia de manchas blancas o necróticas en los frutos (Castro, 1995).

**Zinc.** Este elemento se absorbe por la raíz como ion  $Zn^{2+}$ . Controla la síntesis del ácido indolacético y participa como factor enzimático (Castro, 1995). Los síntomas de deficiencia son: clorosis progresiva en las nervaduras de las hojas jóvenes; disminución del desarrollo del tallo y las hojas, así como de la floración y fructificación, yemas con escaso vigor vegetativo y en casos extremos no se forman semillas (Castro, 1995).



**Cobre.** Se absorbe en forma de iones cuproso ( $\text{Cu}^+$ ) y cuprico ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Es un elemento inmóvil en la planta; aunque se puede transportar de partes viejas a las nuevas; se absorbe como sal a través del follaje. Forma parte de los cloroplastos; participa en la transferencia de electrones en la fotosíntesis y esta involucrado en la reducción de nitratos (Castro, 1995).

La deficiencia de este elemento provoca síntomas de: acaparamiento, escasa pigmentación del follaje, manchas pardas o rojizas en la superficie de los frutos, frutos de forma irregular, enrollamiento con puntas blancas en las hojas, marchitamiento y muerte (Castro, 1995).

El cobre y sus compuestos son muy conocidos como funguicidas y pueden ser tóxicos en altas concentraciones.

## **2.4.8. Fertilización foliar**

### **2.4.8.1. Generalidades**

Desde hace tiempo el hombre conoce cual es la importancia del uso de fertilizantes para el buen funcionamiento fisiológico de las plantas. Debido a ello se ha tomado la gran tarea de desarrollar técnicas agronómicas que permitan suministrar más eficientemente los nutrimentos que requieren las plantas. Como una técnica derivada de este desarrollo tecnológico agronómico tenemos la aplicación de fertilizantes al follaje.

La aplicación de fertilizantes al follaje o fertilización foliar, es un medio tanto de corrección complementaria de fertilización como una forma única de suministro de algunos elementos principalmente micronutrientes (Rodríguez, 1989).

La fertilización foliar es un concepto reciente de la nutrición vegetal que consiste en aportar pequeñas cantidades de minerales en forma asimilable. El aporte y la asimilación de compuestos químicos requeridos para el crecimiento, desarrollo y metabolismo se definen como nutrición vegetal. El mecanismo por el cual cada nutriente es convertido a material celular o usado para propósito energético es conocido como metabolismo (Omega, 1991; Citado por Velázquez, 1998).

Cuando existen problemas de fijación al suelo de los nutrientes, las aplicaciones foliares constituyen el medio mas eficaz de colocación de fertilizante, ahorrándose trabajo si se combina con aplicaciones de productos que controlen plagas y enfermedades (Tisdale y Werner, 1970; Citado por Velázquez, 1998).

La razón que permite la entrada de nutrientes por conductos extraradiculares, es que esto se mueve de la zona de mayor a menor concentración; así que, si la solución que cubre externamente alguna parte de la planta, tiene mayor concentración de un nutriente que la solución interna de la planta, dicho elemento se difundirá hasta el interior de esta (Zermeño, 1978; Citado por Velázquez, 1998).

Mientras mas sea el número de aplicaciones foliares mayor será la probabilidad de obtener frutos sanos (Gutiérrez, 1985; Citado por Velásquez, 1998).

#### **2.4.8.2. Ventajas y desventajas del uso de fertilizantes foliares**

Algunas de las ventajas encontradas en este tipo de aplicación de fertilizantes son:

- a) Suministro de aquellos micronutrientes que están presentes en el suelo de forma inasimilables, para el sistema radical mejorando las deficiencias de la planta.
- b) Es más económica que la fertilización al suelo de acuerdo a la cantidad del producto.
- c) La eficiencia en el rendimiento por unidad de nutriente aplicado es mayor que cuando se hace al suelo (Malavolta, 1986; Citado por Velázquez, 1998).
- d) Ayuda a corregir deficiencias rápidamente ya que la fertilización por suelo es para ser absorbidos por la raíz.
- e) Pueden aplicarse junto con pesticidas que sean compatibles.

Dentro de las desventajas tenemos las siguientes:

- a) Riesgo de toxicidad y de quemaduras.
- b) Es difícil conseguir una distribución homogénea en todas las hojas.
- c) Puede causar desordenes fisiológicos si no se aplican en el momento fenológico adecuado.
- d) Necesidad de realizar aplicaciones frecuentes.
- e) Requiere de condiciones ambientales adecuadas al momento de realizarse la aplicación.

#### **2.4.8.3. Factores que determinan la eficiencia de la fertilización foliar**

Existe una serie de factores de los cuales dependerá la eficiencia de las aplicaciones foliares, dentro de estos factores los más importantes son:

##### **A) De la planta**

- 1.- Cera epicuticular y cuticular.

Ambas son importantes para determinar la absorción foliar (Norris y Bukovac, (1988); Citado por Velázquez, 1998), consideran que las ceras cuticulares son barreras menos efectivas que las ceras epicuticulares para limitar la penetración de sustancias a través de la cutícula.

#### 2.- Edad de la hoja.

Las hojas jóvenes tienen mayor capacidad de absorción foliar debido a su mayor actividad estomatica, debido principalmente al grado de cutinización de las mismas. (Giskin y Efron, 1986; Citados por Velázquez, 1998).

#### 3.- Tricomas, vellosidades de la hoja.

Los tricomas están constituidos por células epidérmicas y a través de ellos también puede llevarse a cabo la absorción de nutrientes.

#### 4.- Estado de nutrición de la planta.

Un buen estado nutricional de la planta garantiza, que esta absorberá a través de follaje los nutrientes aplicados de una manera más eficiente.

#### 5.- Etapa de crecimiento.

La etapa fenológica de desarrollo de la planta condiciona la dosis y los nutrimentos necesarios a aplicar ya que de esto depende los buenos resultados de que ellos se obtengan, García (1976) concluye que con dos o cuatro aplicaciones de fertilizantes foliares durante el periodo de llenado del fruto se obtienen resultados satisfactorios.

### **B) Del medio ambiente**

#### 1.- Humedad.

Al existir buena humedad edáfica las plantas no presentan dificultad para poder abrir sus estomas y así facilitan la penetración de nutrientes. La humedad relativa también determina la eficiencia de la fertilización foliar ya que si existe baja humedad del aire se tendrán altas temperaturas, por lo que la solución asperjada tenderá a evaporarse mas rápido, y si es alta la humedad relativa favorece la permeabilidad de la cutícula y reducir el daño por quemaduras.

#### 2.- Temperatura.

Cuando existen altas temperaturas por periodos muy amplios algunas plantas tienden a producir ceras superficiales en las hojas, por lo que la absorción de nutrientes será mas difícil, y a baja temperatura se inhibe la incorporación de sustancias (Alcalde, 1986; Citado por Velázquez, 1998).

#### 3.- Luz.

En días nublados la absorción foliar disminuye, debido a que las hojas presentan o muestran poca actividad estomatica, la luz estimula la apertura de estoma y por el intenso metabolismo, conlleva liberación de energía con la consiguiente absorción activa (Velázquez, 1998).

#### 4.- Viento.

El viento al igual que la luz establece el funcionamiento estomatico por lo que si existe la presencia de fuertes vientos las hojas presentaran dificultad a la penetración de los nutrimentos aplicados.

### **C) De la solución asperjada**

#### 1.- Concentración.

Si se realizan aplicaciones de fertilizantes foliares con concentraciones muy altas se puede provocar toxicidad o quemaduras al follaje. Para evitar estos

problemas es necesario preparar en forma adecuada la solución que se va a asperjar y a la vez tratar de realizar la aplicación lo mas homogénea posible.

## 2.- pH

Es un factor muy importante en la absorción y el pH para que se lleve a cabo de manera eficaz dependerá del tipo de nutrimento o fórmula química en que se encuentre formando parte del elemento en cuestión. Velázquez (1998) ha indicado que la máxima absorción ocurre en pH de tendencia ácida, entre valores de 3 y 5, y soluciones con pH arriba de 6.9 causan daños en las hojas.

## 3.- Surfactantes.

Son sustancias cuyas moléculas tienen un extremo soluble en agua (hidrófilas) y el otro soluble en grasa (lipofilo) por lo que forman un puente molecular entre el agua y la cera de la hoja, facilitando la penetración de algunos nutrimentos minerales (Greene y Bukovac, 1974; Citados por Velázquez, 1998).

### **2.4.8.4. Época de aplicación del fertilizante foliar**

Las plantas presentan barreras naturales a la penetración de los fertilizantes líquidos asperjados, las hojas de muchas especies vegetales presentan una superficie cerosa o tienen pilosidades; esto varia de acuerdo al tipo de planta y a las condiciones ambientales. En la época de sequía y en los climas cálidos la cutícula es mas gruesa e impenetrable, esto es una reacción fisiológica del vegetal que le sirve como defensa natural para evitar la pérdida de agua excesiva por esta razón, en condiciones de sequía hay menor acción de los fertilizantes foliares que al inicio de la época de lluvia o después de la aplicación de un riego (Velázquez 1998).

La dosis, frecuencias y épocas de aplicación dependen del estado de desarrollo de las plantas y de las necesidades de completar los nutrientes básicos.

#### **2.4.8.5. La influencia de los fertilizantes foliares en cultivos hortícolas.**

La mayor parte de los trabajos de investigación con fertilizantes foliares reportan resultados muy variables. A continuación se citan algunos de ellos:

Velázquez (1998), menciona que 4 Kg. de Mn.ha<sup>-1</sup> en aplicación foliar han sido tan eficaces como 56 kg.ha<sup>-1</sup> a manta (al voleo) en cultivos de cebollas.

Se obtuvo una producción total mayor a 7.46–7.82 t. feddan (4200 m<sup>2</sup>) en pimiento dulce cv. Yolo Wonder, al realizar tres aplicaciones al 0.2 % de IRRAL (cuyo contenido es NPK+Mg, Fe, Mn, Zn, B y Cu) en intervalos de 21 días, realizando la primera aplicación 30 días después del trasplante (Alla *et al.*, 1984; Citado por Velázquez, 1998).

## **2.5. Fisiología del tomate de cáscara**

### **2.5.1. Crecimiento y desarrollo**

La planta de tomate de cáscara tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días, desde la siembra a la muerte de la planta; una vez que emerge la semilla, la plántula inicia un crecimiento poco lento, aproximadamente un centímetro diario; posteriormente, como a los 24 días el crecimiento se acelera, y se estabiliza como a los 56 días, que es cuando alcanza una altura de 90 cm aproximadamente; la planta sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar poco más de 1 m, esto sucede como a los 70 días, después la planta empieza a envejecer rápidamente hasta su muerte (Saray, 1982).

### **2.5.2. Floración**

Se ha observado que la diferenciación de las yemas florales se inicia aproximadamente entre los 17 y 20 días después de la siembra; la aparición de las primeras flores ocurre a los 28 o 30 días y continúa floreciendo hasta la muerte de la planta. Una vez que se inicia la floración, se viene una gran producción de flores de tal forma, que a los 52 días aproximadamente se tienen 125 flores por planta (Saray, 1982).

### **2.5.3. Polinización**

En esta planta no es posible la autofecundación debido a la autoincompatibilidad gametofítica que presenta (Saray, 1982), la cual está dada por dos genes con múltiples alelos y se comporta entonces como una alogama obligada, realizando la polinización los insectos, principalmente las abejas. Al realizar observaciones sobre la polinización, se logró determinar que se tienen cuatro diferentes comportamientos de la flor; pero en general, una vez polinizada la flor se cierra y no vuelve abrirse, empieza a marchitarse para después caer.

### **2.5.4. Fructificación**

El cuajado de los frutos (flores que fueron polinizadas y fecundadas, que tiraron la corola y los estambres, iniciando el desarrollo del ovario), se inicia a los 35 días; a los 42 días inician una etapa llamada comúnmente de formación de cascabel (iniciación de la fructificación), que no es otra cosa que un fruto pequeño bien definido en proceso de desarrollo.



Inmediatamente después la corola cae, el ovario y el cáliz empiezan a enlongarse, posteriormente este último comienza a envolverse al fruto joven y se alarga a su máximo tamaño antes de que el fruto madure. El fruto de tomate (baya) crece lentamente y adquiere su forma característica; algunos frutos pueden llenar la bolsa que los cubre y otros en su gran mayoría los rompen. Del total de flores producidas por una planta, solo el 40 % cuajan pero, de estos a su vez solo un 28 o 30 % llegan a cosecharse en su madurez, o sea que, de 50 frutos cuajados solo 14 o 15 son cosechados (Saray, 1982).

## **2.6. Cosecha**

### **2.6.1. Momento de corte**

El buen sabor y gusto de las frutas y hortalizas están estrechamente relacionados con la cantidad y tipo de constituyentes químicos, así como la naturaleza física del producto en el momento de la cosecha. La manipulación de la posrecolección solo puede efectuar transformaciones metabólicas de compuestos químicos ya presentes. Así pues la plenitud de las expresiones fisicoquímicas debe ser alcanzada en el momento de la cosecha. De otra manera, resultaran cualidades no satisfactorias en la posrecolección (Pantastico, 1979).

Algunos productos pueden cosecharse maduros si se destinan al procesamiento o al consumo inmediato, ya que su vida poscosecha será muy corta. Otros se cosechan en su madurez fisiológica o estado sazón; por lo que tendrán una vida poscosecha mas larga y podrán destinarse a mercados más alejados de los centros de producción o acopio. Al cosechar un producto destinado a un uso en particular, que puede ser el procesamiento o el consumo en fresco y

en cuyo caso puede ser llevado a mercados locales, nacionales o de exportación, se requiere que se corte en un estado de madurez que reúna las características adecuadas para cada uso, este estado se conoce como “madurez de corte”, “madurez comercial” o “madurez hortícola” (Pelayo *et al.*, 1984).

Para el caso del tomate de cáscara el momento óptimo de cosecha se reconoce cuando los frutos maduros llenan completamente la “bolsa” que los cubre (cáliz) e incluso la rompen en ocasiones, lo cual ocurre entre los 70 y 80 días en climas tropicales y a los 100 días en condiciones templadas. El número de cortes varía de 4 a 6, dependiendo del vigor y la carga de la planta (Saray, 1982).

## **2.7. Calidad de los productos hortofrutícolas**

Wills *et al.*, (1977) mencionan que la calidad debe definirse, en función del uso a que el producto vaya a ser destinado y que las normas y atributos de calidad de un producto; por lo tanto deben referirse a la venta en fresco, al almacenamiento, al transporte o a la industrialización. La venta de frutas y hortalizas frescas exige que esas despierten la atracción del consumidor cuya preferencia por un determinado tipo, y en definitiva cuyo juicio acerca de la calidad de un determinado producto, se ven fuertemente condicionados por la tradición.

En el contexto de la comercialización de los frutos existen diferentes enfoques en cuanto al concepto de calidad: para los productores el mejor cultivar o variedad es aquella que ofrezca mayores rendimientos, mayor resistencia a plagas y enfermedades, mayor tolerancia a condiciones adversas de cultivo, que sea fácil de cosechar y con buena calidad para el embarque. En el caso de los mayoristas, introductores y distribuidores de mercado la apariencia es lo más importante,

aunque también les interesa la firmeza y una vida prolongada de almacenamiento. Por su parte los consumidores consideran que las frutas de buena calidad son aquellas que tengan buena apariencia, que estén firmes y que ofrezcan buen sabor y valor nutritivo (Corrales, 1994).

Las frutas y hortalizas se pueden mantener en almacenamiento durante ciertos periodos, tomando en cuenta sus características particulares como es el tipo de órgano de que se trata, la especie y variedad, su actividad metabólica el estado de madurez en que se corta, etc.; para así poder elegir y aplicar condiciones distintas y adecuadas para conservar su calidad (Pelayo, 1982).

Si se desea disponer de un largo periodo de almacenamiento los productos deben hallarse en excelentes condiciones, ser de óptima calidad y estar libres de roturas en la piel, mallugaduras, síntomas de descomposición y cualquier otra indicación del deterioro (Hardenburg *et al.*, 1988). La durabilidad en condiciones de almacenamiento puede variar entre lotes a causa de las diferencias que pudieran darse en materia de variedades, condiciones climáticas, calidad del terreno, practicas de cultivo, maduración y manejo de los productos antes del almacenamiento.

## **2.8. Criterios físicos de calidad**

**Tamaño del fruto.** El tamaño del fruto constituye un criterio o atributo de calidad importante que puede apreciarse objetivamente mediante la determinación del diámetro, la longitud, la anchura, el peso o el volumen. Muchas frutas se clasifican por tamaños, generalmente a través de la medida del diámetro,

envasándose juntos los ejemplares de tamaño similar, lo que facilita la venta en los establecimientos al detalle.

**Forma del fruto.** La forma es un criterio que con frecuencia permite distinguir de entre diversos cultivares de una misma especie. El consumidor exige con frecuencia un producto provisto de una determinada forma y rechaza los ejemplares que no la poseen. Las frutas y hortalizas con una forma defectuosa tienen una escasa aceptación.

**Color del fruto.** El color es una de las características distintivas de las frutas, ya que son el único grupo fundamental de alimentos naturales que ofrece una gran variedad de colores, aspecto que es utilizado para ser más atractiva la presentación de los alimentos. Por ejemplo, el perejil contiene niveles relativamente altos de ácido ascórbico, caroteno, tiamina, riboflavina, hierro y calcio, si se compara con las frutas y otras hortalizas; sin embargo, se usa casi exclusivamente para pigmentar y aromatizar los platillos de carne y pescado. Así mismo el pigmento rojo del tomate (licopeno) no es nutritivamente significativo, pero la intensidad de la pigmentación constituye un criterio de madurez.

**Condiciones y defectos.** La condición es un atributo de calidad que generalmente se refiere al grado de madurez de un producto. La fruta marchita ofrece, por pérdida excesiva de agua, una condición pobre que se acentúa en los últimos periodos de su vida útil cuando sale al comercio al detalle. En el mercado es esencial que la fruta ofrezca un aspecto normal. Así pues, el aspecto externo es un determinante fundamental de la calidad, especialmente por ser con frecuencia el único criterio de que el consumidor dispone para juzgar.

**Textura y aroma.** El termino textura hace referencia a la sensación global que un alimento despierta en la boca del consumidor, se valora la rigidez de la estructura. Otro de los atributos de calidad es la intensidad con que los productos crujen al morderlos, el efecto acumulativo de estas respuestas crea una impresión global de la textura del producto. El aroma engloba dos componentes el sabor y el olor (Wills *et al.*, 1977).

**Valor nutritivo.** El valor nutritivo es probablemente el aspecto al que menos atención presta el consumidor a la hora de decidir si adquiere o no un producto, dado que la mayor parte de los nutrientes esenciales ni se ve ni se saborean. El principal nutriente de las frutas y hortalizas es la vitamina C, cuyo aporte en la dieta de la mayoría de los seres humanos depende exclusivamente de esta fuente (Wills *et al.*, 1977).

## **2.9. Criterios químicos de calidad**

Durante su desarrollo los productos hortofrutícolas experimentan una serie de cambios en su composición química, lo cual puede ser evaluado y correlacionado con estados fisiológicos. Algunos de éstos indicadores incluyen:

Contenido de azúcares (sacarosa, glucosa o fructosa), acidez titulable (% ácido cítrico o málico), nivel de pigmentos (clorofila, carotenoides, antocianinas), contenido de almidón y polifenoles (taninos) (Wills *et al.*, 1977).

## **2.10. Fisiología de la maduración**

El proceso de maduración puede definirse como la consecuencia de cambios físico-químicos que ocurren en el fruto y que determinen que este llegue

a tener un color, sabor y una determinada textura que lo hacen apto para ser consumido (Coletto, 1989).

## **2.11. Fisiología del fruto**

### **2.11.1. Respiración**

Todos los frutos respiran, no solo durante su fase de desarrollo en la planta sino también durante la senescencia una vez recolectados (Coletto, 1989). Durante el proceso de respiración los materiales de reserva (almidones, grasas, proteínas) acumuladas durante el tiempo que el producto estuvo ligado a la planta madre, se van degradando y proporcionando la energía necesaria para mantener activos los procesos que lo conservan vivo (Pelayo *et al.*, 1984).

El fenómeno de respiración es importante por ser la fuente de energía para el mantenimiento de la organización celular e integridad de las membranas. También es importante por la formación de compuesto precursores de otros biosintetizados por la célula que desprenda durante el proceso de respiración.

Esto último es importante desde el punto de vista de manejo del fruto en cámara de almacenamiento. Cabe mencionar que la respiración es importante también para la biosíntesis de compuestos volátiles: aromas, etileno, CO<sub>2</sub> y para intercambio de compuestos. En general, la oxidación bioquímica relacionada con la respiración esta ligada a los cambios de calidad, manejo, poscosecha e incidencia de patógenos y/o alteraciones fisiológicas de los productos hortofrutícolas (Saucedo, 1990; Citado por García, 2003).

## **2.12. Hormonas del crecimiento**

**Etileno.** El etileno es una fitohormona que puede ser considerada como la más importante para la maduración de los frutos. El etileno promueve, sin, duda la maduración del tejido fisiológico receptivo. La maduración es generalmente inhibida o retrasada cuando el etileno se elimina del fruto, por ventilación o almacenamiento hipobarico. Con la edad, los frutos se incrementan su sensibilidad al etileno y responden mas rápidamente a concentraciones bajas, que cuando se encuentran en estado de madurez tardío (McGlasson, 1985; Citado por García, 2003).

## **2.13. Patrones respiratorios**

Según Coletto (1989) en el desarrollo de la curva respiratoria de los frutos, pueden distinguirse dos tipos de comportamientos:

a) Frutos climatéricos. Son aquellos en los que se produce un aumentó en la respiración durante el proceso de maduración, en estos, la madurez comercial coincide con el comienzo de la crisis climatérica y la madurez plena o de consumo.

Los frutos climatéricos deben ser recolectados en el momento en que estos tengan la capacidad para adquirir la maduración de consumo posteriormente. En este grupo se encuentran frutos tales como: manzana, pera, durazno, nectarina, ciruela, plátano, chabacano, aguacate, kiwi, chirimoya, higo y mango, entre otros.

b) Frutos no climatéricos. Son aquellos que no presentan incremento respiratorio climatérico, la recolección de los frutos no climatéricos debe realizarse

en estado óptimo de consumo puesto que su maduración no tiene lugar una vez separados de la planta madre. Estos frutos, al contrario de los climatéricos no presentan modificaciones fisiológicas importantes después de la recolección. Ejemplos de estos son: la aceituna, cereza, fresa, mandarina, limón, naranja, pomelo, piña y uva de mesa, entre otros.

#### **2.14. Cambios químicos y estructurales de los productos hortofrutícolas**

Durante el proceso de maduración se dan una serie de cambios que conciernen al metabolismo respiratorio, reblandecimiento de los tejidos, destrucción de las clorofilas y síntesis de nuevos pigmentos, acumulación de azúcares y ácidos orgánicos de bajo peso molecular y aumentó en la concentración de sustancias volátiles que confieren al fruto aroma característico (Alva *et al.*, 1994).

**Carbohidratos.** Los carbohidratos son muy importantes como componentes de los alimentos de los cuales son la fuente de energía, sabor y estructura.

Los azúcares ya sean libres o combinados con otros constituyentes celulares, son de importancia para que se alcance un sabor agradable del fruto, mediante un equilibrio en la proporción ácido – azúcar, color atractivo y una textura saludable (Pantastico, 1979).

La degradación de los hidratos de carbono poliméricos, especialmente de las sustancias pecticas y hemicelulosas debilitan las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen unas células unidas a otras. En las etapas



iniciales mejoran la textura pero finalmente las estructuras vegetales se desintegran (Pantastico, 1979).

**Ácidos orgánicos.** Los ácidos orgánicos no volátiles se encuentran entre los primeros constituyentes celulares que sufren cambios durante la maduración de los frutos, siendo respirados y convertidos en azúcares. Los ácidos se pueden considerar como una reserva energética más de la fruta, por lo que es de esperar que su contenido decline en el periodo de actividad metabólica máxima durante el curso de la maduración. Sin embargo, la disminución de la acidez durante el proceso de maduración de los frutos no ocurre en todos los casos (Pantastico, 1979).

En las frutas y hortalizas se pueden encontrar muchos ácidos orgánicos en diferentes concentraciones; sin embargo, son pocos los ácidos que tienen una contribución importante en la acidez típica de muchos frutos y en los componentes del sabor ácido típico de la fruta ya madurada, siendo casi siempre un ácido el que predomina. Los principales ácidos que se han encontrado en mango y jitomate son el cítrico, el málico y el ascórbico (Pantastico, 1979). Por su parte Belitz (1985), menciona que los principales ácidos presentes en las hortalizas son el ácido cítrico y el málico.

Durante el almacenamiento, los cambios en acidez pueden cambiar de acuerdo con la madurez y temperatura de almacenamiento. En jitomates, por lo regular los frutos inmaduros tienen un contenido de ácido mayor que los relativamente maduros. En general, la disminución en el contenido de ácido ascórbico es más rápida a temperaturas de almacenamiento más elevadas, como se ha encontrado en jitomates y espárragos.

Davies y Winsor (1969), evaluando siete variedades de jitomate, encontraron que los frutos de las diferentes variedades difirieron marcadamente en el contenido de acidez.

**Lípidos.** Se ha reconocido que el bajo contenido de lípidos de las frutas y hortalizas juega un papel importante en el mantenimiento de la textura, sabor y pigmentos (Pantastico, 1979).

Los lípidos son sustancias que se producen en la maduración de los frutos y se acumulan en las membranas mas exteriores de la epidermis formando la cutícula (ceras y cutinas). Estos lípidos tienen un papel importante en el control de la respiración y en la protección del fruto contra adversidades climáticas y parasitarias.

Trabajos realizados en jitomate han demostrado que existen porcentajes relativamente grandes de lípidos neutrales, los cuales disminuyen durante el desarrollo del color y aumentan en cierto grado en el estado de plena madurez.

**Pigmentos.** En la mayoría de los frutos el primer signo de maduración es la desaparición del color verde. El contenido de clorofila de los frutos en maduración desaparece con lentitud y por lo general queda en ellos cierta cantidad de pigmento verde, especialmente en tejidos internos (Pantastico, 1979).

Los cambios en color son los mas obvios que ocurren en muchos frutos y con frecuencia es el principal criterio usado por los consumidores para determinar si un fruto esta o no maduro. Esto se debe a los cambios que ocurren en los pigmentos de los tejidos.

En numerosas frutas, la desaparición de color verde (frecuentemente designado como color de fondo) constituye una buena guía con respecto a su

grado de madurez. Inicialmente, se produce una pérdida gradual de la intensidad del color verde oscuro, hasta alcanzar una tonalidad más clara y en algunos productos una desaparición total del verde acompañada de la aparición de pigmentos amarillos o púrpura. Las frutas climatéricas pierden su color verde durante la maduración. Muchos frutos no climatéricos ofrecen cambios similares al tiempo que alcanzan una calidad comestible óptima, como ocurre con los frutos cítricos en los climas templados, no tropicales. El color verde se debe a la presencia de clorofila que es un complejo orgánico de magnesio. La pérdida del color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila. Causas primordiales de esta degradación son los cambios de pH (principalmente como consecuencia de la fuga de ácidos orgánicos al exterior de la vacuola), el desarrollo de procesos oxidativos y la acción de las clorofilazas. La pérdida del color verde puede deberse a uno solo o a varios de estos factores actuando secuencialmente (Pantastico, 1979).

La desaparición de la clorofila va asociada a la síntesis o al desenmascaramiento de pigmentos cuyos colores oscilan entre amarillo y rojo. Los carotenoides son un grupo de compuestos de naturaleza lipóide que son responsables de las tonalidades amarillas, anaranjadas y rojas de los productos hortofrutícolas. El cambio de cloroplastos a cromoplastos, se asocia con una mayor síntesis de carotenoides, de tal manera que la maduración, la tendencia de estos compuestos es a incrementarse. Con la disminución del contenido de clorofila pueden aumentar o disminuir otros pigmentos, dependiendo de la temperatura de almacenamiento, grado de madurez y la variedad (Pantastico, 1979).

La maduración de tomate verde es indicada por un cambio de color en la baya, desde verde a un café pálido y en esta etapa la fruta empieza a caer de la mata; el fruto entonces es amarillo (Menzel, 1951).

**Productos volátiles.** Los aromas específicos de los frutos en maduración son emanados a su alrededor. Los principales compuestos identificados en ellos son ésteres o alcoholes alifáticos y ácidos grasos de cadena corta. Cualquiera que sea la naturaleza de los compuestos volátiles que se desprenden de un fruto, el hecho es que son emitidos en cantidades notorias cuando empiezan su maduración (Pantastico, 1979).

El etileno no contribuye a los aromas típicos de las frutas. La importancia cuantitativa de los compuestos responsables del aroma es, por consiguiente, extremadamente pequeña. Las frutas no climatéricas producen volátiles durante la maduración organoléptica. Estas frutas no sintetizan componentes aromáticos como los de las climatéricas; sin embargo, los volátiles producidos siguen teniendo importancia en la determinación del aprecio que por ellos siente el consumidor (Buttery *et al.*, 1987; Citado por García, 2003).

**Perdida de agua.** La pérdida de agua es una de las causas más importantes del deterioro de las cosechas durante el almacenamiento. La mayoría de las frutas y legumbres contienen entre el 80 y 95 % de agua por peso, parte de la cual se puede perder por evaporación. A esta pérdida de agua de los tejidos vivos se le conoce como transpiración (Hardenburgo, 1988).

La pérdida de agua no solo trae como consecuencia una apreciable disminución del peso, si no también la formación de productos poco atractivos de textura pobre y de inferior calidad y por lo tanto una disminución de su valor en el

mercado. Pérdidas de un solo 5 % marchitan y arrugan numerosos productos, lo que en ambientes secos y cálidos puede ocurrir en unas pocas horas. Incluso, sin que llegue a marchitarse, las pérdidas de agua disminuyen la tendencia a crujiir de los productos y en muchas hortalizas resulta en alteraciones de color y otras propiedades organolépticas (Wills et al., 1977).

**Calcio.** El calcio es el elemento más importante para una adecuada calidad de frigoconservación. El calcio está entre los constituyentes de la pared celular en forma de pectato calcico, siendo las células más frágiles (Herrero y Guardia, 1992; Citado por Magaña, 1999).

El calcio también está muy asociado con los desórdenes fisiológicos. La aplicación de sales de calcio puede evitar por completo la presentación de desórdenes tales como la pudrición del extremo del pedúnculo del tomate. El calcio reduce en los tejidos vegetales la respiración y otros varios procesos metabólicos.

**Firmeza.** La textura de las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células, la presencia de tejidos de sostén y de la composición de la planta. La turgencia es producida por la presión del contenido celular sobre la pared de la célula. Depende de la concentración de sustancias osmóticas activas de la vacuola, de la permeabilidad del protoplasma y de la elasticidad de la pared celular. Las vacuolas contienen disueltos diversos productos de asimilación y metabolitos que producen la concentración osmótica de la célula. Las paredes celulares fácilmente se vuelven túrgidas o flácidas dependiendo de los cambios en volumen de las células. Con paredes celulares rígidas y fuertes, se mantiene una textura firme. Las células de paredes gruesas

forman tejidos fibrosos y resistentes. La forma y el tamaño de las células también influyen en la textura, las células pequeñas con espacios intercelulares escasos o pequeños producen una textura compacta; las células grandes con frecuencia con espacios intercelulares grandes, dan lugar a una textura gruesa o esponjosa (Pantastico, 1979).

**Acidez y pH.** Durante el almacenamiento, los cambios en acidez pueden variar de acuerdo con la madurez y temperatura de almacenamiento. En los tomates, por lo regular los frutos inmaduros tienen un contenido de ácido mayor que los relativamente maduros. El almacenamiento a 21.1 °C produjo un incremento brusco en la acidez de frutos inmaduros muy pequeños después de dos semanas.

Aquellos almacenados a 10 °C mostraron la misma tendencia, pero el aumento en la acidez se produjo después de tres semanas (Pantastico, 1979).

El pH con algunas excepciones (tomate ruibardo) es relativamente alto (5.5-6.5) (Belitz, 1985).

## **2.15. Aspectos químicos**

Magaña (1999), señala que el fruto del tomate mexicano contiene sales de hierro, calcio y de fósforo; además, varias vitaminas sobresaliendo la vitamina C. Así mismo, incluye el siguiente análisis general:

Cuadro 1.- Composición química del fruto de tomate de cáscara.

	<b>% en gramos</b>
Humedad	91.10
Cenizas	0.85
Proteínas	1.25
Extracto etéreo	0.9
Fibra cruda	1.43
Carbohidratos asimilables	4.43

Fuente: Magaña (1999).

Cuadro 2.- Contenido de minerales del fruto de tomate de cáscara.

<b>Minerales</b>	<b>Miligramos (%)</b>
Calcio	17.00-22.00
Fósforo	14.00
Fierro	1.09

Fuente: Magaña (1999).

Cuadro 3.- Contenido de vitaminas del fruto de tomate de cáscara.

<b>Vitaminas</b>	<b>Miligramos (%)</b>
Caroteno	0.05
Vitamina A	0.004
Tiamina	0.07
Riboflavina	0.03
Niacina	1.80

Fuente: Magaña (1999).

## 2.16. Importancia de la poscosecha

Por lo general entre la cosecha y el consumo de los productos frutihortícolas ocurren pérdidas elevadas en cantidad y calidad. Estas se producen por factores lógicos del producto, el daño mecánico, el calor, la descomposición de tipo patológica producida por hongos y bacterias. Las principales causas del deterioro de cualquier producto hortícola son: cambios metabólicos, crecimiento y desarrollo poscosecha, magulladuras y otros daños mecánicos, pérdida de agua (transpiración), desordenes fisiológicos, y pudriciones. Los factores ambientales

que influyen en el deterioro poscosecha son en orden de importancia: temperatura, humedad relativa, composición de la atmósfera, etileno y luz. Las operaciones básicas de manejo poscosecha deben ser conducidos para minimizar daños al producto mientras que se le prepara y se le protege del ambiente durante su comercialización (Cantwell, 1997; Citado por García, 2003).

Gran número de factores ambientales y genéticos en precosecha afectan el crecimiento, desarrollo y calidad final de vegetales y frutas frescas (Pantastico, 1979).

La calidad de la fruta en la cosecha y en el consumo depende de los efectos netos combinados de los flujos de energía, agua y nutrientes hacia dentro y hacia fuera de la fruta. Los mismos principios se aplican a los cambios de calidad en poscosecha, ya que la continua respiración y transpiración constituyen pérdidas netas de energía y agua de los frutos cosechados que resulta en una pérdida de la calidad (Pantastico, 1979).

Magaña (1999), evaluó la vida poscosecha de tres cortes, sometidos a cuatro tipos de empaque; cartón, unicel, madera y arpillera; almacenados en condiciones ambientales. Las variables evaluadas fueron pérdidas de peso, volumen, firmeza (semanalmente); pH, acidez, color, peso seco y contenido de calcio. Las cajas de madera resultaron mejores, prolongando la vida poscosecha del fruto y conservaron mejor sus características iniciales. Respecto a los cortes el que mejor resultado fue el primero en cuanto las variables evaluadas.

Aguilar *et al.*, (2000) evaluaron 7 variedades de tomate de cáscara (Puebla chico, Rendidora, Puebla, Compuesto mejorado, Tomate milpero, Puebla grande y Tamazula), con el objetivo de determinar algunos cambios físicos y



químicos en poscosecha, se almacenaron sin cáliz durante 30 días en condiciones ambientales. Evaluaron variables de color, peso, pérdida de peso, volumen, densidad, diámetro ecuatorial, diámetro polar, resistencia a la penetración, acidez titulable y azúcares reductores directos.

La variedad Puebla conservó mejor sus características hasta los 30 días de almacenamiento y la variedad Tamazula perdió rápidamente sus atributos de calidad. Las variedades compuesto mejorado y rendidora presentaron el más alto nivel de azúcares reductores directos y acidez titulable.

Macías (1995), evaluó las propiedades físicas y estructurales de cosecha y almacenamiento, de cuatro variedades de tomate de cáscara (Salamanca, Tamazula, Compuesto mejorado y Rendidora). Se almacenaron durante 45 días en condiciones ambientales. Se evaluó pérdidas de peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar, resistencia a penetración, y sólidos solubles. El primer corte de la variedad Tamazula, conservó mejor sus propiedades físicas y estructurales durante el almacenamiento.

García (2003), evaluó 15 variedades de tomate de cáscara (Chapingo, Familia 130, Población 3, Sintético intervarietal, Manzano SM<sub>2</sub>R, Puebla SM1, Verde 300, Súper morado, Súper Cerro Gordo, Tamazula SM<sub>2</sub>, H221:H14P20, H224:H13P14, Tamazula, Verde Puebla, 124 USA 01). Se almacenaron a temperatura ambiente por 18 días. Se evaluó pérdidas de peso, firmeza del fruto, sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable, pH, clorofila total, color y ácido ascórbico. El híbrido (H224:H13P14) presentó la menor pérdida de peso y mayor contenido de ácido ascórbico, la Tamazula mayor firmeza y pH, la 124 USA 01 obtuvo mayor contenido de sólidos solubles totales, la Súper cerro gordo menor

acidez y mayor clorofila, la Familia 130, Población 3, Manzano SM<sub>2</sub>R, H221:H14P20 y H224:H13P14 son las que retienen por más tiempo el color verde.

## **2.17. Sistemas de almacenamiento**

Los productos hortícolas normalmente requieren de cierto almacenamiento con el fin de equilibrar su oferta y demanda. La vida de almacenamiento potencial de un producto se encuentra predeterminada en gran medida por sus características genéticas. Por lo tanto las condiciones de almacenamiento determinaran la vida de almacenamiento real del producto (Yahia e Higuera, 1992).

Las condiciones más importantes de almacenamiento son la temperatura, humedad y atmósfera. Estas pueden variar de una especie a otra.

Magaña (1999), menciona que existen varias formas de almacenamiento de productos hortícola como las que se describen a continuación:

### **2.17.1. Tradicional con enfriamiento a base de aire**

Varios tipos de almacenamiento tradicional utilizan el aire fresco natural para el enfriamiento. Estos incluyen ventilas en el techo y en las paredes a nivel del piso. Cuando la temperatura en el exterior es mas baja que dentro del almacén la ventilación se abre y cuando sucede lo contrario este se cierra. El almacenamiento tradicional más común utiliza ventiladores y ductos de aire para lograr una rápida ventilación y enfriamiento cuando las condiciones son favorables (Magaña, 1999).

### **2.17.2. En refrigeración**

El almacenamiento en refrigeración es el método mas comúnmente utilizado para productos hortícola. En un buen almacén refrigerado, tanto la temperatura como la humedad pueden controlarse al punto óptimo. Un almacén refrigerado debe tener un aislamiento térmico adecuado en las paredes, techo y bajo el piso (Magaña, 1999).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en una parcela demostrativa del Ing. Francisco Reyes Reyes (productor) en la comunidad de Teltipan, municipio de Tlaxcoapan, Hgo., que se encuentra ubicada a una latitud norte de 20°05'43" y en longitud oeste 99°13'12", a una altura sobre el nivel del mar de 2,060 msnm.

#### 3.2. Establecimiento del experimento en campo

La propagación de la planta se llevó a cabo en un macro túnel de 1.60 m de altura de forma semicircular en donde se colocaron charolas de unisel de 200 cavidades, las charolas fueron llenadas con sustrato sushine; Turba, materia orgánica y agentes humectantes. Se colocaron tres semillas de la variedad Premier de tomate de cáscara por cavidad. La humedad se proporciono con el uso de aspersores. Las charolas se apilaron en grupos de 20, cubriéndolas con plástico para acelerar el proceso de germinación, esta se dio en un periodo de ocho días.

Las plántulas recién germinadas se ubicaron bajo sombra a un 30 % aproximadamente y se cubrieron con plástico amarillo. El riego se aplico dos veces al día con regadera durante un mes, así mismo, la temperatura se controlo levantando el plástico para que hubiese ventilación.

La preparación del terreno definitivo se realizó la primera quincena de marzo, el barbecho fue profundo, y se aplicaron 14.28 kg.ha<sup>-1</sup> de furadan granulado al suelo para control de *Phyllophaga* spp. y *Trichobaris championi*

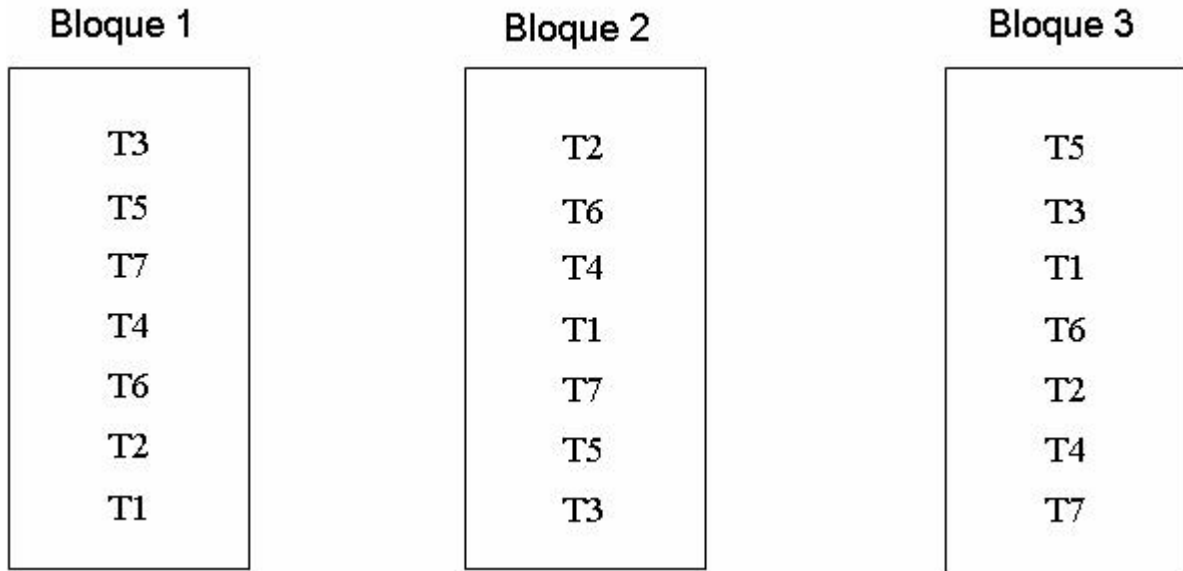
Barber, se realizó un paso de rastra para incorporar el furadan, el surcado fue de 0.70 m de ancho. El riego para el transplante fue rodado. Cada planta queda a una distancia de 0.60 m, teniéndose una población de 13,889 plantas por hectárea.

Esta actividad se realizó el 16 de abril del 2005.

La plántula al momento de la plantación presentaba una altura de 0.15 m con cuatro hojas verdaderas. Se aplicaron cuatro riegos durante el desarrollo del cultivo quedando distribuidos uno cada 15 días a partir de la aplicación del riego en la plantación (16 de abril). Se realizaron dos deshierbes manuales, el 2 y 19 de mayo. Para el control de plagas y enfermedades se aplicaron diferentes insecticidas. El 8 de Mayo, se aplico un insecticida, Tamaron 600 (Metamidofos 48.3 %) liquido, se aplicaron  $0.714 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  en 114.3 L de agua por hectárea. Se aplico Rogor 400 (Dimetoato 40.28 %) con  $2.94 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  en 555.56 L de agua por hectárea (30 de mayo). Posteriormente el 10 de Junio se aplico Karate (Lambda Cyhalotryna 6.5 %) con 0.171 litros por hectárea, en 171 L de agua por hectárea. El control de malezas se realizó con tractor y azadón.

### **3.3. Diseño experimental en campo**

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, la unidad experimental consistió de cinco surcos. El surco fue de 5 m de longitud y 0.70 m de ancho, la parcela útil se constituyo por tres surcos centrales.



Para el diseño de los tratamientos de fertilización se tomo en cuenta la formulación propuesta por el Ingeniero Francisco Reyes Reyes (Productor) de la comunidad de Teltipan, municipio de Tlaxcoapan, Hgo...

### Diseño de tratamientos de fertilización.

Tratamiento	Fórmula de fertilización Edáfica(N, P, K)	Número de aplicaciones foliares	Fórmula de fertilización foliar
T1 =	10-5-10	+ 1 aplicación - foliar	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140 g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
T2 =	10-5-10	+ 2 aplicaciones - foliares	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
T3 =	10-5-10	+ 3 aplicaciones - foliares	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
T4=	10-5-10	+ 4 aplicaciones - foliares (productor)	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
T 5=	40-20-40	+ 1 aplicación -foliar	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
T6 =	40-20-40	+ 2 aplicaciones - foliares	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
T7 =	40-20-40	+ 3 aplicaciones - foliares	950g Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O, 1230g Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; 140g KNO <sub>3</sub> , 297g NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 551g K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Las fuentes de fertilizantes utilizados para la fertilización edáfica fueron: urea 21.7 kg.ha<sup>-1</sup>, superfosfato de calcio triple 10.9 kg.ha<sup>-1</sup> y cloruro de potasio 16.7 kg.ha<sup>-1</sup>. La primera aplicación de la fertilización edáfica fue el 18 de abril, y en esta se aplicó la fórmula 10-5-10, en la segunda fertilización realizada el 22 de

mayo se aplicó el complemento para los tratamientos 5, 6 y 7 para tener la fórmula edáfica 40–20–40. Las fuentes de fertilización fueron; urea  $65.1\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , superfosfato de calcio triple  $16.4\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y cloruro de potasio  $50.1\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Para la fertilización foliar de macronutrientes se aplicaron 950 g, Sulfato de magnesio  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 1230 g. Nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; 140 g. Nitrato potásico  $\text{KNO}_3$ ; 297g. Fosfato monoamónico  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ; 551g. Sulfato de potasio  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , y para la aplicación de micronutrientes; 150 g de sulfato ferroso  $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 60 g de Sulfato de manganeso  $\text{MnSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 84 g de Ácido bórico  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 6 g de Sulfato de cobre  $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 60 g de sulfato de zinc  $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

La cantidad anterior de macronutrientes y micronutrientes se diluyeron en 1000 L de agua, y se aplicaron 45 L en 5.3 m lineales. El pH se bajó a 4 con ácido sulfúrico.

Los frutos se cosecharon manualmente, cuando estos llenaron completamente el cáliz (bolsa).

### **3.4. Establecimiento del experimento en laboratorio**

Una vez cosechados los frutos de tomate de cáscara, se trasladaron al laboratorio del Centro de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en donde se procedió a la selección de estos, eliminando aquellos con presencia de daños mecánicos, plagas y enfermedades, a fin de contar con frutos sanos y homogéneos en cuanto a tamaño y color.

Los frutos se almacenaron en condiciones ambientales a  $\pm 20\text{ }^\circ\text{C}$ , y en condiciones de frigoconservación a  $\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ . Para los frutos almacenados en



condiciones ambientales se tuvieron tres tiempos de almacenamiento 0, 15 y 30 días y para los almacenados a  $\pm 5$  °C cuatro tiempos de almacenamiento, 0, 15, 30 y 45 días.

### **3.5. Variables de estudio.**

#### **Pérdidas de peso**

Se midieron los cambios de peso que experimentaron los frutos durante el período de maduración y conservación. Para esto se utilizó una balanza digital. La pérdida de peso se reportó como un porcentaje de pérdidas acumuladas respecto al peso inicial del fruto.

Los datos se expresaran como porcentaje de pérdidas de peso de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$\%PP = (\text{Peso inicial} - \text{peso al periodo indicado}) / \text{peso inicial} \times 100$$

#### **Firmeza**

Esta variable se midió a través de los cambios en firmeza registrados en un texturometro TA.XT2I con un cilindro de geometría 0.984 pulgadas X 1 pulgada de acrílico. La medición consistió en determinar la deformación experimentada por el fruto al someterlo a una fuerza conocida de 50 Kg. y por un tiempo determinado de 5 segundos, con una distancia de deformación de 10 mm.

Los resultados se interpretaron con una curva deformación vs. Tiempo de la cual se obtuvieron los parámetros de deformación concernientes al producto usando el programa Analizador de Textura Versión 5.0 (Texture technology).

### **Sólidos solubles totales (°Brix)**

Para la determinación de grados Brix se utilizó el refractómetro digital PR-101ATAGO PALETTE. Se tomo una gota de jugo previamente extraído del fruto, esta gota se colocó en el censor óptico del refractómetro para obtener la lectura correspondiente, la cual se expreso como porcentaje de sólidos solubles totales.

### **pH**

Se determinó esta variable pesando 10 g de muestra diluida en 50 ml de agua destilada, se licuo y se separo, con la ayuda de un cedazo pequeño, se introdujo el potenciómetro Termo orion model 420 para la lectura de pH.

### **Ácido ascórbico (Vitamina C)**

Se empleo el método de titulación visual del 2-6 diclorofenol indofenol.

a) Se preparó la solución Dye disolviendo 50 mg de la sal disódica de 2-6 diclorofenol indofenol en agua destilada caliente conteniendo 42 mg de bicarbonato de sodio. Y se aforo en un matraz de 200 ml.

b) Se preparó la solución estándar de ácido ascórbico donde se pesaron 100 mg de ácido ascórbico y se aforaron en un matraz de 100 ml con ácido metafosfórico al 3 % (1 mg = 0.1 mg de ácido ascórbico).

c) Se estandarizo la solución Dye mediante la titulación de 5 ml de la solución de ácido ascórbico diluidos en 5 ml de ácido metafosfórico al 3 % hasta la aparición de un color rosa persistente por 15 segundos y se calculo el factor Dye por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Factor Dye} = 0.5 / \text{gasto en la titulación}$$

d) Se tomaron 10 g de muestra y se aforaron en un matraz de 100 ml con ácido metafosfórico al 3 %. Se filtro y se tomaron 5 ml del filtrado y se titulo con la solución Dye hasta la aparición de un rosa persistente por 15 segundos. El ácido fue calculado por medio de la siguiente fórmula.

$$\text{mg de ácido Ascórbico} / 100\text{g ó ml} = (\text{gasto} \times \text{factor Dye} \times \text{volumen total}) / (\text{volumen de alícuota} \times \text{peso de muestra}).$$

### **Acidez titulable**

Esta determinación se hizo de acuerdo a la metodología de la AOAC (1990), 942.15 expresando los datos como % de ácido cítrico.

Se determinó acidez pesando 10 g de muestra añadiendo 50 ml de agua destilada y se homogenizo, se midió el volumen y se filtro, posteriormente se tomo una alícuota de 5 ml agregándole de 1 a 3 gotas de fenoftaleina y se titulo con una solución de hidróxido de sodio al 0.1 N.

Cálculos:

$$\% \text{ de ácido} = \frac{(\text{ml de NaOH}) (\text{N NaOH}) (\text{Meq ácido}) (\text{Volumen total})}{(\text{Peso de la muestra}) (\text{Alícuota del jugo en ml})} \quad (100)$$

### **Color del fruto**

Esta determinación se realizó mediante un colorímetro por reflexión “Hunter Lab”, el cual se basa en el empleo de funciones trigonometricas. Una rueda de color dividida en 360 °; con rojo púrpura situado en el extremo derecho en el ángulo 0); el amarillo en 90 °; el verde – azul en 180 ° y el azul en 270 °, el Hunter Lab, indicó el cambio de coloración en el fruto en 3 direcciones; L\*, a\* y b\*, las cuales marcan los cambios de brillantez. L\* mide la oscuridad a luminosidad,

a\* representa el rojo si es positivo y el verde si es negativo; b\* corresponde al amarillo si es positivo y al azul en caso de ser negativo. La medición se realizó en un pequeño círculo que se marcó en la parte ecuatorial del cáliz, con la finalidad de que la medición siempre fuera en el mismo lado.

### **3.6. Análisis de resultados**

Se realizó el análisis de varianza utilizando el procedimiento ANOVA de SAS (Statistical Analysis System), el diseño experimental completamente al azar, y la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .

Para determinar cada variable se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento y la unidad experimental consistió de un fruto.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Almacenamiento a temperatura ambiente

#### Pérdidas de peso

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en pérdidas de peso en los frutos de las plantas de tomate de cáscara var. Premier fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización y almacenados a 15 y 30 días a  $\pm 20$  °C (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en pérdidas de peso (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Pérdidas de peso (%)		
	Tiempo de almacenamiento (días)		
	Inicial	15	30
10-5-10+1F	0.0	11.11 bcd <sup>z</sup>	14.05 bcd
10-5-10+2F	0.0	18.82 a	22.11 a
10-5-10+3F	0.0	6.66 bcd	9.03 d
10-5-10+4F	0.0	13.95 abc	17.92 abc
40-20-40+1F	0.0	7.62 cd	10.34 cd
40-20-40+2F	0.0	15.16 ab	18.24 ab
40-20-40+3F	0.0	8.42 cd	11.43 bcd
DMS	0.0	6.79	7.88
CV (%)	0.0	20.86	19.20

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares

A los 15 y 30 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara variedad Premier fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 3F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y con tres aplicaciones foliares, presentaron el menor porcentaje de perdidas de peso, observándose un valor de 9.03 % respectivamente.

Al respecto Magaña (1999) reportó valores de 6.5 % para los frutos de tomate de cáscara variedad Salamanca almacenados a temperatura ambiente.

Kader (1992); Citado por García (2003) menciona que la transpiración poscosecha de las frutas y vegetales resulta en una pérdida de agua que ocasiona marchitamiento, se ha comprobado que la pérdida de agua entre 0.5 y 5 % induce mayor actividad de la poligalacturonasa, estimula la producción de CO<sub>2</sub> y etileno, acelera la maduración e induce los síntomas de daño por frío. Willis *et al.*, (1977); Citado por García (2003) mencionan que las pérdidas de agua en los frutos aumentan con el tiempo, lo que representa un descenso del peso comercial y por lo tanto una disminución de su valor en el mercado. Las pérdidas de agua son una de las principales causas del deterioro, ya que no solamente se relacionan con pérdidas de peso sino con la textura y con la calidad nutricional (Kader, 1999; Citado por García, 2003).

### **Firmeza**

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización y almacenados a  $\pm 20$  °C al inicio, 15 y 30 días de almacenamiento (Cuadro 5).

Aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas, al inicio del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las fórmulas 40–20–40+ 2F y 40–20–40+ 3F con alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con el mayor número de aplicaciones foliares, presentaron la mayor firmeza con valores de 7.08 y 7 kgf respectivamente.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en firmeza de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Firmeza (kgf)		
	Tiempo de almacenamiento (días)		
	Inicial	15	30
10-5-10+1F	4.38 a <sup>z</sup>	4.81 a	2.98 a
10-5-10+2F	6.07 a	6.10 a	5.60 a
10-5-10+3F	5.60 a	5.39 a	4.39 a
10-5-10+4F	5.09 a	5.25 a	4.19 a
40-20-40+1F	6.24 a	7.04 a	3.29 a
40-20-40+2F	7.08 a	5.16 a	4.59 a
40-20-40+3F	7.00 a	5.95 a	4.59 a
DMS	3.14	5.75	4.41
CV (%)	19.03	36.34	37.46

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares

A los 15 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40-20-40+ 1F con mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron la mayor firmeza con 7.04 kgf, sin embargo al final del periodo del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las formulas 10-5-10+ 2F, 40-20-40+ 2F y 40-20-40+ 3F con menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares y aquellos con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con el mayor número de aplicaciones foliares presentaron la mayor firmeza con valores de 5.60, 4.59 y 4.59 kgf respectivamente.

### **Sólidos solubles totales (°Brix)**

Con respecto al contenido de sólidos solubles totales no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización al inicio del almacenamiento, sin embargo a los 15 y 30 días de almacenamiento si se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 6).

A los 15 días de almacenamiento se observó que los frutos de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con bajo contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y con una aplicación foliar presentaron el mayor porcentaje de sólidos solubles totales con 8.41 %. Mientras que a los 30 días de almacenamiento, los frutos que presentaron el mayor porcentaje de sólidos solubles totales fueron aquellos frutos de las plantas fertilizadas con las fórmulas 10-5-10+ 3F y 10-5-10+ 1F con menor contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y con tres y una aplicación foliar con valores de 8.53 y 8.12 % respectivamente. En general se observó que al final del periodo de almacenamiento los frutos de las plantas fertilizadas con el menor contenido de nitrógeno fósforo y potasio y con tres, dos y una aplicación foliar presentaron el mayor porcentaje de sólidos solubles totales.

Colinas (1992); Citado por García (2003), mencionan que en los frutos de tomate de cáscara la cantidad de azúcar es mínima y no tiende a cambiar durante su proceso de madurez.



Cuadro 6. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en sólidos solubles totales de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Sólidos solubles totales (%)		
	Tiempo de almacenamiento (días)		
	Inicial	15	30
10-5-10+1F	5.53 a <sup>z</sup>	8.41 a	8.12 ab
10-5-10+2F	6.63 a	7.41 ab	7.11 ab
10-5-10+3F	6.75 a	6.91 ab	8.53 ab
10-5-10+4F	6.61 a	5.43 b	4.90 c
40-20-40+1F	5.90 a	7.11 ab	6.72 ab
40-20-40+2F	6.43 a	7.37 ab	6.94 ab
40-20-40+3F	6.59 a	7.70 a	7.38 ab
DMS	2.00	2.25	2.32
CV (%)	11.31	11.25	12.21

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares

Pantastico (1978); Citado por García (2003), menciona que el contenido de sólidos solubles totales tiende a disminuir por la exposición de los frutos a temperatura ambiente lo que ocasiona una mayor oxidación de azúcares por el proceso de respiración. Sin embargo Aguilar *et al.*, (2000) mencionan que en la maduración, uno de los cambios notables ocurre en la hidrólisis del almidón, hay un rompimiento de las cadenas largas, dando lugar a un aumento de los azúcares simples como glucosa, fructuosa y sacarosa, lo cual se expresa en el sabor, generando un incremento en la dulzura de manera paralela y específicamente en aquellos carbohidratos que constituyen la estructura celular, por ello el almidón presente en los frutos influye en el contenido de azúcares, y su continuo aumento se debe precisamente a la degradación de los almidones en azúcares.

## pH

En pH no se observaron diferencias estadísticas significativas en los frutos de tomate de cáscara fertilizados con las siete fórmulas de fertilización y almacenados durante 15 y 30 días (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en pH de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	PH	
	Tiempo de almacenamiento (días)	
	15	30
10-5-10+1F	3.56 a <sup>z</sup>	3.78 a
10-5-10+2F	3.66 a	3.73 a
10-5-10+3F	3.69 a	3.87 a
10-5-10+4F	3.70 a	3.79 a
40-20-40+1F	3.60 a	4.19 a
40-20-40+2F	3.71 a	3.88 a
40-20-40+3F	3.59 a	3.86 a
DMS	0.70	0.55
CV (%)	6.96	4.74

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares

No hubo mucha variación en los valores de pH, a lo 15 días del almacenamiento los valores estuvieron entre 3.56 y 3.71 y al final del periodo de almacenamiento a los 30 días, los valores estuvieron entre 3.73 y 4.19. Al respecto magaña (1999); encontró valores en pH de 3.6 en promedio para tomate de cáscara variedad Salamanca.

No se sabe si el pH aumenta como consecuencia de los efectos del CO<sub>2</sub> sobre el metabolismo normal o es una reacción directa por el tejido vegetal a

contrarrestar los efectos de acidificación ocasionados por el CO<sub>2</sub> (Kader, 1986; Citado por García 2003). Aunque se sugiere que las razones del incremento del pH durante el almacenamiento podría ser efecto de una disminución en la actividad respiratoria, aumento en la fijación de CO<sub>2</sub> o debida a la presencia de una enzima menos activa que convierta el ácido málico en piruvato u oxalacetato (Pantastico, 1979).

### Ácido Ascórbico

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de ácido ascórbico en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización, al inicio y 15 días de almacenamiento (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en ácido ascórbico de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Ácido ascórbico (mg·100g <sup>-1</sup> )		
	Tiempo de almacenamiento (días)		
	Inicial	15	30
10-5-10+1F	9.26 b <sup>z</sup>	7.28 b	1.44 a
10-5-10+2F	7.28 c	5.28 c	1.73 a
10-5-10+3F	7.22 c	5.35 c	1.81 a
10-5-10+4F	10.99 a	5.45 c	1.49 a
40-20-40+1F	11.34 a	11.29 a	1.66 a
40-20-40+2F	7.40 c	3.26 d	1.64 a
40-20-40+3F	6.74 c	3.38 d	1.47 a
DMS	1.11	0.69	0.47
CV (%)	4.65	4.19	10.52

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares

Al inicio del periodo de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 1F y con mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar y aquellos frutos de las plantas fertilizadas con la fórmula 10–5–10+ 4F con menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y pero con el mayor número de aplicaciones foliares presentaron el mayor contenido de ácido ascórbico con valores de 11.34 y 10.99 mg·100g<sup>-1</sup> respectivamente.

A los 15 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 1F con mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron el mayor contenido de ácido ascórbico con 11.29 mg·100g<sup>-1</sup>. Mientras que al final del periodo de almacenamiento no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de ácido ascórbico en los frutos de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización sin embargo al final del periodo de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10–5–10+ 3F con menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares presentaron el mayor contenido de ácido ascórbico con 1.81 mg·100g<sup>-1</sup>.

García (2003), menciona que la tasa de oxidación poscosecha del ácido ascórbico en tejidos vegetales depende de varios factores como la temperaturas altas, contenido de agua, pH, empaque, niveles atmosféricos en almacén y tiempo de almacén. Por otro lado el ácido ascórbico se considera como un antioxidante en las células vegetales (Veltman *et al.*, 2000, Citado por García 2003).

## Acidez titulable

No se observaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de acidez titulable en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización al inicio, 15 y 30 días de almacenamiento (Cuadro 9).

Los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron el menor contenido en acidez titulable al inicio, 15 y 30 días de almacenamiento con valores de 1.19, 0.92 y 0.73 % respectivamente.

Cuadro 9. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en acidez titulable (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Acidez titulable (%)		
	Tiempo de almacenamiento (días)		
	Inicial	15	30
10-5-10+1F	1.19 a <sup>z</sup>	0.92 a	0.73 a
10-5-10+2F	1.19 a	1.06 a	0.87 a
10-5-10+3F	1.22 a	1.08 a	0.86 a
10-5-10+4F	1.26 a	1.03 a	0.74 a
40-20-40+1F	1.53 a	1.20 a	0.92 a
40-20-40+2F	1.27 a	1.15 a	0.82 a
40-20-40+3F	1.24 a	0.92 a	0.84 a
DMS	0.56	0.49	0.22
CV (%)	15.77	16.71	9.71

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares

Los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40-20-40+ 1F con mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una

aplicación foliar presentaron el mayor contenido de acidez titulable al inicio, 15 y 30 días de almacenamiento con valores de 1.53, 1.20 y 0.92 % respectivamente.

García (2003) menciona que durante el almacenamiento, los cambios en acidez pueden variar de acuerdo con la madurez y la temperatura de almacenamiento. En lo que respecta a jitomates, por lo regular los frutos inmaduros tienen un contenido de ácido mayor que los relativamente maduros.

Desde un punto de vista práctico la acidez titulable puede usarse como referencia del estado de madurez o como información objetiva con relación al sabor. Así mismo la acidez de los frutos en general disminuye por que los ácidos son utilizados en el proceso respiratorio.

A medida que aumenta el tiempo de almacenamiento el contenido de acidez titulable tiende a disminuir, sobre todo a los 30 días de almacenamiento.

## **Color**

Al inicio del almacenamiento, los frutos de las plantas de tomate de cáscara no presentaron diferencias estadísticas significativas en los valores de L\* (Luminosidad), sin embargo los frutos de tomate de cáscara de las plantas fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 3F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares presentaron la mayor luminosidad con valores de, 59.41 (Cuadro 10).

En cuanto a la coloración verde valores de a\*, al inicio del almacenamiento los frutos de tomate de cáscara presentaron diferencias estadísticas significativas. Los frutos de las plantas de tomate fertilizadas con la fórmula 10–5–10+ 2F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares

presentaron un verde mas intenso con un valor de  $-9.13$ . Los frutos de las plantas de tomate de cáscara que presentaron la menor coloración verde tendiente a amarillo fueron los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $40-20-40+ 2F$  con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares con  $31.53$ .

A los 15 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10-5-10+ 1F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar, presentaron un mayor valor  $L^*$  y una luminosidad con  $58.75$ , una mayor coloración verde con valor de  $a^*$  de  $-3.77$ , sin embargo los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10-5-10+ 3F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares obtuvieron la menor coloración amarilla con un valor de  $b^*$   $30.28$ .

A los 30 días de almacenamiento, se observa que los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10-5-10+ 2F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron el mayor valor  $L^*$ , luminosidad con  $61.68$  y la menor coloración amarilla, con un valor de  $a^*$  de  $30.60$ , sin embargo los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10- 5-10+ 1F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar obtuvieron la mayor coloración verde con un valor  $b^*$  de  $-3.02$ .

Al respecto García (2003) menciona que la coloración del fruto ayuda a inferir el grado de maduración, y que conforme avanza el grado de madurez el

color verde se va perdiendo por la degradación de la clorofila y síntesis de carotenos de la cáscara, confiriéndole un color amarillo.



Cuadro 10. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en color de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Color								
	Tiempo de almacenamiento (días)								
	Inicial			15			30		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
10-5-10+1F	57.37a <sup>z</sup>	-5.99ab <sup>z</sup>	32.52 ab <sup>z</sup>	58.75 a	-3.77 a	31.31 a	59.22 a	-3.02 a	31.65 a
10-5-10+2F	58.57 a	-9.13 b	34.27 ab	58.69 a	-3.02 a	30.80 a	61.68 a	-2.54 a	30.60 a
10-5-10+3F	58.19 a	-5.15 a	33.01 ab	56.60 a	-1.50 a	30.28 a	59.68 a	-1.20 a	31.78 a
10-5-10+4F	55.90 a	-8.43 ab	34.53 ab	57.72 a	-3.33 a	31.11 a	60.54 a	-3.01 a	30.84 a
40-20-40+1F	57.38 a	-6.53 ab	35.34 a	56.52 a	-3.35 a	32.86 a	59.21 a	-3.01 a	33.94 a
40-20-40+2F	57.61 a	-6.62 ab	31.53 b	54.52 a	-2.51 a	31.01 a	57.87 a	-1.92 a	31.53 a
40-20-40+3F	59.41 a	-7.14 ab	34.46 ab	58.26 a	-2.82 a	33.53 a	61.55 a	-1.93 a	33.73 a
DMS	7.16	3.80	3.62	7.32	3.05	3.78	7.55	3.29	3.69
CV (%)	4.45	-19.48	3.86	4.58	-37.66	4.30	4.51	-49.69	4.13

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

No se observaron diferencias estadísticas significativas en la relación de color 'a/b' y 'b/a' en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización a los 15 y 30 días de almacenamiento (Cuadro 11).

En la relación 'a/b', a menor valor numérico, el fruto es mas verde y a mayor valor tiende a ser mas amarillo. En la relación 'b/a' a menor valor numérico será menor el color amarillo del fruto y a mayor valor será mas amarillo.

Al inicio del almacenamiento se observaron diferencias estadísticas significativas en la relación 'a/b'. Los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 2F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron el menor valor con -0.26, sin embargo en la relación 'b/a' los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la misma fórmula de fertilización pero con tres aplicaciones foliares presentaron el menor valor con -8.40.

A los 15 días del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la fórmula 10- 5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar, presentaron la menor relación 'a/b' con -0.12. y para la relación b/a los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la fórmula 40-20-40+ 3F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares con valor de -16.89.

Cuadro 11. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en relación de color 'a/b' y 'b/a' de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Color					
	Tiempo de almacenamiento (días)					
	Inicial		15		30	
	a/b	b/a	a/b	b/a	a/b	b/a
10-5-10+1F	-0.18 ab	-5.56 a	-0.12 a	-8.36 a	-0.09 a	-11.2 a
10-5-10+2F	-0.26 b	-3.78 a	-0.10 a	-10.27 a	-0.08 a	-12.1 a
10-5-10+3F	-0.15 a	-8.40 a	-0.05 a	76.26 a	-0.03 a	-16.7 a
10-5-10+4F	-0.24 ab	-4.12 a	-0.10 a	-9.92 a	-0.09 a	-10.6 a
40-20-40+1F	-0.18 ab	-5.43 a	-0.10 a	-10.38 a	-0.08 a	-11.7 a
40-20-40+2F	-0.21 ab	-4.90 a	-0.07 a	-16.28 a	-0.06 a	857.7 a
40-20-40+3F	-0.20 ab	-4.83 a	-0.08 a	-16.89 a	-0.05 a	682.8 a
DMS	0.10	6.43	-0.09	164.83	0.10	1975.6
CV (%)	-18.38	-43.61	-37.39	9972.56	-49.34	339.38

¿; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

A los 30 días de almacenamiento los frutos de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10- 5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron el menor valor de 'a/b' con -0.09 y para la relación 'b/a' los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la fórmula 10-5-10+ 3F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares con un valor de -16.7.

## Almacenamiento en refrigeración

### Pérdidas de peso

En pérdidas de peso, los frutos de las plantas de tomate de cáscara var. Premier fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización al inicio, 15, 30 y 45 días

de almacenamiento, no mostraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 12).

Aunque no se mostraron diferencias estadísticas significativas los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 2F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares obtuvieron las menores pérdidas de peso a los 15, 30 y 45 días con valores de 5.95, 10.39 y 15.20 % respectivamente.

Estos datos coinciden con los obtenidos por Aguilar *et al.*, (2000) donde reportan porcentajes de pérdidas de peso de 13.6 y 12.6 % para tomates de cáscara variedad ‘Puebla chico’ y ‘Rendidora’.

Cuadro 12. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a  $\pm 5$  °C en pérdidas de peso (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Pérdidas de peso (%)			
	Tiempo de almacenamiento (días)			
	Inicial	15	30	45
10–5–10+1F	0.0	8.61 a <sup>z</sup>	11.42 a	16.60 a
10–5–10+2F	0.0	11.75 a	18.72 a	26.84 a
10–5–10+3F	0.0	9.38 a	12.56 a	19.71 a
10–5–10+4F	0.0	9.71 a	13.20 a	19.47 a
40–20–40+1F	0.0	11.61 a	17.01 a	20.69 a
40–20–40+2F	0.0	5.95 a	10.39 a	15.20 a
40–20–40+3F	0.0	8.58 a	11.24 a	19.99 a
DMS	0.0	10.72	17.79	20.94
CV (%)	0.0	41.05	47.24	35.02

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

La merma en peso de los frutos representa una disminución económica tanto para el productor como para los agentes de la comercialización. Lo cual puede servir como un parámetro de selección o bien una razón importante para determinar la fórmula de fertilización, dependiendo del valor porcentual de su pérdida de peso.

### Firmeza

No se observaron diferencias estadísticas significativas en firmeza de los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización y almacenados a  $\pm 5$  °C al inicio, 15, 30 y 45 días de almacenamiento (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a  $\pm 5$  °C en Firmeza de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Firmeza (kgf)			
	Tiempo de almacenamiento (días)			
	Inicial	15	30	45
10-5-10+1F	4.38 a <sup>z</sup>	5.91 a	4.62 a	1.50 a
10-5-10+2F	6.07 a	4.51 a	4.11 a	3.23 a
10-5-10+3F	5.60 a	5.85 a	6.18 a	3.75 a
10-5-10+4F	5.09 a	4.36 a	4.19 a	3.97 a
40-20-40+1F	6.24 a	6.46 a	4.17 a	4.85 a
40-20-40+2F	7.08 a	6.40 a	4.12 a	4.58 a
40-20-40+3F	7.00 a	4.90 a	4.75 a	4.14 a
DMS	3.14	4.53	4.19	3.86
CV (%)	4.41	29.61	32.78	32.72

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

Al inicio del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 2F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron la mayor firmeza, sin embargo a los 15 días, la mayor firmeza la presentaron los frutos de las plantas fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 1F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar, mientras que al final del periodo de almacenamiento 30 y 45 días los frutos que presentaron la mayor firmeza fueron aquellos fertilizados con las fórmulas 10–5–10+ 3F y 40–20–40+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares y aquellos con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar con valores de 6.18 y 4.85 kgf respectivamente.

A medida que aumento el tiempo de almacenamiento disminuyo la firmeza de los frutos.

### **Sólidos solubles totales (°Brix)**

Al inicio del almacenamiento no se observaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de sólidos solubles totales en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización, sin embargo a los 15, 30 y 45 días de almacenamiento si se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 14).

Al inicio del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara variedad Premier fertilizados con la fórmula 10–5–10+ 3F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares presentaron el mayor porcentaje con 6.75 °Brix, sin embargo a los 15 días la

mayor cantidad se observó en aquellos frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10–5–10+ 2F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones, mientras que al final del periodo de almacenamiento 30 y 45 días el mayor porcentaje de sólidos solubles totales se observó en aquellos frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40–20–40+ 3F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con el mayor número de aplicaciones foliares con valores de 7.49 y 7.34 % respectivamente.

Cuadro 14. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a  $\pm 5$  °C en sólidos solubles totales (°Brix) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Sólidos solubles totales (%)			
	Tiempo de almacenamiento (días)			
	Inicial	15	30	45
10–5–10+1F	5.53 a <sup>z</sup>	5.82 b	5.25 b	5.32 b
10–5–10+2F	6.63 a	7.73 a	7.32 a	7.08 a
10–5–10+3F	6.75 a	7.59 a	7.24 a	6.95 a
10–5–10+4F	6.61 a	7.74 a	7.23 a	6.91 a
40–20–40+1F	5.90 a	7.69 a	7.20 a	7.20 a
40–20–40+2F	6.43 a	7.60 a	7.38 a	7.15 a
40–20–40+3F	6.59 a	7.56 a	7.49 a	7.34 a
DMS	2.00	0.63	0.72	0.81
CV (%)	11.31	3.07	3.72	3.84

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

Al respecto Aguilar *et al.*, (2000) mencionan que el almidón presente en los frutos influye en el contenido de azúcares, y su continuo aumento se debe a la degradación de los almidones en azúcares.

## pH

Se observaron diferencias estadísticas significativas en los valores de pH a los 15 días del almacenamiento en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización, sin embargo a los 30 y 45 días de almacenamiento no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a  $\pm 5$  °C en pH de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	pH Tiempo de almacenamiento (días)		
	15	30	45
10-5-10+1F	4.00 a <sup>z</sup>	3.80 a	3.75 a
10-5-10+2F	3.76 b	3.73 a	3.69 a
10-5-10+3F	3.78 b	3.71 a	3.62 a
10-5-10+4F	3.78 b	3.80 a	3.43 a
40-20-40+1F	3.78 b	3.75 a	3.65 a
40-20-40+2F	3.76 b	3.78 a	3.73 a
40-20-40+3F	3.80 b	3.74 a	3.72 a
DMS	0.12	0.22	0.41
CV (%)	1.16	2.14	3.94

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

FF; Fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

Al inicio del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar, presentaron el valor mas alto en pH, contrario a los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con las otras seis fórmulas de fertilización, los cuales presentaron valores mas bajos y no se observaron diferencias estadísticas entre ellos, encontrándose



valores entre 3.76 y 3.80 respectivamente. Estos resultados coinciden con Magaña (1999) quien reporta un pH promedio de 3.85 para tomate de cáscara 'Salamanca'.

### **Ácido Ascórbico**

En el contenido de ácido ascórbico los frutos de tomate de cáscara fertilizados con las siete fórmulas de fertilización se observaron diferencias estadísticas significativas al inicio, 15 y 30 días de almacenamiento, sin embargo a los 45 días no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 16).

Al inicio del periodo de almacenamiento los frutos de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron el mayor contenido de ácido ascórbico, sin embargo a los 15 y 30 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la fórmula 10-5-10 con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos, tres y cuatro aplicaciones foliares presentaron el mayor contenido.

Al final del periodo de almacenamiento, aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas, los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40-20-40+ 3F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con tres aplicaciones foliares presentaron el mayor contenido de ácido ascórbico con  $1.64 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

Cuadro 16. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a  $\pm 5$  °C en ácido ascórbico de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Ácido ascórbico ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )			
	Tiempo de almacenamiento (días)			
	Inicial	15	30	45
10-5-10+1F	11.02 a <sup>z</sup>	5.88 a	1.59 c	1.26 a
10-5-10+2F	7.37 c	5.75 a	3.13 a	1.31 a
10-5-10+3F	7.36 c	5.59 a	3.48 a	1.46 a
10-5-10+4F	5.95 d	5.27 a	3.39 a	1.62 a
40-20-40+1F	5.67 d	3.46 b	2.49 b	1.52 a
40-20-40+2F	9.60 b	5.62 a	3.33 a	1.56 a
40-20-40+3F	5.47 d	3.33 b	2.30 b	1.64 a
DMS	8.84	0.89	0.56	0.52
CV (%)	4.18	6.44	7.15	12.63

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

En base a lo anterior los frutos de tomate de cáscara al ser no climatéricos el contenido de ácidos orgánicos tiende a disminuir, este cambio puede resultar mas o menos rápido en función a la temperatura de almacenamiento. Según los datos, los niveles de vitamina 'C' en tomate de cáscara son bajas en comparación con el jitomate, donde se reportan valores de  $20 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de fruto fresco (Magaña, 1999).

### Acidez titulable

No se observaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de acidez titulable de los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización al inicio, 15, 30 y 45 días de almacenamiento (Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a  $\pm 5$  °C en acidez titulable (%) de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Acidez titulable (%)			
	Tiempo de almacenamiento (días)			
	Inicial	15	30	45
10-5-10+1F	1.13 a <sup>z</sup>	1.05 a	0.85 a	0.68 a
10-5-10+2F	1.30 a	1.07 a	0.94 a	0.87 a
10-5-10+3F	1.27 a	1.09 a	1.01 a	0.86 a
10-5-10+4F	1.31 a	1.20 a	0.85 a	0.73 a
40-20-40+1F	1.23 a	1.08 a	1.12 a	0.92 a
40-20-40+2F	1.28 a	1.19 a	1.06 a	0.85 a
40-20-40+3F	1.31 a	1.13 a	1.08 a	0.88 a
DMS	0.29	0.23	0.32	0.24
CV (%)	8.44	7.64	11.78	12.72

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

Aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas, los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una fertilización foliar presentaron el menor contenido de acidez titulable al inicio, 15,30 y 45 días de almacenamiento con valores de 1.13, 1.05, 0.85 y 0.68 % respectivamente.

Se observó que a medida que aumento el tiempo de almacenamiento, disminuyo el contenido de acidez titulable, debido a que los ácidos son utilizados en el proceso respiratorio (Aguilar *et al.*, 2000).

## Color

Al inicio, 15, 30 y 45 días del periodo de almacenamiento en los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización,

sin embargo a los 15 y 30 días se observan diferencias estadísticas significativas en L\* (Cuadro 18).

Al inicio del periodo de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una fertilización foliar presentaron la mayor luminosidad L\* con 58.72, sin embargo los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la fórmula 10-5-10+ 4F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio pero con el mayor número de fertilizaciones foliares obtuvieron la mayor coloración verde con un valor de -8.73 y la menor coloración amarilla con un valor de 32.55.

A los 15 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 2F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron el mayor valor de L\* y por lo tanto una mayor brillantez ó luminosidad con un valor de 59.12. Los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 40-20-40+ 1F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar, presentaron la mayor intensidad en el color verde con un valor de 5.72 y menor coloración amarilla, menor valor de b\* los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 4F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y pero con el mayor número de aplicaciones foliares con un valor de 28.87.

A los 30 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron la mayor

luminosidad con un valor de 58.62, los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con fórmula 40–20–40+ 2F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron la mayor coloración verde con –4.89 y menor coloración amarilla, los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con fórmula 10–5–10+ 4F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio pero con el mayor número de fertilizaciones foliares con 29.12.

A los 45 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con fórmula 10–5–10+ 2F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron la mayor luminosidad con 59.96, sin embargo los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con fórmula 40–20–40+ 1F con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron un mayor color verde con –4.24, y menor color amarillo los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con fórmula 10–5–10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar con un valor de 30.60.

Cuadro 18. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento a los  $\pm 5$  °C en color de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Color											
	Tiempo de almacenamiento (días)											
	Inicial			15			30			45		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
10-5-10+1F	58.72a <sup>z</sup>	-6.59a	33.75a	57.33ab	-3.95a	30.08a	58.62a	-3.75a	31.51a	58.45a	-3.22b	30.60a
10-5-10+2F	58.21a	-8.11a	35.30a	59.12a	-4.99a	31.00a	57.46ab	-2.57a	30.78a	59.96a	-3.24b	31.71a
10-5-10+3F	55.17a	-8.17a	35.85a	55.10ab	-4.54a	30.75a	54.69ab	-3.67a	32.85a	56.33a	-3.22b	31.84a
10-5-10+4F	53.11a	-8.73a	32.55a	52.82b	-5.19a	28.87a	52.28b	-4.41a	29.12a	58.38a	-3.16b	32.94a
40-20-40+1F	58.46a	-8.42a	33.61a	58.53ab	-5.72a	30.67a	58.16ab	-4.81a	30.65a	59.70a	-4.24b	30.76a
40-20-40+2F	56.69a	-7.64a	34.44a	57.16ab	-5.63a	32.08a	57.01ab	-4.89a	33.12a	58.43a	-3.92b	32.93a
40-20-40+3F	55.49a	-8.10a	35.52a	55.58ab	-5.33a	31.80a	54.80ab	-4.66a	32.45a	56.09a	-3.46b	32.59a
DMS	6.96	2.25	5.01	6.03	1.83	5.703	6.04	3.10	4.64	5.56	4.33	5.42
CV (%)	4.41	-10.14	5.22	3.83	-13.01	5.91	3.86	-27.11	5.28	3.53	-33.74	6.09

<sup>z</sup>; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

Al inicio del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con las siete fórmulas de fertilización presentaron diferencias estadísticas significativas en la relación de color 'a/b' y 'b/a', sin embargo a los 15, 30 y 45 días no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 19).

En la relación 'a/b', a menor valor numérico, el fruto es mas verde y a mayor valor tiende a ser mas amarillo. En la relación 'b/a' a menor valor numérico será menor el color amarillo del fruto y a mayor valor será mas amarillo.

Cuadro 19. Efecto de la fertilización y tiempo de almacenamiento en relación de color 'a/b' y 'b/a' de frutos de tomate de cáscara variedad Premier.

Fertilización edáfica (N, P, K) y foliar (FF)	Color							
	Tiempo de almacenamiento (días)							
	Inicial		15		30		45	
	a/b	b/a	a/b	b/a	a/b	b/a	a/b	b/a
10-5-10+1F	-0.19 a	5.24 b	-0.13 a	-7.75 a	-0.12 a	-8.50 a	-0.09 a	-10.81 a
10-5-10+2F	-0.23 ab	-9.37 ab	-0.16 a	-6.22 a	-0.80 a	-17.41 a	-0.08 a	-12.35 a
10-5-10+3F	-0.23 ab	-4.38 ab	-0.14 a	-6.17 a	-0.11 a	-9.11 a	-0.10 a	-10.59 a
10-5-10+4F	-0.27 b	-3.73 a	-0.17 a	-5.61 a	-0.15 a	-6.64 a	-0.11 a	-10.55 a
40-20-40+1F	-0.25 ab	-3.99 ab	-0.18 a	-5.39 a	-0.15 a	-6.37 a	-0.14 a	-7.38 a
40-20-40+2F	-0.22 ab	-4.59 ab	-0.19 a	-5.78 a	-0.15 a	-7.90 a	-0.12 a	-11.83 a
40-20-40+3F	-0.22 ab	-4.39 ab	-0.17 a	-6.18 a	-0.14 a	-7.14 a	-0.10 a	-9.87 a
DMS	0.06	1.50	0.06	2.75	0.09	14.57	0.10	12.77
CV (%)	-10.39	-12.27	-14.50	-15.81	-27.75	-58.01	-35.75	-44.49

¿; Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$

CV; Coeficiente de variación, DMS; Diferencia mínima significativa.

1F una fertilización foliar, 2F dos fertilizaciones foliares, 3F tres fertilizaciones foliares y 4F cuatro fertilizaciones foliares.

Al inicio del almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 1F con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron la menor relación 'a/b' con -0.27, y para la relación 'b/a' los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula 10-5-10+ 2F con el menor contenido de

nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron el menor valor con  $-9.37$ .

Los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $40-20-40+ 2F$  con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron el menor valor de la relación 'a/b' con  $-0.19$  a los 15 días de almacenamiento. En cuanto a la relación 'b/a' los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10-5-10+ 1F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron el menor valor con  $-7.75$ .

A los 30 días de almacenamiento los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10-5-10+ 2F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron la menor relación 'a/b' y 'b/a' con  $-0.80$  y  $-17.41$  respectivamente.

Al final del periodo de almacenamiento a los 45 días los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $40-20-40+ 1F$  con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con una aplicación foliar presentaron la menor relación 'a/b' con  $-0.14$ , sin embargo para la relación 'b/a' los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula  $10-5-10+ 2F$  con el menor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y con dos aplicaciones foliares presentaron el menor valor con  $-12.35$ .



## V. CONCLUSIONES

1. Los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula mas alta 40–20–40+ 1F y con una fertilización foliar y almacenados a temperatura ambiente a  $\pm 20$  °C presentaron el mayor contenido de pH y ácido ascórbico, así mismo en condiciones de refrigeración a  $\pm 5$  °C se mostró la mayor firmeza y coloración verde.
2. En condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente  $\pm 20$  °C los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizadas con la fórmula mayor 40–20–40+ 3F presentaron la mayor firmeza y en refrigeración a  $\pm 5$  °C el mayor contenido de sólidos solubles totales.
3. El menor porcentaje de pérdida de peso lo obtuvieron los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la formulación edáfica baja y la foliar alta (10–5–10+ 3F) almacenados a temperatura ambiente a  $\pm 20$  °C.
4. Se observó que los frutos de las plantas de tomate de cáscara fertilizados con la fórmula 10–5–10+ 1F almacenados en condiciones de refrigeración a  $\pm 5$  °C presentaron el mayor valor en pH, mayor contenido de ácido ascórbico y menor porcentaje de acidez titulable y a temperatura ambiente

a  $\pm$  20 °C el menor porcentaje de acidez titulable, mayor contenido de sólidos solubles totales, y mayor coloración verde.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar L., M., G; Aguilar V., A. 2000. Cambios físicos y químicos de los frutos de siete variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en poscosecha. Tesis de Licenciatura Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo. Estado de México. pp 41 – 71.
- Alba M., F. J.; R., Chavez P. Y M, Mendoza L. 1994. Inducción de madurez en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) mediante el uso de ethrel, bajo condiciones de anaquel. Tesis de Licenciatura. Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo. Estado de México. 146 p.
- Arroyo P., J. 1999. Fertilización en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), con base en el análisis de suelos. Tesis de Licenciatura Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. 76 p.
- Aviles R., J. L. 1983. Monografía sobre el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura Escuela Superior de Agricultura, UAG. pp. 6-34
- Bayer. 2000. Bayfolan. Fertilizante foliar. La solución completa en nutrición foliar para horticultura. Folleto Bayer de México. 8 pp.
- Belitz H., 1985. Química de alimentos. Zaragoza, España. Acribia. 813 p.
- Benton J., J. B. Wolf.; A. Millis H. 1991. Plant analysis hand book. 1a. edition. Micro-Macro publishing. Inc. USA. 213 pp.
- Bidwell R., G. S. 1979. Fisiología vegetal. AGT. Editor. México. 784 p.
- Bukasov, S.M. 1963; Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Colombia. Lima, IICA, Pub. Misc. N° 20.
- CAEZACA. 1981. Guía para la asistencia agrícola en Zacatepec. SARH. INIA. CIAMEC. pp. 81-86
- Cárdenas C., L. E. 1981. Algunas técnicas experimentales con tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Genética; Chapingo, Edo. de México. 87 p.
- Castro B., R.; P. Sánchez.; A. Galvis S.; A. Peña L.; M. Sandoval V. 2001. Demanda de nitrógeno en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Horticultura Mexicana Vol. 8 (3):18
- Castro F., A. 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. UTHEA, Noriega Editores. Primera Edición. México. pp 75-83 y 92-95.

- Coleto M., J. M. 1989. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 140 p.
- Coljap Industria Agroquímica. 1991. Cultivos hidropónicos. La nutrición de las plantas. Ediciones culturales VERLTDA. Volumen No. 6 Santa Fe. Bogota Colombia.
- Comisión Nacional del Agua. 1997. Normas Oficiales Mexicanas. NOM-001-ECOL-1996, NOM-002-ECOL-1996, NOM-003-ECOL-1997. pp. 16-17.
- Corrales G., J. 1993. Repercusiones del clima y de las labores culturales en la calidad de los cultivos tropicales In: Pelayo Z., C. Y J. C. Peña A. (eds.) Manejo postcosecha de frutas y hortalizas tropicales. H. Veracruz, Ver. pp. 13-25.
- Corrales G., J. 1994. Calidad y normas de los frutos. In: Villegas M., A; M. I., Reyes S. y M. L. Arevalo G. (eds.) Reunión internacional y segunda reunión nacional de frutales nativos e introducidos. Colegio de postgraduados, Montecillos, México. pp. 223-234.
- Davies J., N. Y G. W., Winsor. 1969. Some effects of variety on the composition and quality of tomato fruit. J. Hort Sci. 44:331-342.
- Devlin R. M. 1980. Fisiología Vegetal. Omega. Barcelona 517 pp.
- Domínguez V., A .1989. Tratado de fertilización Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 601 pp.
- Elías, L. 1999; Interacción Empaque-Producto y su efecto sobre la calidad del almacenamiento. Empaque en la industria de Alimento, Cuba, La Habana, pp. 38-39.
- Ellion W., T. Y. Ralph, S., C. 1980. Botánica. Quinta Edición. Editorial Limusa. México D.F. 209 pp.
- García J., B. 2003. Caracterización poscosecha de variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura Depto. de fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 1-22.
- García L., D. y J. W., Jiménez J. 1999. Propagación vegetativa de tomate de cáscara vía clonación de esquejes. Tesis de Licenciatura. Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo. Estado de México. 54 p.
- García V. A. 1976. Citotaxonomía del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Avances de la enseñanza y la investigación. 1975-1976. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Edo. de México 98 p.

- Garzón T., J. A.; A. R. Garay. 1977. Los cultivos de tomate de cáscara y calabacita en el estado de Hidalgo. SARH. INIA. CIAMEC. No. 58.8 p.
- Goodman R., V. 1999. Metales pesados y sus antagonistas. Bases farmacológicas de la terapéutica. Novena edición. Edit. Interamericana. pp. 16-27.
- Güemes G., M. J. 1999. Producción de semilla de Tomate de cáscara variedad Rendidora en el Estado de Morelos. En: 500 tecnologías llave en mano. División Agrícola Tomo II Ed. SAGAR. INIFAB. pp. 102-103.
- Güemes G. M. J. Palacios, A. A, Ramírez R. S., García P. F., Salazar P. A. e Inove K. 2001. Guía para cultivar Tomate de cáscara en el estado de Morelos, Campo experimental Zacatepec. Folleto 29:p.
- Hardenburg E., R. 1988. Almacenamiento comercial de frutos, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Trad. Duran, A. F. IICA. San José, Costa Rica. 150 p.
- Hernández F., J; 2005. Fertilizaciones edáfica y foliar de tomate de cáscara en almacigo. Tesis de Licenciatura Depto. de Fitotecnia UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 4 - 10.
- Hernández M., J.; L. Hernández T. 1995. Tratamientos para romper latencia en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Material Tamazula. Tesis de Licenciatura Depto. de Fitotecnia UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 15-20.
- Jacobs, M., B. 1958. The chemical analysis foods and food products. 3ª edición. D Van Nostrand. New York, USA. 970 p.
- Jiménez G., R., J.F. Domínguez R. Y A. Peña L. 1992; Plagas insectiles del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Revista Chapingo Serie Horticultura 16:75-79.
- Loué A. 1988. Los microelementos en la agricultura. Primera Edición. Mundi-Prensa. España. 354 pp.
- Macias R. F., 1995, Propiedades Físicas del fruto de tomate de cáscara y cambio por daño mecánico, cosecha y almacenamiento; Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados P. Chapingo, Méx. 120 p.
- Magaña B., W.1999. Manejo poscosecha en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 3-31.
- Martínez C., L.; V. A. Villagómez J. 1995. Comportamiento de cinco variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en el ejido de Tulantongo,

Estado de México. Tesis de Licenciatura Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 26-29

- Martínez S., J.; A. Peña L. y D. Montalvo H. 2004. Producción y tecnología de semilla de tomate de cáscara. Técnico No. 4. Programa Nacional de Investigación y Servicio en Olericultura. Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México 36 p.
- Menzel M., Y. 1951. The cytotaxonomy and genetics of *physalis*. Proceedings of the American Phylosophical Society. 95:51.
- Molinas F., M.; S., Duran T. 1970. Frigoconservacion y manejo de frutas, flores y hortalizas. Barcelona, Aedos. 278 p.
- Montalvo H., D. 1995. Nutrición y clorosis en tomate de cáscara. Tesis de Maestría en Ciencias. Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo. Estado de México. 181 p.
- Montalvo H., L, 1998. Caracterización molecular y morfológica de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 92 p.
- Moreno G., A. 1994. Evaluación de dosis de herbicidas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. 85p.
- Mulato B., 1. 1984. Desarrollo y fonología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad rendidora en la región de Zacatepec, Morelos II. Dinámica del desarrollo en base a los muestreos, en pie e investigación del sistema radical. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia UACH. México. 116 p.
- Pantastico, E.B. 1979. Postharvest Physiology, Handling and utilisation of Tropical and Subtropical fruit and vegetables. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut. 132 p.
- Paredes-Mendoza M., 2000. Composición química y valores nutricionales en 19 tipos mexicanos de tomate de cáscara, Tesis de Licenciatura. Colegio de posgraduados, Montecillos, Texcoco, Edo. de Méx. 111 p.
- Pelayo, Z. C. 1982. Almacenamiento de frutas y hortalizas. Comisión nacional de fruticultura. SARH. México. 92 p.
- Pelayo, Z. C. y E. Pedraza G. 1984. Cosecha y almacenamiento de frutas y hortalizas. Manuales técnicos para la elaboración de cursos de

- capacitación. Sistema nacional para el abasto... CONAFRUT SARH, México. 106 p.
- Peña L., A. 1998. Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Doctorado en Ciencia Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo Estado de México. 151p.
- Peña L., A.; F. A. Ramírez P.; R. A. Cruz G. 1991. Edad al transplante de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura. 73-74:57-60 p.
- Pérez G., M. 1993. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) selección y evaluación para concentración y precocidad de cosecha. Tesis de Maestría Programa de Horticultura, UACH. Chapingo, México. 86 p.
- Reiners, S. C. 1998. Los tomates, necesitan nutrientes en las cantidades correctas. Productores de hortalizas. (4) s: 10-13 vol. (15) no. 3: 71-72.
- Rodríguez, S. F. 1989. Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT Editor, S. A. Tercera Edición. México. 157p.
- Romero B., V. 1994. Respuesta de dos genotipos de trigo harinero a la fertilización y densidad de siembra para rendimiento y calidad en Navidad NL. Tesis de Licenciatura. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Agraria. Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. México. 52 p.
- Romero B., V. 2000. Fertilización y fechas de transplante en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría Programa de Horticultura. UACH. Chapingo, Estado de México. 80 p.
- Salinas H., R. M<sup>a</sup>. 1998. Efecto del grado de madurez, encerado y frigoconservación sobre la maduración y calidad de guayaba media china. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 32-38.
- Sánchez, C. F. y Escalante, R. E. R. 1988. Hidroponía un sistema de producción de plantas: principios y métodos de cultivo. Tercera Edición. UACH. Chapingo, Estado de México. 194 p.
- Sánchez, C. F. y Escalante, R. E. R. 1999. Un sistema de producción de plantas en hidroponía principios y métodos de cultivo. UACH. Chapingo, Estado de México. 32-33 pp.

- Sánchez G., J. 1998. Planeación de fechas de siembra y cosecha de lechuga y tomate de cáscara. Tesis de Maestría IREGEP. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 8-13.
- Sánchez P., J. De la L. 1993. Índices de madurez en aguacate: muestreo de frutos en campo y determinación de materia seca. Folleto No. 20, SARH – INIFAP, Uruapan Michoacán, México. 12 p.
- Santiaguillo H., J.; F., A. Peña L.; D. Montalvo H. y A. Uribe Ch. 2000. El cultivo del tomate milpero en Villa Purificación, Jal. Boletín de divulgación No. 5. Programa Universitario de Investigación y Servicio en Olericultura. Depto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. 31 p.
- Saray M., C. R. 1977. Tomate de cáscara. Algunos aspectos sobre su fisiología e investigación. CAE, Zacatepec, Mor. CIAMEC-INIA-SARH.
- Saray M., C. R. 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp. 9-23.
- Tamayo P., E. 1998. Determinación del intervalo óptimo de cosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) tipo milpero. Tesis de Maestría Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. 53 p.
- Tamhane, R. V.; P. Mtiramani, D.; P, Bali Y. 1992. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. 1ª. Edición. Diana. México. 483 pp.
- Van Haeff, J. N. M. 1998. Tomates, área de producción vegetal (16). Editorial Trillas. Cuarta Edición. Impreso en México. 35-38 pp.
- Vásquez R., F. 1979. Tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Mimeografiado.
- Velázquez C., M. B. 1998. Efecto de la fertilización foliar en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo México. Tesis de Licenciatura Depto. de fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 11-32 p.
- Velásquez D., S. 1993. Densidades de población en variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 9-18.
- Wills, R. H; McGlasson, W. B; Hall, E. G y Gaham, D. 1977. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas postrecolección. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 195 p.



Yahia, E. M. y I. Higuera C. 1992. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícola. Editorial LIMUSA. México. 303 p.

Zambrano Z., O., León L., M., A; 2003. Evaluación de dos fertilizantes y coadyuvantes en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Tesis de Licenciatura Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. pp. 12 - 20.

## VII. APÉNDICE

Cuadro 1A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' al inicio del almacenamiento a temperatura ambiente  $\pm 20$  °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coefficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	164.50	32.65	0.53
Firmeza	1.27	19.03	0.09
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.51	11.31	0.35
pH			
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0.03	6.05	0.33
Acidez titulable	0.02	13.81	0.55
Color (L)	6.61	4.45	0.75
Color (a)	1.86	-19.48	0.03
Color (b)	1.69	3.86	0.03
Color (a/b)	0.014	18.38	0.04
Color (b/a)	5.32	-43.61	0.32

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$

Cuadro 2A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' a los 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente  $\pm 20$ °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coefficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	5.93	20.86	0.0002
Firmeza	4.25	36.34	0.86
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.65	11.25	0.01
pH	0.06	6.96	0.97
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0.07	3.83	0.45
Acidez titulable	0.01	9.58	0.04
Color (L)	6.90	4.58	0.45
Color (a)	1.19	-37.66	0.29
Color (b)	1.84	4.30	0.09
Color (a/b)	0.0011	-36.39	0.25
Color (b/a)	3495.53	9972.56	0.48

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$

Cuadro 3A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' a los 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente  $\pm 20$  °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	8.00	19.20	0.0004
Firmeza	2.51	37.46	0.51
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.69	12.21	0.01
pH	0.03	4.74	0.12
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0.005	1.66	<0.0001
Acidez titulable	0.004	5.77	<0.0001
Color (L)	7.33	4.51	0.60
Color (a)	1.39	-49.69	0.41
Color (b)	1.75	4.13	0.04
Color (a/b)	0.0013	-49.34	0.36
Color (b/a)	502133.69	339.38	0.56

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$

Cuadro 4A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' al inicio del almacenamiento a temperatura de refrigeración  $\pm 5$  °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	0.0	-	-
Firmeza	1.27	19.03	0.09
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.51	11.31	0.35
pH	-	-	-
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0.01	4.55	0.23
Acidez titulable	0.01	12.18	0.68
Color (L)	6.23	4.41	0.12
Color (a)	0.65	-10.14	0.10
Color (b)	3.23	5.22	0.30
Color (a/b)	0.00058	-10.39	0.05
Color (b/a)	0.29	-12.27	0.09

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$

Cuadro 5A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' a los 15 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración  $\pm 5$  °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coefficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	14.80	41.05	0.58
Firmeza	2.64	29.61	0.63
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.05	3.07	<0.0001
pH	0.001	1.16	0.0001
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0.005	3.94	<0.0001
Acidez titulable	0.004	5.71	< 0.0001
Color (L)	4.68	3.83	0.04
Color (a)	0.43	-13.01	0.05
Color (b)	3.30	5.91	0.43
Color (a/b)	0.00057	-14.50	0.16
Color (b/a)	0.97	-15.81	0.13

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$

Cuadro 6A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' a los 30 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración a  $\pm 5$  °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coefficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	40.73	47.24	0.63
Firmeza	2.26	32.78	0.63
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.06	3.72	<0.0001
pH	0.003	2.14	0.72
Ácido ascórbico (Vitamina C)	0.009	1.93	<0.0001
Acidez titulable	0.003	5.54	<0.0001
Color (L)	4.70	3.86	0.02
Color (a)	1.24	-27.11	0.19
Color (b)	2.77	5.28	0.10
Color (a/b)	0.0012	-26.75	0.14
Color (b/a)	27.33	-58.01	0.21

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$

Cuadro 7A. Resumen del análisis de varianza para las variables de calidad del fruto evaluadas en frutos de tomate de cáscara 'Premier' a los 45 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración a  $\pm 5$  °C.

Variable	Cuadro medio del error	Coficiente de variación	Pr > F
Pérdidas de peso	47.06	35.02	0.68
Firmeza	1.59	32.72	0.19
Sólidos solubles totales (° Brix)	0.07	3.84	<0.0001
pH	-	-	-
Ácido ascórbico (Vitamina C)	1.29	9.27	<0.0001
Acidez titulable	0.02	14.31	0.34
Color (L)	3.32	3.53	<0.0001
Color (a)	2.01	-33745.62	<0.0001
Color (b)	3.15	6.09	<0.0001
Color (a/b)	0.0015	-35.75	0.61
Color (b/a)	21.72	-44.49	0.82

N.S, \*\*No significativo o significativo a  $P \leq 0.05$