

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Comportamiento de la luminosidad y atributos de calidad en
poscosecha para frutos extrafirmes de tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) de larga vida de anaquel en diferentes genotipos.**

Por:

Fernando Morales González

Tesis:

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Comportamiento de la luminosidad y atributos de calidad en
poscosecha para frutos extrafirmes de tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) de larga vida de anaquel en diferentes genotipos.**

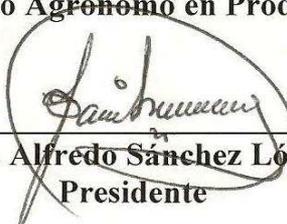
Tesis

Presentado por:

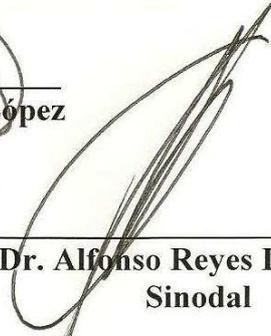
Fernando Morales González

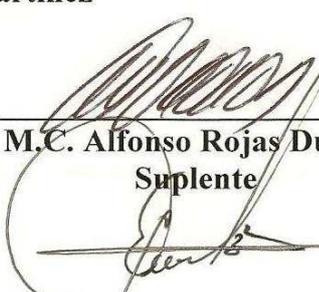
**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito
parcial para obtener el título de:**

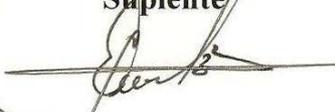
Ingeniero Agrónomo en Producción


M.C. Alfredo Sánchez López
Presidente


M.C. Sergio Sánchez Martínez
Sinodal

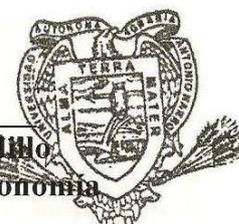

Dr. Alfonso Reyes López
Sinodal


M.C. Alfonso Rojas Duarte
Suplente


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 2009


Coordinación
División de Agronomía

DEDICATORIA

A mi familia.

En la que he recibido amor y cariño, donde he obtenido gran parte de mi formación como ciudadano, en la cual, estando unidos hemos avanzado en nuestros propósitos. Apoyándome en todo momento a pesar de los tropiezos que he tenido en la vida y que me brindo su confianza para que siguiera mis metas. Los llevo conmigo en todo momento, gracias los quiero y admiro.

Mis padres

Rutilo Morales Claudio e Isabel González Flores

Mis hermanos

Raúl y Liliana

A mis abuelitos

Gracias por su apoyo y consejos que me dieron.

A mis tíos y tías

Quienes me han brindado su amistad y apoyo en todo momento, que han influenciado mucho en mi formación como persona y formación profesional, gracias.

A mis primos y primas

Aunque siendo de diferentes edades hemos crecido juntos, apoyándonos mutuamente, compartiendo momentos agradables y sobre todo compartiendo las ganas de continuar estudiando.

A mis amigos y amigas

Con quienes he compartido parte de mi vida, pasando juntos buenos y malos momentos dentro y fuera de la Universidad, pero sabiendo sobrellevar las situaciones saliendo adelante. A Marcelino, Emmanuel (Tori), Juan Manuel (Manqueros), Daniel (Gil), Benjamín, Oscar (Niño), Basaldua, Chepella, a los guanajuatos, Yesenia, Yuri, Magalidia Denise y demás compañeros de generación, A mis compañeros Gilberto (Gilbertito), Cástor, a mis compas, Jemo, Víctor (el Beautiful), y todos mis amigos del estado de Durango.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad** por permitirme ser parte de ella, formándome como profesionista con los conocimientos necesarios para afrontar los retos que se presenten durante mi vida profesional.

Al **M. C. Alfredo Sánchez López** por el asesoramiento recibido en la presente investigación y por brindarme su confianza y amistad durante mi estancia en la institución, gracias.

Al **M. C. Sergio Sánchez Martínez, Dr. Alfonso Reyes López y M.C. Alfonso Rojas Duarte** por su valiosa colaboración en la presente investigación.

A todos mis maestros de los diferentes Departamentos que me impartieron conocimientos para mi formación profesional, gracias a todos ellos.

A la encargada del Laboratorio de Poscosecha T. L. Q. María Guadalupe Pérez Ovalle por el apoyo recibido en la realización del trabajo en laboratorio y obtención de los datos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2. 1. Tomates de larga vida de anaquel	5
2.2. Índice de cosecha	10
2.2.1. Recolección y calidad del fruto (Precosecha)	11
2.2.2. Selección	12
2.2.3. Clasificación	12
2.2.4. Preenfriado	14
2.3. Parámetros de calidad	14
2.4. Maduración	17
2.4.1. Normas de Estados Unidos para tomates de invernadero	19

	Pág
2.4.2. Fisiología poscosecha	20
2.4.3. Respiración	21
2.4.4. Transpiración	22
2.4.5. Factores ambientales que causan el deterioro en tomate	22
2.5. Conservación y uso de técnicas de frío	22
2.5.1. Control de la humedad relativa	25
2.6. Luminosidad	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Localización del área de estudio	28
3.2. Descripción del material vegetativo	28
3.2.1. Descripción del TSAN 10001	28
3.2.2. Descripción del TSAN 10002	29
3.2.3. Descripción del TSAN 10003	29
3.2.4. Descripción del TSAN 10004	30
3.2.5. Descripción del Caimán	30
3.3. Descripción de los tratamientos de acuerdo al procedimiento establecido	31
3.4. Variables evaluadas	33
3.5. Procedimiento	33
3.5.1. Procedimiento para la variable Pérdida de peso	33
3.5.2. Procedimiento para las otras variables evaluadas	33
3.6. Análisis de datos	34

	Pág
3.7. Descripción de procedimiento para la variable Luminosidad	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Luminosidad	36
4.2. Pérdida de peso	40
4.3. Firmeza	42
4.4. ° Brix	44
4.5. Grosor de mesocarpio	46
4.6. Número de lóculos	48
V. CONCLUSIONES	49
VI. BIBLIOGRAFÍA	51
VII. APÉNDICE	60

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
1	Calibre y tamaño de fruto para tomate tipo beef 13
2	Arreglo experimental de los diferentes genotipos y fechas de evaluación para la variable Luminosidad 31
3	Clasificación de color requerido por las Normas en Estados Unidos para los Grados de tomates frescos 35
4	Comparación de medias (Tukey), para la variable Luminosidad en el factor genotipos 36
5	Comparación de medias (Tukey), para la variable Luminosidad en el factor fechas de evaluación 39
6	Comparación de medias (Tukey), para la variable Pérdida de peso en el factor genotipos 41
7	Comparación de medias (Tukey) para la variable Firmeza 43
8	Comparación de medias (Tukey) para la variable ° Brix 45
9	Comparación de medias (Tukey) para la variable Grosor de mesocarpio 47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
1	Escala triestímulo de Hunter (L, a, b) 27
2	Luminosidad en los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes 37
3	Comportamiento del color (coordenadas a, b) entre los diferentes genotipos en las fechas de evaluación 38
4	Luminosidad en las fechas de evaluación de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes 40
5	Pérdida de peso de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes 41
6	Firmeza de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes 44
7	° Brix de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes 45
8	Grosor de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes 47

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue la necesidad de determinar el comportamiento en poscosecha en diferentes genotipos, siendo el híbrido Caimán (T) con cuatro nuevos genotipos de tomate beef de hábito indeterminado y semi-indeterminado próximos a ser liberados, que son el resultado del programa de mejoramiento genético del Departamento de Horticultura de la UAAAN denominados **TSAN**. Se consideraron variables que caracterizan la calidad del fruto, que interfieren en las exigencias de los mercados para este tipo de tomate.

La investigación fue realizada en el laboratorio de Poscosecha del Departamento de Horticultura de la UAAAN, localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el otoño de 2008. El material vegetativo utilizado fueron frutos de tomate tipo beef producidos bajo invernadero *In situ*, en el ejido de Santa Rita, ubicado en el Cañón de Carbonera, Sierra de Arteaga, Coahuila.

Los materiales genéticos utilizados en la evaluación fueron los híbridos intervarietales **TSAN 10003**, **TSAN 10004**, **TSAN 10001**, **TSAN 10002** y Caimán (T) testigo utilizado, todos ellos con la característica de larga vida de anaquel, los genotipos **TSAN 10001**, **TSAN 10004** y Caimán (T) presentan hábito de crecimiento indeterminado, **TSAN 10003** y **TSAN 10002** son de hábito semi-indeterminado. Los frutos evaluados se cosecharon quebrando colores 2 y 3, y almacenados a temperatura ambiente en el Laboratorio de Poscosecha para la evaluación de las variables en las fechas establecidas.

Una vez obtenidos los datos para cada variable se corrieron los análisis de varianza correspondientes bajo el diseño completamente al azar.

Las variables por su importancia fueron Luminosidad, destacando el genotipo TSAN 10003 con 56.8566 al presentar una mayor vida de anaquel respecto a Caimán (T) con 50.563. Para la variable Pérdida de peso el genotipo TSAN 10003 presento el mismo comportamiento. Para Firmeza los genotipos TSAN 10002 con 1.698 kg/cm² y TSAN 10001 con 1.438 kg/cm² estadísticamente fueron iguales reportando la mayor firmeza que el resto de los genotipos. En la variable °Brix el TSAN 10002 expreso el mayor valor con 4.1° al momento de la evaluación superando al resto de los genotipos. Para Grosor de mesocarpio los genotipos TSAN 10003, Caimán (T), TSAN 10001 y TSAN 10004 son estadísticamente iguales y superiores al TSAN 10002. Para la variable Número de lóculos no hubo diferencia significativa entre genotipos.

Palabras clave: Poscosecha, Tomate, Beef, Luminosidad, Calidad, TSAN.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mercado de la producción de tomate existen genotipos tipo bola de larga vida de anaquel, que han sido modificados por ingeniería genética para suprimir el efecto que tiene el etileno sobre la maduración de las frutas, esto les permite permanecer mayor tiempo en el anaquel además de tener una mayor calidad, sin embargo estos se conocen como organismos genéticamente modificados (OGM) donde no se tiene evidencia científica sobre el riesgo que puedan tener para la salud humana el consumir este producto, ni tampoco de la posibilidad que el gen que se adiciona al vegetal sea trasferido al genoma del ser humano, más sin embargo, no es nula esta posibilidad. Tomas, (2002). El problema más complejo de este cultivo en el país es la falta de investigación en los genotipos tipo beef y saladette, los cuales sean creados por métodos convencionales de mejoramiento genético, lo cual se puede definir como selección natural y no por métodos artificiales de alteración genética, como se les denomina a los híbridos comerciales de empresas trasnacionales denominados (OGM) los cuales como ya antes mencionados pueden ser riesgosos para la salud del ser humano en cambio los híbridos que son formados a través de métodos de mejoramiento genético, ofrece altas expectativas en rendimiento y buenas características como son: extrafirmes, color, sabor, tamaño, y lo más importante larga vida de anaquel. Sánchez, (2003).

La tendencia actual de la producción de tomate es realizada bajo la agricultura protegida, con diversas estructuras se pretende mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad presentándose rendimiento de tomate de 300 a 500 ton/ha/año en función del nivel de tecnología de la estructura utilizada, el cual garantiza que

el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria. Castilla, (2003).

La evolución de la agricultura protegida está teniendo un mayor impulso en las diferentes regiones del país y específicamente en la región norte de México que comprenden los estados de San Luis Potosí, Nuevo León, Chihuahua, Coahuila, Durango entre otros abarcan una superficie de agricultura protegida de aproximadamente 670 ha produciendo cultivos como tomate, chile pimiento, pepinos y otras hortalizas lo que corresponde el 35.8% a malla sombra y el 64.2% a invernaderos de diferentes niveles tecnológicos. Sánchez, (2009). En base a lo antes mencionado se ha determinado realizar una investigación que nos aporte el comportamiento de materiales genéticos de tomate tipo beef bajo invernadero de alto potencial que han sido generados por el departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, materiales genéticos que compiten fuertemente con híbridos comerciales y además que presentan una expectativas para enfrentar los reto del futuro a corto plazo para esta modalidad.

Por la importancia que revisten estas características de calidad en tomate extrafirme se plantean los siguientes objetivos.

Objetivo general

Estudiar la expresión y caracterización en comportamiento de la luminosidad en poscosecha de los diferentes genotipos semicomerciales y comercial tipo beef de hábito

Indeterminado y semi-indeterminado producidos bajo las condiciones de Invernadero *in situ* en la Región de la Sierra de Arteaga, Coahuila.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de los genotipos de tomate en poscosecha de hábito indeterminado y semi-indeterminado tipo beef producidos bajo condiciones de invernadero y fertirrigación.
- Seleccionar el mejor genotipo de acuerdo a las características de calidad y almacenamiento para las condiciones de invernadero en la región de la sierra de Arteaga, Coahuila.
- Conocer el comportamiento de los diferentes genotipos y su manejo *in situ* en relación a la expresión de la luminosidad en diferentes periodos de almacenamiento.
- Determinar cual de los genotipos presenta el mejor comportamiento en sus diferentes características cuantitativas en el período de almacenamiento.

Hipótesis

- El efecto de almacenamiento poscosecha de los diferentes genotipos **TSAN** superara al testigo Caimán (T) bajo las condiciones evaluadas.

- La calidad de fruto manifestara un efecto superior los **TSAN 10001**, **TSAN 10002**, **TSAN 10003**, **TSAN 10004**, comparados con el híbrido Caimán (T).
- El periodo de almacenamiento en sus siete fechas de evaluación afectara la calidad del fruto en su periodo final de madurez fisiológica en los diferentes genotipos evaluados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. Tomates de larga vida de anaquel

Philouze *et al.*, (1992). Describen que este tipo de híbridos añaden a la alta productividad y resistencia a enfermedades, las características de larga conservación de sus frutos. Introducidos recientemente, ya que se ha extendido por todo el sector agrícola, presentan la ventaja de su larga vida de estantería y su capacidad para soportar transportes de largas distancias pero suelen tener defectos de calidad, en cuanto a coloración y sabor.

Los genes de maduración nor “non ripening” y rin “ripening inhibitor” son los responsables de dichos efectos. En homocigosis inhiben por completo el proceso de maduración, mientras que en heterocigosis, debido a su recesividad no completa, confiere a los frutos cualidades de color, sabor y conservación más cercana a las parentales normales.

El material vegetal al emplear para este fin requiere de cultivares adaptados a este uso, con frutos esféricos y uniformemente coloreados. Los primeros frutos del racimo, una vez maduros, deben de aguantar mucho para que los últimos terminen de madurar y muestren también su color uniformemente rojo.

En cuanto al calibre serán tomates entre grandes, medianos y chicos además deberá presentar un racimo bien formado, el raquis bien ramificado permitiendo la inserción de los 5,6,7 tomates sin empujarse unos a otros, sin apretarse y así durar más tiempo y así manipularse con mayor facilidad.

Pérez y Castro, (1999). La elección de la variedad de tomate para agricultura protegida debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles pero no todas son apropiadas para la producción en agricultura protegida. En México, no existe tradición en la producción intensiva de tomate en estos sistemas, por lo que se tiene que hacer una continua evaluación de los materiales que comercializan las empresas semilleras.

De León y Sánchez, (2000). Evaluaron nueve líneas de tomate tipo bola extra firme de hábito indeterminado; provenientes de cruza interespecíficas; manejándolos bajo dos sistemas de podas y establecidas a dos densidades de plantación en condiciones de campo abierto, se observó que el rendimiento de frutos grandes con calidad de exportación se encontró en el primer periodo de producción, mientras que para los frutos medianos y chicos de exportación fue en el segundo periodo de producción, en las nueve líneas de estudio. En cuanto a rendimiento nacional, se encontró que las líneas TSAN -01-S, TSAN -02-S, TSAN -03-S y TSAN -1-7 concentraron su producción en el segundo periodo; por otro lado las líneas TSAN -103-SV y TSAN -3-7 concentran la producción de cajas de frutas grandes de calidad nacional en el primer período de producción y la producción de cajas de frutos medianos y chicos durante el segundo periodo, caso contrario a lo que ocurre con la línea TSAN -4-7. En relación al rendimiento comercial en cajas ha^{-1} para las líneas TSAN -103-SV, TSAN -03-S y TSAN -3-7 se concentran este rendimiento en el segundo periodo de cosecha, mientras que en las líneas restantes la concentración del rendimiento es durante el primer periodo. Encontramos también que la línea TSAN -103-SV es la que obtiene el mayor

rendimiento comercial con 32.7 ton/ha y 2600 cajas/ha, así como también el mejor rendimiento total con 36.28 ton/ha.

Sánchez *et al.*, (2003). Evaluaron el comportamiento de 6 líneas e híbridos interespecíficos en proceso de mejoramiento genético de tomate tipo bola, de hábito indeterminado, extrafirmes de larga vida de anaquel, denominados TSAN -100; TSAN -101; TSAN -102; TSAN -103; TSAN -104; y TSAN -103-7-8-9-RC4-01-03 (TESTIGO); estos genotipos fueron manejados en campo abierto y poda a dos tallos considerando las siguientes características de tamaño de fruto en sus diferentes calidades exportación y nacional, caracterización de diversos atributos, realizando la producción en dos períodos de cosecha. Los resultados más sobresalientes fueron cajas de frutos grandes, rendimiento comercial y rendimiento total, los que concentraron el total de la producción en calidad de exportación en el segundo período, el genotipo con el mayor rendimiento TSAN -104, segundo por los genotipos TSAN -101; TSAN -100 y TSAN -102 superando significativamente al testigo.

Sánchez *et al.*, (2002). Evaluó el comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate en la región del Altiplano Potosino lo que se encontró que el mejor genotipo fue TSANL -104, al obtener el mayor el rendimiento de fruto comercial en calidad de exportación fue reportada una producción de 5,926.27 cajas/ha; manifestó que el más alto rendimiento de frutos grandes, medianos y chicos de esa calidad con 5,514.15, 229.68 y 78.37 cajas/ha respectivamente, relación al Testigo con un rendimiento en cajas/ha comerciales de 4,927.41. En cuanto a calidad de fruto expresado en firmeza fue de; TSANL -103 con 2.2092 (lbs), seguido por TSAN -104 con 1.7500 (Lbs); con relación al Testigo que fue de 1.1193 (Lbs).

Zambrano, (1999). La vida útil de los frutos depende del estado de madurez en los cuales fueron recolectados así como el manejo que recibe en postcosecha, el cual tiene como finalidad principal el de proporcionar un producto en el mercado con la máxima calidad al menor costo posible y con la mínima cantidad de pérdida.

Wills *et al*, (1999). Es bien sabido que las pérdidas de productos hortícolas durante el almacenamiento poscosecha y la comercialización son de una magnitud considerable, pero son pocos los estudios que las han cuantificado con precisión. La dificultad en la cuantificación de las pérdidas poscosecha radica, en parte, en la que supone la identificación de las etapas de la cadena poscosecha en que se produce la pérdida. No es frecuente que, en una de ellas, se ejerza un estrés físico o metabólico sobre el producto que, sin embargo, no evidencia sus efectos deletéreos hasta un eslabón más tardío de la cadena.

FAO, (1993). Las frutas y vegetales frescos, como productos altamente perecederos sufren deterioros elevados directa e indirectamente entre el campo y el productor final. Los países en desarrollo pierden entre un 40 y un 50 por ciento de sus productos hortícolas durante la postcosecha como consecuencia de insuficientes trabajos científicos y la escasa tecnología aplicada en el manejo postcosecha, principalmente en la falta de control de calidad en los procesos de maduración de los frutos.

Saucedo, (1981). La cosecha no es la fase final de la vida de las frutas y hortalizas, sino que son organismos vivos que experimentan una serie de procesos físicos, químicos y fisiológicos que controlan sus características cualitativas durante su manejo y comercialización. La vida de almacenamiento, que varía desde pocos días hasta varios meses, está controlada por una serie de factores entre los que se incluyen:

La intensidad respiratoria, las diferentes reacciones de degradación o síntesis de las sustancias componentes del producto, las pérdidas de humedad por efecto de la transpiración, los daños de tipo mecánico o bien los ocasionados por el ataque de diferentes microorganismos. Todos estos efectos pueden estar estrechamente relacionados y a su vez influenciados por la temperatura, por lo que, comprendiendo correctamente las causas de la descomposición de los productos hortofrutícolas y sus relaciones con la disminución de la temperatura, es posible incrementar la vida útil de dichos productos por un tiempo considerable con el mínimo de cambios en su calidad.

Las frutas y las hortalizas están compuestas por numerosos espacios intercelulares, que a su vez están interconectados a numerosas aperturas naturales denominados lenticelas y estomas. El agua en los espacios intercelulares se encuentra en forma de vapor manteniendo una atmósfera saturada en el interior, y el cual se mueve hacia el exterior a través de las lenticelas, estomas, heridas y el pedúnculo, debido a una diferencia entre la presión de vapor en la atmósfera interna y la que rodea al producto. Esta diferencia de vapor se conoce como “déficit de presión de vapor” y varía con la temperatura y humedad relativa.

Ontiveros, (2008). En México preferimos consumir el tomate fresco así como también es utilizado como producto industrializado para la elaboración de pastas, salsas, purés, jugos, entre otros productos, su importancia radica en la preparación de alimentos ya sea cocinado o crudos así como también en la elaboración de ensaladas.

2.2. Índice de cosecha

López, (1994). Los índices de madurez y cosecha, para el mercado local el tomate es cosechado cuando está rosado o parcialmente rojo, y el de exportación debe cosecharse antes de que tome la coloración rosa, es decir verde.

Suslow y Cantwell, (2009). La mínima madurez para cosecha (Verde Maduro 2, Mature Green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso está presente en al menos un lóculo y se está formando en otros.

La recolección debe de realizarse con gran cuidado, puesto que es necesario no producir daños en los frutos que incluso sin ser apreciables visualmente, constituyen el origen de grandes pérdidas que se manifestarán posteriormente como:

- Infección por microorganismos como desarrollo posterior de pobredumbres.
- Incremento en la actividad respiratoria y en la emisión de etileno que provocarán la aceleración en el proceso de maduración.
- Aumento de pérdidas de agua.
- Inducción de daños internos.

La recolección debe de realizarse cuando el fruto haya alcanzado la apropiada madurez comercial, que se determina en función de las exigencias del mercado de destino y del tiempo estimado para su comercialización.

2.2.1. Recolección y calidad del fruto (Precosecha)

El periodo poscosecha se inicia al momento de la recolección de los frutos. Uno de los factores más importantes es el índice de madurez según el mercado al que esté dirigido, condiciones de transporte y la temperatura. Las temperaturas óptimas para una buena recolección son entre 21 a 28 °C.

La calidad de los frutos al momento de la recolección depende de las características de la variedad, condiciones climatológicas y prácticas culturales. La calidad está determinada por el color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, estas características son importantes para el almacenamiento y resistencia al transporte. Citado por Martínez, (2004).

El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial. La calidad de los tomates es influenciada por la dureza de la epidermis, la firmeza de la pulpa y la estructura interna del fruto (relación material pericarpio/material lóbulos) los cuales varían mucho entre cultivares. La fuerza óptima de separación del fruto del pedúnculo debe ser alrededor de 1.2 a 2.2 kg, y la fuerza para romper la capa de abscisión debe ser 0.7 kg mayor que la necesaria para la separación del fruto del pedúnculo.

Elhadi e Higuera, (1992). La producción de la enzima solubilizante de la pared celular (poligalacturonasa) durante la maduración, juega un rol significativo en los cambios de la textura. El contenido en sólidos solubles en la mayor parte de las variedades se sitúa entre 4.5 y 5.5 °Brix, aunque más el carácter varietal influye sobre el contenido en sólidos solubles factores agrologicos, especialmente la climatología

durante el periodo de maduración y el riego (volumen total de agua, momento de corte de riego) que puede hacer variar los °Brix para frutos de una misma variedad entre 4 y 7.

2.2.2. Selección

Se busca separar los productos “buenos” de los “malos”, es decir los que cumplan los criterios mínimos para ser comercializados. Se deben destacar los productos atacados por microorganismos, rajados, quemados, frutos pequeños, malformados, hojas tallos y otros elementos que acompañan al tomate en el envase de campo. Estas operaciones son ejecutadas en un precalibrador de mallas o rodillos y sobre un transportador.

2.2.3. Clasificación

La clasificación es un factor que tiene mayor influencia en las características del producto final. Aquí los frutos se clasifican por criterios de calidad, los principales son: tamaño (Tabla 1), color, forma, estado de madurez. Resultado de este proceso se establecen categorías, tales como calibres y calidades (Extra, exportación, primera, segunda).

Elhadi e Higuera, (1992). La apariencia, firmeza, comportamiento de maduración y la vida en estante, son los factores de calidad más importantes para los comerciantes y distribuidores del mercado; en cambio, los consumidores consideran de buena calidad aquellos tomates que tienen en principio buen aspecto, firmes, de color adecuado, buen sabor y adecuado valor nutritivo.

Cuadro 1. Calibre y tamaño de fruto para tomate tipo beef.

Tamaño	Pulgadas		Milímetros		Calibres
	Diámetro mínimo	Diámetro máximo	Diámetro mínimo	Diámetro máximo	
Extra grande	2 24/32"		6.98		3x4, 4x4
Grande	2 16/32"	2 25/32"	6.35	7.06	4x5, 5x5, 5x6
Mediano	2 8/32"	2 17/32"	5.71	6.42	6 x6
Chico	2 4/32"	2 9/32"	5.39	5.79	6 x7

La apariencia de los tomates está muy influenciada por la presencia y la magnitud de los defectos. Defectos de menor envergadura que no comprometan la calidad comestible son aceptables, pero defectos serios pueden influenciar la apariencia, firmeza, marchites y susceptibilidad a las enfermedades.

Elhadi e Higuera, (1992). La clasificación por diámetro o calibración se realiza de acuerdo a las necesidades de separar los frutos de diámetro semejante con el fin de tener un empaclado con un tamaño uniforme, se lleva a cabo en dos etapas: en la primera, se eliminan frutos con diámetro pequeño para ser considerado comercial; en la segunda, se separan los frutos de acuerdo con las especificaciones de las normas norteamericanas de calidad para tomates frescos, como son: extra chico, mediano, grande, extra grande.

El color es el indicador para la clasificación del fruto, se refiere a la manifestación que presenta el tomate, tanto interno como externo, y según el grado de madurez que presente con el fin de facilitar el empaclado y satisfacer las expectativas del consumidor.

2.2.4. Preenfriado

Elhadi e Higuera, (1992). El preenfriado es el proceso mediante el cual hay una eliminación rápida de calor de campo en productos cosechados. Este tratamiento disminuye la velocidad de respiración, la transpiración, la velocidad de producción de etileno y la sensibilidad del producto así como los cambios bioquímicos también reduce la infección y crecimiento de microorganismos conservando por más tiempo el producto final.

Elhadi e Higuera, (1992). La rapidez a la que se debe enfriar un producto depende de la rapidez de deterioro, el lugar de destino, los requisitos de calidad del mercado y costos del preenfriado. Existen varios métodos: enfriamiento en cuarto refrigerado, enfriamiento con aire forzado, hidro-enfriado, y enfriamiento por vacío.

2.3. Parámetros de calidad

Izquierdo *et al*, (1992). El color rojo del tomate es la degradación de la clorofila en los cloroplastos y la síntesis de caroteno y licopeno, a medida que estas estructuras son convertidas en cromoplastos. Aproximadamente el 80 % del color rojo proviene del carotenoide licopeno; el 20 % restante consiste en β -caroteno y xantofilas. El licopeno se sintetiza en el rango de 16 – 32°C.

Señala que la mayor parte de las variedades se sitúa entre los 4.5 y 5.5 Grados Brix (Bx°), aunque más el carácter varietal influye sobre el contenido de sólidos solubles factores agrológicos, especialmente la climatología durante el proceso de maduración. El riego puede hacer variar los grados ° Brix de una variedad de entre 4 y 7 Grados Brix (Bx°).

Nuez *et al.*, (1992). Coloca el rango de Grados Brix (Bx°), entre 4.5 y 5.5, sin embargo hay que tener especial cuidado con el manejo del cultivo ya que esto puede alterar los Grados Brix (Bx°), y contradecir esta investigación.

Osuna, (1983). Afirma que una mayor concentración de °Brix es más deseable y que un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno, ya que el contenido de sólidos solubles se correlaciona directamente con la firmeza. A mayor concentración de sólidos solubles mayor firmeza.

Jones y Scout, (1983). La industria exige un alto contenido de sólidos solubles para el procesamiento del fruto del tomate, ya que estos influyen sobre el sabor principalmente sobre los niveles de azúcar y ácidos. Por lo tanto la industrialización es otra opción que ofrece la producción de tomate mediante todas las líneas en investigación, ya que los °Brix se encuentran en rangos que pudiesen interesar para la industrialización.

Jones y Scott, (1983). El sabor del tomate está determinado principalmente por los niveles de azúcares y ácidos, de manera que al aumentar los niveles de éstos aumenta también el sabor, los azúcares glucosa y fructuosa constituyen el 65 por ciento de los sólidos solubles mientras que el resto está principalmente por los ácidos cítrico y málico, minerales, lípidos y otros muchos compuestos a bajas concentraciones. En consecuencia un aumento en el contenido de sólidos solubles produce también un aumento en el sabor.

Gormley y Egan, (1978). El factor más importante en la decisión del consumidor sobre la compra de tomates es la firmeza que muestra al tacto, la retención de esta en el fruto una vez recolectado es de gran importancia para la comercialización en fresco

existiendo diferencias significativas en función al cultivar, la localización y tipo de cultivo.

Nicen *et al.*, (1990). La firmeza es muy variable entre cultivares siendo más blando en general los multiloculares que los biloculares estando obviamente influenciada por el estado de madurez y también por las condiciones de cultivo. Asimismo valor de pH inferiores a 4.4 y contenidos de azúcares superiores al 4.0 – 4.5 por ciento son necesarios para un buen sabor.

Garay, (1983). En un ensayo de rendimiento con tres cultivares de tomate industrial se encontró que a medida que transcurren las fechas de cosecha, los grados brix aumentan y la firmeza del fruto es menor.

Osuna, (1983). Los grados brix son sustancias en agua que reflejan un alto por ciento de la calidad de sólidos totales que contienen los frutos en por ciento. A valor es más deseable; un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno, además existe una correlación directa entre sólidos solubles y firmeza, a mayor concentración de estos es mayor la firmeza.

Sánchez y Cuartero, (1994), y Cuartero *et al.*, (1996). La pérdida de dureza durante el almacenamiento de los híbridos Rambo y Daniela después de su recolección, a los 7 días después mostraron respectivamente una firmeza (kg/cm^2) de 2.59 – 2.38; a los 13 días 2.10 – 2.06 kg/cm^2 ; a los 17 días 1.99 – 1.92 kg/cm^2 , a los 22 días 1.71 – 1.52 kg/cm^2 .

Moreno, (1997). Al evaluar varios genotipos en el Valle de Arista, San Luis Potosí, se encontró que para firmeza el híbrido TSA-100016 presentó 6.56 kg/cm^2 ; lo cual es una excelente firmeza siendo mucho mayor que la del testigo yaqui que fue de

4.49 kg/cm², por el contrario el híbrido TSA-100019 fue el que presentó menor firmeza con solo 3.45 kg/cm². Con relación a sólidos solubles el híbrido TSA-100015 con 5.83 ° brix superando al testigo yaqui, el cual presentó una cantidad de 5.08 °brix mientras que el menor lo presentó el TSA-100018 con 4.73 °brix. El híbrido TSA-100018 presentó el mejor comportamiento comercial mostrando un rendimiento mayor a las 30 ton/ha con altos porcentajes de producción de frutos de primera y segunda, con un rendimiento mínimo de rezaga, además de mostrar buena firmeza y cantidad de sólidos solubles. En base a los resultados obtenidos en la investigación se recomienda que para la Región del Valle de Arista los híbridos TSA-100018, TSA-100013, además del testigo yaqui.

Nuez *et al.*, (1995). El contenido de sólidos totales y sólidos solubles están correlacionados; Aunque se utiliza normalmente el contenido en sólidos solubles (°Brix) por ser más fácil de determinar, es el índice que más influye sobre el rendimiento. La mayor parte de las variedades se sitúa entre 4.5 y 5.5 °Brix, el pH del jugo se establece normalmente entre 4.2 y 4.4 siendo muy raro que se superen estos valores.

Well y Buitelar, (1989). La industria para el procesamiento del fruto de tomate pide un alto contenido de sólidos solubles, se recomienda una reducción en el tiempo de madurez del fruto, con la finalidad de incrementar el contenido de sólidos solubles. Gallo, (1990). Valores superiores a 5.18 °Brix se consideran buenos.

2.4. Maduración

SICA, (2004). La maduración es un proceso que involucra al conjunto de cambios que llevan a los frutos a obtener su máxima calidad comestible y estética,

mediante cambios en el sabor, color textura y otros atributos sensoriales que se consideran en la calidad del fruto.

SICA, (2004). En la maduración ocurre una deformación celular, siendo el principal responsable el etileno, el cual estimula el proceso de transpiración genética, ordenándose la formación de las enzimas como ciertas hidrolasas (que provocan la degradación de la clorofila, almidón, sustancias pépticas).

El etileno es una hormona vegetal que acelera los procesos metabólicos de los frutos climatéricos. El aumento en la producción de etileno es causado por el estrés del fruto, que puede ser causado por la naturaleza química, por insectos, por daños mecánicos, enfermedades, por rotura hídrica, por radiaciones, etc. Es importante el efecto de la concentración de anhídrido carbónico, a mayor concentración, disminuye la producción de etileno.

Báez, (1992). Los índices de cosecha están en función de las normas de calidad que rigen a los productos y que en algunos casos son poco específicas, presentando los siguientes requerimientos: 1) Los frutos deben de presentar características varietales similares, 2) Deben de estar maduros y bien formados sin exceso de madurez, 3) Bien coloreados, 4) Sin sobrecalentamientos, 5) Libres de cicatrices o rajaduras, 6) Firmes, 7) Libres de daño por: Sol, heladas, enfermedades, insectos, daños mecánicos provocados por otros medios, 8) Lisos y limpios, 9) Carentes de vacío internos y 10) Similares en la selección de tamaño. Asimismo, en el tomate existen diferentes grados de madurez en los cuales puede cosecharse, y este va a depender de los mercados a los cuales se quiere acceder.

2.4.1. Normas de Estados Unidos para tomates de invernadero

Parámetros de calidad EE.UU." N ° 1"consiste en tomates de características varietales similares que están maduros, pero no sobremaduros o suave, limpio y bastante bien formados, que estén libres de pudriciones, daños por sol, y lesiones por congelación, y libre de daños causados por contusiones, cortes, arrugas, hinchazón, cara de gato, rajaduras, cicatrices, enfermedades, insectos, o por otros medios.

Van, (1982). Para clasificar los frutos según su calidad hay que tomar en cuenta una serie de características como son: Firmeza de los frutos, limpieza, uniformidad en madurez y tamaño, forma de los frutos, sanidad, en base a esto el grado de madurez que el fruto presente, se va a determinar grado y calidad a la que pertenezca.

Flores, (1980). El tamaño del fruto se ve afectado por factores fisiológicos, tales como maduración, despunte y defoliación, pero este carácter está controlado por factores genéticos, adjudicado que cinco pares de genes mayores, como responsable de esta variación además está influenciado por el número de lóculos.

Vesseur, (1990). En un estudio realizado a consumidores de tomate para poder determinar las preferencias en cuanto a calidad interna del fruto encontró que los factores más importantes resultaron ser: textura, jugosidad, sabor, aspecto interno.

Tabares, (1992). El uso de cultivares de long shelf life se está imponiendo por las ventajas que ofrece a los agricultores y sobre todo a los comerciantes. Sin embargo existen pequeñas desventajas respecto a la calidad del fruto, pues si bien el significativo grosor de sus paredes le confiere gran consistencia, resta por otro lado masa gelatinosa con el consiguiente detrimento del sabor.

Moore, (1994). La Confederación Nacional de Productores de Hortalizas (CNPH) instituye en 1993 el programa de Circuito de Calidad. Este programa incluye un menor número de marcas de tomate fresco de exportación para garantizar una mejor calidad del producto final. Todos los productores del país tendrán derecho a participar bajo un contrato en el que prometen mantener normas muy estrictas de calidad y sus productos serán inspeccionados por autoridades nacionales y extranjeras.

Wann, (1996). La calidad culinaria y vida de anaquel de tomates frescos son influenciadas por la textura y firmeza del tejido interno del fruto. El grado de firmeza del fruto maduro es determinado por las propiedades físicas de los tejidos y por la relativa cantidad de la suavidad debido a la actividad enzimática durante la maduración.

Nuez *et al.*, (1995). Se consideran mejor los tomates multiloculares con paredes gruesas que los que tienen poca carne en la zona central y cavidades mayores para las semillas, así mismo menciona que el pequeño tamaño de las cicatrices de los frutos determina una mejor calidad haciéndolo más atractivo al consumidor.

La textura es un importante parámetro de calidad de los frutos de tomate, y está determinada por las características morfológicas y fisiológicas del fruto: firmeza del epicarpio, cantidad de lóculos y estados de madurez.

2.4.2. Fisiología poscosecha

Los productos frescos, después de cosechados continúan con sus procesos vitales, pero sin recibir la protección, el agua y la nutrición de la planta, y se ven obligados a consumir sus reservas; cuando éstas se agotan se inicia un proceso de envejecimiento que conduce a la descomposición y a la putrefacción. Los principales

procesos fisiológicos normales que conducen al envejecimiento son la respiración y la transpiración.

2.4.3. Respiración

La respiración es el proceso por el que los frutos absorben oxígeno y desprenden dióxido de carbono y agua. El oxígeno descompone los hidratos de carbono de la fruta en dióxido de carbono y agua.

FAO, (1993). El tomate es un fruto climatérico, debido a que presenta un periodo de aumento significativo de la actividad respiratoria asociada al final del proceso de maduración. Este periodo de respiración climatérica es una fase de transición entre la maduración y la senescencia. Un fruto climatérico permitirá ser cosechado y manipulado en estado pre-climatérico, en este estado, la tasa de respiración se encuentra a un mínimo. Se reporta una tasa de respiración de 18 a 26 ml CO₂/kg.hr en tomates verde maduro y 18 – 30 ml CO₂/kg.hr en tomates maduros.

FAO, (1993). El aire contiene alrededor de un 20 % de oxígeno, que es esencial para el proceso normal de la respiración del fruto. Cuando disminuye la disponibilidad de aire y la proporción de oxígeno en el entorno se reduce en un 2%, la respiración es sustituida por un proceso de fermentación que descompone los azúcares en alcohol y dióxido de carbono, y ese alcohol hace que el producto tenga un sabor desagradable y promueve el envejecimiento prematuro. De la misma forma, el aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera hasta valores entre 1 y 5%, estropea rápidamente el producto, causando sabores desagradables, descomposición interna, detención del proceso de maduración y otras condiciones fisiológicas anormales.

2.4.4. Transpiración

La transpiración es la pérdida de agua a través de los poros, lenticelas y estomas de las frutas y hortalizas provocando la disminución de peso, marchitamiento y pérdida de textura. La transpiración es afectada por factores internos y externos: la humedad relativa, la temperatura ambiental y las corrientes del aire. La superficie de todos, los vegetales está recubierta de una capa cerosa o suberosa de piel o cáscara que limita la pérdida de agua. Cuando el producto recolectado pierde de un 5.5 a un 10 por ciento de su peso original, empieza a secarse y pronto resulta inutilizable. Citado por Martínez, (2004).

2.4.5. Factores ambientales que causan el deterioro en tomate

Zagory y Kader, (1989). Los factores ambientales de más influencia son: la temperatura, la humedad relativa, la composición de la atmósfera, la presencia de etileno. Manejando adecuadamente estos factores, e impidiendo daños mecánicos y la acción de microorganismos, podemos lograr productos de alta calidad y de mayor tiempo de vida.

2.5. Conservación y uso de técnicas de frío

Kasimire y Cantwell, (1992). Para conocer las condiciones de conservación frigorífica del tomate debe tomarse en cuenta el estado de maduración. Los tomates en estado verde maduro deben conservarse a 12 – 15 °C y 85 – 90 por ciento de H.R., mientras que los tomates maduros pueden conservarse a temperaturas inferiores, recomendándose 10 – 12 °C.

Singh y Singh, (1992). La conservación en cámara frigorífica para tomates verde maduro a temperaturas superior de 12 y 13 °C y para tomates maduros temperatura de 5 – 9 °C.

Cote *et al.*, (1993). A temperaturas inferiores a las recomendadas para este cultivo, el proceso de maduración acelera el proceso de senescencia inducido por la degradación de las membranas celulares que provoca la fuga de electrolitos.

Dodds *et al.*, (1991). La conservación a temperaturas inferiores de los indicados debe de evitarse pues se produce daño por frío caracterizado por el desarrollo de una maduración lenta y anormal, así como el incremento en la sensibilidad a los ataques por microorganismos la manifestación de daño por frío depende del cultivar, fecha de recolección y estado de maduración.

Casseres, (1981). La temperatura para el almacenamiento de tomate verde-sazón por 30 días es de 10° a 15°C.

Pantastico, (1979). A una atmósfera de 3 por ciento de O₂ sin CO₂ a 12.8°C se mantiene el color y sabor en condiciones aceptables después de un almacenamiento de 5 semanas; además de las pudriciones se reduce en forma marcada.

Una maduración rápida del fruto del tomate ocurre a temperaturas entre 12.5 y 25°C; HR 90 y 95%. Los frutos de tomate son sensibles al etileno presente en el ambiente y la exposición de los frutos Verde Maduro a este gas inicia su maduración. Debe de mantenerse una buena circulación de aire para asegurar uniformidad en la temperatura del cuarto de maduración y prevenir la acumulación de CO₂ ya que el CO₂ retarda la acción del etileno para estimular la maduración. La temperatura óptima de maduración del tomate que asegura buena calidad sensorial y nutricional es a 20°C. A

esta temperatura el desarrollo de color es óptimo y la retención de vitamina C alta. Los tomates separados de la planta y madurados a temperaturas superiores a 25°C desarrollan color más amarillo y menos rojo con menor firmeza.

Báez, (1992). Los frutos son sensibles a sufrir daños por frío, lo cual tiene un efecto muy negativo sobre la calidad de los frutos; en forma muy generalizada tomates, chiles y pepinos se pueden almacenar a temperaturas de entre 7 y 12°C con 85 y 90 por ciento de humedad relativa.

El manejo de la temperatura es delicado debido a que la aplicación de un rango depende del: estado de madurez, efecto que queremos lograr (para mantener el estado de madurez o para lograr avanzar el color) y tiempo que queremos conservar el producto. Al bajar la temperatura, sin sobrepasar la temperatura crítica o el punto de congelación, se bajan los procesos de respiración, transpiración. Se retardan también los procesos de maduración y senescencia, se disminuye la actividad microbiana.

González A., (2000)., Meier *et al*, (1995)., Hardenburg *et al.*, (1988). Daño por frío (DPF) cada producto presenta una temperatura óptima para su maduración y otra para su conservación. Los frutos de tomate en estado verde maduro son susceptibles a daño por enfriamiento (DPF), es el desorden fisiológico provocado por el almacenaje prolongado de frutos a temperaturas inferiores a 10°C si se les mantiene en estas condiciones durante 2 semanas o a 5°C por un período mayor a los 6-8 días. La sintomatología del DPF se caracteriza por maduración anormal y desuniforme, pérdida de agua, depresiones superficiales laminares y circulares, pardeamiento de semilla, desarrollo de patógenos como *Alternaria*, que causa la pudrición negra de mayor importancia en almacenamiento prolongado y *Botrytis cinerea*, aumento de producción

de CO₂ y etileno al trasladarla a temperatura ambiente, mayor susceptibilidad a enfermedades, y mayor permeabilidad de membranas celulares provocando la salida de iones; siendo el daño más severo durante el almacenamiento por largos periodos a bajas temperaturas causando cambios bioquímicos y fisiológicos.

2.5.1. Control de la humedad relativa

Muñoz, (1985). Su elevación disminuye la transpiración pero favorece el desarrollo de microorganismos, por lo que debe de encontrarse un adecuado punto de equilibrio. La humedad relativa óptima para la conservación del fruto de tomate fluctúa entre 90 – 95 %; humedades relativas más bajas pueden llevar a pérdidas excesivas de agua y degradación de las pectinas después de pocos días y HR más elevadas pueden favorecer ataques fúngicos.

Cualquier ruptura de la superficie, rajadura o golpe, aumenta en forma importante la pérdida de agua, la zona de separación del fruto con el pedúnculo es responsable de casi el 90% de la pérdida de agua en tomates sanos.

FAO, (1993). La ventilación es un factor importante que también influye en la pérdida de agua. Cuando más deprisa se mueve el aire alrededor de los productos frescos más rápidamente pierden agua. Sin embargo, la ventilación de los productos es esencial para eliminar el calor producido por la respiración, pero la velocidad de renovación del aire debe mantenerse lo más baja posible.

2.6. Luminosidad

El empleo de la medida de color por reflexión mediante la escala triestímulo de Hunter (L, a, b) (Figura. 1) ha sido utilizada desde 1958 en los estudios que requerían la medida objetiva del color en los frutos. Posteriormente, el desarrollo de instrumentos portátiles como el colorímetro por reflexión Minolta (Minolta Camera Co., Ltd. Osaka) ha permitido ampliar las aplicaciones de estas medidas (CIE LAB 1976). A partir de los parámetros triestímulo L, a, b, se han calculado diferentes valores derivados que muestran una mejor aproximación a las sensaciones percibidas por el ojo; los utilizados más ampliamente son los siguientes:

Matiz	a/b
Angulo de matiz	$\text{tg}^{-1} a/b$
Saturación	$\sqrt{a^2 + b^2}$
Luminosidad	L

Hobson *et al.*, 1983; Dixon y Hobson, (1984). Los trabajos desarrollados sobre la clasificación objetiva del tomate por medida del color han permitido formular expresiones matemáticas en las que, a partir de los parámetros L, a, b, es posible separar los frutos de diferentes estados de maduración con una probabilidad muy reducida para que el fruto perteneciente a un grupo sea clasificado en otro diferente, al mismo tiempo es posible establecer los valores límites de cada estado y para cada cultivar.

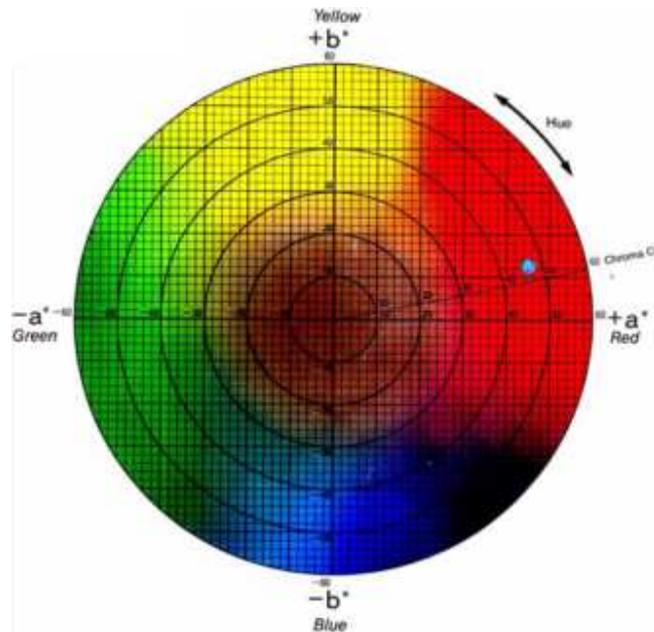


Figura 1. Escala triestímulo de Hunter (L, a, b).

Hetherington y MacDougall, 1992; Brecht *et al.*, (1991). Se ha comprobado que en la valoración del color del fruto por reflexión influye tanto el color de la piel como el de los tejidos parenquimatosos y estructuras internas subyacentes, y que en la evaluación del aspecto visual. La luz participa en las tres fracciones en que se separa: reflejada, dispersada y absorbida. Los frutos verde-maduros presentan una estructura interna compacta con escasos espacios intercelulares, mientras que los frutos rojos poseen mayor proporción de espacios intercelulares ocupados por jugos, que provocan menos distorsiones al pasar la luz, dando una proporción mayor de la luz transmitida y menor de luz dispersada y reflejada. De aquí la importancia de las propiedades ópticas de las estructuras internas en el aspecto de los frutos, y la posibilidad de evaluar dichas estructuras por la medida de la luz transmitida o por rayos X, tecnologías que se encuentran en desarrollo en la actualidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Poscosecha perteneciente al Departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado a una latitud Norte 25° 22' y una latitud Oeste de 101°00' con una altitud de 1742 msnm, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el periodo de otoño de 2008.

3.2. Descripción del material vegetativo

El material vegetativo evaluado fueron frutos de los genotipos TSAN 10001, TSAN 10002, TSAN 10003, TSAN 10004 y Caimán (T), procedentes del ejido de Santa Rita, ubicado en el cañón de Carbonera de la Sierra de Arteaga, Coahuila, producidos bajo invernadero *In situ* de 2000 m², cosechados el día 17 de Octubre de 2008, quebrando colores, 2 y 3. Colocados en cajas de madera, para ser transportados al cuarto frío del Laboratorio de Poscosecha del Departamento de Horticultura de la UAAAN.

3.2.1. Descripción del TSAN 10001

Tomate tipo bola hábito indeterminado, material en proceso de liberación resultado del mejoramiento genético del Departamento de Horticultura de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño extra grande 3X4, 4X4, grandes 4 X 5, 5 X 5, 5 X 6, en un 80%, y el resto de frutos medianos y chicos 6 X 6 y 6 X 7 de su producción teniendo poca dominancia para tamaños chicos y las mismas características

de los TSAN. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *Verticillium*, tizón temprano (*Alternaria solani*), así como a otras enfermedades. Es tolerante al virus del mosaico del tomate raza 1, además tolerante a altas temperaturas.

3.2.2. Descripción del TSAN 10002

Tomate tipo bola de hábito semi-indeterminado frutos extrafirmes predominancia de los tamaños son de extra grande 3 X 4 y 4 X 4 grandes 4 X 5, 5 X 5, 5 X 6 en 80%, medianos 6 X 6 un 15% y chicos 6 X 7 un 5% en ambiente controlado siendo un material que se caracteriza por su uniformidad de frutos buena cobertura por su follaje y protección de frutos y larga vida de anaquel con características muy similares a los tipos TSAN características cualitativas y cuantitativas. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *Verticillium*, tizón temprano (*Alternaria solani*), así como a otras enfermedades. Es tolerante al virus del mosaico del tomate raza 1, además tolerante a altas temperaturas.

3.2.3. Descripción del TSAN 10003

Tomate tipo bola de hábito semi-indeterminado a campo abierto, en proceso de liberación, resultado del mejoramiento genético del Departamento de Horticultura de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño 3X4, 4x4, 4x5, 5x5 y 5x6, con el carácter extrafirmes y pueden permanecer en almacenamiento de 4 a 5 semanas cosechándolo en color 2, forma del fruto circular, con un peso promedio de 240-320 g. Este material bajo condiciones de invernadero en hidroponía puede producir de 200 a

220 ton/ha. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *Verticillium*, tizón temprano (*Alternaria solani*), así como a otras enfermedades. Es tolerante al virus del mosaico del tomate raza 1, además tolerante a altas temperaturas.

3.2.4. Descripción del TSAN 10004

Tomate tipo bola de hábito indeterminado a campo abierto, en proceso de liberación, resultado del mejoramiento genético del Departamento de Horticultura de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño 4x4, 4x5, 5x5 y 5x6, hombros medianamente verdes, con características extrafirmes, permaneciendo de 3 a 4 semanas cosechando en color 2. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *Verticillium*, tizón temprano (*Alternaria solani*), así como a otras enfermedades. Es tolerante al virus del mosaico del tomate raza 1, además tolerante a altas y bajas temperaturas.

3.2.5. Descripción del Caimán

De la nueva generación de tomates en Enza Zaden con muy buen paquete de resistencias. Es una planta indeterminada semi-compacta, con buen amarre de frutos en calor, fruta redonda sin hombros verdes, con peso aproximado de 270 gramos. Excelente cierre apical y firmeza, llamativo color rojo brillante y muy buena vida de anaquel. En precocidad a cosecha es muy temprano para invernaderos y a campo abierto, resistencia a : HR: ToMV/Ff: I-S/Va/Vd/

Fol:O,I/Ma/Mi/Mj.|IR TSWR

3.3. Descripción de los tratamientos de acuerdo al procedimiento establecido

Cuadro 2. Arreglo experimental de los diferentes genotipos y fechas de evaluación para la variable Luminosidad.

Tratamiento	Genotipo	Fecha de evaluación	Muestreo
G1Fc 1	TSAN 10003	21 de octubre	Inicio de avance de color
G1Fc 2	TSAN 10003	23 de octubre	Avance a los 2 días
G1Fc 3	TSAN 10003	25 de octubre	Avance a los 4 días
G1Fc 4	TSAN 10003	27 de octubre	Avance a los 6 días
G1Fc 5	TSAN 10003	31 de octubre	Avance a los 10 días
G1Fc 6	TSAN 10003	3 de noviembre	Avance a los 13 días
G1Fc 7	TSAN 10003	6 de noviembre	Avance a los 15 días
G2Fc 1	TSAN 10004	21 de octubre	Inicio de avance de color
G2Fc 2	TSAN 10004	23 de octubre	Avance a los 2 días
G2Fc 3	TSAN 10004	25 de octubre	Avance a los 4 días
G2Fc 4	TSAN 10004	27 de octubre	Avance a los 6 días
G2Fc 5	TSAN 10004	31 de octubre	Avance a los 10 días
G2Fc 6	TSAN 10004	3 de noviembre	Avance a los 13 días
G2Fc 7	TSAN 10004	6 de noviembre	Avance a los 15 días
G3Fc 1	Caimán (T)	21 de octubre	Inicio de avance de color
G3Fc 2	Caimán (T)	23 de octubre	Avance a los 2 días
G3Fc 3	Caimán (T)	25 de octubre	Avance a los 4 días
G3Fc 4	Caimán (T)	27 de octubre	Avance a los 6 días
G3Fc 5	Caimán (T)	31 de octubre	Avance a los 10 días
G3Fc 6	Caimán (T)	3 de noviembre	Avance a los 13 días
G3Fc 7	Caimán (T)	6 de noviembre	Avance a los 15 días

Continuación

Tratamiento	Genotipo	Fecha de evaluación	Muestreo
G4Fc 1	TSAN 10001	21 de octubre	Inicio de avance de color
G4Fc 2	TSAN 10001	23 de octubre	Avance a los 2 días
G4Fc 3	TSAN 10001	25 de octubre	Avance a los 4 días
G4Fc 4	TSAN 10001	27 de octubre	Avance a los 6 días
G4Fc 5	TSAN 10001	31 de octubre	Avance a los 10 días
G4Fc 6	TSAN 10001	3 de noviembre	Avance a los 13 días
G4Fc 7	TSAN 10001	6 de noviembre	Avance a los 15 días
G5Fc 1	TSAN 10002	21 de octubre	Inicio de avance de color
G5Fc 2	TSAN 10002	23 de octubre	Avance a los 2 días
G5Fc 3	TSAN 10002	25 de octubre	Avance a los 4 días
G5Fc 4	TSAN 10002	27 de octubre	Avance a los 6 días
G5Fc 5	TSAN 10002	31 de octubre	Avance a los 10 días
G5Fc 6	TSAN 10002	3 de noviembre	Avance a los 13 días
G5Fc 7	TSAN 10002	6 de noviembre	Avance a los 15 días

Descripción de tratamiento: G1-G5Fc1-Fc7: genotipos evaluados en las diferentes fechas.

3.4. Variables evaluadas

- Luminosidad (Escala triestimulo de Hunter L, a, b)
- Pérdida de peso (gr)
- Firmeza (kg/cm^2)
- Grosor de mesocarpio (mm)
- ° Brix (Bx°)
- Número de lóculos

3.5. Procedimiento

Para el experimento se seleccionaron 14 frutos de cada genotipo, colocándolos en recipientes de plástico, este a su vez fue dividido en lado A y lado B, colocándose 7 frutos en cada lado del recipiente. Almacenándose a temperatura ambiente del Laboratorio de Poscosecha.

3.5.1. Procedimiento para la variable Pérdida de peso

Se registro el peso de todos los frutos de cada genotipo al inicio del experimento (21 de octubre) y al finalizar (6 de noviembre), utilizando una balanza analítica expresado los datos en gramos.

3.5.2. Procedimiento para las otras variables evaluadas

Estos datos se tomaron al finalizar el periodo de evaluación del experimento:

- Para la medición de grosor se utilizo un Vernier Scienseware.

- Los °Brix se determino con el refractómetro ATAGO (Modelo ATC-1E).
- Para la firmeza se utilizo un penetrómetro (Modelo FT011), con puntilla de 2.5 mm
- Para número de lóculos se obtuvieron los datos por análisis visual.

3.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos se han discutido para cada variable evaluada respaldándose en Análisis de Varianza (ANVA) y prueba de medias por método Tukey al 0.01 de nivel de significancia, procesados en el software de “Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL”. Utilizando arreglo factorial AxB, diseño completamente al azar para las variables luminosidad y pérdida de peso, para las variables ° Brix, Grosor, Firmeza y Número de lóculos se procesaron bajo diseños completamente al azar.

3.7. Descripción de procedimiento para la variable Luminosidad

- Todos los frutos de cada genotipo fueron evaluados en cada fecha establecida para su evaluación.
- Utilizando el Colorímetro MINOLTA (Modelo CR-300), se obtuvieron los datos de brillo (L), color (a,b), tomándose dos datos por cada ejemplar.
- Para expresar las coordenadas obtenidas (a,b) en color, se utilizo los cuadrantes (-a,b) y (a,b) de la escala triestímulo de Hunter (L, a, b).

Cuadro 3. Clasificación de color requerido por las Normas en Estados Unidos para los Grados de tomates frescos.



(1) "**Green**" significa que la superficie del tomate es completamente de color verde. El matiz de color verde puede variar de claro a oscuro;



(2) "**Breakers**" significa que hay una ruptura definitiva en color de verde que tiende a amarillo, rosa o rojo en no más de 10 por ciento de la superficie;



(3) "**Turning**" significa que más del 10 por ciento pero no más que el 30 por ciento de la superficie, en conjunto, muestra un cambio definitivo en color de verde que tiende a amarillo, rosa, rojo, o una combinación de los mismos;



(4) "**Pink**" significa que más del 30 por ciento pero no más del 60 por ciento de la superficie, en conjunto, muestra de color rosa o rojo;



(5) "**Light red**" significa que más del 60 por ciento de la superficie, en conjunto, muestra de color rojo-rosado o rojo, siempre. Que no más del 90 por ciento de la superficie es de color rojo; y,



(6) "**Red**" significa que más del 90 por ciento de la superficie, en conjunto, muestra el color rojo.

Nota: Esta clasificación no aplica para normas para tomates de larga vida, ya que para este procedimiento solo serán los colores 2, 3 y 4.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Luminosidad

Los resultados arrojados por el análisis de varianza reportaron significancias en el factor genotipos y en el factor fechas, para la interacción genotipos*fechas no reporto significancia, determinando que ambos factores no son dependientes.

El coeficiente de variación para la variable fue 3.3 % (Cuadro A-1 del Apéndice).

En el factor genotipos realizando la comparación de medias por la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.01, arrojó que todos los genotipos son estadísticamente diferentes, donde destaco el genotipo **TSAN 10003** al tener una luminosidad de 56.8566, superando al testigo que tuvo un valor de 50.5630 (Cuadro.4), seguido por los genotipos **TSAN 10004** con 54.4840, **TSAN 10002** con 54.3680, **TSAN 10001** con 52.8912 y por último **Caimán (T)** con 50.563. Como se aprecia en la figura 2.

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey), para la variable Luminosidad en el factor genotipos.

Genotipos	Luminosidad
TSAN 10003	56.8566 a
TSAN 10004	54.4840 b
TSAN 10002	54.3680 bc
TSAN 10001	52.8912 c
Caimán (T)	50.5630 d

Tukey = 1.5921

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

El color es una característica que determina la elección inicial del consumidor, cada mercado tiene diferente preferencia por determinado color de tomate que se le atribuye a la calidad del mismo.

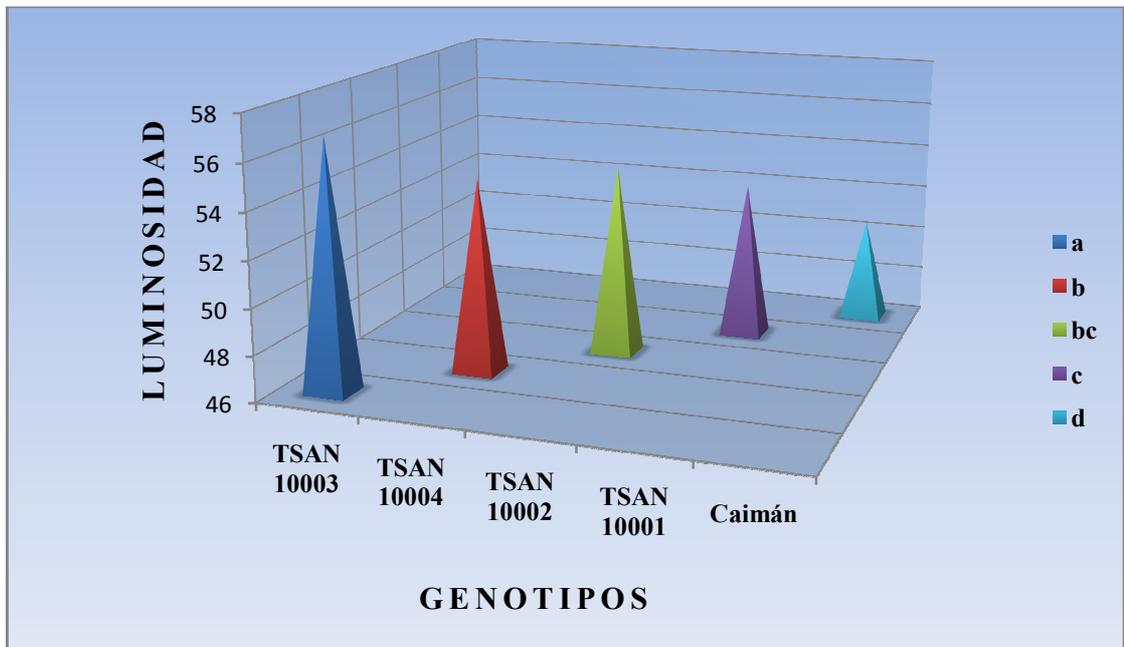


Figura 2. Luminosidad en los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes.

La diferencia en el valor de luminosidad expresado por cada genotipo es que dadas las características de los genotipos que por su conformación genética existe esta gran divergencia, mientras tanto el comportamiento en la característica de anaquel manifiesta una respuesta diferente, ya que es un elemento fundamental para la conservación del producto siendo atractivo para el consumidor, por lo que en los resultados la diferencia entre genotipos. Esto se observa por el cambio de color para las diferentes fechas de evaluación (Figura. 3) de cada genotipo, donde el TSAN 10003 mostro menor cambio en el color lo que nos demuestra que es un material con mejores expectativas de calidad en el anaquel que el resto de los genotipos.

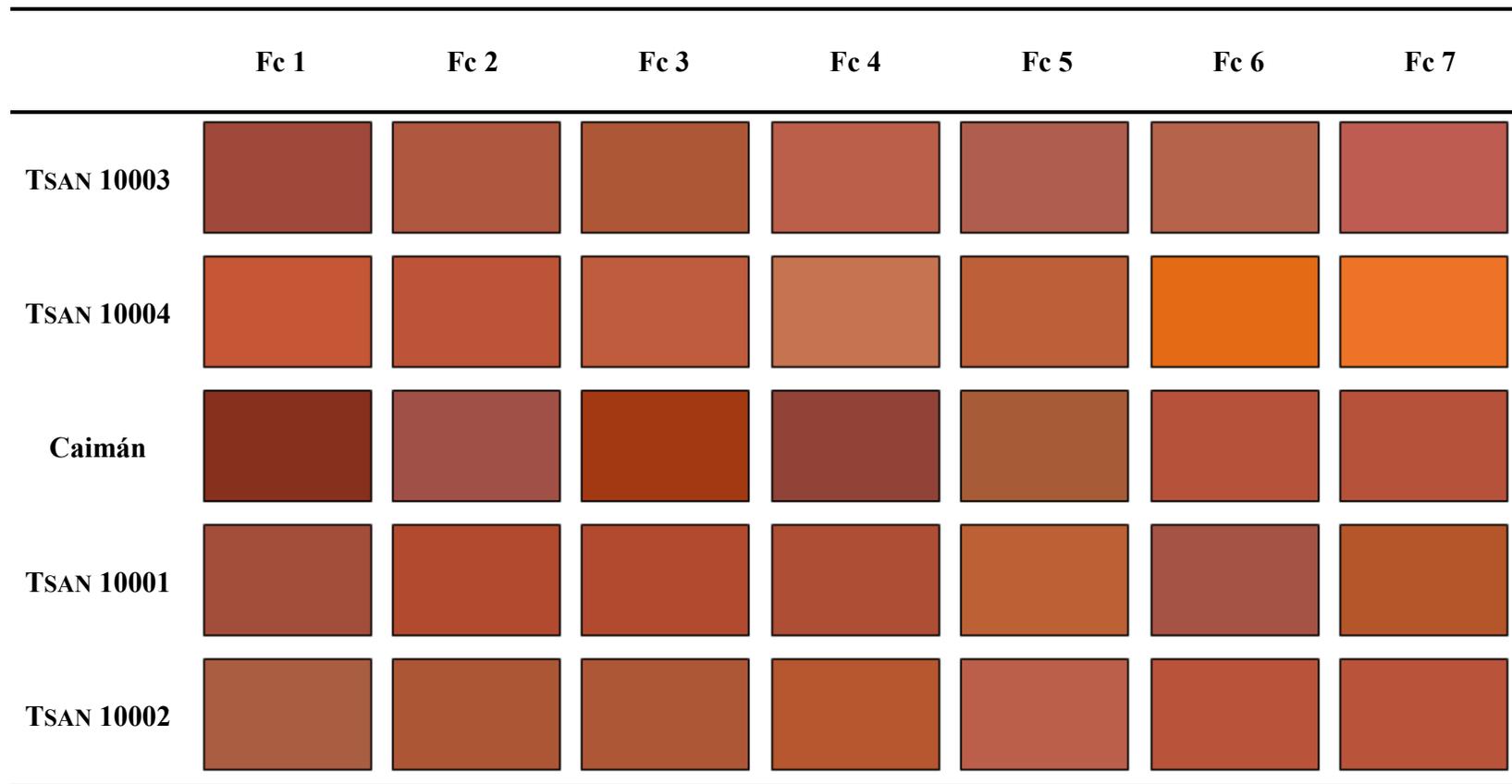


Figura 3. Comportamiento del color (coordenadas a, b) entre los diferentes genotipos en las fechas de evaluación.

En el factor fechas de evaluación realizando la comparación de medias por la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.01, arrojo diferencias significativas entre fechas, donde Fc 1 mostro la mayor valor de luminosidad Cuadro 5, seguido por las Fc 2, Fc 3, Fc 5 y Fc 4, y por último Fc 6 y Fc 7. Como se muestra en la figura 4.

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey), para la variable Luminosidad en el factor fechas de evaluación.

Fecha de evaluación	Luminosidad	
Fc 1	55.2968	a
Fc 2	54.6521	ab
Fc 3	54.3187	ab
Fc 5	53.4538	ab
Fc 4	53.4174	ab
Fc 6	52.9115	b
Fc 7	52.7776	b

Tukey = 2.0041

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

Los valores de luminosidad en las fechas representa el proceso de maduración ya que el valor para cada fecha evaluada va disminuyendo independientemente del genotipo, adquiriendo el color característico de maduración comercial.

El análisis de varianza no reporto interacción genotipo*fechas para la expresión de luminosidad mostrándose independientes, la luminosidad expresada de los genotipos es afectada directamente por la temperatura y la concentración de los gases que se encuentran en la atmosfera ya que afectan directamente la respiración de los frutos.

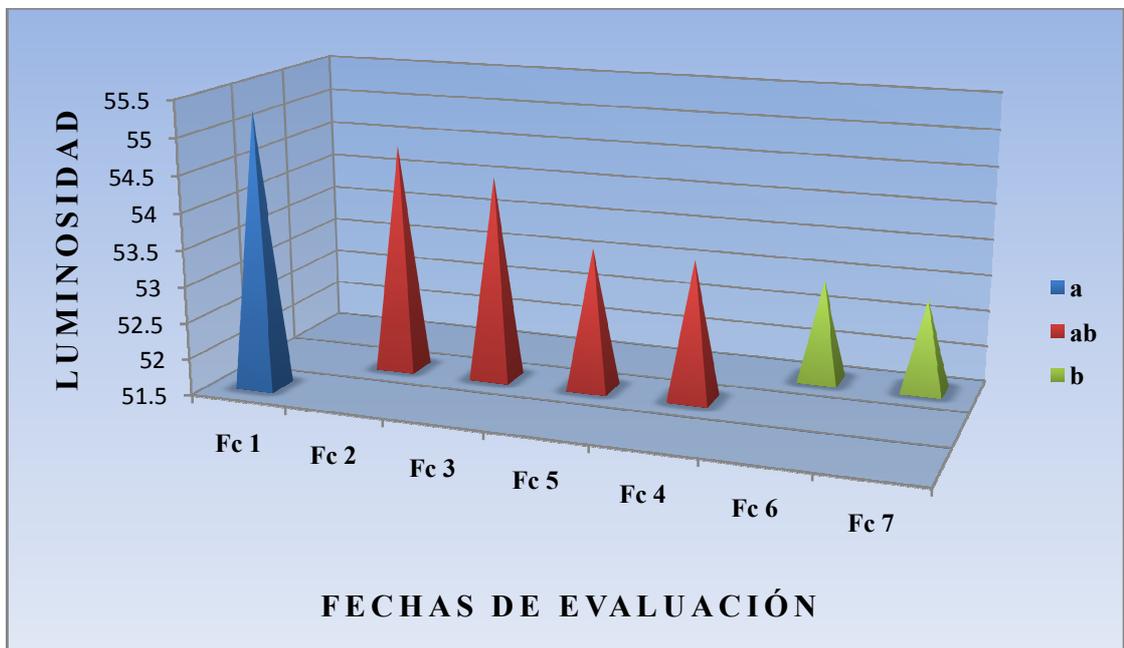


Figura 4. Luminosidad en las fechas de evaluación de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes.

4.2. Pérdida de peso

Los resultados aportados por el análisis de varianza reportaron significancia en el factor genotipos, más no para el factor fechas de evaluación, en la interacción genotipos*fechas no hubo significancia, determinando que ambos factores no son dependientes.

El coeficiente de variación para la variable fue 15.49 % (Cuadro A-2 del Apéndice).

Realizando la comparación de medias para el factor genotipos mediante la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.01, arrojó que el genotipo TSAN 10003 manifestó menor pérdida de peso considerándose el mejor durante el periodo de

evaluación, superando al testigo (Cuadro.6), seguido por el genotipo TSAN 10001, por último TSAN 10004, TSAN 10002 y Caimán (T). Como se puede apreciar en la figura.5.

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey), para la variable Pérdida de peso en el factor genótipos.

Genotipos	Pérdida de peso	
TSAN 10003	337.7302	a
TSAN 10001	288.0688	ab
TSAN 10004	244.7125	b
TSAN 10002	241.8635	b
Caimán (T)	235.8719	b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

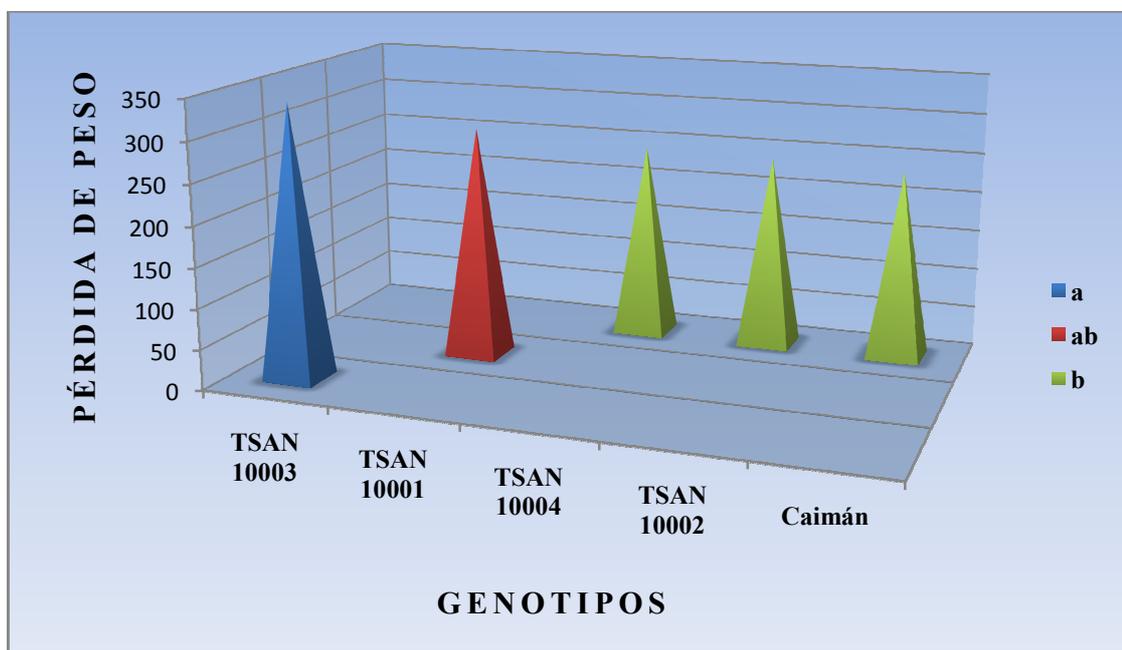


Figura 5. Pérdida de peso de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes.

La pérdida de peso durante el periodo de almacenamiento es un proceso inevitable, ya que el fruto sigue respirando además de que depende de múltiples factores. Influyen las características fisiológicas y anatómicas propias de cada genotipo y las condiciones ambientales en las cuales se maneja el producto almacenado. Los genotipos evaluados tienen la característica de “larga vida de anaquel” la cual se expresa en el comportamiento del metabolismo en el proceso de maduración, reduciéndose la tasa de respiración del fruto. La interacción de esta característica con cada genotipo difiere, respaldando estos resultados con los datos aportados por la evaluación. La pérdida de peso medido en días no fue una variable dependiente, ya que está relacionada directamente con la atmosfera en la que se almacena, cuyos parámetros son: temperatura, humedad relativa, concentración de O₂ y CO₂, determinando el comportamiento del fruto en poscosecha.

4.3. Firmeza

Una vez realizadas las diferentes fechas en que se tomo cada característica y obteniendo un resultado representativo se procedió al análisis de varianza donde se encontraron diferencias significativas para los diferentes genotipos.

El coeficiente de variación para esta variable fue de 17.1 % (Cuadro A-3 del Apéndice).

Realizando la comparación de medias por la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.01, donde los genotipos TSAN 10002 y TSAN 10001 fueron los mejores siendo estadísticamente iguales con la característica de extrafirmes, superando

al resto de los genotipos, (Cuadro 7), seguidos por los genotipos TSAN 10003, TSAN 10004 y Caimán (T) (Testigo comercial). Como se muestra en la Figura 6.

La firmeza es un carácter que dependerá del estado de madurez fisiológica del cultivar, este atributo es percibido por el tacto en el anaquel, el cual influye en la elección del consumidor para realizar la compra del producto, de acuerdo a investigaciones realizadas según Gormley y Egan, (1978) y Elhadi e Higuera, (1992). Además que se relaciona con el manejo nutrimental que demanda el material evaluado, principalmente potasio y calcio, ya que estos son elementos esenciales para mantener la calidad del fruto durante su manejo almacenamiento y anaquel.

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey) para la variable Firmeza.

Genotipos	Firmeza en kg/cm²
TSAN 10002	1.698 a
TSAN 10001	1.438 a
TSAN 10003	0.965 b
TSAN 10004	0.932 b
Caimán (T)	0.920 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

El número de lóculos les adjunta resistencia estructural, estas características particulares de cada genotipo se le atribuye al material genético y probablemente al nivel celular, siendo esencial para la conservación poscosecha y vida de anaquel en los frutos.

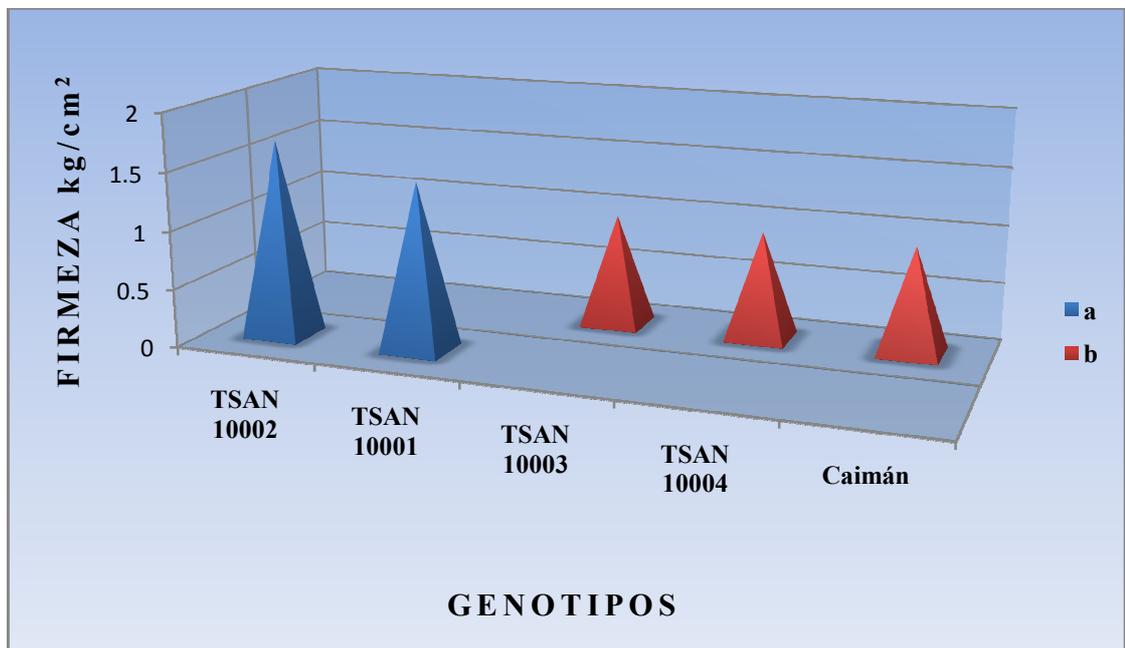


Figura 6. Firmeza de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes.

4.4. ° Brix

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza reporto diferencia significativa entre genotipos.

El coeficiente de variación para esta variable fue de 8.01 % (Cuadro A-4 del Apéndice).

Realizando la comparación de medias por la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.01, demostró que el genotipo **TSAN 10002** es estadísticamente superior reportando 4.1 °Brix, superando al testigo (Cuadro 8), seguido por los genotipos **TSAN 10003** con 3.7°, **TSAN 10004** con 3.7° y **Caimán (T)** con 3.5°, y por último **TSAN 10001** con 3.2°. Como lo muestra la Figura 7.

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey) para la variable ° Brix.

Genotipos	°Brix	
TSAN 10002	4.1	a
TSAN 10003	3.7	ab
TSAN 10004	3.7	ab
Caimán (T)	3.5	ab
TSAN 10001	3.2	b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

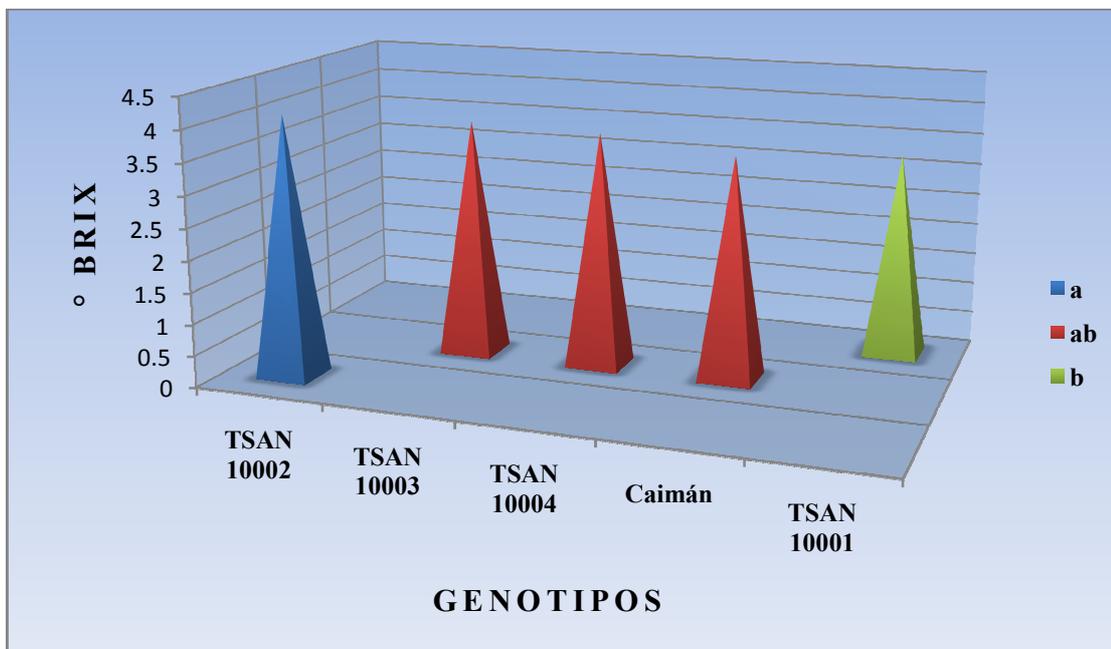


Figura 7. ° Brix de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes.

Los grados Brix es un atributo de calidad que no puede ser evaluado por el consumidor final al momento de compra si no hasta el instante de su consumo, determinando la aceptación en base a los gustos del mismo y del tipo de tomate y/o

cultivar, el cual establece la decisión si volver a adquirir el mismo tipo de tomate por su característica mencionada.

Los genotipos no fueron evaluados hasta su completa maduración, por lo tanto no expresaron los valores máximos de °Brix que puede alcanzar cada uno. La evaluación mostro un rango de 3.2 a 4.1 °Brix, Osuna (1983) reporta que un valor mayor o igual a 4 es considerado bueno, siendo solo el genotipo TSAN 10002 quien supera este valor, Nuez *et al* (1995) reporta que la mayor parte de las variedades se sitúa entre 4.5 y 5.5 °Brix, en el cual ningún genotipo esta dentro de este rango al momento de la evaluación.

El testigo es el que presento menor calidad, aunque estadísticamente es igual a los genotipos TSAN 10003 y TSAN 10004, ya que su maduración se encontraba más avanzada que el resto y al alcanzar su maduración completa, su contenido de °Brix seria superado significativamente por los materiales TSAN completamente maduros.

4.5. Grosor de mesocarpio

Los resultados arrojados por el análisis de varianza reporto diferencia significativa en esta característica.

El análisis estadístico reportando un C. V. de 6.32 % (Cuadro A-5 del Apéndice).

Realizando la comparación de medias y por ser una característica cuantitativa y variación de acuerdo al material genético, esta variable al aplicar la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.01, reporto a los genotipos TSAN 10003, Caimán (T), TSAN 10001 y TSAN 10004 que son estadísticamente iguales, y por último el genotipo el TSAN 10002 (Cuadro. 9) resulto ser diferente al resto de los genotipos evaluados, reportándose una disminución para esta característica (Figura 8). Lo que nos indica que

podiera estar relacionada con los tejidos u otra característica que aporte el material genético.

Cuadro 9. Comparación de medias (Tukey) para la variable Grosor de mesocarpio.

Genotipos	Grosor en mm	
TSAN 10003	6.8	a
Caimán (T)	6.5	a
TSAN 10001	6.5	a
TSAN 10004	6.1	a
TSAN 10002	5.1	b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

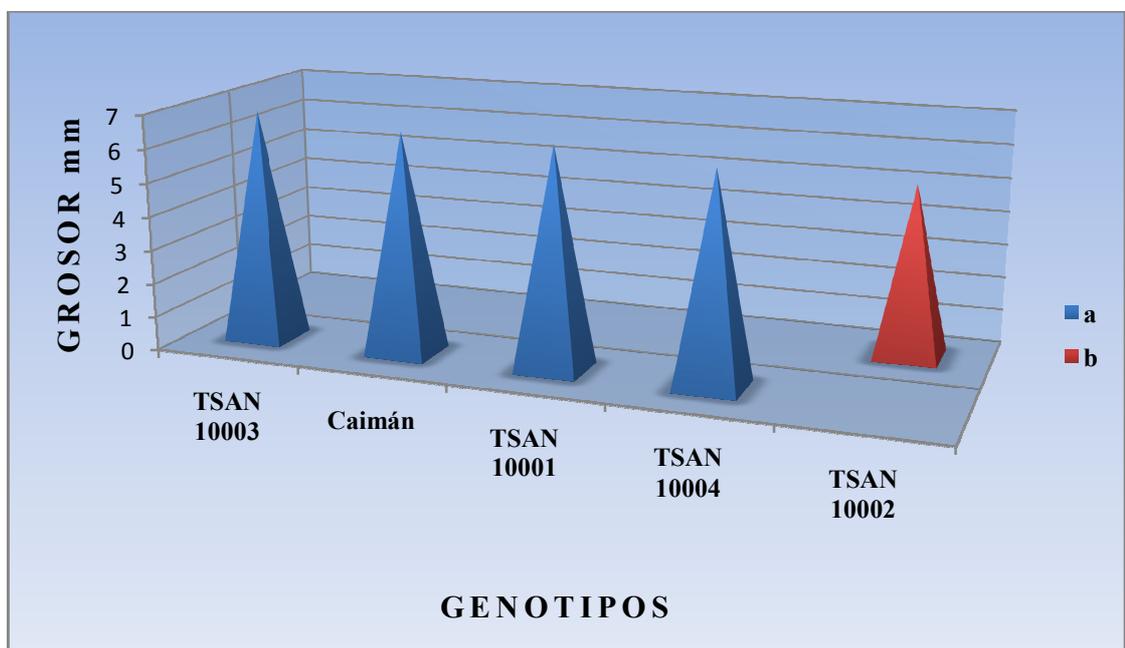


Figura 8. Grosor de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado y semi-indeterminado, extrafirmes.

4.6. Número de lóculos

Para esta variable el análisis de varianza no tubo significancia, dado que no hay diferencia significativa entre los genotipos evaluados (Cuadro A-6 del apéndice), determinando que son estadísticamente iguales y que el número de lóculos depende del material genético, sobre todo cuando se trata de materiales tipo bola, y considerando que los genotipos evaluados una de sus características que determinan la firmeza y larga vida de anaquel es el número de lóculos o multiloculares, en los resultados obtenidos en promedio fue de 6 lóculos, siendo una característica que no permitió realizar una comparación diferenciada.

V. CONCLUSIONES

- El que mantuvo la mayor luminosidad (avance de color) bajo las condiciones evaluadas fue el genotipo TSAN 10003, el cual presenta una mayor vida de anaquel que el resto de los genotipos evaluados.

- El TSAN 10003 muestra un gran potencial para sistemas productivos que manejen el fruto en poscosecha para un periodo de comercialización prolongado en el anaquel.

- La evaluación reporta para pérdida de peso, el genotipo TSAN 10003 es el que presento mejor comportamiento en poscosecha que el resto de los genotipos.

- Los resultados reportaron que los genotipos TSAN 10002 y TSAN 10001 presentaron mayor firmeza durante el periodo de almacenamiento.

- Para la variable de ° Brix sobresalió el genotipo TSAN 10002 el cual tuvo una cantidad de 4.1° al momento de la evaluación.

- Para Grosor de mesocarpio, los genotipos **TSAN 10003**, Caimán (T), **TSAN 10001** y **TSAN 10004** son estadísticamente iguales y superiores al **TSAN 10002**.

- Los resultados para número de lóculos reportaron que no hay diferencia entre genotipos, aunque es un parámetro importante, ya que a mayor número de lóculos se incrementa la firmeza.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Baez, S. R. 1992. Manejo postcosecha de hortalizas: tomate, pepino y chile. Primera Reunión Latinoamericana de tecnología Postcosecha. UAM, CP, ENCB-IPN, UACH, FAO, CYTED-D, CONACYT, México. D. F. 120 p.
- Brecht, J. K.; Shewfelt, R. L.; Garner, J. C.; Tollner, E. W. (1991). Using X-ray-computed tomography to nondestructively determine maturity of green tomatoes. HortScience 26: 45-47.
- Cásseres, E. 1981. Producción de hortalizas. 3a. Edición. Edit. IICA, San José, Costa Rica. 148 p.
- Castilla, N. 2003. Estructuras y equipamiento de invernaderos. P. 1-87. En J.Z. Castellanos y J.J. Muñoz (Ed.) Memoria de curso Internacional sobre la Producción de Hortalizas en Invernadero. INIFAP.
- Cote, F.; J. E. Thompson and C. Willermot. 1993. Limitation to the use of electrolyte leakage for the measurement of chilling injury in tomato fruit. Postharvest boil techn 3(2):103-110. E.U.A.

- De León R. A. G. 2000. Estudios generacional de líneas de tomate extrafirme, de hábito indeterminado, en el Valle de Arista, S. L. P. Tesis Maestría en Ciencias en Horticultura.
- Dixon, T. J.; Hobson, G. E. (1984). A general method for the instrumental assessment of the colour of tomato fruit during ripening. *J. Sci. Food Agric.* 35: 1277-1281.
- Dodds, G.T.; J. W. Brown and P. M. Ludford. 1991. Surface color changes of tomato and other solanaceous fruit during chilling. *HortScience.* 116(3):482-490. USA.
- Elhadi, M. Y.; Higuera, C. I. 1992. Fisiología y Tecnología Poscosecha de Productos Hortícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Noriega Editores. Editorial LIMUSA. México-España.
- FAO. 1993. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. Capacitación, N° 17/2. Manual de la ONU para la Agricultura y Alimentación. Roma. ISBN 92-5 302766-5
- Flores, I. R. 1980. Cultivo de tomate. I.T.E.S.M. Monterrey, Nuevo León. México

- Gallo, B. M. G. 1990. Efecto de los efluentes biodegradados anaeróbicos del estiércol de bovino enriquecido con fosforo durante la fermentación sobre el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de maestría en suelos. UAAAN.
- Garay, A. R. 1983. Ensayo de rendimiento de siete cultivares de tomate industrial de cinco fechas de siembra en Huatambo, Sonora. Reporte técnico. CAEMAY-INIA. México.
- González, G. R. *et al.* 2001. “Conservación de una Variedad de Tuna (Burrón) bajo diferente manejo poscosecha”. CIENCIA UANL, VOL. VI. No.3.
- Gormley, T. R.; S. Egar. 1978. Firmness and colour at the fruit as some tomato cultivars from various sources during storage. *Sci. Food. Agric.* 29 (4): 534-538.USA
- Hardenburg, R. E.; A. Watada.; C. Y. Wang. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencia de floristerías y viveros. 150 p. IICA, San José, Costa Rica.
- Hetherington, M. J.; MacDougall, D. B. (1992). Optical properties and appearance characteristics of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum*). *J. Sci. Food Agric.* 59: 537-543.

- Hobson, G. E.; Adams, P.; Dixon, T. J. (1983). Assessing the colour of tomato fruit during ripening. *J. Sci. Food Agric.* 34: 286-292.
- Izquierdo, J., *et al.* 1992. Producción, poscosecha procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. Publicación de la ONU para la Agricultura y Alimentación. Primera Edición. Santiago, Chile. 413 p.
- Jones, R. A.; S. J. Scott. 1983. Important of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents *Euphytica*. 32:845-855.
- Kasimire, R.F. y M. Cantwell. 1992. Postharvest handling systems fruit vegetables. En postharvest technology of Horticultural crops. Division of Agriculture and Natural Resources. Univ. California. Oakland. California. 85-92 p.
- López, T. M. 1994. Horticultura. Edit. Trillas, México. D. F. 129p.
- Martínez, M. N. 2004. Efecto de la aplicación de recubrimiento Agrofilm AP sobre la calidad de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Condiciones de Almacenamiento. Tesis licenciatura UAAAN.
- Meier, S., I. Rosenberg. Z. Aharoni, S. Grinberg. And E. Fallik. 1995. Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper

(cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature.
Postharvest Biology and Technology 5:303-309.

Moore, J. 1994. Industria en transición. Publicación No 1. Productores de Hortalizas.
Edit. Meister Publishing Co. México p. 8-10.

Moreno, M. A. G. 1997. Comportamiento de diferentes híbridos de tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) tipo saladette en el Valle de Villa de Arista, S.
L. P. Tesis de licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila. México. 122p.

Muñoz, D. J. A. 1985. Refrigeración y congelación de alimentos vegetales. Fundación
Española de la Nutrición. Madrid.

Nicen, A.; M. Grafiadellis; R. Jiménez; G. La Malta; G. P. Martínez F.; A. Monteiro; H.
Verlodt; O. Videlle; C. Zabeltitz H.; I. Denis y W. Baudorin O. 1990. Protected
cultivation in the Mediterranean climate. FAO. Plant production and protection.
No 9. Roma, Italy.

Nuez, F. R. del R.A.; J. Tello; J. Cuartero y B. Legum. 1995. El cultivo de Tomate.
Editorial. Mundi Prensa, Madrid España. p. 122-123, 601-602.

- Ontiveros, 2008. Alternativas de manejo en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de malla sombra en el Altiplano Potosino. Tesis licenciatura UAAAN.
- Osuna, G. J. A. 1983. Resultados de la investigación sobre jitomate para uso industrial en el Estado de Morelos. SARH, INIA, CIAMC, CAEZ. México. 20 p.
- Pantastico, E. B. 1979. Fisiología y posrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental. México. 663 p.
- Pérez, G. M.; y R. Castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3ra Edición. Departamento de fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Philouze, J.; P. Duffe; M. O. Miles. 1992. Recherches sur la tomate. Raport d'Activité 1991-1992 de la station d'Amelioration des Plantes Maraichies. Montfavet: 59-61.
- Sánchez, F.; J. Cuartero. 1994. Cultivares de tomate de larga duración con los mutantes "rin" y "alc". Acta hort. 9:48-53.
- Sánchez, L. A. 2002. Comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate en la región del Altiplano Potosino.

Sánchez, L. A. 2003. Comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill); extrafirme de hábito indeterminado. X Congreso Nacional y II internacional de Horticultura Ornamental. SOMECH-AMEHOAC Chapingo. Universidad Autónoma Chapingo.

Sánchez, L. A. 2009. Diagnostico de la situación actual de la agricultura protegida en la región norte de México. Información de apoyo para el curso de Producción de Hortalizas de Clima Cálido, nivel licenciatura UAAAN.

Saucedo, V. C. 1981. Preenfriamiento de frutas y hortalizas (Principios, métodos y recomendaciones). México, UACH,

SICA/MAG, 2004. Tecnología Poscosecha del cultivo de tomate de árbol (Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador).

Singh, A.; Singh, Y. 1992 Effect of vibrations during transportation on the quality of tomatoes. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 23(2):70-72.

Suslow, T. V.; Cantwell M. 2009. Tomate: Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis.

- Tabares, J. M. 1992. Técnicas modernas en el cultivo de tomate. Hortofruticultura No 6. España p. 20-28.
- Tomas, J. 2002. Alimentos transgénicos. Cuando lo mismo de siempre no se hace igual. <http://www.buenasalud.com/lib/ShowDoc.cfm?LibDocIP=32708ReturncatID=5>
- Van H., J. M. 1982. Manuales de tomate para la Educación Agropecuaria. Ed. Trillas. México.
- Vesseur, W. P. 1990. Tomato tasting and consumer attitude. Acta hortic. 259(5):83-89. España.
- Wann, E. V. 1996. Physical characteristics of tomato fruit tissue at mature green and ripe stage of maturity. HortScience. 121(3):380-383.USA.
- Well, G.; F. Buitelar. 1989. Factors affecting soluble solids contents of Muskmelon (*Cucumis melo* L.). Horticultural Abstracts. 59 (2):129
- Wills, R.; MacGlasson, B.; Graham, D.; Joyce D. 1999. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. 2da. Ed. Zaragoza, España.; Acribia.

Zagory, D.; Kader A. 1989. "Quality maintenance in fresh fruits and vegetables by controlled atmospheres. Chemistry and Technology American Chemical Society.

Zambrano, C. B. 1999. Índice de madurez en poscosecha de líneas de tomate con frutos normales y extrafirmes. Tesis maestría en ciencias en horticultura. UAAAN.

VII. APÉNDICE

Cuadro A.1.- Análisis de varianza para la variable Luminosidad.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	599.843750	149.960938	47.4229	0.000
Fechas de evaluación	6	106.375000	17.729166	5.6066	0.000
Genotipo * Fechas	24	40.468750	1.686198	0.5332	0.961
Error	105	332.031250	3.162202		
Total	139	1078.718750			

C. V. = 3.30%

Cuadro A.2.- Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	4	60073.000000	15018.250000	8.6134	0.000
Pérdida de peso	1	752.500000	752.500000	0.4316	0.523
Genotipo * Pérdida	4	13.750000	3.437500	0.0020	1.000
Error	30	52308.000000	1743.599976		
Total	40	113147.25000			

C V = 15.49 %

Cuadro A.3. - Análisis de varianza para la variable Firmeza.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	2.040043	0.510011	12.2935	0.000
Error	15	0.622293	0.041486		
Total	19	2.662336			

C. V.=17.10%

Cuadro A.4. - Análisis de varianza para la variable ° Brix.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	1.594666	0.398666	4.5703	0.013
Error	15	1.308441	0.087229		
Total	19	2.903107			

C. V. = 8.01 %

Cuadro A.5. - Análisis de varianza para la variable Grosor de mesocarpio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	7.281250	1.820313	11.6500	0.000
Error	15	2.343750	0.156250		
Total	19	9.625000			

C V = 6.32 %

Cuadro A.6.- Análisis de varianza para la variable Número de lóculos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	4	2.674988	0.668747	1.6377	0.216
Error	15	6.125000	0.408333		
Total	19	8.799988			

C V = 10.83 %