

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



Evaluación de algunos parámetros de calidad en diferentes genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) extrafirmes de larga vida de anaquel bajo condiciones de refrigeración y almacenamiento.

TESIS

Presentada Por:

YESSICA ABIGAIL ALVARADO CEPEDA

Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Evaluación de algunos parámetros de calidad en diferentes genotipos de Tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill) extrafirmes de larga vida de anaquel bajo condiciones de refrigeración y
almacenamiento.

TESIS

Presentada por:

YESSICA ABIGAIL ALVARADO CEPEDA

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

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA POR:



DR. ANTONIO F AGUILERA CARBÓ
PRESIDENTE DEL JURADO



M.C. ALFREDO SÁNCHEZ LÓPEZ
CODIRECTOR



M.C. SERGIO SÁNCHEZ MARTÍNEZ
ASESOR



M.C. ALFONSO ROJAS DUARTE
SINODAL SUPLENTE



ING. RODOLFO PEÑA ORANDAY
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2010

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme la vida y estar en mi camino siempre guiándome por el buen camino.

A mi querida **Narro** por la invaluable enseñanza, el aprendizaje y aprehendizaje por el cual ahora soy profesionista.

Al **M.C. Alfredo Sánchez López**. Por haber dirigido este trabajo de investigación a través del proyecto de mejoramiento genético que desarrolla en la UAAAN y que desde la cosecha hasta la conclusión del mismo, así como por su gran paciencia hacia mí, por el enorme apoyo y confianza que siempre me brindo. Gracias!!!

Al **Dr. Antonio F. Aguilera Carbo**. Por el tiempo dedicado para la revisión de este trabajo.

Al **M.C. Sergio Sánchez Martínez**. Por su apoyo y paciencia para la interpretación de los datos.

Al **M.C. Alfonso Rojas Duarte**. Por su apoyo para la revisión de mi investigación.

A la **M.C. Mildred Flores Verástegui**. Por su paciencia y gran apoyo en la parte de laboratorio.

DEDICATORIAS

A mis padres: **Román Alvarado Martínez** y **Juana Ma. Cepeda García** por su apoyo y amor incondicional en todo momento este logro también es de ustedes.

A mis lindas y hermosas hermanas y hermano **Paty, Alhe, Pepe** y **Chío**, que me apoyaron siempre en todo momento los amo, gracias por estar siempre conmigo motivándome para salir adelante.

A mis cuñados **Víctor** y **Fabián**; y sobrinos: **Sebastián, Elisa** y **Fer** por que alegran a nuestra familia.

A mi sobrino **Víctor Daniel** por estar siempre conmigo y por ayudarme a pasar todos los datos de esta tesis.

A mi **Ing. Jorge Luis Vega Chávez**, por estar siempre a mi lado, apoyándome en los momentos más difíciles, dándome todo tu apoyo y amor que son siempre un motivo para llegar hasta donde estoy. Gracias por todo, nos queda mucho por andar. Te amo

A la familia **Vega Chávez**, al **Sr. Oscar** y la **Sra. Bri**, a **Cintya** y **Vale** mis cuñis, aunque desde lejos siempre me apoyaron y me brindaron mucho cariño.

A mis amigas **Leslie, Faty, Lucy, Ceci** y **Malu** que siempre me hacen reír y me dan ánimos, las quiero niñas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Generalidades del tomate.....	5
2.1.1. Descripción del fruto de tomate.....	5
2.1.2. Clasificación del tomate según su hábito de crecimiento.....	6
2.1.3. Preferencias en cuanto a tipos de tomate.....	6
2.1.4. Tomate para consumo en fresco y para procesado industrial....	7
2.2 Cosecha y Postcosecha.....	8
2.2.1. Índice de madurez.....	8
2.2.2. Postcosecha.....	10
2.2.3. Refrigeración y Almacenamiento.....	10
2.3. Híbridos de Larga Vida de Anaquel.....	12
2.4. Estándares de Calidad.....	13
2.4.1. CODEX Stan 293-2007.....	13
2.4.1.1. Requisitos mínimos.....	13
2.4.1.2. Requisitos de madurez.....	13
2.4.1.3. Clasificación.....	14
2.5. Calidad del fruto.....	15
2.5.1. Calidad externa.....	17
2.5.1.1. Peso del fruto.....	17
2.5.1.2. Tamaño.....	18
2.5.1.3. Color.....	18
2.5.1.4. Firmeza.....	18
2.5.2. Calidad interna.....	19
2.5.2.1. Sólidos Solubles Totales (°Brix).....	19

2.5.2.2. Acidez.....	20
2.5.3. Valor Nutritivo del tomate.....	21
2.5.3.1. Licopeno.....	21
2.5.3.2. Cenizas.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Recolección.....	23
3.2. Manejo experimental.....	24
3.3. Descripción del material vegetativo utilizado.....	24
3.3.1. Saladette híbrido 7865.....	24
3.3.2. Imperial.....	24
3.3.3. Beef.....	25
3.3.4. TSAN-10003.....	25
3.3.5. Caimán.....	25
3.4. Análisis de los datos y Diseño estadístico.....	26
3.5. Variables evaluadas.....	26
3.6. Procedimiento.....	27
3.6.1. Procedimiento para la variable peso.....	27
3.6.2. Procedimiento para las variables diámetro polar y ecuatorial.	27
3.6.3. Procedimiento para la variable Firmeza.....	27
3.6.4. Procedimiento para la variable Grados Brix (^o Bx)	27
3.6.5. Procedimiento para la variable Acidez.....	27
3.6.6. Procedimiento para la variable Cenizas.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 Peso de los frutos extrafirmes de tomate.....	30
4.2. Firmeza de los diferentes genotipos al final de la evaluación.....	32
4.3. Tamaño (diámetro polar) de los frutos extrafirmes de tomate.....	34
4.4. Tamaño (diámetro ecuatorial) de los frutos extrafirmes de tomate.....	36
4.5. Grados Brix (^oBx) en frutos extrafirmes de tomate.....	38
4.6. Acidez en frutos extrafirmes de tomate.....	41
4.7. Numero de lóculos en frutos de tomate.....	44
4.8. Contenido de cenizas en frutos extrafirmes de tomate.....	47
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. LITERATURA CITADA.....	52
VII. APENDICE.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
1	Análisis de varianza para la variable peso de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento..... 30
2	Comparación de medias (Tukey) para la variable peso en diferentes genotipos extrafirmes..... 31
3	Análisis de varianza para la variable diámetro polar de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento... 34
4	Comparación de medias (Tukey) para la variable diámetro polar en diferentes genotipos extrafirmes..... 35
5	Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento..... 36
6	Comparación de medias (Tukey) para la variable diámetro ecuatorial en diferentes genotipos extrafirmes..... 36
7	Análisis de varianza para la variable Grados Brix de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento... 38
8	Comparación de medias (Tukey) para la variable Grados Brix en diferentes genotipos extrafirmes..... 39
9	Análisis de varianza para la variable Acidez de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento..... 41
10	Comparación de medias (Tukey) para la variable Acidez en diferentes genotipos extrafirmes..... 42
11	Análisis de varianza para la variable número de lóculos de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento..... 44
12	Comparación de medias (Tukey) para la variable número de lóculos en diferentes genotipos extrafirmes..... 45
13	Análisis de varianza para la variable Cenizas de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.. 47
14	Comparación de medias (Tukey) para la variable Cenizas en diferentes genotipos extrafirmes..... 48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
1 Índice de madurez fisiológica en el fruto.....	8
2 Ubicación del área de recolección de los frutos.....	23
3 Comportamiento de la variable peso (g) durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	31
4 Comportamiento de la variable firmeza (Kg/cm ²) durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	33
5 Comportamiento de la variable diámetro polar (cm) durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	35
6 Comportamiento de la variable diámetro ecuatorial (cm) durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	37
7 Comportamiento de la variable Grados Brix (°Bx) durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	40
8 Comportamiento de la variable Acidez (%) durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	43
9 Comportamiento de la variable número de lóculos durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	46
10 Comportamiento de la variable contenido de Cenizas durante el período de refrigeración y almacenamiento.....	49

RESUMEN

El tomate es una Solanácea de gran importancia económica a nivel mundial tanto por su producción como por su consumo. El presente trabajo se realizó en el período de Septiembre 2009 a Marzo 2010 en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el propósito de evaluar el comportamiento de algunos de los parámetros de calidad en diferentes genotipos de Tomate extrafirmes de larga vida de anaquel bajo condiciones de almacenamiento en refrigeración controlada a una temperatura promedio de 11 °C con una humedad relativa de 90-95% en un período de catorce días.

Se estudiaron cinco genotipos de tomate extrafirmes de Larga Vida de Anaquel, característica que se da por la introducción de los genes del carácter antes mencionado, confiriéndole al fruto una mayor firmeza y alto período de almacenamiento de los frutos para su comercialización atribuyéndoseles una disminución en su sabor debido a la aparición de estos genes para algunos genotipos denominados OGM, generalmente con esta característica se busca conseguir frutos de calibres extragrandes, grandes y medianos.

Los genotipos extrafirmes en estudio fueron cuatro del tipo bola de hábito indeterminado principalmente, denominadas como **Imperial**, **Beef**, **TSAN 10003** y **Caimán** además de un híbrido **Saladette** del mismo hábito.

El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros de calidad comercial en híbridos de tomate. Tales como: peso, firmeza, diámetro polar y ecuatorial, grados brix, acidez, número de lóculos y contenido de cenizas, para demostrar cual de los genotipos era mejor para cada una de las variables evaluadas y con mayor vida de anaquel.

Se realizaron las evaluaciones en cinco fechas, en cada una de las cuales se extraían ocho frutos para analizar y los demás seguían en almacenamiento continuo en refrigeración para permitir la maduración. De los resultados encontrados en las evaluaciones se analizaron bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y ocho repeticiones haciendo un análisis de varianza y una comparación de medias por el método de Tukey al 0.01 de significancia obteniendo como resultados que en la mayoría de las variables se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos mostrando que en la mayoría de las variables sobresale el genotipo **TSAN 10003** y el **Caimán y Beef** se ubican por debajo de los demás genotipos.

Palabras Clave: Tomate, Genotipos, Larga Vida de Anaquel, Extrafirmes, Refrigeración, Almacenamiento, Hábito.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la producción mundial pocas son las hortalizas que presentan una demanda significativa en su consumo, se considera a nivel internacional el tomate junto con la papa las dos hortalizas que constituyen el 50% de la producción en el mundo, lo cual nos indica el enorme valor que el tomate representa no solo en el comercio sino también en el sistema alimentario mundial. En México preferimos consumir el tomate en fresco así como también es utilizado en la elaboración de pastas, salsas, purés, jugos, entre otros productos, su importancia radica en la elaboración de alimentos ya sea fresco o procesado. En los últimos años la producción mundial se ha mantenido estable con un nivel promedio anual de 125, 015,795 toneladas (FAO, 2010).

El problema más complejo de este cultivo en nuestro país es la falta de investigación para el desarrollo de los genotipos bola y Saladette que cumplan con las características que el consumidor demanda. Actualmente en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro a través de la división de agronomía a la que pertenece el departamento de horticultura, ha creado a través de sus proyectos de investigación dentro del programa de mejoramiento genético, y como resultado de ello se tienen, materiales híbridos, con alta expectativa tipo beef o bola para el mercado en fresco ya que cumplen con la mayoría de los atributos de calidad que el mismo mercado exige. (Sánchez, 2008)

En tecnología de alimentos la calidad del fruto esta principalmente relacionada con su color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza, sabor, unidos a la capacidad de larga vida de anaquel y resistencia al transporte. La firmeza es muy variable entre cultivares, siendo mas blandos biloculares que los multiloculares, influido por el índice de madurez fisiológica y por las condiciones de producción y almacenamiento. Actualmente la población, dependiendo de la región en que se ubiquen y específicamente en el mercado de Exportación, demanda una calidad superior tanto externa como interna. Los aspectos externos como son la presentación, el color, uniformidad, madurez y frescura son los

componentes principales de la decisión de compra, la que normalmente es tomada cuando el consumidor ve los productos exhibidos en el anaquel. La calidad interna esta asociada con el sabor, aroma, textura, valor nutritivo, contenido de licopeno, ausencia de contaminantes bióticos y abióticos que a su vez están relacionados a aspectos generalmente no perceptibles, pero no por ello menos importante para los consumidores.

En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo General

Evaluar la calidad de cinco genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) extrafirme de hábito Indeterminado de la región de “El Tunal”, en el municipio de Arteaga, Coahuila, bajo condiciones de almacenamiento en refrigeración.

Objetivos específicos

- Evaluar los efectos del almacenamiento en condiciones de refrigeración con respecto a la calidad de los genotipos tipo Beef de larga vida de anaquel contra un testigo Saladette.
- Determinar los principales atributos de calidad que garanticen la característica larga vida de anaquel..
- Determinar la relación entre el producto fresco y contenido de materia seca total (cenizas) como un factor cuantitativo para la diferenciación entre los genotipos.

Hipótesis

1. La respuesta de los genotipos de tomate tipo Beef multilocular superarán al testigo comercial Saladette bilocular.
2. Las características cualitativas y cuantitativas presentaran diferente comportamiento bajo las condiciones de almacenamiento establecidas, de acuerdo a la demanda del consumidor
3. La respuesta del contenido de materia seca total (cenizas) será un indicador importante para medir la calidad del fruto en sus diferentes dimensiones.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.- Generalidades del tomate

El tomate es una planta originaria de Perú, Ecuador y México, países donde se encuentran varias formas silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio el tomate se cultivaba como planta de adorno. Asimismo mencionan que el cultivo de tomate ocupa un lugar importante entre las hortalizas del mundo ya que pocos productos hortícolas permiten la diversidad de usos, también conocido como jitomate este fruto es un alimento apetecible, además de ser una importante materia prima para la industria transformadora, este fruto es de importancia mundial por que existen variedades para consumo en fresco, variedades de uso como ingrediente principal ya sea para jugos, salsas, pastas, bebidas, entre otros , por su alto valor nutritivo, por que contiene mucha vitamina A y C y por su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada. Según la finalidad del producto, se puede diferenciar el cultivo de tomate para fines de consumo en fresco y el cultivo de tomate para industria destinado a la elaboración de otros alimentos. De acuerdo con esta finalidad se usan distintas variedades. (Esquinas y Nuez, 2001)

2.1.1.- Descripción del Fruto de Tomate

El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y 500g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. El fruto esta constituido, básicamente por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El pericarpio lo compone la pared externa, los septos que separan los lóculos y la pared interna. El mesocarpo de la pared externa esta compuesto principalmente por células parenquimáticas, que son mayores en la región central y disminuyen junto a la epidermis y los lóculos. Los lóculos son huecos en el pericarpio y cada fruto normal tiene al menos dos lóculos los cuales contienen las semillas rodeadas por una masa gelatinosa de células de paredes delgadas de tipo parenquimático que rellenan los lóculos cuando el fruto está maduro. El tamaño del fruto esta relacionado con el número de semillas y lóculos. (Chamarro, 2001)

2.1.2.- Clasificación del tomate según su hábito de crecimiento

Crecimiento Determinado

Flores y frutos simultáneos. El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia fuera, de tallo lateral, parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernadero (Rodríguez, *et al.* 2006)

Crecimiento Indeterminado

La polinización de las flores apicales detiene el crecimiento. Las variedades de crecimiento determinado tienen forma de arbusto; las ramas laterales son de crecimiento limitado y producción muy importante por que permite concentrar la cosecha en un periodo determinado según sea la necesidad del mercado. Las variedades de tomate rojo de crecimiento determinado inician su floración entre los 55 a 60 días después de ser sembrados (Rodríguez, *et al.* 2006)

Crecimiento semi-indeterminado

Este crecimiento se identifica con la relación 1:3 consiste en un racimo floral y 3 folíolos consecuentes. En esta clasificación los materiales pueden durar varios meses según el tipo de manejo como son podas, nutrición y saneamiento que a este se le de, su crecimiento es de 3-4m pero mas lento que el anterior y el sistema de poda puede ser a 2 o 3 tallos (Aguilar, 2004).

Crecimiento tipo compacto

Este tipo de planta presenta un racimo floral por cada foliolo de entrenudos cortos, el desarrollo vegetativo es precoz y el crecimiento en longitud es pequeño. El sistema de poda no se requiere, debido a que su manejo es a mayor densidad por unidad de superficie (Aguilar, 2004).

2.1.3.- Preferencias en cuanto a tipos de Tomate

Uno de los mayores atractivos de cualquier producto frente al consumidor es su diversidad. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de

tipos muy extensa. Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), y variedades destinadas para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto. Las preferencias por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, tipo de población, uso al que se destina, etc. En general las características mas apreciadas en el tomate para consumo en fresco son un color y un sabor atractivo y gran versatilidad del producto. Las preferencias varían de un gusto a otro hasta dentro de una misma familia. (Diez, 2001).

2.1.4.- Tomate para consumo en fresco y para procesado industrial

Cuando se consume en fresco, el tomate puede considerarse como una fruta o como una hortaliza. Como fruta se come entero o cortado en rodajas. Usado como hortaliza, se puede cortar a rodajas o gajos para ensalada. Para estos usos, en general, se prefieren los tomates de tamaño mediano-grande con buen sabor y color; otro uso que se le da es como adorno en platillos. Para consumo en fresco se prefieren variedades con frutos redondos de buen tamaño, lisos y resistentes, frutos de consistencia firme pero con abundante pulpa, frutos con gran número de lóculos llenos con masa gelatinosa. (Diez, 2001)

La facilidad y rapidez con que se procesan actualmente los tomates, dando lugar a varios productos, hace que sea una de las hortalizas más importantes para procesado. En el tomate destinado para proceso, son importantes las características externas como lo son para el consumo en fresco, sin embargo para los tomates destinados a procesado son más importantes los parámetros de calidad interna. El tomate para procesado industrial incluye una gran variedad de usos, entre los que se destacan el tomate al natural pelado, jugos, purés, pastas y concentrados, salsas de tomate y en polvo para sopas (Rodríguez y Delgado, 1975).

2.2. COSECHA Y POSTCOSECHA

2.2.1. Índice de madurez

La madurez fisiológica se reconoce porque la parte inferior del fruto comienza a mostrar una coloración anaranjada, mientras que el resto del fruto permanece verde. El signo más visible de la maduración organoléptica en tomate es el cambio de verde a rojo, que se debe a la descomposición de la clorofila y a la síntesis de licopeno y carotenoides. El segundo signo característico de esta maduración es el ablandamiento que acompaña al cambio de color. Este cambio ocurre por la síntesis de la enzima poligacturonasa, la cual es activa en la degradación de la pared celular y, por lo mismo, en el ablandamiento. La producción de esta enzima es iniciada por el etileno, lo cual ayuda a explicar la importancia del etileno en la maduración natural y artificial de tomates.



Figura 1. Índice de madurez fisiológica en el fruto

Como el color es un indicio de la madurez del tomate, existe toda una graduación en cuanto al estado de cosecha y consumo de los frutos, pasando desde el verde al rojo.

En general, los tomates se cosechan en los siguientes estados:

- Verde maduro: son tomates que han alcanzado el desarrollo máximo; son de color verde y el extremo apical presenta una mancha blanca.
- Pintón o virado: son tomates que presentan un comienzo de la aparición del color típico de la variedad.

- Rosado: son tomates con leve coloración rosada en casi toda su superficie.
- Rojo firme: son tomates que tienen el color típico de la variedad.

Las preferencias por un determinado tamaño de tomate varían entre consumidores y depende de la intención de uso de los frutos (FAO, 2010)

2.2.1.1. Clasificación

Cuando se hace manualmente se requieren cestos o cajas para el transporte. La clasificación se realiza:

1. Según los diferentes tamaños.
2. Según las características de calidad.
3. Según el color de la piel.

La clasificación según el tamaño, varía de acuerdo a la región, exigencias del mercado y características de la variedad del tomate.

Una selección usual consiste en:

- Chico: que mide menos de 4cm en su diámetro transversal mayor.
- Mediano: mide entre 4 y 7cm en su diámetro transversal mayor.
- Grande: mas de 7cm en su diámetro transversal mayor.

También la clasificación en clases de diferentes calidades depende de la región y las exigencias del mercado. Este tipo de selección considera:

- Calidad de exportación o grado elegido.
- Calidad de primera o grado comercial.
- Calidad nacional o grado económico.

En la clasificación según la calidad, se toman en cuenta las siguientes características:

- Uniformidad en madurez y tamaño. Solo se permite un limitado porcentaje de defectos.
- Firmeza en el fruto. Puede ser consistente, esponjosa o flácida.
- Limpieza. Los frutos deben estar libres de polvo, tierra o residuos de pesticidas.
- Forma. Las hendiduras o deformaciones influyen en la calidad.
- Sanidad. Este aspecto incluye, entre otros la presencia de ácaros por plagas, enfermedades, heladas y excesiva exposición al sol (SEP 1990).

2.2.2. Postcosecha

Es el período comprendido desde el momento en que el fruto es recolectado hasta la comercialización (Rodríguez, 2001), pasando por la manipulación, conservación y distribución hasta el consumo. Es hacer que lleguen a su destino en buenas condiciones, con oportunidad, a precios accesibles, distribuirlos adecuadamente entre la población consumidora, lograr que el producto reciba un precio remunerativo y reducir al mínimo las pérdidas (Pelayo, 1992).

2.2.3. Refrigeración y/o almacenamiento

Para establecer las condiciones de conservación frigorífica del tomate, debe tenerse en cuenta el estado de maduración. Los tomates en estado verde maduro deben conservarse a 12-15 °C y a una humedad relativa entre 85-90%, mientras que los tomates maduros pueden conservarse a temperaturas inferiores, recomendándose 10-12 °C. La duración del período de conservación está limitada por la aparición de numerosas alteraciones, tanto de origen microbiano como fisiológico; en función del grado de maduración, la conservación puede prolongarse desde unos pocos días hasta un máximo de 4-6 semanas.

La conservación a temperaturas inferiores de las indicadas debe evitarse pues se produce “daño por frío”, caracterizado por el desarrollo de una maduración lenta y anormal, así como el incremento de la sensibilidad a los

ataques por microorganismos. La manifestación de los daños por frío depende de la variedad, fecha de recolección y estado de maduración, y su desarrollo representa una aceleración del proceso de senescencia, inducido por la degradación de las membranas celulares que provoca la fuga de electrolitos (Riquelme, 1993).

Se ha comprobado que un sistema de almacenamiento a 36-40 °C durante 3 días, previo a la conservación durante tres semanas a 2 °C, podría evitar el desarrollo de daños por frío. Los frutos así conservados maduran después normalmente, aunque de forma más lenta que los frutos recién colectados (Lurie y Klein, 1991).

La conservación a temperatura inferiores a las indicadas debe evitarse pues se produce daño por frío caracterizado por el desarrollo de una maduración lenta y anormal, así como el crecimiento de la sensibilidad a los ataques por microorganismos, la manifestación de daño por frío depende de la variedad, fecha de recolección y estado de maduración (Dodds, *et al.* 1991).

La temperatura es un importante parámetro para evaluar la calidad de los frutos de tomate y está determinado por las características morfológicas del fruto: firmeza del epicarpio, número de lóculos y estados de madurez. Se ha demostrado en recientes investigaciones que los frutos almacenados a 25-30 °C tienen respiración alta y producción alta de la tasa de etileno, en cambio frutos que han sido almacenados a 10 °C no mostraron ser climatéricos ya que la respiración y maduración fue lenta, estos frutos tenían más altos sólidos solubles totales, alto contenido de vitamina C y concentraciones de los ácidos orgánicos y fueron más firmes que los almacenados a temperatura altas. (Islam, *et al.* 1996).

Otras investigaciones nos dicen que frutos híbridos de tomate de la variedad Pioneer 5692 (madurez normal), 6353 (madurez inhibida) y 4121 (falta de madurez), se cosecharon en color green y Pink y se almacenaron a 10 °C y 85-90% HR, de otra manera los frutos red se guardaron a 20 °C para evaluar su vida

de anaquel, se midieron en intervalos los parámetros de calidad durante el almacenamiento. Los frutos con pérdida de firmeza más baja vinieron del híbrido normal. Los **Rin** presentaron los frutos más firmes por encima de todos los tratamientos y manifestaron la acidez titulable más alta. Pero los frutos de éste híbrido tienen el total de Sólidos Solubles Totales más bajo. Los frutos **Nor** tienen una vida de anaquel mejor que los **Rin**, son los mejores para almacenamiento en refrigeración. Los frutos red (rojos) normales y los híbridos **Rin** y **Nor** tuvieron una vida de anaquel de dos, cuatro y seis días respectivamente. Considerando que los frutos Pink (rosas) de los mismos híbridos presentaron una vida de anaquel de ocho, doce y dieciséis días respectivamente, Los frutos green y Pink del híbrido normal y **Rin** se pueden guardar en refrigeración por encima de los treinta días. (Agar, *et al.* 1993).

2.3. Híbridos de larga vida de anaquel.

Se menciona que actualmente existen híbridos de tomate que llaman la atención, este tipo de híbridos añaden a la alta productividad y resistencia a enfermedades, características de larga conservación de sus frutos; presenta la ventaja de su larga vida de anaquel y su capacidad para soportar transporte a largas distancias pero suelen tener defectos de calidad en cuanto a coloración y sabor. Los genes de maduración “Nor” y “Rin” son los responsables de éstos efectos, en homocigosis inhiben por completo el proceso de maduración, mientras que heterocigosis, debido a su necesidad no completa, confieren a los frutos cualidades de color, sabor y conservación más cercanos a los normales. (Philouze *et al.* 1992)

Nuez, 1986, cita que algunos programas de mejora como los que utilizan hibridación y selección en generaciones segregantes, pierden necesariamente parte de las buenas características de los progenitores, especialmente aquellas de control poligénico y de evaluación difícil, como es el caso de la calidad. Esta situación frecuentemente se presenta cuando se quieren introducir genes de resistencia a patógenos en cultivares tradicionales y de alto valor agronómico. Aunque se ha hecho un considerable esfuerzo en la adaptación de las

variedades, se han priorizado la producción, resistencia a patógenos y calidad externa, descuidando la calidad interna, tal es el caso de la pérdida de sabor, la que se debe a que el fruto se cosecha excesivamente verde, ya que si se cosecha con color externo no tienen suficiente vida comercial para permitir su manipulación y embalaje, transporte y venta a detallistas. Los frutos cosechados con color se desvían a las cadenas principales de comercialización y se venden a mercados locales. (Nuez, 1986)

2.4. Estándares de calidad

2.4.1. CODEX Stan 293-2007 Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de tomates obtenidos de *Lycopersicon esculentum* Mill, de la familia Solanaceae, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los tomates destinados a la elaboración industrial.

Los tomates se pueden clasificar en cuatro tipos comerciales: Redondos, Asurcados, Oblongos” o “alargados”, Tomates “cereza” y “cóctel”.

2.4.1.1. Requisitos mínimos.

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada una y las tolerancias permitidas, los tomates deberán estar intactos, sanos, excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo; limpios y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible; deben tener un aspecto fresco; estar prácticamente exentos de plagas; exentos de daños causados por plagas; de humedad externa anormal, de cualquier olor y/o sabor extraños.

2.4.1.2. Requisitos de Madurez

Los tomates deberán estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio. El desarrollo y estado de madurez de los tomates

deberán ser tales que les permitan continuar el proceso de maduración y alcanzar el grado de madurez apropiado.

2.4.1.3. Clasificación

Los tomates se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

Categoría “Extra”

Los tomates de esta categoría deberán ser de calidad superior. Deberán tener la pulpa firme, y su forma, aspecto y desarrollo deberán ser característicos de la variedad. Deberán ser uniformes en cuanto al tamaño. Su coloración, según el estado de madurez. Deberán estar exentos de dorso verde u otros defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

Categoría I

Los tomates de esta categoría deberán ser de buena calidad. Deberán tener la pulpa suficientemente firme, y su forma, aspecto y desarrollo deberán ser característicos de la variedad. Deberán ser uniformes en cuanto al tamaño y estar exentos de grietas y de dorso verde visible. Podrán permitirse, un ligero defecto de forma y desarrollo, un ligero defecto de coloración, defectos leves de la piel, magulladuras muy leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

Además los tomates “asurcados” podrán presentar grietas cicatrizadas superficiales que no excedan de 1cm de longitud, protuberancias no excesivas, una cicatriz lineal cuya longitud no exceda de los dos tercios del diámetro máximo del fruto.

Categoría II

Esta categoría comprende los tomates que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos.

Los tomates deberán ser suficientemente firmes (pero podrán ser ligeramente menos firmes que los clasificados en la Categoría I) y no deberán presentar grietas sin cicatrizar. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los tomates conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación, defectos de forma, desarrollo y coloración, defectos de la piel o magulladuras, a condición de que no afecten seriamente al fruto, grietas cicatrizadas superficiales que no excedan de 3cm de longitud para los tomates redondos, “asurcados” u oblongos. Además, los tomates “asurcados” podrán presentar protuberancias más acusadas que las admitidas en la Categoría I, pero sin llegar a la deformidad, un ombligo, una cicatriz pistilar fina de forma alargada (CODEX alimentarius, 2008)

2.5. Calidad del fruto

La palabra calidad proviene del latín *qualitas*, que significa atributo de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es “grado de excelencia o superioridad”. Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.

La define también en términos de la satisfacción que produce a los consumidores como: “El grado de cumplimiento de un número de condiciones que determinan su aceptación por consumidor”.

El destino o uso también puede determinar distintos criterios de calidad para un mismo producto. Por ejemplo, el tomate para el consumo en fresco es valorado fundamentalmente por su uniformidad, madurez y ausencia de defectos, mientras que la calidad para Catsup está dada por el color, la viscosidad y el rendimiento industrial como materia prima.

Los perfiles de consumo son específicos para cada país o incluso región en particular y varían con el sexo, edad, nivel educativo y nivel socioeconómico. Esto se fundamenta, en parte, en las menores necesidades calóricas de la vida moderna, caracterizadas por un mayor confort y sedentarismo. El otro factor que

determina esta tendencia es la mayor conciencia de la importancia de la dieta en la salud. (FAO, 2010)

La calidad del fruto esta principalmente relacionada con su color, forma tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte. La firmeza es muy variable entre cultivares, siendo mas blandos, en general, los multiloculares que los biloculares, influido por el estado de madurez y por las condiciones de cultivo (Nisen, *et al.* 1990).

El color debe ser uniforme y hay una amplia gama de matices de color, entre el verde y el rojo, inducido por el contenido de licopeno. Actualmente existen numerosas escalas de color que son de muy difícil aplicación práctica. (Grierson y Kader, 1986).

El contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate (Grierson y Kader, 1986). Para que el fruto tenga un buen sabor, son necesarios valores de pH inferiores a 4.4 y contenidos de azúcares superiores al 4- 4.5% (Nisen, *et al.* 1990).

Actualmente existe una creciente demanda de una calidad superior tanto externa como interna. Los aspectos externos (presentación, apariencia, uniformidad, madurez, frescura) son los componentes principales de la decisión de compra, la que normalmente es tomada cuando el consumidor ve los productos exhibidos en el local de venta.

La calidad interna (sabor, aroma, textura, valor nutritivo, ausencia de contaminantes bióticos y abióticos) está relacionado a aspectos generalmente no perceptibles pero no por ello menos importante para los consumidores.

Así que dentro de una tendencia general a un mayor consumo y variedad, el consumidor demanda calidad en términos de apariencia, frescura, presentación así como valor nutritivo e inocuidad. (FAO 2010).

2.5.1. Calidad externa

2.5.1.1. Peso del fruto

La recolección de los frutos implica una importante alteración en las condiciones naturales de su evolución y el proceso posterior a la recolección debe actuar para reducir los efectos del proceso, como son la supresión del suministro de agua y elementos nutritivos, la modificación en las condiciones de evolución del fruto, variaciones en la fisiología del fruto, riesgos de alteración por microorganismos, entre otros.

Menciona también que el factor esencial para cuidar la calidad en la comercialización consiste en efectuar la recolección con la madurez óptima, pues en los jitomates la recolección excesivamente anticipada provoca que se comporten como frutos no climatéricos y, si es demasiado avanzada, estarán muy blandos y coloreados, por lo tanto muy sensibles a la manipulación y una vida útil muy breve. A esta exigencia inicial se debe añadir la adecuada manipulación, evitando daños mecánicos, y optimizar las condiciones del ambiente en su entorno. En esta etapa la reducción de la temperatura es el principal factor a considerar en el control de la respiración y transpiración del fruto, así como en el crecimiento y acción de microorganismos (Riquelme, 1993).

La humedad relativa en el ambiente de almacenamiento constituye el segundo factor a considerar. La diferencia de presión de vapor, es decir la diferencia entre la humedad relativa de equilibrio del producto y del entorno, provoca la transferencia de agua de los frutos a la atmósfera que los rodea y, en consecuencia, produce la pérdida de peso, el marchitamiento, la pérdida de turgencia y la pérdida de calidad comercial. La pérdida de agua que se produce en el fruto está en función de los factores ambientales y del propio fruto (tamaño, estado de madurez, permeabilidad de la epidermis), y su intensidad decrece durante el almacenamiento, pero ese decrecimiento sólo se produce de forma natural después de haber superado los niveles que hacen perder al jitomate su aceptación comercial (Robinson, *et al.* 1975).

2.5.1.2. Tamaño

El tamaño de los frutos tiene gran importancia porque contribuye a la calidad y ésta repercute en el gusto del consumidor. El tamaño puede ser medido por longitud, diámetro, peso y volumen, y se ve afectado por varios factores, tanto climáticos, nutricionales, genéticos y morfológicos del fruto. Uno de los principales en este conjunto es la disponibilidad oportuna de agua, presencia de semillas y reguladores de crecimiento. (Zabala 1995, citado por Colchado, 2009)

2.5.1.3. Color

El color es una de las características más importantes de calidad. Para el consumidor, el color es un indicador de calidad gustativa. Para el procesador, la calidad de algunos productos elaborados está dada por la intensidad del color, el cual condiciona la cantidad de fruta requerida y la rentabilidad del proceso. El color de los tomates rojos depende básicamente de su contenido de licopeno y, en menor medida, del de β -caroteno. Ambos pigmentos carotenoides se sintetizan a partir del fitoeno.

2.5.1.4. Firmeza

Uno de los parámetros de calidad más importantes de los frutos es la firmeza; esta característica depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células. La turgencia es producida por la presión del contenido celular sobre la pared celular, la permeabilidad de protoplasma y la elasticidad de la membrana. La cohesión de las vacuolas depende de la cantidad y de la calidad de sustancias pécticas; la maduración incrementa las pectinas solubles en agua y disminuye las fracciones insolubles, originando el ablandamiento del fruto (Pantástico, 1984; citado por Colchado, 2009).

La reducción de la firmeza es resultante de la acción de tres enzimas principales: celulasa, pectinesterasa y poligalacturonasa, siendo esta última la que

mejor se correlaciona con el ablandamiento del fruto (Gómez y Camelo, 2002). La firmeza es un parámetro agrupado con otros que definen la textura. Existen varias definiciones de textura; algunos autores la definen como un arreglo de fibras en el tejido y otros como el ablandamiento o consistencia del tejido. La textura es una de las características más importantes en la calidad de los frutos, se ha encontrado que la textura disminuye conforme se incrementa la respiración del fruto.

2.5.2. Calidad Interna

2.5.2.1. Sólidos Solubles Totales (°Brix)

El sabor del tomate esta determinado por los niveles de azúcares y ácidos, de manera que al aumentar los niveles de éstos aumenta también el sabor. Los azúcares Glucosa y fructosa constituyen el sesenta y cinco por ciento de los sólidos solubles, mientras que el resto esta constituido principalmente por los ácidos cítrico y málico, minerales, lípidos y otros compuestos de bajas concentraciones. En consecuencia un aumento en el contenido de sólidos solubles produce también un aumento en el sabor (Jones y Scott, 1983).

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 °Brix de una variedad entre 4 y 7 °Brix. (Izquierdo citado por Morales, 2009)

2.5.2.2. Acidez

La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte. El pH incrementa durante la neutralización y es posible obtener una curva de titulación donde el efecto buffer del extracto incrementa. La acidez titulable se calcula con la cantidad de base necesaria para que el pH llegue a un punto final. En la práctica se toma un pH final de 8.2, usando fenolftaleína como indicador. Los valores de la titulación son expresados en miliequivalentes de ácidos por unidad de volumen del extracto o por peso del tejido (Hulme, 1970).

Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante. Los ácidos orgánicos son importantes no sólo por su efecto sobre el sabor del fruto sino, por su efecto en los procesos de industrialización. El ácido predominante en el fruto maduro de tomate es el ácido cítrico, seguido del málico; otros ácidos como el fórmico, y acético en menor proporción. La acidez máxima durante la maduración coincide con la aparición del color rosado, descendiendo después progresivamente. La acidez del tomate depende en gran medida de la variedad. El contenido en el potasio guarda una relación muy estrecha con la acidez del tomate, ya que el jugo de éste se comporta como un tampón constituido por ácidos débiles (cítrico y málico) y bases fuertes (fundamentalmente potasio) (Nuez, 2001).

2.5.3. Valor nutritivo del tomate

2.5.3.1. Licopeno

Los carotenoides son compuestos solubles en lípidos, y son los encargados de dar color a los frutos y vegetales, entre los más importantes para el organismo se tienen los: β -carotenos, α -carotenos, licopeno, criptoxantina, luteína y zeaxantina (Nguyen y Schwart, 1999). El licopeno es el pigmento responsable del color rojo que presentan los tomates, pomelos, sandías, pimentones, etc. El licopeno es un colorante con una estructura química de cadena abierta con once dobles enlaces conjugados, de estructura sencilla con una cadena alifática formada por cuarenta átomos de carbono, éste se absorbe mejor a través de las grasas y aceites por su liposolubilidad y se encuentra presente en el organismo humano tanto en la sangre como en tejidos (Perking-Veazie et al., 2001).

El estilo de vida actual obliga a las personas a consumir alimentos procesados que no tienen la mismas características nutrimentales que los frescos y el reto es elaborar productos fáciles de preparar y de alta calidad nutricional. Los carotenoides han cobrado gran importancia debido a que son antioxidantes que neutralizan los radicales libres que dañan a las células, de ellos, el licopeno posee propiedades antioxidantes mucho más potentes que el β -caroteno, y actúa protegiendo las células del estrés oxidativo producido por la acción de los radicales libres (Candelas et al., 2005), que es uno de los responsables de cáncer, enfermedades cardiovasculares y envejecimiento. Este carotenoide se encuentra en el tomate fresco pero también en los productos procesados, como el tomate deshidratado, pasta de tomate y en polvo (Clinton, 1998).

La degradación de los carotenoides se debe fundamentalmente a las reacciones de oxidación y se presentan generalmente durante el secado de frutas y vegetales, por ejemplo el licopeno, pigmento responsable de la coloración de los tomates, es muy estable en ese fruto, pero extraído y purificado es muy lábil (Meléndez et al., 2004).

Desde el punto de vista nutricional, el problema más grande que tiene la ingesta de licopeno está en cómo consumirlo, el licopeno está más biodisponible cuando se somete a cocción (pasta de tomate), así es cuando mejor hace su efecto, cumpliendo sus propiedades como antioxidante y anticancerígeno (Méndez y Hernández, 2006).

2.5.3.2. Cenizas

Cuando una muestra de alimento se colocada en un horno a una temperatura de 65°C durante 24 horas, el agua se evapora y el alimento seco restante se llama materia seca o cenizas. Los alimentos contienen cantidades diferentes de agua. En sus etapas inmaduras los frutos contienen 70-80% agua (es decir 20-30% materia seca). La composición nutricional de los alimentos es comúnmente expresada como porcentaje de materia seca (%MS) porque la composición nutricional de los alimentos es comúnmente expresada como porcentaje de materia seca (%MS), (Infocarne, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Recolección

Se realizó en el Rancho “Los Halcones” del ejido “El Tunal”, ubicado en la Sierra de Arteaga, Coahuila a una altura de 2260 msnm, en el mes de Septiembre de 2009, haciendo la recolección entre los colores 2 y 3, cosechando aproximadamente 50 tomates por genotipo. Colocándolos en cajas de plástico con un manejo adecuado para evitar los daños físicos y se trasladaron al cuarto frío del laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

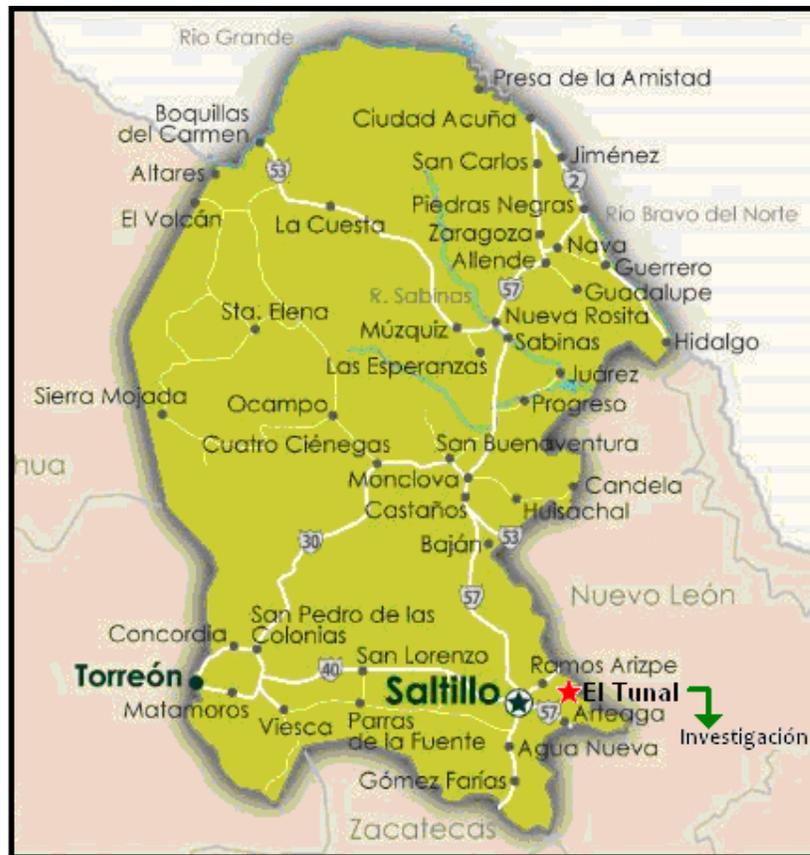


Figura 2. Ubicación del área de recolección de los frutos.

3.2. Manejo experimental

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos del mismo departamento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, comprendido entre las coordenadas 101° 1' 33" longitud Oeste y 25° 20' 57" latitud Norte con una altura de 1800 msnm, durante el periodo de otoño del año 2009.

El material vegetativo evaluado fueron frutos de los genotipos, **Saladette híbrido 7865, Imperial, Beef, TSAN 10003 y Caimán.**

Iniciándose el experimento el día 10 de septiembre de 2009, concluyendo el día 25 de Septiembre de 2009.

3.3. Descripción del Material Vegetativo Utilizado

3.3.1. Saladette Híbrido-7865

Tomate Saladette tipo indeterminado de la empresa Harris Moran. Este nuevo híbrido destaca por su resistencia a enfermedades y rendimientos de frutos de calidad, de tamaños extragrandes de excelente firmeza y vida de anaquel. Excelente cuaje en calor, su planta es vigorosa de producción precoz.

3.3.2. Imperial

De la empresa Enza Zaden con muy buen paquete de resistencias. Es una planta de hábito indeterminado con entrenudos distantes y buen amarre de frutos en color, fruta redonda sin hombros verdes, con un peso aproximado de 240g. Excelente cierre apical y firmeza, llamativo color rojo brillante y muy buena vida de anaquel. La precocidad de cosecha es intermedia y en invernadero In situ la cosecha es más prolongada que el caimán.

3.3.3. Beef

De la empresa Enza Zaden, de hábito indeterminado. Material experimental en proceso de ser liberado.

3.3.4. TSAN 10003

Tomate bola de hábito semi-indeterminado, material en proceso de liberación resultado del mejoramiento genético del Departamento de Horticultura de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño extragrande 3x4, 4x4, grandes 4x5, 5x5, 5x6, en un 80%, y el resto de los frutos medianos y chicos 6x6 y 6x7 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* (Saac) 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.

3.3.5. Caimán

De la nueva generación de tomates de Enza Zaden con muy buen paquete de resistencias. Es una planta indeterminada, con buen amarre de frutos en color, fruta redonda sin hombros verdes, con peso aproximado de 270g. Excelente cierre apical y firmeza, llamativo color rojo brillante y buena vida de anaquel. En precocidad a cosecha es muy temprano para invernaderos y a campo abierto.

3.4. Análisis de los datos y diseño estadístico

Los datos obtenidos se discutieron para cada variable evaluada respaldándose en un Análisis de Varianza (ANVA) para la evaluación de las características de calidad, utilizándose un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB con 5 tratamientos (variedades) y 8 repeticiones (frutos) y haciendo prueba de medias por el método de Tukey al 0.01 de nivel de significancia, procesados en el software “Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 Facultad de Agronomía UANL”

3.5. Variables evaluadas

El análisis de características de calidad estuvo conformado por los siguientes parámetros: peso, diámetro, firmeza, número de lóculos, sólidos solubles totales, acidez titulable y contenido de cenizas.

El análisis se dividió en cinco fechas, las cuales se establecieron así para permitir la maduración de los frutos bajo condiciones de almacenamiento en refrigeración a una Tº entre 10-12 °C con una Humedad Relativa del 90-95%.

Dichas fechas comprendieron el periodo entre el 10 y el 25 de septiembre del 2009.

Fecha	Actividad realizada
10 septiembre 2009	Cosecha
11 septiembre 2009, 15 sep, 18 sep, 22 sep 2009.	Peso, diámetro, firmeza, número de lóculos, °Brix, acidez titulable.
25 septiembre 2009	Peso, diámetro, firmeza, número de lóculos, °Brix, acidez titulable y contenido de Materia Seca (cenizas).

3.6. Procedimiento

3.6.1. Procedimiento para la variable Peso

El peso de los frutos se realizó en una balanza semianalítica scout-Pro marca Olaus, esto con el propósito de determinar la pérdida de peso en condiciones de almacenamiento en refrigeración.

3.6.2. Procedimiento para las variables Diámetro Polar y Ecuatorial

Se midieron con un vernier metálico graduado, el diámetro polar se midió tomando como referencia el pedúnculo y el pedúnculo en la parte media más ancha del fruto, y el ecuatorial como su nombre lo indica tomando la medida en el centro del fruto.

3.6.3. Procedimiento para la variable Firmeza

Para determinar la firmeza se utilizó un penetrómetro manual marca Fruit tester modelo FT 327, retirando la cutícula en dos puntos ecuatoriales del fruto, tomando firmemente el penetrómetro e introduciéndolo de un solo impulso hasta la marca del puntal, se promediaron las lecturas y se reportaron en kg/cm^2 .

3.6.4. Procedimiento para la variable °Brix

Se utilizó un refractómetro digital ATAGO pal-1 para hacer la determinación, colocándose una gota de jugo del fruto, en el cristal, presionar el botón "start" y tomar la lectura en porcentaje.

3.6.5. Procedimiento para la variable Acidez

Se licuaron las muestras de tomate y se cada muestra se tomaron y filtraron 10 ml, posteriormente se colocaron en matraces Erlenmeyer de 125 ml, se agregaron 4 gotas de indicador fenolftaleína al 1% y se titularon con Hidróxido de sodio al 0.1N hasta el cambio de color.

Se calculo el porcentaje de ácido cítrico con la siguiente formula:

$$\% \text{ Acido} = \frac{\text{mL de NaOH gastados} * \text{N del NaOH} * \text{meq del ácido} * 100}{\text{Alícuota valorada}}$$

Donde:

Meq= miliequivalente del ácido cítrico = 0.064

3.6.6. Procedimiento para la variable Cenizas

Se obtuvieron de tomate deshidratado en polvo, para lo cual, los frutos se picaron en trozos pequeños y se colocaron en charolas de aluminio, introduciéndolos en la estufa a una temperatura entre 55- 60 °C durante un período de 24 h para eliminar el 95% de humedad, transcurrido este tiempo se molieron en morteros para su posterior evaluación.

Para obtener las cenizas se pesaron 2g de muestra de cada uno de los genotipos, realizando 3 repeticiones para cada uno de los mismos, pesando con anterioridad el crisol en el cual se iban a incinerar.

Pesadas las muestras se colocaron en mecheros eléctricos para la incineración, cuando dejaron de desprender humos, se enfriaron 15 minutos y se sometieron a una mufla por 2 h para solo permitir la presencia de compuestos orgánicos. Transcurrido este tiempo se pesaron los crisoles y se obtuvo el % de cenizas utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso del crisol + muestra} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{Peso muestra (g)}} * 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de control y aseguramiento de la calidad de productos hortícolas o de hortalizas frescas se presentan como una excelente alternativa para cumplir con las exigencias de los mercados consumidores, ya que se incluyen todos los aspectos de calidad, sanidad y seguridad en alimentos y se refleja el deseo de obtener constantemente productos sanos y de calidad, asegurando una actitud responsable frente a la salud y seguridad de trabajadores agrícolas así como mantener la confianza del consumidor respecto a la calidad de los alimentos.

Los nuevos requerimientos y exigencias en el mercado Internacional para el comercio de hortalizas frescas, imponen grandes desafíos para los países productores y exportadores, los cuales deben intensificar estos esfuerzos para mantener la presencia del producto de tomate fresco en los mercados consumidores.

La preocupación por nuevas amenazas potenciales se ha considerado necesario aportar elementos para que en los productos mexicanos se eviten barreras que contribuyen en el manejo de los alimentos para lo cual en los resultados obtenidos de la reciente investigación realizada sobre tomate en diferentes genotipos extrafirmes, a continuación se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a las características importantes de calidad del producto final.

4.1. Peso de los frutos extrafirmes de tomate.

El análisis de varianza de la evaluación de laboratorio para la variable peso durante catorce días de refrigeración y almacenamiento a una temperatura controlada de 11 °C con una Humedad relativa de 90-95% en diferentes grados de color Braker (color 2) y Turning (color 3). Los resultados indicaron que hubo diferencias altamente significativas para los diferentes genotipos.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	51731.750000	12932.937500	8.7666	0.000
ERROR	35	51633.562500	1475.244629		
TOTAL	39	103365.312500			

C.V. = 26.36 %

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable peso de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento

Una vez obtenidos los resultados del análisis de varianza y analizando el **C.V.** que fue de 26.36%, a pesar de que intervinieron diferentes genotipos con características cuantitativas y cualitativas muy diversas se considera que es confiable este resultado.

Al realizar la comparación de medias por el método de Tukey con un nivel de significancia de 0.01 para los diferentes tratamientos y específicamente para la característica de peso, se encontraron diferencias entre genotipos, de los cuales destacan el **Caimán**, **Imperial** y **TSAN10003**, seguidos por el **Beef**, y colocándose en un grupo diferente el tipo **Saladette**.

Tratamiento	Media
5	178.6750 a
2	165.3000 a
4	158.5500 a
3	149.6000 a
1	76.3125 b

Nivel de significancia= 0.01

Cuadro 2. Comparación de medias (Tukey) para la variable peso en diferentes genotipos extrafirmes.

Durante los catorce días que permanecieron los frutos en refrigeración y/o almacenamiento, la mayor pérdida de peso con respecto al peso inicial fue para el **Caimán** y en el resto de los híbridos fue menos marcada la diferencia en peso contra el testigo **Saladette**.

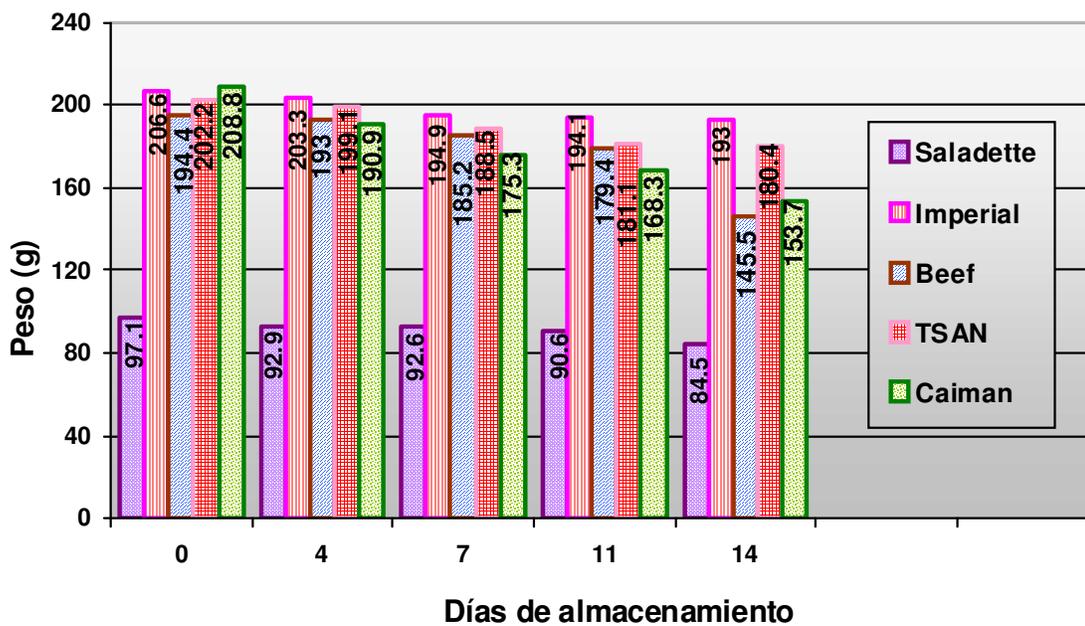


Figura 3. Comportamiento de la variable peso (g) durante el período de refrigeración y almacenamiento.

4.2. Firmeza de los diferentes genotipos al final de la evaluación.

En el análisis de varianza realizado para la variable **firmeza** (Cuadro A-1), los diferentes genotipos manifestaron diferencia no significativa para esta característica en particular, lo que corrobora los resultados obtenidos por Zambrano en 1999, lo cual nos indica que los genotipos evaluados bajo las condiciones de refrigeración manifestaron el mismo comportamiento, ya que el valor del **C.V.** fue de 16.27% que es un valor bastante aceptable a pesar de que la diversidad genética entre materiales es muy heterogénea para cada uno de éstos.

La comparación de medias (Figura 2) nos indica comportamiento estadístico diferente en los genotipos sometidos a refrigeración y almacenamiento controlado, pero para fines prácticos de manejo en el anaquel al final de la evaluación los mejores resultados fueron para **Imperial, Saladette, Caimán y TSAN-10003** con valores de 3.30, 3.21, 3.06 y 2.63 kg/cm² respectivamente, considerando que en esta variable el testigo comercial fue el **Beef** presentando un valor de 2.47 kg/cm². Sin embargo la mejor apariencia general en color, sanidad y la menor pérdida de firmeza de los frutos al final fue para el **TSAN-10003** con un valor de 1.37kg/cm² contra el testigo **Beef** que fue de 2.34 kg/cm², lo cual es un atributo que para el consumidor representa alta significancia para la compra del producto final ya que se puede comprobar que el genotipo **TSAN-10003** es un híbrido extrafirme.

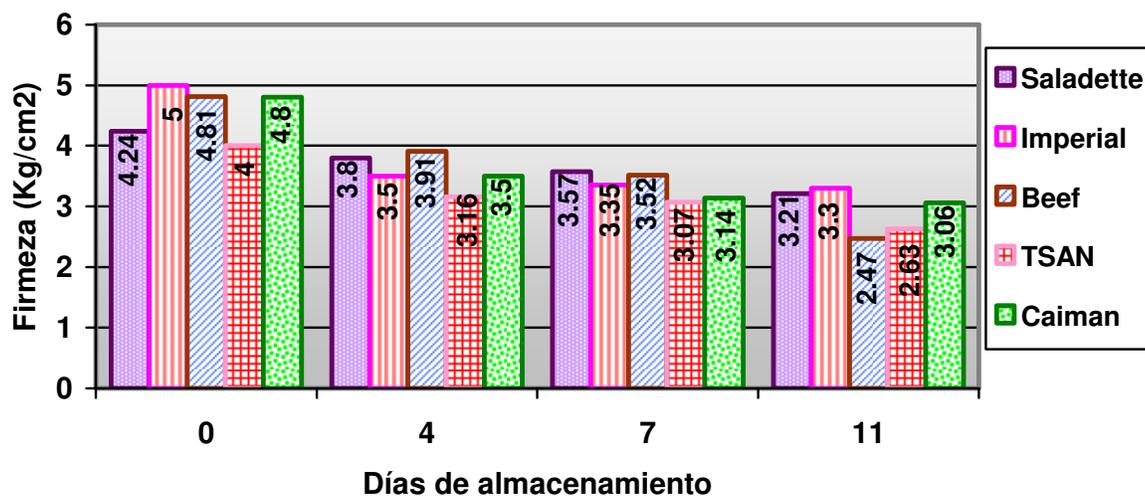


Figura 4. Comportamiento de la variable firmeza (Kg/cm²) durante el período de refrigeración y almacenamiento.

El período de refrigeración y/o almacenamiento para esta variable, aparece en menos días que el resto de las variables en virtud de evaluar el avance de color, al cual se le dio un período de tres días con el propósito de que hubiera una mayor uniformidad en los frutos para que los resultados fueran más confiables y se empezó a tomar la firmeza tres días después de haber iniciado el experimento, donde la mayoría de los frutos se encontraban en color 3 (Pink), además el tamaño de muestra fue bastante representativo ya que se tomaron ocho frutos por tratamiento para cada evaluación.

4.3. Tamaño (diámetro polar) de los frutos extrafirmes de tomate.

El diámetro polar es una característica importante para determinar la calidad del fruto por su tamaño y forma. De acuerdo al análisis de varianza realizado (cuadro 3) los resultados indicaron para diámetro polar diferencia altamente significativa entre los genotipos durante los catorce días de refrigeración y almacenamiento como se puede observar en el siguiente cuadro:

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.380859	0.408585	8.4592	0.000
ERROR	35	1.575806	0.045023		
TOTAL	39	3.099243			

C.V. = 3.45 %

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable diámetro polar de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.

Con respecto al **C.V.** se reporta un 3.45% lo que nos indica que ésta característica se encuentra dentro de los estándares de calidad requeridos que los genotipos manifestaron.

Al realizar la prueba de medias de acuerdo al método de Tukey al 0.01 de significancia se encontraron diferencias altamente significativas destacando en primer término el híbrido **Saladette**, seguido por el **TSAN 10003** con la mejor característica y en segundo término los híbridos **Imperial** y **Caimán** y con un valor inferior el **Beef**.

Tratamiento	Media
1	6.45 a
4	6.24 ab
2	6.18 bc
5	6.10 bc
3	5.86 c
Nivel de significancia= 0.01	

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey) para la variable diámetro polar en diferentes genotipos extrafirmes.

Al analizar los valores tomados desde el inicio de la refrigeración y almacenamiento, los materiales que presentaron un comportamiento bastante uniforme fueron el tipo **Saladette** y el **TSAN10003** hasta el final de la evaluación considerando que el híbrido **Imperial** sufrió el mayor descenso de ésta característica que el resto de los genotipos (Figura 3).

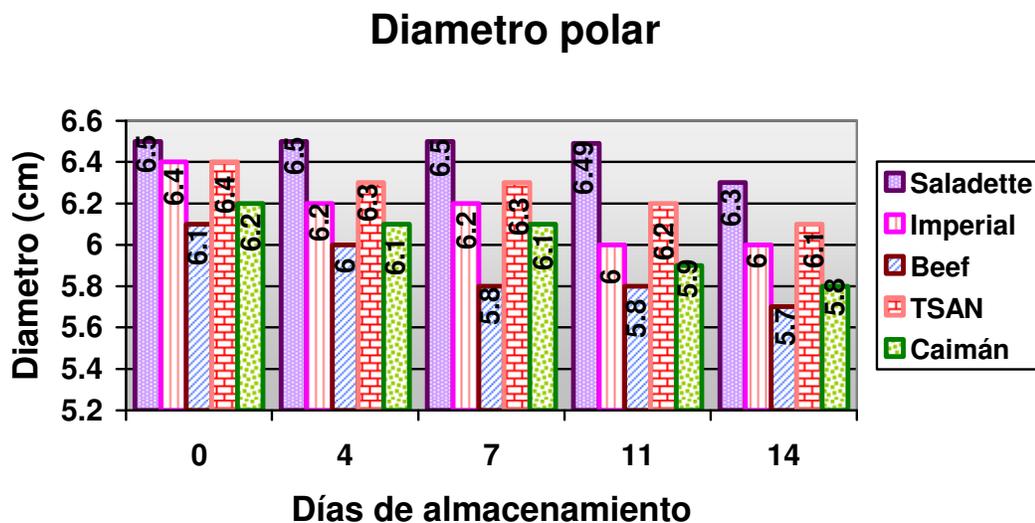


Figura 5. Comportamiento de la variable Diámetro polar (cm) durante el período de refrigeración y almacenamiento

4.4. Tamaño (diámetro ecuatorial) de los frutos extrafirmes de tomate.

En los atributos de calidad en tomate, las características del fruto determinan la calidad del mismo, una vez analizada ésta, durante el período de refrigeración y almacenamiento se reportaron diferencias altamente significativas entre genotipos como se puede observar en el cuadro 5.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	33.599121	8.399780	108.6718	0.000
ERROR	35	2.705322	0.077295		
TOTAL	39	36.304443			

C.V. = 4.04 %

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.

Una vez obtenidas la medias producto del análisis de varianza, donde se determina que esta característica destacó para el genotipo **Imperial** y **TSAN 10003** seguidos por **Caimán** y **Beef**, quedando como el de menor diámetro el híbrido **Saladette** lo anterior era de esperarse puesto que los genotipos tipo bola se diferencian fuertemente en cuanto esta característica al **Saladette** considerando que el mayor diámetro fue de 7.51 cm contra el de menor tamaño que fue de 5.06 (Cuadro 6).

Tratamiento	Media
2	7.5125 a
4	7.4000 a
5	7.2625 a
3	7.1625 a
1	5.0625 b

Nivel de significancia= 0.01

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey) para la variable diámetro ecuatorial en diferentes genotipos extrafirmes.

A su vez para diámetro ecuatorial se encontraron diferencias altamente significativas para los diferentes genotipos de la calidad del fruto. En la lectura inicial y final para los híbridos **Imperial** y **TSAN 10003** el comportamiento fue muy similar comparados contra el híbrido **Beef**, testigo para el caso de los tipo bola, que fue el que presentó la mayor pérdida de peso expresado de acuerdo a su curva climática. Lo que puede concluirse que el diámetro ecuatorial es una característica que pueda estar altamente correlacionada la vida de almacenamiento y pérdida de agua durante largos períodos bajo esta modalidad (Figura 4).

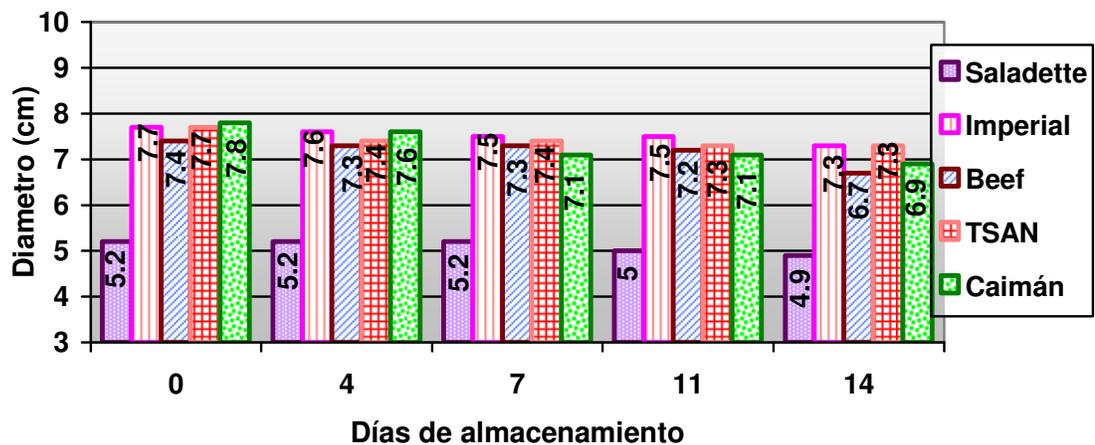


Figura 6. Comportamiento de la variable Diámetro ecuatorial (cm) durante el período de refrigeración y almacenamiento

Los resultados obtenidos en esta característica son corroborados de acuerdo a la investigación realizada por Zambrano, 1999.

4.5. Grados Brix (^oBx) en frutos extrafirmes de tomate.

El contenido de sólidos solubles totales expresados en grados Brix se determinaron con el propósito de ver la influencia que representa con el período de refrigeración y almacenamiento o si es el índice de madurez el que mas influye entre genotipos en esta característica en particular.

Por lo anterior al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en esta variable (Cuadro 7) indica diferencia altamente significativa para los diferentes genotipos que fueron sometidos al período de refrigeración y almacenamiento, y el grado de madurez en que se encontraba el fruto al término de la investigación de laboratorio, considerando que para esta variable encontramos un **C.V.** de 3.66% que es bastante aceptable para el análisis de esta variable. Por lo que los resultados obtenidos se resumen en el siguiente cuadro:

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	2.476440	0.619110	27.3831	0.000
ERROR	35	0.791321	0.022609		
TOTAL	39	3.267761			

C.V. = 3.66 %

Cuadro 7. Análisis de Varianza para la variable grados brix de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.

En el Análisis de Varianza al que fueron sometidos los diferentes tratamientos se procedió a obtener la prueba de medias (Cuadro 8) manifestando comportamiento estadístico diferente entre los genotipos siendo el **TSAN10003** el mejor material con mayor concentración de ^oBrix seguido por el **Saladette** y **Caimán** y a diferente comportamiento se encontró al **Beef** como testigo para el tipo bola y el **Imperial**, lo que nos indica que estos resultados manifiestan una

coincidencia muy similar a la encontrada por Zambrano (1999), donde la mayor concentración de °Brix se encontró en **TSAN-104-VA** que fue de 5.78 °Bx, mientras que a temperatura controlada fue menor estadísticamente con 5.02 °Bx el **Saladette 2**.

Tratamiento	Media
4	4.45 a
1	4.38 a
3	3.99 b
2	3.78 c
5	3.99 b

Nivel de significancia= 0.01

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey) para la variable grados brix en diferentes genotipos extrafirmes.

Durante el período de lecturas para Grados Brix en el proceso de refrigeración y almacenamiento inicial se observó que el **Saladette** con un valor 4.23° Bx fue el que manifestó el mayor contenido de ° Bx seguido por el **TSAN 10003** con 4.10° Bx contra el testigo **Beef** que fue de 3.4° Bx y se mantuvo su lectura durante las tres lecturas posteriores, mientras que el **TSAN10003** fue incrementando sus °Bx hasta el final del período de refrigeración y almacenamiento que supero a todos los tratamientos con un valor final de 4.8 °Bx.

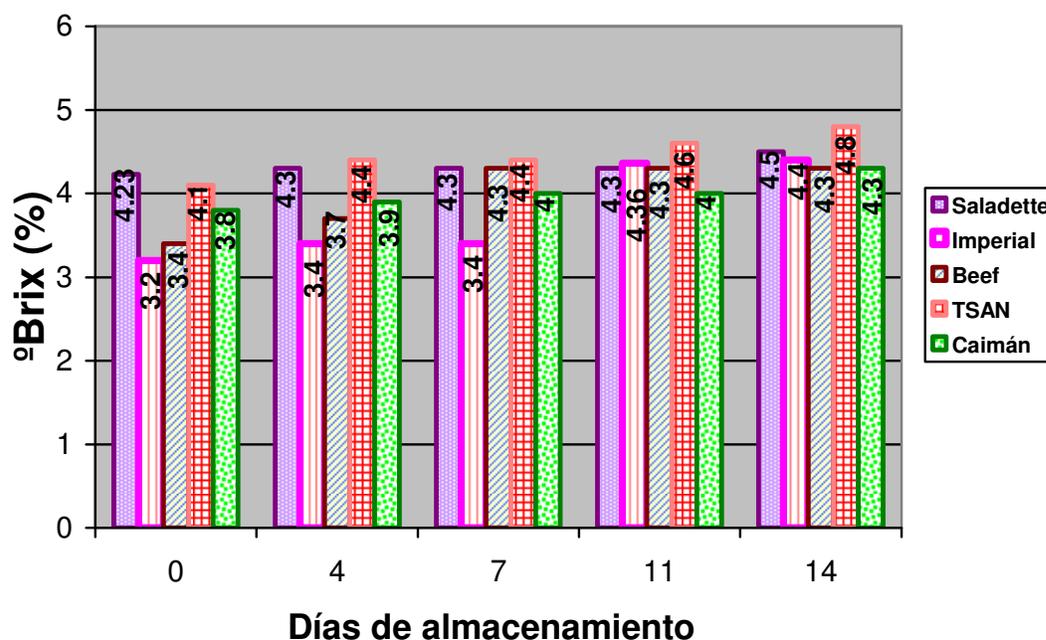


Figura 7. Comportamiento de la variable grados Brix durante el período de refrigeración y almacenamiento.

De los resultados obtenidos respecto a esta característica la mayor concentración de ° Bx a temperatura de 11 °C por un período de catorce días y Humedad Relativa constante de 90% se encontró que el **TSAN 10003** con 4.8 °Bx fue el que supero al resto de los genotipos durante el proceso de evaluación, éstos resultados coinciden a los reportados por Osuna 1983, Moreno 1997 y Zambrano en 1999, donde afirman que un valor superior o igual a 4 grados Brix en un material genético de tomate es considerado bueno por lo que para el caso del **TSAN 10003** y **Saladette** se consideran genotipos de excelente calidad para esta característica bajo las condiciones a los que fueron evaluados.

4.6. Acidez en frutos extrafirmes de tomate.

La expresión de los genotipos para esta característica en el Análisis de Varianza se encontró diferencia altamente significativa con un nivel de significancia de 0.01 donde la manifestación de este carácter se refleja principalmente en contenido de ácido cítrico para el tomate del genotipo **TSAN 10003** en el grupo uno, seguido por el **Imperial** y **Caimán** en el grupo dos, seguidos en un tercer grupo por el **Saladette** y el **Beef** como se puede observar en el cuadro 9, dado que esta característica juega un papel importante para el sabor de los frutos, en el Análisis de Varianza reportó un **C.V.** de 9.98% por lo que podemos asumir que existe confiabilidad en los resultados obtenidos.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.066137	0.016534	5.4199	0.002
ERROR	35	0.106773	0.003051		
TOTAL	39	0.172911			

C.V. = 9.98 %

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable acidez de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.

En la comparación de medias de Tukey, producto del resultado de los Análisis de Varianza, al inicio de la toma de datos para esta característica fueron muy evidentes los cambios que se fueron manifestando durante el período de refrigeración y almacenamiento ya que al momento de la primera lectura los frutos se encontraban en color Breaker y valores altos, en cuanto fue avanzando el color, fue en descenso para la mayor parte de los genotipos hasta los catorce días, que fue la última lectura encontrándose en color Red (rojo intenso), donde sobresale el **TSAN 10003** seguido por el **Caimán** y con menor valor el **Beef** seguido por **Imperial** y **Saladette**.

Tratamiento	Media
4	0.62 a
2	0.57 ab
5	0.56 ab
1	0.51 b
3	0.51 b

Nivel de significancia= 0.01

Cuadro 10. Comparación de medias (Tukey) para la variable acidez en diferentes genotipos extrafirmes

La graficación de las medias se hizo por períodos, realizando la lectura cada tres días a partir de la lectura inicial donde se observo el **TSAN 10003** con 0.79% de acidez seguido por **Saladette** con 0.73% e **Imperial** con 0.71%, al momento de que el avance de color fue mayor en los siguientes períodos, el contenido de ácido cítrico fue en decremento, considerando que para la evaluación final destaco el **Beef** con un valor de 0.41%, **Imperial** con 0.44% y **Saladette** con 0.45% de ácido, siendo de esta manera el **Beef** e **Imperial** los que mantuvieron la calidad durante este período.

Acidez

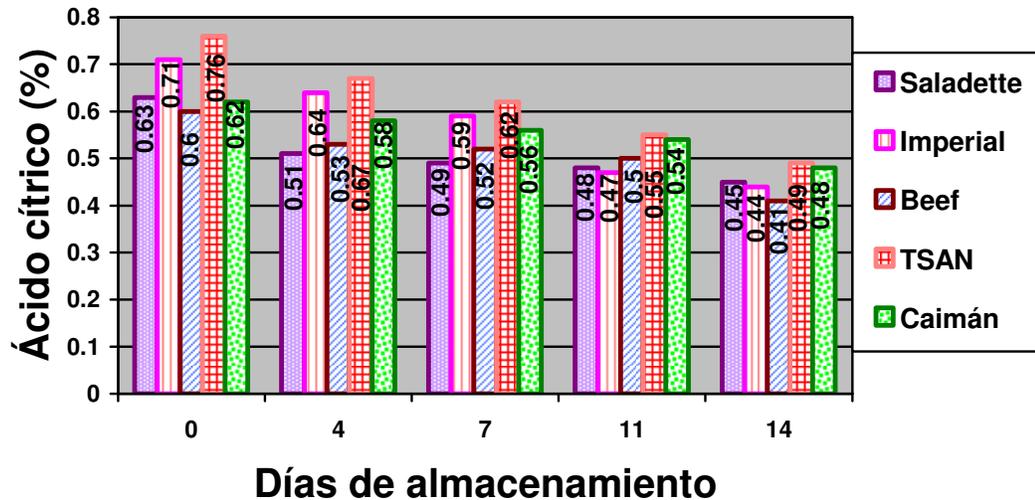


Figura 8. Comportamiento de la variable acidez (%) durante el período de refrigeración y almacenamiento

Por lo anterior se puede asumir que en los frutos de tomate dependiendo de su constitución genética, la degradación de esta característica y grado de color tienden a disminuir dependiendo del grado de madurez en que se mantengan los frutos en períodos prolongados de refrigeración y almacenamiento, ya que las temperaturas en que se mantuvieron los frutos fue de 11°C pueden influir en otras características de la calidad del fruto como lo son °Brix, Firmeza, etc.

4.7. Numero de lóculos en frutos de tomate.

El número de lóculos es una característica que tiene una alta relación con la calidad de la firmeza, al inicio de esta investigación fue difícil determinar como evaluar material genético con alta variabilidad entre genotipos, considerando que teníamos frutos biloculares y multiloculares. Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 11) los resultados obtenidos manifestaron diferencias altamente significativas para los diferentes genotipos, lo cual al plantear la hipótesis para esta característica fue difícil determinar cual sería el testigo absoluto. De los resultados que fueron manejados en el análisis correspondiente fue la característica que presento el más alto **C.V.** de 35.08% de todas las variables en estudio, lo cual era de esperarse ya que la diversidad se expreso en los datos analizados, sin embargo son valores aceptables dentro del proceso de un análisis de varianza, ya que las condiciones en que se manejo esta investigación fue con el propósito de encausar la información hacia el enfoque de tecnología de alimentos. Dado lo anterior a continuación se presenta el Análisis de Varianza correspondiente:

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	28.099976	7.024994	3.1984	0.024
ERROR	35	76.875000	2.196429		
TOTAL	39	104.974976			
C.V. = 35.08 %					

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable número de lóculos de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.

De acuerdo a las medias obtenidas de acuerdo al método de Tukey con un nivel de significancia de 0.01 los genotipos que superaron esta característica fueron el **Beef** y el **TSAN10003** seguidos por **Caimán** e **Imperial**, como materiales multiloculares, siendo el testigo para este grupo el **Beef**, el cual fue

superior al resto de los genotipos para esta característica, el **Saladette** por ser un material bilocular se colocó en la última posición del grupo considerando que este genotipo difícilmente podría compararse con el resto de los materiales evaluados. Lo anterior se puede observar en el cuadro 12.

Tratamiento	Media
3	5.25 a
4	4.63 ab
5	4.50 ab
2	4.00 ab
1	2.75 b

Nivel de significancia= 0.01

Cuadro 12. Comparación de medias (Tukey) para la variable número de lóculos en diferentes genotipos extrafirmes

El número de lóculos no es influenciado por el período de refrigeración y almacenamiento, ya que es una variable que no depende de este factor (figura 7), al comparar otras variables como peso, °Bx, Acidez y Firmeza para las cuales si juega un papel muy importante el factor temperatura y periodo de almacenamiento, lo anterior no coincide con resultados obtenidos por Morales en 2009, donde determinó que cinco genotipos evaluados en diferente ambiente y características determinó que estadísticamente fueron iguales y que el número de lóculos depende del material genético de larga vida de anaquel y que además encontró que dentro de las características importantes que determinan la firmeza y larga vida de anaquel es el número de lóculos y materiales multiloculares encontrando en promedio seis lóculos por fruto.

En esta investigación las condiciones fueron diferentes en cuanto a evaluación y materiales genéticos por lo que esta característica tiene una fuerte

influencia específicamente por el factor genético, refrigeración, almacenamiento y por materiales con diferencia en número de lóculos.

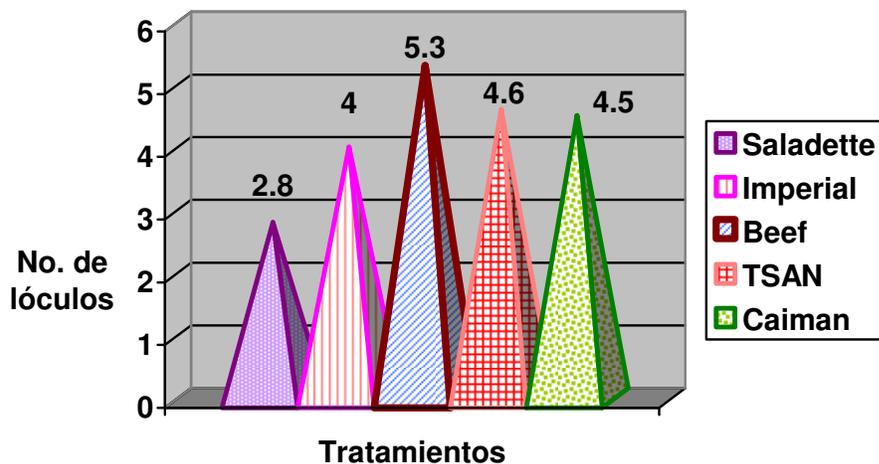


Figura 9. Comportamiento de la variable número de lóculos durante el período de refrigeración y almacenamiento

4.8. Contenido de cenizas en frutos extrafirmes de tomate.

El contenido de cenizas en un grupo importante de especies hortícolas principalmente con la característica de ser altamente climatéricas, tenemos al tomate que se caracteriza por un alto contenido de agua en sus frutos con un 90-94% , factor importante que contribuye en el tiempo de refrigeración y almacenamiento ya que esto puede cuantificarse por el proceso de pérdida de peso en tiempo, pero también es considerado como un elemento fundamental tras seleccionar aquellos genotipos en el proceso de formación de material genético para la característica de mayor vida de anaquel o extrafirme (Sánchez, 2010).

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio se procedió al Análisis de Varianza correspondiente encontrando que los diferentes genotipos se podrían agrupar en 3 niveles, dado que para obtener esta información es muy difícil homogenizar la muestra, sin embargo se trató en lo posible de que la muestra que se tomó de 100g de producto para determinar el efecto en los genotipos cumpliera con las características que así lo requiere el material, por lo cual en el Análisis de Varianza se encontraron diferencias altamente significativas en los genotipos evaluados (Cuadro 13).

ANÁLISIS DE VARIANZA						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
TRATAMIENTOS	4	6.839966	1.709991	102.1010	0.000	
ERROR	35	0.167480	0.016748			
TOTAL	39	7.007446				

C.V. = 1.38 %

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable cenizas de diferentes genotipos durante catorce días de refrigeración y almacenamiento.

Con respecto al **C.V.** obtenido en el Análisis de Varianza que fue de 1.38% nos indica que la muestra tomada y las condiciones en que se determino esta característica fueron las adecuadas.

Por ser una característica cuantitativa importante que poco se ha utilizado para la selección de material valioso en el mejoramiento genético, es uno de los atributos más confiables para la versatilidad de nuevos genotipos, lo anterior se consolida al determinar en esta investigación, que como es variable en cada genotipo el contenido de cenizas, así mismo dentro de los niveles que fue clasificado para su interpretación, tenemos que el híbrido **Imperial** superó fuertemente a **Caimán** que son materiales provenientes de una semejante constitución genética, sin embargo en el caso de **Beef, TSAN10003** y **Saladette** en el orden que se mencionan presentan resultados favorables muy semejantes pero diferentes en su constitución genética que pueden competir en el mercado con **Caimán** no siendo así para el caso de otros materiales como el **Imperial**.

Tratamiento	Media
2	10.30 a
3	9.57 b
1	9.46 b
4	9.29 b
5	8.21 c

Nivel de significancia= 0.01

Cuadro 14. Comparación de medias (Tukey) para la variable cenizas en diferentes genotipos extrafirmes

La concentración de resultados para descifrar más fácilmente el contenido de cenizas Figura 8 donde se describe el tamaño de la muestra así como el comportamiento de los genotipos.

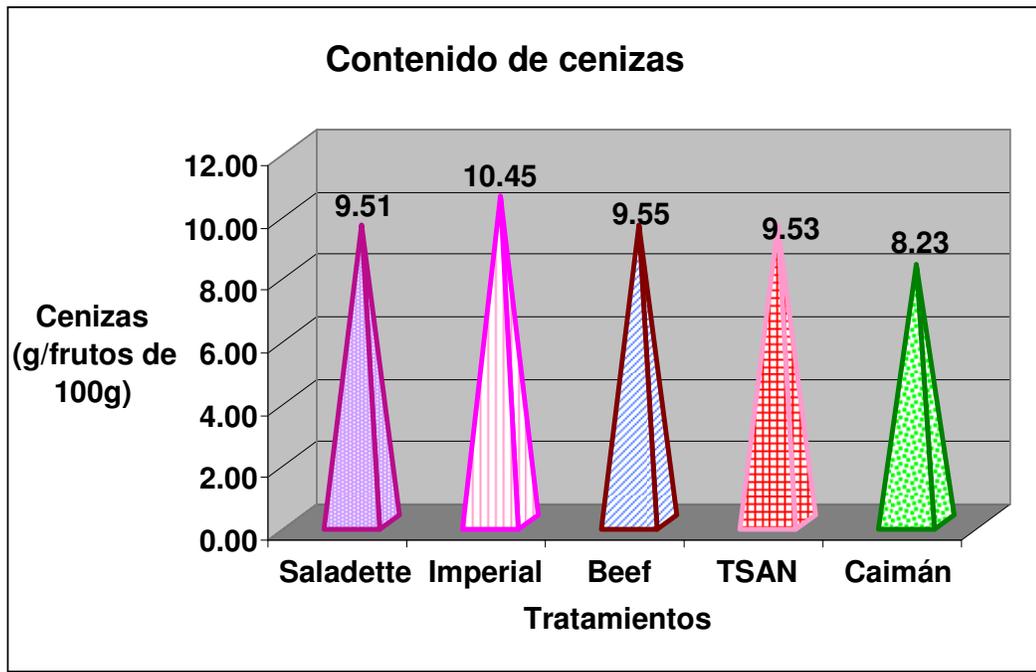


Figura 10. Comportamiento de la variable Contenido de cenizas durante el período de refrigeración y almacenamiento

El que se considera con menor contenido de agua de acuerdo a los resultados expresados, es el **Imperial** con 10.45g en muestras de 100g, el **Beef** con 9.55g, el **TSAN** con 9.53g y el **Saladette** con 9.51 y con mayor pérdida de agua tenemos a **Caimán** con 8.23g resultados que coinciden con los encontrados por Infocarne en 2009 donde menciona que en frutos inmaduros se encuentra del 70-80% de agua, esto era de esperarse pues **Caimán** en el grupo de los tipo beef es el que presenta menor número de lóculos como característica cualitativa lo que nos permite concluir que el número de lóculos y la conformación genética de los genotipos es un factor muy importante para la calidad de los frutos ya que a mayor contenido de cenizas en el material respectivo, será un fruto que soporte por más tiempo la refrigeración y almacenamiento y esto se verá reflejado en la calidad final del producto que el consumidor requiere para su consumo, es posible que además de que este atributo deberá estar asociado fuertemente con firmeza, número de lóculos, $^{\circ}\text{Bx}$, Color y Acidez, de la misma manera que con el contenido de Licopeno.

V. CONCLUSIONES

Después de evaluar la calidad de cinco genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) extrafirme de hábito Indeterminado de la región de “El Tunal”, en el municipio de Arteaga, Coahuila, bajo condiciones de almacenamiento en refrigeración se concluye que:

- El mejor genotipo fue **TSAN 10003** ya que presentó los mejores resultados en cuanto a calidad nutrimental y de almacenamiento atributo que es esencial en la alimentación en la canasta básica.
- Los efectos del almacenamiento en condiciones de refrigeración con respecto a la calidad de los genotipos el **TSAN 10003** presento los mejores resultados con respecto al testigo.
- Dentro de los principales atributos de calidad que garantizan la característica larga vida de anaquel, el **TSAN 10003** arrojó los mejores resultados, siendo: para la variable firmeza la pérdida de 1.37 Kg/cm² de su firmeza inicial comparada con el resto de los genotipos, una acidez que fue de 4.9% y superando al resto de los genotipos.
- En cuanto a la relación entre el producto fresco y contenido de materia seca total (cenizas) como un factor cuantitativo para la diferenciación entre los genotipos, la variedad **Imperial** resulto ser superior debido a que presento un valor de 10.45% de materia seca, seguido por el **TSAN 10003**.
- El genotipo **TSAN 10003** extrafirme desarrollado por el M.C. Alfredo Sánchez López de la UAAAN, presento mejores atributos de calidad en condiciones de refrigeración y almacenamiento.

- Se proyecta como una alternativa bajo cielo abierto y agricultura de ambiente controlado (AAC) para los productores de tomate, teniendo así una variedad con los atributos cualitativos y cuantitativos que el mercado requiere además de ser de larga vida de anaquel y no transgénicos.

LITERATURA CITADA

Agar, I.T.; **Abak, G.Y.;** **Sass, P.** 1993. Effect of different maturity stage on the Keeling quality of nor (non ripening), rin (ripening inhibitor) and normal type tomatoes. *Acta Horticulturae* 368(5):742-753. Turkey.

Aguilar, A. R. 2004. Comportamiento en características de calidad de líneas esixtrafirmes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil) en poscosecha. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Candelas, M. G., Alanís, M. G., Bautista, M., Del Río, F. y García, C. 2005. Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión, *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, Vol.4, 299-307

Chamarro L. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. In: *El cultivo del tomate*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. pp 45-91

Clinton, S. K. 1998. Lycopene. Chemistry, biology and implications for human health and dissuade, *Nutr. Rev.*, 56(2); 35-51 (1998).

CODEX alimentarius, 2008. Versión electrónica en: www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp Fecha de consulta 22 de enero de 2010.

Colchado, M. S. 2009. Patrones de maduración postcosecha en poblaciones nativas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.

Diez N. 2001. Tipos varietales. In: *El cultivo del tomate*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. Pp95-129.

Dodds, G.T.; Brown J.W.; Ludford P.M. 1991. Surface color changes of tomato and other solanaceous fruit during chilling. HortScience 116(3):482-490. USA.

Espitia, H.P. 2006. Cuantificación de Licopeno a partir de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de desecho. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Esquinas-Alcazar J., Nuez V. F. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. P 15-41

FAO 2010. Cosecha y manejo poscosecha. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Versión electrónica. Fecha de consulta: 21 de enero de 2010.

Gómez Perla, A., Camelo Andrés. 2002. Calidad poscosecha de jitomates almacenados en atmósferas controladas. INTA

Grierson, D.; Kader, A.A.1986. Fruit ripening and quality. In: "Atherthon, J.G; Rudich,J. The tomato crop. Chapman and Hall. London" 241-280

Hulme A. C. 1970. The biochemistry of fruits and their products. Academic Press London and New York. Vol. 1.

Infocarne, 2009. Artículo en formato electrónico. Consitado vía electrónica 2 de Marzo de 2010.

Islam, M.S.; Matsui, T.; Yoshida, Y. 1996. Physical, Chemical and physiological changes in storage tomatoes under various temperatures. Bull technical 48(1): 7-16 Japan.

Jones , R. A.; Scott, S.J. 1983. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. Euphytica 32: 845-855

Lurie, S; Klein, J. D.(1991) Acquisition of low temperature-tolerance in tomatoes by exposure to high temperature stress. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 116(6): 1007-1012

Meléndez, A.J., Vicario, I.M y Heredia, F. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Archivos latinoamericanos de nutrición. Versión electrónica Vol. 54 (2), 2004 Fecha de Consulta 2 de Febrero de 2010. En www.alanrevista.org.

Méndez, R. M y Hernández, U. H. 2006. Contenido de licopeno en productos Mexicanos elaborados con jitomate. IV Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica y XV Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. Morelia, Michoacán, México.

Morales, G.F. 2009. 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 de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Moreno, M.A.G.; Sánchez L.A. 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. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, 122pp.

Nguyen, M. y Schwart, S. 1999. Lycopene: chemical and biological properties en "Food Technology", Vol. N° 58(2), pp, 38-44

Nisen, A.; Grafiadellis, M.; Jimenez, R.; La Malfa, G.; Martinez García, P. F.; Monteiro, A.; Verlodt, H.; VILLELE, O.; Zabeltitz, C.H.; Denis, I.U.; Baudoin, W. O. 1990. Protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO. Plant production and protection paper no.90. Roma Italia.

Nuez, F. 1986. Solanaceae breeding for protected cultivation. Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates. Revista Acta Horticulturae 191: 317-330

Osuna, G.J.A.; 1983. Resultados de la investigación sobre jitomate para uso industrial en el estado de Morelos. SARH, INIA, CIAMC, CAEZ, México, 20pp.

Pelayo Z., 1992. Panorama de los problemas postcosecha de productos hortícolas en México. In: Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Ed. Limusa, México, 1992. pp.17-25

Perking-Veazie, P., Collins, J., Pair, D. y Roberts, W. 2001. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars en "J. Sci. Food Agric.", Vol. N°81, pp 983-087

Philouze, J.; P. Duffe.; M. Miless. 1992. Recherches sur la tomate. Rapport d'activité 1991-1992 de la station d'Amélioration des plantes Maraicheres, Montfavet. Revue horticole. No.367. French. Pp 59-61

Riquelme, F. 1993. Postcosecha. In: El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.

Robinson, J.E.; Browne, K.M.; Burton, W.G. 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. Annals of Applied Biology. 81: 399- 408.

Rodríguez, A. y Delgado, J.L. 1975 El tomate para conserva. Ministerio de Agricultura, Madrid.

Rodríguez, R.A. 2001. Manejo del cultivo extensivo para la industria. In: El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. pp 257-309

Rodríguez; Muñoz; Alcorta. 2006. El tomate rojo: Sistema Hidropónico. Mexico. Ed. Trillas. pp 43

Sánchez, L. A. 2008. Manejo de tomate bajo condiciones de Invernadero. Curso de capacitación a productores de la sierra de Arteaga. UAAAN. pp 19

Sánchez, L. A. 2008 Tres nuevos cultivares extrafirmes de tomate Beef para el mercado en fresco. Tríptico de la descripción y manejo de tomate.. Departamento de horticultura. Dirección de Vinculación e Investigación. UAAAN

Sánchez, L. A. 2010. Manejo de tomate bajo condiciones de Cielo Abierto y Agricultura de Ambiente Controlado. Curso de Capacitación a productores del Noroeste de Coahuila. Departamento de Horticultura. UAAAN. pp 45

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera).2008. Versión electrónica. Consultado en: www.siap.sagarpa.gob.mx/. Fecha de consulta: 21 de enero de 2010

Villareal, R.L. 1980. Tomato in the tropics. West view Press, Inc. Colorado.

Zambrano, C. B.; Sánchez, L. A. 1999. Índice de madurez en poscosecha de Líneas de tomate en frutos Normales y Extrafirmes. Tesis de Maestría en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

APENDICE

Cuadro A-1. Análisis de Varianza para la variable firmeza en diferentes genotipos de tomate de larga vida de anaquel.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.634338	0.408585	1.1918	0.331
ERROR	35	11.998779	0.342822		
TOTAL	39	13.633118			

C.V. = 16.27 %