

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



**Comportamiento en Características de Calidad de Líneas
Extrafirmes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
en Poscosecha**

Por:

ROSENDA AGUILAR ARREDONDO

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

ING. EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo Coahuila, México
Septiembre del 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION

**Comportamiento en Características de Calidad de Líneas Extrafirmes de
Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en Poscosecha.**

TESIS

Presentada por:

ROSENDA AGUILAR ARREDONDO

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

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

APROBADA POR:

PRESIDENTE DE JURADO

M.C. ANTONIO AGUILERA CARBO

SINODAL

SINODAL

M.C. ALFREDO SANCHEZ LOPEZ

DR. ALFONSO REYES LOPEZ

SINODAL SUPLENTE

BIOL. SILVIA PEREZ CUELLAR

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

DR. RAMON F. GARCIA CASTILLO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre del 2004

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: por permitirme vivir e iluminar mí camino y darme la oportunidad de concluir este trabajo

A MI ALMA MATER: Agradezco por toda la enseñanza que brindo y por la oportunidad para formarme como profesionista.

AL M.C. ALFREDO SANCHEZ LOPEZ: Por permitirme participar en su investigación y por brindarme su apoyo y confianza en la realización de este trabajo.

AL M.C. ANTONIO F. AGUILERA CARBO: Por su tiempo, su amistad y asesoría para la revisión de este trabajo.

AL DR. ALFONSO REYES LOPEZ: Por las facilidades otorgadas en el laboratorio de poscosecha durante la realización de este trabajo.

A BIOL. SILVIA PEREZ CUELLAR: Por su tiempo su amistad y la ayuda en la revisión de la tesis.

A DRA. L. Caballero, Laura Fuentes, M.C. Mary, M.C. Elizabeth Peña, M.C. Xochitlh R. M.C. Felipa M. Por su enseñanza, su amistad y consejos durante el transcurso de mi carrera.

A todos los que fueron mis profesores gracias.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES: Juan Aguilar C. Y Petra Arredondo E.

Por su incondicional y constante apoyo durante toda mi vida. Por mostrarme el camino a seguir, por su amor y por creer en mí. Los quiero mucho.

A MI ESPOSO: Jorge zamarripa L.

Porque desde que lo conocí, siempre he estado a mi lado brindándome amistad, apoyo, pero sobre todo amor y confianza T.Q.M.

A MI HIJA: Luz Paulina

Llegaste como una luz para iluminar mi vida.

A MIS HERMANOS: Cristina, Lolita, Juanis, Carmen, Rosario, Socorro, Alberto Rubén, mariano, Jesús. Porque siempre me apoyaron y me motivaron para seguir adelante.

PARA TODA MI FAMILIA. Sobrinos, Cuñados, cuñadas, tíos y primos.

A MIS COMPAÑEROS : De la II GENERACION DE I.C.T.A.

A MIS AMIGOS: Ing. Elvia H., Ing. Cristina V., Ing. Hilda V., Ing Diana R. Lic. Bety O., Lic. Bety M., M.C. Rocio P., Ing. Saret A. Maritza, Heidy, Berenice, Ing. Araceli M., A los ing. Alex C., Francisco D., Francisco B., E.Felix, Hugo.

INDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| INDICE DE CUADROS..... | ix |
| INDICE DE FIGURAS..... | x |
| RESUMEN..... | xi |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| OBJETIVOS..... | 3 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivos específicos..... | 4 |
| HIPOTESIS..... | 4 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DEL TOMATE... | 5 |
| Taxonomía..... | 5 |
| Descripción del Fruto de Tomate..... | 5 |
| Estructura del Fruto del Tomate..... | 5 |
| TOMATES PARA CONSUMO EN FRESCO..... | 6 |
| CLASIFICACIÓN DEL TOMATE SEGÚN SU HABITO DE CRECIMIENTO..... | 9 |
| Habito Determinado..... | 9 |
| Habito Indeterminado..... | 9 |
| Habito Semi-Indeterminado..... | 9 |
| Habito Tipo Compacto..... | 10 |
| HIBRIDOS DE LARGA VIDA DE ANAQUEL..... | 10 |
| Híbridos de Larga Vida o Maduración Lenta..... | 10 |
| POSCOSECHA..... | 11 |
| Cambios en la Composición del Fruto Específicos de la Poscosecha..... | 11 |
| INDICE DE MADUREZ Y RECOLECCION..... | 12 |
| Índices de madurez y cosecha..... | 12 |
| Recolección..... | 13 |
| CALIDAD DEL FRUTO..... | 16 |
| PARAMETROS DE CALIDAD..... | 17 |
| Sólidos solubles (Grados Brix)..... | 17 |

| | |
|---|-----------|
| pH (Potencial de Hidrogeno)..... | 20 |
| Textura..... | 20 |
| Firmeza o dureza..... | 21 |
| Peso del fruto..... | 22 |
| Color..... | 22 |
| Cambios de sabor y tamaño..... | 23 |
| Desprendimiento de CO ₂ (Respiración)..... | 24 |
| Desprendimiento de Etileno..... | 26 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 29 |
| Localización geográfica..... | 29 |
| Clima..... | 29 |
| Descripción del material vegetativo utilizado..... | 29 |
| MANEJO EXPERIMENTAL..... | 30 |
| Cosecha o recolección..... | 30 |
| Transporte..... | 30 |
| Recepción y Almacenamiento de las Muestras.. | 30 |
| Selección de tomates para las pruebas..... | 31 |
| Adaptación y adecuación de material..... | 31 |
| Limpieza..... | 31 |
| Revisión de equipo..... | 31 |
| DISEÑO ESTADISTICO..... | 32 |
| Modelo estadístico..... | 32 |
| VARIABLES EVALUADAS..... | 32 |
| Variables de Características de Calidad..... | 32 |
| Peso..... | 34 |
| Diámetro ecuatorial y polar..... | 34 |
| Diámetro del pedúnculo..... | 34 |
| Diámetro del cierre floral..... | 35 |
| Firmeza o consistencia..... | 35 |
| Diámetro de la pared interna..... | 35 |
| Numero de lóculos..... | 36 |
| PH..... | 36 |

| | |
|---|-----------|
| ° Brix (sólidos solubles)..... | 36 |
| Variable de avance de color..... | 37 |
| Variables desprendimiento de gases..... | 38 |
| Dióxido De Carbono (CO ₂)..... | 38 |
| Etileno (C ₂ H ₄)..... | 39 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 41 |
| CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD..... | 41 |
| Peso..... | 42 |
| Comportamiento de la Variable Peso a Través del Tiempo..... | 42 |
| Diámetro Ecuatorial..... | 45 |
| Diámetro Polar..... | 45 |
| Diámetro del Pedúnculo..... | 46 |
| Diámetro del Cierre Floral..... | 48 |
| Firmeza o Consistencia..... | 49 |
| Variable Firmeza a Través del Tiempo..... | 51 |
| Diámetro de la Pared..... | 52 |
| Numero de Lóculos..... | 53 |
| Ph (Potencial de Hidrogeno)..... | 54 |
| Variable pH a Través del Tiempo..... | 55 |
| °Brix (Sólidos Solubles)..... | 57 |
| Variable ° Brix a Través del Tiempo..... | 58 |
| AVANCE DE COLOR..... | 60 |
| Comportamiento de las líneas de acuerdo al parámetro L (brillo o luminosidad)..... | 63 |
| DESPRENDIMIENTO DE GASES..... | 64 |
| Etileno..... | 64 |
| CO ₂ (dióxido de carbono)..... | 65 |
| CONCLUSIONES..... | 68 |
| LITERATURA CITADA..... | 71 |
| APENDICE..... | 77 |

INDICE DE CUADROS

Cuadro

Página

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Composición de un fruto de tomate de 135 grs..... | 7 |
| 2 | Contenido de vitaminas de un fruto de tomate maduro..... | 8 |
| 3 | Descripción del material genético utilizado..... | 29 |
| 4 | Fechas de evaluación de las variables de avance de color..... | 37 |
| 5 | Medias de la variable peso expresadas en gramos en las diferentes lecturas realizadas..... | 42 |
| 6 | Medias de los diámetros ecuatorial y polar expresadas en gramos en las diferentes lecturas realizadas..... | 46 |
| 7 | Medias estadísticas en centímetros, de las variables diámetro del pedúnculo, diámetro del cierre floral y diámetro de la pared interna..... | 48 |
| 8 | Medias de la variable firmeza expresadas en kg./cm ² en las diferentes lecturas realizadas..... | 50 |
| 9 | Medias de la variable número de lóculos en las diferentes lecturas realizadas..... | 54 |
| 10 | Medias de las variables pH y ° Brix de las diferentes lecturas realizadas..... | 58 |
| 11 | Medias de avance de color para el parámetro <u>a</u> , en las diferentes fechas evaluadas..... | 61 |
| 12 | Medias de las variables etileno en µL/kg.hr y CO ₂ en ml/kg.h..... | 64 |
| 13 | Tasa de respiración de frutos de tomate a diferentes temperaturas y a dos niveles de maduración..... | 66 |

INDICE DE FIGURAS

Figura

Página

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Comportamiento de la variable peso a través del tiempo..... | 43 |
| 2 | Comportamiento de variable firmeza a través del tiempo..... | 52 |
| 3 | Comportamiento de la variable pH a través del tiempo..... | 56 |
| 4 | Comportamiento de la variable ° Brix a través del tiempo..... | 59 |
| 5 | Tendencia del parámetro \underline{a} conforme el tiempo, de las líneas en las diferentes fechas de evaluación..... | 60 |

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el periodo de septiembre – octubre del 2002 en el departamento de Horticultura de la UAAAN, con el propósito de evaluar el comportamiento en características de calidad de líneas extrafirmes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en poscosecha.

Se estudiaron 6 líneas de tomate tipo bola extrafirme de hábito indeterminado denominadas: TSAN-100, TSAN-101, TSAN-102, TSAN-103, TSAN-104 y TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3 y un testigo comercial Yaqui (F1) de tipo saladette normal determinado.

El trabajo dio inicio con la recolección de la fruta en el Valle de Villa de Arista S.L.P. recolectando 100 tomates aproximadamente por línea a los que se les dio un manejo adecuado para evitar daños físicos. Estos fueron transportados y almacenados en un cuarto frío del Laboratorio de Horticultura. Las variables que se evaluaron fueron las siguientes Características de Calidad (peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar, diámetro del pedúnculo, diámetro del cierre floral, firmeza o consistencia, diámetro de la pared interna, número de lóculos, pH y °Brix), Avance de Color y Desprendimiento de Gases (Etileno y Dióxido de carbono).

Para las variables de Características de Calidad se evaluaron 7 tratamientos (líneas), utilizando un diseño completamente al azar con 8 repeticiones. Esta variable se dividió en tres etapas y en tres fechas. En cada etapa se extraían 24 tomates por línea de los cuales se analizaron 8 ese día y los otros 16 se mantenían a temperatura ambiente hasta su análisis que era en las dos fechas siguientes. La evaluación de las pruebas destructibles se realizó solamente en la fecha 3 correspondiente a cada etapa.

Para la variable de Avance de Color se evaluaron 7 tratamientos (líneas), en un diseño completamente al azar con 12 repeticiones (frutos). Estas evaluaciones se realizaron cada 4 días auxiliándonos de un Colorímetro Minolta.

Para la interpretación de los datos se utilizó un sistema triparamétrico y un diagrama de cromaticidad.

Para las variables de Desprendimiento de Gases se evaluaron 7 tratamientos (líneas), en un diseño completamente al azar con 5 repeticiones. Para Dióxido de Carbono la evaluación consistió en determinar el periodo de desprendimiento de CO₂ el cual fue evaluado por un analizador de CO₂ /H₂O esta evaluación se realizó por un tiempo de 30 minutos por línea en 6 fechas. Para la determinación de la hormona etileno que afecta el crecimiento, maduración y envejecimiento de todas las plantas, utilizamos un cromatógrafo de gases. La primera evaluación se realizó 24h hrs. Después de haber creado un sistema cerrado y la lectura se tomó cada 3 días.

Los resultados más importantes nos muestran que las líneas son consideradas como de muy buena calidad ya que entre los principales aspectos críticos de calidad y apariencia externa presenta valores promedio de firmeza que van de 0.98 – 1.23 kg/cm² y no presentan diferencias significativas con el testigo que es reconocido por la firmeza natural que posee.

De acuerdo a los resultados de sólidos solubles las líneas evaluadas presentan concentraciones mayores a las de la mayoría de las variedades encontrándose entre los 4.5 y 5.5 °Brix.

El desprendimiento de gases nos indica que la tasa respiratoria está relacionada con la vida de anaquel y calidad del producto, y en las líneas en estudio la velocidad de emisión es lenta, así como la emisión de Etileno baja por lo tanto inversamente proporcional al periodo de conservación.

INDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| INDICE DE CUADROS | |
| INDICE DE FIGURAS | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS | 3 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivos específicos..... | 4 |
| HIPOTESIS | 4 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 5 |
| TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DEL TOMATE ... | 5 |
| Taxonomía..... | 5 |
| Descripción del Fruto de Tomate..... | 5 |
| Estructura del Fruto del Tomate..... | 5 |
| TOMATES PARA CONSUMO EN FRESCO | 6 |
| CLASIFICACIÓN DEL TOMATE SEGÚN SU HABITO DE CRECIMIENTO | 9 |
| Habito Determinado..... | 9 |
| Habito Indeterminado..... | 9 |
| Habito Semi-Indeterminado..... | 9 |
| Habito Tipo Compacto..... | 10 |
| HIBRIDOS DE LARGA VIDA DE ANAQUEL | 10 |
| Híbridos de Larga Vida o Maduración Lenta..... | 10 |
| POSCOSECHA | 11 |
| Cambios en la Composición del Fruto | |
| Específicos de la Poscosecha..... | 11 |
| INDICE DE MADUREZ Y RECOLECCION | 12 |
| Índices de madurez y cosecha..... | 12 |
| Recolección..... | 13 |
| CALIDAD DEL FRUTO | 16 |
| PARAMETROS DE CALIDAD | 17 |
| Sólidos solubles (Grados Brix)..... | 17 |

| | |
|---|-----------|
| pH (Potencial de Hidrogeno)..... | 20 |
| Textura..... | 20 |
| Firmeza o dureza..... | 21 |
| Peso del fruto..... | 22 |
| Color..... | 22 |
| Cambios de sabor y tamaño..... | 23 |
| Desprendimiento de CO ₂ (Respiración)..... | 24 |
| Desprendimiento de Etileno..... | 26 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 29 |
| Localización geográfica..... | 29 |
| Clima..... | 29 |
| Descripción del material vegetativo utilizado..... | 29 |
| MANEJO EXPERIMENTAL..... | 30 |
| Cosecha o recolección..... | 30 |
| Transporte..... | 30 |
| Recepción y Almacenamiento de las Muestras.. | 30 |
| Selección de tomates para las pruebas..... | 31 |
| Adaptación y adecuación de material..... | 31 |
| Limpieza..... | 31 |
| Revisión de equipo..... | 31 |
| DISEÑO ESTADISTICO..... | 32 |
| Modelo estadístico..... | 32 |
| VARIABLES EVALUADAS..... | 32 |
| Variables de Caracterización..... | 32 |
| Peso..... | 34 |
| Diámetro ecuatorial y polar..... | 34 |
| Diámetro del pedúnculo..... | 34 |
| Diámetro del cierre floral..... | 35 |
| Firmeza o consistencia..... | 35 |
| Diámetro de la pared interna..... | 35 |
| Numero de lóculos..... | 36 |
| PH..... | 36 |

| | |
|---|-----------|
| ° Brix (sólidos solubles)..... | 36 |
| VARIABLE DE AVANCE DE COLOR..... | 37 |
| VARIABLES DESPRENDIMIENTO DE GASES..... | 38 |
| Dióxido De Carbono (CO ₂)..... | 38 |
| Etileno (C ₂ H ₄)..... | 39 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 41 |
| CARACTERIZACIÓN..... | 41 |
| Peso..... | 42 |
| Comportamiento de la Variable Peso a Través del Tiempo..... | 42 |
| Diámetro Ecuatorial..... | 45 |
| Diámetro Polar..... | 45 |
| Diámetro del Pedúnculo..... | 46 |
| Diámetro del Cierre Floral..... | 48 |
| Firmeza o Consistencia..... | 49 |
| Variable Firmeza a Través del Tiempo..... | 51 |
| Diámetro de la Pared..... | 52 |
| Numero de Lóculos..... | 53 |
| Ph (Potencial de Hidrogeno)..... | 54 |
| Variable pH a Través del Tiempo..... | 55 |
| °Brix (Sólidos Solubles)..... | 57 |
| Variable ° Brix a Través del Tiempo..... | 58 |
| AVANCE DE COLOR..... | 60 |
| Comportamiento de las líneas de acuerdo al parámetro L (brillo o luminosidad)..... | 63 |
| DESPRENDIMIENTO DE GASES..... | 64 |
| Etileno..... | 64 |
| CO ₂ (dióxido de carbono)..... | 65 |
| CONCLUSIONES..... | 68 |
| LITERATURA CITADA..... | 71 |
| APENDICE..... | 77 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1 | Composición de un fruto de tomate de 135 grs..... | 7 |
| 2 | Contenido de vitaminas de un fruto de tomate maduro..... | 8 |
| 3 | Descripción del material genético utilizado..... | 29 |
| 4 | Fechas de evaluación de las variables de avance de color..... | 37 |
| 5 | Medias de la variable peso expresadas en gramos en las diferentes lecturas realizadas..... | 42 |
| 6 | Medias de los diámetros ecuatorial y polar expresadas en gramos en las diferentes lecturas realizadas..... | 46 |
| 7 | Medias estadísticas en centímetros, de las variables diámetro del pedúnculo, diámetro del cierre floral y diámetro de la pared interna..... | 48 |
| 8 | Medias de la variable firmeza expresadas en kg./cm ² en las diferentes lecturas realizadas..... | 50 |
| 9 | Medias de la variable número de lóculos en las diferentes lecturas realizadas..... | 54 |
| 10 | Medias de las variables pH y ° Brix de las diferentes lecturas realizadas..... | 58 |
| 11 | Medias de avance de color para el parámetro <u>a</u> , en las diferentes fechas evaluadas..... | 61 |
| 12 | Medias de las variables etileno en µL/kg.hr y CO ₂ en ml/kg.h..... | 64 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 13 | Tasa de respiración de frutos de tomate a diferentes temperaturas y a dos niveles de maduración..... | 66 |
|-----------|--|-----------|

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|--|---------------|
| 1 | Comportamiento de la variable peso a través del tiempo..... | 43 |
| 2 | Comportamiento de variable firmeza a través del tiempo..... | 52 |
| 3 | Comportamiento de la variable pH a través del tiempo..... | 56 |
| 4 | Comportamiento de la variable ° Brix a través del tiempo..... | 59 |
| 5 | Tendencia del parámetro α conforme el tiempo, de las líneas en las diferentes fechas de evaluación..... | 60 |

INTRODUCCION

Uno de los mayores atractivos de un producto frente al consumidor es la diversidad de su presentación. El tomate, es una hortaliza que ha alcanzado una

variedad de tipos muy extensa, considerando su aspecto exterior (forma, tamaño, color), como interior (sabor, textura, dureza); además de las destinadas para consumo en fresco, procesado industrial y deshidratado dentro de estos usos principales, una diversidad de 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, entre otras. En general, las características más apreciadas en el tomate para consumo en fresco son: color, sabor atractivo y gran versatilidad del producto. Las preferencias varían de un individuo a otro, hasta dentro de una misma familia.

Las preferencias cambian también según las costumbres de cada país, por ejemplo: los japoneses y chinos gustan de tomates con baja acidez porque los suelen consumir como fruta, pero en la mayoría de los países tropicales, donde los tomates se usan cocinados, se acepta una alta acidez.

En Estados Unidos, el tomate en fresco no tiene tanta importancia como en Europa y además el consumidor americano es menos exigente que el europeo, por lo que predomina el tomate sin entutorar, con recolección mecánica, que no alcanza la calidad y presentación que exigen los mercados europeos. Dentro de este último mercado hay también tendencias claramente definidas. Así, en los países mediterráneos (Portugal, España e Italia) y el sureste francés se venden tomates asurcados, aunque con una tendencia en los últimos años hacia tomates lisos. En los restantes países se muestra una amplia preferencia hacia este último tipo de tomate.

En general son más apreciados los tomates grandes para ensaladas y bocadillos. Los sistemas de clasificación de acuerdo al tamaño del fruto son

adoptados sobre todo en los países desarrollados, mientras que en los países en vías de desarrollo esta característica no constituye una limitación para su comercialización.

La forma, es otra característica con marcadas diferencias en cuanto a preferencias en los dos grupos de países. En general se prefieren los tomates redondos, sin embargo, la población rural en países como Filipinas y Ecuador está acostumbrada a consumir tomates achatados de forma irregular.

Las preferencias por el color son extremadamente variables dependiendo de los países, de la estación y del uso al que se destina. En Taiwán los tomates se recolectan cuando empieza el viraje de color y se venden antes de alcanzar la madurez, prefiriendo un tomate con hombros marcados y con el color rojo, subiendo progresivamente desde el extremo pistilar al peduncular. Los tomates con hombros verdes también tienen buena aceptación en Brasil y Colombia, por su desigual maduración. En Europa y Norteamérica son más apreciados los tomates rojos en la madurez, pero hay excepciones. En determinadas áreas de EE.UU. se producen tomates de color rosa. También en Japón y Corea se vende este tipo de tomates, aunque no sean los prioritarios.

Se consideran mejores los tomates multiloculares con paredes gruesas, que los que tienen poca carne en la zona central y cavidades mayores para las semillas. Otras características como la firmeza y pequeño tamaño de las cicatrices determina una mejor calidad, haciéndolo más atractivo al consumidor (Segura 1995).

Durante muchos años, el tomate fue considerado simplemente como un fruto redondo, jugoso y con un cierto sabor ácido, que le daba una característica

especial. De hecho, el promedio de acidez de las variedades para el mercado fresco que se consumían hace solo unos veinte años, era de un pH de 4,21. (Herrera, 1999)

Pocos productos hortícolas permiten tal diversidad de usos como el tomate. Se puede servir crudo, cocido, estofado, frito, encurtido, como una salsa o en combinación con otros alimentos. Se puede usar como un ingrediente en la cocina y puede ser procesado industrialmente entero o como mermelada, pasta, jugo, polvo, entre otros.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Evaluar el comportamiento fisiológico de 6 líneas de tomate y determinar cada una de las características cualitativas.

Objetivos específicos:

- Determinar el comportamiento de los genotipos de acuerdo a las variables de caracterización, avance de color y desprendimiento de gases.

- Seleccionar los genotipos de tomate que por sus características de calidad asociada a una baja pérdida fisiológica de peso, lenta maduración, fresca y firmeza en condiciones de temperatura 6° C – 10° C y 95 % de humedad relativa de refrigeración.

HIPOTESIS

Los genotipos extrafirmes presentarán diferencias y superarán en algunas características de calidad al testigo normal Yaqui – F1.

- Los diferentes genotipos extrafirmes superaran en algunas características de calidad al testigo normal híbrido Yaqui – F1 y a la línea extrafirme TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3.
- El índice de cosecha tendrá influencia en los diferentes procesos de almacenamiento, afectando los atributos de calidad del tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DEL TOMATE

Taxonomía.

[Rodríguez et al. \(1997\); menciona que El](#) tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertenece a la familia de las Solanáceas. Es una planta de porte arbustivo, puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, se cultiva como anual. [\(Rodríguez et al., 1997\).](#)

Descripción del Fruto del Tomate.

[Chamorro, \(1995\); El tomate se clasifica al tomate](#) como una baya carnosa que se desarrolla a partir de un ovario de 5 a 10 mg; que puede alcanzar un peso en su madurez entre los 5 y 600 gr. [c](#)Contiene abundantes semillas cubiertas por una sustancia mucilaginosa llamada placenta, contenida en cavidades o [l](#)lóculos. El [n](#)úmero de lóculos del fruto es variable: Desde dos lóculos (bilocular), hasta tres o mas (multilocular). Las características conocidas del tomate como: el tamaño, olor y sabor, [s](#)on la expresión de solo el 5 por ciento del fruto, el resto es agua. [\(Chamorro, 1995\).](#)

Estructura del Fruto del Tomate.

[Rodríguez et al. \(1997\); menciona que El](#) fruto del tomate está constituido básicamente por el pericarpio, el tejido placentario y semillas. El pericarpio lo compone la pared externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared interna o columela. El fruto se origina de la pared del ovario y consta de un exocarpio o piel, un mesocarpio parenquimático con haces vasculares y el endocarpio constituido por una capa unicelular que rodea los lóculos. La columela

o pared interna suele estar mas o menos pigmentada que las paredes radiales o externas y puede incluir grandes espacios de aire que dan al tejido un aspecto blanquecino. [\(Rodríguez et al., 1997\).](#)

[Archbold et al. \(1982\); menciona que](#) La piel o exocarpio consta de la capa epidérmica externa, prácticamente sin almidón, la epidermis está cubierta por una fina cutícula que se engrosa a medida que se desarrolla el fruto. Las cavidades lóculares son espacios en el pericarpio, un fruto normal posee al menos, dos lóculos. Los lóculos contienen las semillas rodeadas por una, masa gelatinosa de células de tipo parenquimático que llenan las cavidades cuando el fruto está maduro.

~~[\(Archbold et al., 1982\).](#)~~

~~2.2.~~ TOMATES PARA CONSUMO EN FRESCO.

Cuando se consume en fresco el tomate puede ser considerado como una fruta o como una hortaliza. Como fruta se come entero, como una manzana, o cortado en rodajas y servido como postre. Usado como hortaliza, se puede cortar en rodajas para bocadillos o ~~a~~ gajos para ensalada. Para estos usos se prefieren en general, los tomates de tamaño medio-grande con buen sabor y color. Otro uso en fresco del tomate es como adorno de platos. En éste caso se utilizan tomates de tamaño muy pequeño y redondos, los llamados tipo cereza o "cherry".

[Herrera, \(1999\); menciona que](#) ~~Tomates para procesado industrial.~~ Con el advenimiento de las pastas y las salsas de tomate, comenzó a cambiar el panorama, ya que el grado de acidez, cuando no era uniforme, generaba algunos problemas a la industria procesadora. De tal forma con el impulso de los

procesadores, se fue transformando poco a poco el grado de acidez de muchas variedades.

(Herrera 1999).

Cuadro 1. Composición de un fruto de tomate de 135 grs.

| Elemento | Unidad |
|-----------------|----------------|
| Proteína | 1 gr. |
| Grasa | Trazas |
| Carbohidratos | 6 gr. |
| Calcio | 16 mg |
| Fósforo | 33 mg |
| Hierro | 0,6 mg |
| Potasio | 300 mg |
| Tiamina | 0,07 mg |
| Riboflavina | 0,05 mg |
| Niacina | 0,9 mg |
| Ácido ascórbico | 28 mg |
| Vitamina A | 7,500 unidades |
| Energía | 25 k/calorías |
| Agua | 94% |

El rápido desarrollo de la industria para procesado del tomate en los países desarrollados en las recientes décadas, puede ser atribuido a una serie de actividades interrelacionadas, entre las que destacan la investigación y desarrollo, que han dado lugar a la introducción de variedades mejoradas, técnicas de producción más eficientes y mejores métodos de procesado. La facilidad y rapidez con la que se procesan actualmente los tomates, dando lugar a varios productos,

hace que sea una de las hortalizas más populares para las industrias conserveras y de proceso.

Cuadro2. Contenido de vitaminas de un fruto de tomate maduro

Rango de valores por cada 100 grs. de pulpa

| | |
|----------------------------------|------|
| A (beta caroteno y licopeno) 900 | 1200 |
| B1 (tiamina) 50 | 60 |
| B2 (riboflavina) 20 | 50 |
| B3 (ácido pantoteico) 50 | 750 |
| B6 (complejo) 80 | 110 |
| Ácido nicotínico (niacina) 500 | 700 |
| Ácido fólico 6 | 20 |
| Biotina 1 | 4 |
| Vitamina C 1500 | 2300 |
| Vitamina E 40 | 1200 |

En el tomate destinado para procesado, características de calidad externa, como forma, color y tamaño son importantes al igual que en el de consumo en fresco. Sin embargo, son más importantes otros caracteres relativos a la calidad interna, como acidez, contenido en azúcares y materia seca.

El tomate para procesado industrial incluye una gran variedad de usos, entre los que se pueden destacar: tomate al natural pelado, jugos, purés, pastas y concentrado, salsas de tomate, tomate confitado, tomate en polvo y encurtido.

2.3. CLASIFICACIÓN DEL TOMATE SEGÚN SU HABITO DE CRECIMIENTO.

[Sánchez, \(2001\); clasifica](#) Los hábitos de crecimiento del tomate ~~se clasifican~~ en cuatro categorías, las que se diferencian por la localización de los racimos florales, así como la relación de estos contra los folíolos.

~~(Sánchez., 2001).~~

Hábito Determinado.

Estas plantas se identifican porque presentan las siguientes características: Un racimo floral por cada dos folíolos. El período de producción es más reducido y compacto; el manejo que se realiza es el sistema de poda horqueta hacia abajo.

Hábito Indeterminado.

Este crecimiento se identifica con la relación 1:3 consiste en 1 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 éste se le dé. El sistema de poda puede ser a 1 ó 2 tallos.

Hábito Semi- Indeterminado.

Estos materiales siguen el mismo patrón de crecimiento que el anterior, la diferencia es que éste es más lento, su crecimiento es ~~que este es~~ de 3- 4 metros y el sistema ~~de~~ poda puede ser a 2 ó 3 tallos.

Hábito **T**tipo **C**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.

2.4. HIBRIDOS DE LARGA VIDA DE ANAQUEL.

Híbridos de Larga Vida o Maduración Lenta.

Peach, (1995); Señ los define como los tomates que carecen de la capacidad de madurar y/o transmitir la característica de maduración lenta; esto pone de manifiesto el desarrollo y posibilidades que tiene la genética para el control de la maduración. (Peach, 1995).

Philouze et al, (1992); menciona que A actualmente existen híbridos de tomate que llaman la atención, éste tipo de híbridos añaden a la alta productividad y resistencia a enfermedades, las características de la larga conservación de sus frutos; presenta la ventaja de su larga vida de estantería 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 estos efectos, en homocigosis inhiben por completo el proceso de maduración, mientras que en heterocigosis, debido a su **reces**ividad no completa, confieren a los frutos cualidades de color, sabor y conservación más cercanos a los normales. (Philouze et al., 1992).

2.5. POSCOSECHA.

El término pos-cosecha o pos-recolección se puede definir como el período de tiempo que incluye todas las fases de la comercialización de los productos hortofrutícolas, desde la recolección, pasando por la manipulación, conservación y distribución hasta el consumo. En la actualidad, el objeto esencial de los investigadores y técnicos, es aumentar los períodos de conservación manteniendo la calidad del producto en respuesta a las crecientes exigencias de los consumidores.

Cambios en la Composición del Fruto Específico de la Poscosecha.

- Pérdida de la clorofila (color verde) conjuntamente con la síntesis de pigmentos (carotenoides, antocianinas, etc.).
- Cambios en el contenido y composición de los carbohidratos (Almidón/azúcares) y consumo de los mismos en el proceso respiratorio.
- Descomposición de las pectinas y otros polisacáridos estructurales, con el consiguiente ablandamiento de los tejidos.
- Cambios en los ácidos orgánicos, aminoácidos que pueden influenciar en el sabor del producto.
- Cambio en el contenido de vitaminas.
- Pérdida de transpiración.

2.6. ÍNDICE DE MADUREZ Y RECOLECCION.

Índices de Mmadurez y Cosecha.

López, (1994); afirma que Ppara el mercado local, ~~E~~el tomate es cosechado cuando está rosado o parcialmente rojo, y el de exportación es antes de que tome la coloración rosa (verde). ~~(López, 1994).~~

Baez, (1992); clasificó Los índices de madurez ~~se han clasificado~~ de acuerdo a su color ~~—siendo verde —claro u —oscuro (green mature).~~ Cuando el fruto presenta hasta un 10 por ciento de color amarillo ~~—o rojo (mature), cuando el fruto presenta hasta un 30 por ciento de color —(breaker), frutos rosas (pink)—, rojos (red).~~ ~~(Baez, 1992).~~

La maduración se considera como un complejo fenómeno de diferenciación bioquímica controlado esencialmente por cuatro mecanismos reguladores: 1) Aumento de la síntesis de enzimas y ácidos nucleicos; 2) Regulación de los sistemas enzimáticos. 3) Cambios de permeabilidad en membranas y ultra estructura celular. 4) Modificación de los equilibrios hormonales.

Herrera, (1999); menciona que otro de los aspectos que han sido revelados con las investigaciones, es que el proceso de maduración consiste en la reducción de la clorofila y el almidón, al mismo tiempo que se obtiene un incremento de las enzimas, las proteínas y los ácidos, mediante los cuales se fija el color y el sabor del fruto. ~~(Herrera)~~

[Ho et al. \(1983\); menciona que](#) El periodo de maduración del fruto varía, dependiendo de las condiciones ambientales y del fenotipo de la variedad, entre 35 y 75 días. Durante la maduración del tomate se incrementa el contenido de azúcares en los frutos, mientras que los ácidos orgánicos tienden a disminuir. La relación —azúcares/ácidos orgánicos— aumenta en relación a que el fruto madurea. El contenido de sacarosa tiende a disminuir con la maduración, mientras que los azúcares reductores aumentan, pero la relación fructosa/glucosa se mantiene constante. [\(Ho et al., 1983\).](#)

[Izquierdo et al. \(1992\); menciona que](#) Con la maduración, también aumenta el contenido de vitamina C, mientras el almidón disminuye. Durante la maduración la ruptura y degradación de los carbohidratos estructurales, y las hemicelulosas, debilitan las fuerzas que mantiene la cohesión de los tejidos, por lo cual la firmeza tiende a disminuir. Éste proceso inicialmente mejora el sabor, color y ablanda la textura del fruto. Sin embargo, a medida que éste proceso continúa se produce la sobre maduración, caracterizada por la desorganización de los tejidos y la descomposición del producto, esto debido a desórdenes fisiológicos.

Recolección

Desde el punto de vista fisiológico la recolección equivale a un trauma, a una dolorosa separación del fruto del árbol, ya que se le somete a un estrés que determina modificaciones esenciales en el metabolismo.

[Phan, \(1963\); mencionó que cuando recolectamos un fruto u hortaliza no solo suprimimos la llegada de agua y elementos nutritivos, sino que se producen](#)

cambios en su atmósfera interna; la condición de sistema cerrado que tienen éste tipo de órganos se pierde y a través del tejido vascular se produce un flujo masivo de oxígeno y en sentido inverso y de la misma magnitud de CO₂ modificando la composición normal de la atmósfera interna. Lo que propicia un incremento en la tasa de respiración y consecuentemente un consumo de metabolitos respiratorios y un incremento de todos los procesos oxidativos.

~~Quando recolectamos un fruto u hortaliza no solo se suprime la llegada de agua y elementos nutritivos, sino que se producen cambios en su atmósfera interna; La condición de sistema cerrado que tienen este tipo de órganos se pierde y a través del tejido vascular se produce un flujo masivo de oxígeno y en sentido inverso y de la misma magnitud de CO₂ modificando la composición normal de la atmósfera interna. Lo que propicia un incremento en la tasa de respiración y consecuentemente un consumo de metabolitos respiratorios y un incremento de todos los procesos oxidativos.~~

Otros gases también se ven afectados por la acción de la recolección destacando por su importancia el etileno, éste sufre importantes cambios de concentración, sin embargo el aumento de la tasa de respiración y la cicatrización de la zona de corte hacen que se restablezcan las concentraciones iniciales.

(phan,1963).

Los índices de cosecha están en función de las normas de calidad, siendo los siguientes:

1. Los frutos u hortalizas deben presentar características varietales similares.
2. Deben estar maduros y bien formados (sin exceso de madurez)

3. Sin sobre crecimientos.
4. Libre de cicatrices o rajaduras.
5. Libre de daños por sol, heladas, enfermedades, insectos, o daños mecánicos.
6. Firmes
7. Lisos.
8. Tamaño igual o similar.

Durante la cosecha se producen daños mecánicos, lo que puede dar origen a pérdidas que posteriormente se manifiestan de la siguiente manera.

- Incremento en la actividad respiratoria y emisión de etileno, (aceleración en el proceso de maduración).
- Aumento de pérdida de agua.
- Ataque de microorganismos.

Nuez et al (1995); menciona que La recolección se realiza cuando se alcanza la madurez comercial, que se determina de acuerdo a las exigencias del mercado y del tiempo para su comercialización. (Nuez et al, 1995).

Leblon, (1958); menciona que Estos cambios afectan a la intensidad y a la rapidez con la que hace su aparición –la crisis climatérica, provocando una aceleración de los procesos de maduración y senescencia. (Leblon 1958).

Existen índices de cosecha establecidos para tomate, estos índices se establecieron en base a los tipos de tomate que hay, en los que solo se consideraban los tomates normales y los tipos saladette y bola, y además

tomando en cuenta el mercado de destino del producto (nacional o exportación), esto se sostuvo hasta que aparecieron los híbridos de tomate de larga vida de anaquel, en los que la madurez es mas lenta y por lo tanto el momento de la cosecha debe ser en los colores mature y breaker esto para mercado de exportación, en el caso de mercado nacional se puede cosechar hasta en el color pink (estos colores se describen mas adelante). No hay duda que los tomates de larga vida de anaquel han venido a actualizar los sistemas de producción de tomate, aumentando la calidad y la exigencia del mercado, acostumbrando al consumidor, a tomates de muy alta calidad, lo que da como consecuencia el encarecimiento de la semilla de tomate, esto con la mencionada producción de híbridos transgénicos.

Para la determinación del índice de cosecha se conocen cinco categorías de color.

- A. Green mature (Verde maduro).
- B. Breaker (Rompiente).
- C. Turning (Pinton).
- D. Pink (Rosa).
- E. Red (Rojo).

Sánchez, (2001); menciona que si el fruto (normal) es con objetivo de mercado de exportación se debe cortar en color A y B, máximo C, sin embargo si es con fines de mercado nacional se recomienda hacer el corte en color E. Al contrario para los tomates (larga vida) con fines de exportación tienen 3 colores que son B, C, y D; mientras que los colores D y E son para mercado nacional.

(Sánchez, 2001).

2.7. CALIDAD DEL FRUTO.

La calidad comercial —comprende los aspectos —relacionados con —la presentación externa, que son los que sirven de base en la actualidad para establecer las normas de calidad y regular esencialmente las transacciones comerciales. Estas normas comerciales asocian la calidad a las características externas del fruto como color, calibre, ausencia de defectos en la piel y forma.

Van, (1982); Clasificó la La calidad de los frutos se clasifica de acuerdo a: Firmeza, Uniformidad en madurez, Tamaño, Forma, limpieza y sanidad. (Van,1982).

Wann, (1996); menciona que la calidad La calidad culinaria y vida de anaquel de los tomates frescos, -son está influenciadas por la textura y firmeza del tejido interno del fruto. La firmeza del fruto es determinado por las propiedades físicas de los tejidos. (Wann, 1996).

La mayoría de los especialistas consideran que los criterios para evaluar la calidad sensorial son: color, sabor y textura.

La calidad global de la fruta fresca viene predeterminada por muchos factores tales como el estándar morfológico y comercial de la variedad, su poder nutritivo, poder dietético, apreciación sensorial, estado fitosanitario y condiciones higiénicas sanitarias, etc. (Manuel Llanos).

Nuez et al, (1995); Se considera mejores los tomates multiloculares con paredes gruesas, que los que tienen poca carne en la zona central y cavidades

mayores por la semilla, así como el tamaño pequeño de las cicatrices de los frutos , lo que determina la calidad y lo hace mas atractivo para su consumo.

~~(Nuez et al., 1995).~~

~~2.8.~~PARAMETROS DE CALIDAD.

Sólidos Ssolubles (Grados Brix).

Osuna, (1983); define los ° Brix como ~~Señ~~ sustancias solubles en agua ~~que reflejan~~ el porcentaje de la calidad de sólidos totales que contienen los frutos. A mayor valor es más deseable, un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno. Existiendo una correlación directa entre sólidos solubles y firmeza, a mayor concentración mayor firmeza. ~~(Osuna, 1983).~~

Chamorro, (1995); señala que ~~Los~~ azúcares constituyen la mayoría de los sólidos solubles en las variedades comerciales de tomate, con valores del 1.5 al 4.5 por ciento del peso fresco, lo que equivale al 65 por ciento de los sólidos solubles totales. El contenido de sólidos solubles experimenta un brusco crecimiento cuando el fruto alcanza un olor amarillento y aumenta particularmente durante la maduración, por lo que la recolección prematura afecta negativamente el contenido de

azúcares y, por lo tanto, disminuye la calidad del fruto. [\(Chamorro,1995\)](#)

[Ho et al., \(1983\)](#); dice que Los Azúcares principalmente la glucosa y la fructosa, representan alrededor de la mitad de la materia seca o el 65 por ciento de los sólidos solubles totales. [D](#)del fruto maduro. [\(Ho et al., 1983\)](#).

[Nuez et al. \(1992\)](#); menciona que Sse utiliza grados Brix, por ser el índice que influye sobre el rendimiento y es mas fácil determinar. La mayoría de las variedades se encuentra entre 4.5 y 5.5 grados Brix. [\(Nuez et al,1992\)](#).

[Dali et al. \(1992\)](#); menciona que Lla industria para el procesamiento del fruto del tomate pide un alto contenido de sólidos solubles. [\(Dali et al,1992\)](#).

[Jones y Scott, \(1983\)](#); citan que Eel sabor del tomate está determinado principalmente por los niveles de azúcar y ácidos , por lo que al incrementar estos aumenta también el sabor, los azúcares glucosa y fructosa constituyen el 65 por ciento de los sólidos solubles, mientras que el resto está constituido principalmente por ácido cítrico y málico, lípidos, minerales y otros compuestos en bajas concentraciones. Un aumento de sólidos solubles dará como consecuencia aumento en el sabor. [\(Jones y Scott, 1983\)](#).

Para reconocer más a fondo la composición del fruto, tenemos también que considerar que el contenido de los sólidos está dividido en tres grupos.

En el primero están los carbohidratos o azúcares, como la glucosa, la fructuosa y la sacarosa. Estos compuestos son los responsables de proporcionar

el sabor del fruto y de acuerdo con los investigadores que analizan la calidad del mismo, el balance perfecto del sabor, se da con una acidez y un contenido de azúcares elevado. En un fruto de 135 gramos, éste balance se puede obtener con un pH de 4.3 y aproximadamente 4 a 6 gramos de azúcares o carbohidratos. Es importante mencionar, que dicho contenido de azúcares puede representar entre el 50 y hasta el 60% del total de sólidos solubles.

En el segundo grupo, tenemos a las proteínas, los lípidos y los ácidos grasos. Sus porcentajes pueden variar de 18 a 25% del total de sólidos. La función de estos elementos dentro del fruto, es fijar los azúcares y sus reacciones enzimáticas se relacionan también con la firmeza y la maduración. De vital importancia en éste grupo resalta la acción del ácido *l-glutámico*, que es uno de los elementos esenciales para fijar el sabor del fruto.

Por último, en el tercer grupo están registradas las vitaminas, los minerales y los pigmentos, como el caroteno y el licopeno. La acción de estos elementos, se reconoce principalmente por la fijación del color y su acción antioxidante. Y aunque estos son microscópicos, su combinación puede representar de un 5 a un 8% del contenido de sólidos o de la materia seca.

Un punto interesante, es que algunos analistas mencionan que el tomate fresco tiene un mayor contenido de vitamina C, mientras que a las conservas del tomate, se les atribuye un mayor porcentaje de licopeno, el cual resulta benéfico, siempre y cuando no se combine con aditivos industriales.

Segura, (1995); menciona que El cContenido en sólidos totales y sólidos solubles. Ambos índices están correlacionados. Sse utiliza normalmente el

contenido en sólidos solubles (° Brix) por ser más fácil de determinar y. Ees el índice que más influye sobre el rendimiento de la fabricación. (Segura 1995)

Segura (1995): situó En la la mayor parte de las variedades se sitúa entre 4,5 y 5.5° Brix, aunque más que el carácter varietal influye sobre el contenido en sólidos solubles factores agrológicos, especialmente la climatología durante el período de maduración y el riego (volumen total de agua, momento de corte de riego) que pueden hacer variar los ° Brix para frutos de una misma variedad entre 4 y 7 (segura 1995).

pH (Potencial de Hidrogeno).

Señala la concentración existente de iones de hidrógeno. Cuando la concentración de iones de hidrógeno aumenta, el pH desciende y viceversa.

El pH del zumo se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4 siendo muy raro que se superen estos valores. Si en algún caso el pH es superior, se pueden presentar problemas en la esterilización, siendo necesario acidular el zumo.

El contenido de extracto seco es sobre todo importante en las variedades destinadas a la fabricación de concentrado, puesto que condiciona el rendimiento de fabricación.

Textura.

Martens y Baadseth, (1987); Yen, (1989); mencionan que La **textura se debe a una combinación de propiedades físicas relacionadas con compuestos químicos responsables de la con**

formación de la estructura tisular y se aprecia por el tacto, masticación y aspecto. ~~(Martens y Baadseth, 1987 y Yen, 1989).~~

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

Firmeza o Dureza.

El conjunto de sustancias responsable de la dureza de los frutos (pectinas, celulosa, hemicelulosa, lignina, proteínas, cationes), en la fase de crecimiento sufre modificaciones importantes durante la maduración que conducen al ablandamiento de los tejidos y a su comestibilidad.

Nisen et al, (1990); señala que la firmeza entre cultivares varia según el número de lóculos, siendo menos mas blandos en general los multiloculares, obviamente influenciado por el estado de madurez. ~~(Nisen et al 1990).~~

Gormeley y Egar, (1978); citan que El factor mas importante que considera el consumidor es la firmeza (tacto)-; y que es importante que ésta se conserve durante la comercialización en fresco. ~~(Gormeley y Egar., 1978).~~

Trébol y Cantwell, (2000); afirman que Existiendo una relación entre sólidos solubles y firmeza, a mayor concentración de sólidos solubles es la mayor la firmeza. ~~(Ozuna., 1983).~~

La distinción entre los grados de calidad se basan principalmente en la apariencia externa, firmeza e incidencia de magulladuras (Trébol y Cantwell, 2000).

Tianxia y Abbott, (2000); mencionan que La firmeza es un aspecto crítico de calidad del tomate fresco, su medida y textura es necesarios para estudios de poscosecha, particularmente el pericarpio. (Tianxia y Abbott, 2000).

Los frutos deben ser consistentes para soportar la recolección mecánica y el transporte a la fábrica sin grietas ni magulladuras.

Segura, (1998); dice que La fuerza específica para el aplastamiento del fruto debe ser al menos de 60-80 g y la firmeza o resistencia a la punción de al menos 130-150 g. La firmeza de los frutos es un carácter importante actualmente en la mejora de los cultivares para procesado industrial y es de suponer que llegue a 80-90 g para cultivares de tipo grande y de 100-140 g para los de forma de ciruela.

(segura, 1998).

Peso del Fruto.

La humedad relativa es un importante factor en el mantenimiento de la calidad de los mismos, ya que permite el mantenimiento del turgor celular y por lo tanto del aspecto.

Según Díaz et al., (2000); La pérdida de humedad de los productos hortícolas varía -a diferentes temperaturas -y con la misma humedad relativa, las pérdidas. Son mayores donde la temperatura es mayor. La pérdida de peso durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración y maduración, se incrementa en función del tiempo según. (Díaz et al., 2000).

Cuartero y Molina, (1998); afirman que La rápida expansión de los híbridos de larga vida de anaquel ha sido debido sobretodo a que favorecen sustancialmente al comerciante, ya que le permiten mantener el fruto durante más tiempo con buen aspecto comercial y con menos pérdidas, por los pocos frutos que se estropean en el proceso de comercialización; el comerciante entonces ha buscado los frutos de larga vida de anaquel y los ha pagado mejor que los que no tenían esa característica. (Cuartero y Molina, 1998).

Color.

El cambio de color se debe principalmente a la degradación de clorofilas, proceso que permite la percepción de otros

pigmentos que ya se encontraban en el cloroplasto o que se sintetizan de nuevo en el proceso de la maduración, adquiriendo el fruto la coloración amarilla, roja, naranja. Estas coloraciones se deben a la presencia de carotenoides (amarillo, rojo), compuestos fenólicos pigmentados como flavonoides (amarillo) y antocianinas (rojos y azules).

Los cambios de color tienen lugar en la piel y pulpa del fruto —como consecuencia de las modificaciones de los pigmentos fotosintéticos—, se suelen medir por reflexión y se utilizan sistemas basados en la medida del color de forma triparamétrica—, para ello se representa con valores del parámetro “a” en abcisas (verde-, rojo-), los de “b” en ordenadas (azul-, amarillo) y un tercer eje perpendicular donde se recoge la luminosidad “L”(blanco , negro).

[Segura, \(1998\); menciona que El](#) color del fruto maduro debe ser rojo intenso y uniforme. Además [quede por](#) el carácter varietal está influenciado por el estado de maduración del fruto en el momento de la recolección. Los valores más frecuentes para la relación a/b se sitúan entre 2.2 y 2.5 y para L entre 25 y 28. [\(Segura,1998\)](#)

Cambios de [S](#)sabor y [I](#)tamaño.

En la actualidad, con los cambios en las variedades y hasta en los tipos de tomate, resulta muy importante reconocer que el sabor del fruto de la especie *Lycopersicum esculentum*, varía considerablemente con el tamaño, la forma y el número de lóculos que componen la parte carnosa del mismo.

De acuerdo con las investigaciones más recientes, las nuevas características del tomate, mencionan que éste fruto contiene de 93 a 95% de agua y de 5 a 7% de sólidos solubles con un rango del pH, que va de 4,21 a 4,59. Entre sus componentes destacan la vitamina A, la vitamina C, el potasio, la glucosa, la fructuosa, las proteínas, los ácidos, los lípidos y los antioxidantes.

Al realizar un análisis de su composición, podemos imaginarnos la gran importancia que tiene el contenido de agua en el fruto, la cual influye de manera determinante tanto en la composición de las células, como en la firmeza y la vida de anaquel del fruto.

Entre los aspectos más importantes, aumentando la disponibilidad de agua, se puede incrementar considerablemente el tamaño de los frutos; pero ello va a ocasionar también una mayor presión de las células y una epidermis más delgada, tal como sucede con las variedades “bola” y el llamado tomate “carnoso” de gran tamaño.

Desprendimiento de CO₂ (rRespiración).

[Meir et al. \(1992\); Maharaj et al., \(1999\); mencionan que](#) La proporción de la Respiración es uno de los indicadores más importantes de Senescencia —en la fruta del tomate, como es pérdida de peso, el pigmento, el volumen, firmeza y producción del etileno [y \(Meir et al., 1992; Maharaj et al., 1999\)](#). Porque una disminución en la proporción de la respiración durante el almacenamiento es beneficioso [para](#) mantener la calidad.

[Según Trevor y Cantwell, \(2000\);](#) La tasa de deterioro de los productos cosechados, es generalmente la tasa respiratoria. Los productos hortícolas que se basan en la respiración y la producción de etileno durante su maduración fisiológica y pueden ser climatéricos y no climatéricos. <La los frutos climatéricos muestran un fuerte aumento en la producción de CO₂ y etileno, lo que coincide en el proceso de maduración comercial. Los no climatéricos no muestran estos cambios, y generalmente producen bajo nivel de CO₂ y etileno durante la maduración comercial. [\(Trevor y Cantwell., 2000\)](#).

[Salveit, \(1990\); menciona que](#) Todos los productos hortícolas respiran aún después de ser cosechados. La respiración consume bióxido de carbono y produce oxígeno y calor, por lo que para su conservación —es conveniente considerar que:

- Las tasas respiratorias varían mucho, según el producto de que se trate.
- La tasa respiratoria está relacionada con la vida de anaquel y la calidad del producto.
- Disminuir la temperatura para reducir la respiración mantener la calidad.

[\(Salveit., 1990\)](#).

La respiración en los frutos climatéricos durante la maduración fisiológica y antes de la maduración comercial tiene un mínimo de su actividad. Pero a medida que la fruta se acerca a su madurez fisiológica y comercial la respiración se acelera, alcanzando su máxima velocidad.

Cuando cortamos un fruto u hortaliza no solo se suprime la entrada de agua y elementos nutritivos, sino que se producen cambios en su atmósfera interna.

La condición de sistema cerrado que tienen éste tipo de órganos se pierde y a través del tejido vascular se produce un flujo masivo de oxígeno hacia el interior y en sentido inverso y de la misma magnitud de CO₂ modificando la composición normal de la atmósfera interna, con niveles bajos y altos de CO₂ y O₂ respectivamente, lo que propicia un incremento de la tasa de respiración y consecuentemente un consumo de los metabolitos respiratorios y un incremento de todos los procesos oxidativos.

El CO₂ es también un inhibidor de la acción del etileno que impide o retrasa su efecto.

La intensidad de respiración aumenta en función directa con la temperatura, siendo los incrementos mas acusados, cuanto mayor es la temperatura de conservación del producto.

La duración de conservación también está ligada a la intensidad respiratoria. En efecto, los órganos que tengan una actividad respiratoria

elevada, con desprendimiento de calor de respiración intenso, tendrán dificultades de conservación incluso durante períodos de tiempo cortos.

Estos cambios afectan a la intensidad y a la rapidez con que hace su aparición la crisis climatérica, provocando una aceleración de los procesos de maduración y senescencia. [\(Leblond, 1958\).](#)

[Phan, \(1963\); dice Otrosque algunos](#) gases ~~también~~ se ven afectados por la acción de la recolección, destacando por su importancia el etileno. Éste sufre cambios importantes de concentración, pues puede disminuir de 100 a 1 ppm en un corto período de tiempo. Sin embargo, el aumento de la tasa de respiración y la cicatrización de la zona de corte hacen que se restablezcan las concentraciones iniciales.

[\(Phan, 1963\).](#)

Desprendimiento de Etileno

El momento de la recolección adquiere también una especial importancia, como consecuencia del comportamiento fisiológico que presentan los frutos y hortalizas una vez separados del árbol. Así, los climatéricos alcanzan la calidad sensorial óptima coincidiendo con los máximos respiratorio y etilénico, mientras que en la fase anterior a éste momento, denominada pre-climatérica, el fruto se encuentra en un estado verde y en la posterior al mismo, demasiado maduro, ha perdido

gran parte de sus características sensoriales y es muy difícil su conservación, ya que ha iniciado la fase de senescencia.

Durante un período inicial de su vida, la síntesis auto catalítica de etileno es imposible, ya que no tiene capacidad para la síntesis de las diferentes enzimas que intervienen en la ruta metabólica y el sistema no se encuentra instalado a nivel celular, y por lo tanto el fruto está inmaduro y si se recolecta se comportará como uno no climatérico y no podrá adquirir los atributos sensoriales que satisfagan al consumidor.

Según Pech et al, (1995); Aa partir de un determinado momento, denominado madurez de recolección, la producción de etileno ha alcanzado un nivel umbral que induce su síntesis auto catalítica y el fruto adquiere su capacidad de maduración, pudiendo evolucionar hacia la madurez organoléptica y adquirir las características de sabor, aroma, color y textura óptimas para el consumo. ~~(Pech et al, 1995).~~

Pero la limitación del tiempo de conservación de las frutas y hortalizas depende fundamentalmente de tres factores: 1) producción de etileno; 2) actividad metabólica de los tejidos, y 3) pérdida de agua.

Con respecto a la producción de etileno, cuya importancia en los frutos climatéricos ya se ha comentado, el período de conservación es inversamente proporcional a la emisión de etileno y disminuye considerablemente cuando se ha iniciado la crisis climatérica.

Pech et al (1995); menciona que

La pérdida de agua del producto no sólo entraña un fenómeno físico que limita el período de conservación debido al arrugamiento de los tejidos, sino que además tiene un efecto fisiológico al acelerar los procesos de maduración. (Pech, 1995).

Anteriormente, los investigadores sabían que el etileno, un gas naturalmente producido por las plantas, estimula la maduración en varias frutas, incluyendo el tomate. Según el biólogo del ARS Jim Giovannoni, un rasgo genético adicional en los tomates y probablemente en otras frutas afecta la maduración y varias otras características de calidad. Las investigaciones de Giovannoni y su grupo revelan que el gene RIN es un gene regulador, un tipo de gene especial que controla la actividad de otros genes. El gen RIN afecta tanto la producción de etileno durante la maduración como otros procesamientos de maduración que no son dependientes en el etileno.

MATERIALES Y METODOS.

Localización Geográfica.

El experimento se realizó en el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma agraria Antonio Narro, ubicada 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.

Clima

El clima de la región es semi-calido seco, con inviernos frescos, extremosos y veranos cálidos, con precipitación media anual de 443 mm, lluvias en verano e invierno, temperatura media anual de 16.6 °C.

Descripción del Material Vegetativo Utilizado.

Se estudiaron 6 líneas de tomate tipo bola extrafirme de hábito indeterminado y un testigo comercial Yaqui (F1) de tipo saladette normal determinado.

Cuadro 3. Descripción del material genético utilizado.

| Tratamientos | Líneas | Hábito de crecimiento |
|---------------------|--|------------------------------|
| L1 | TSAN-100 | Indeterminado |
| L2 | TSAN-101 | Indeterminado |
| L3 | TSAN-102 | Indeterminado |
| L4 | TSAN-103 | Indeterminado |
| L5 | TSAN-104 | Indeterminado |
| L6 | TSAN-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | Indeterminado |
| L7 (Testigo 2) | YAQUI | Determinado |

MANEJO EXPERIMENTAL.

Se dió inicio al experimento el día 29 de septiembre de 2002, concluyendo el día 26 de octubre de 2002. En el periodo antes mencionado se realizaron las siguientes actividades.

Cosecha o Recolección.

La recolección se realizó en el Valle de Villa de Arista, S.L.P., cosechando 100 tomates aproximadamente por línea a muy temprana hora, para evitar el calor de campo. Después de

cosechados los tomates fueron colocados dentro de una caja de unicel con un manejo adecuado previo para evitar daños físicos.

Transporte.

Después de la recolección se trasladaron las muestras hacia el Laboratorio de Horticultura, ubicado dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila.

Recepción y Almacenamiento de las Muestras.

El día 30 de septiembre de 2002 se recibieron los tomates en el Laboratorio de Horticultura, almacenándolos en un cuarto frío que previamente se estandarizó a 10 °C, temperatura a la cual permanecerían los tomates durante todo el experimento.

Selección de Tomates Para Las Pruebas.

Seleccionamos doce tomates de cada línea en color breaker (color 2) para el análisis de avance de color, posteriormente seleccionamos diez tomates por línea para la prueba de

desprendimiento de gases (etileno y CO₂). El resto de los tomates (75 por línea) se mantuvieron en el cuarto frío y según se requerían se fueron extrayendo para la prueba de Características de Calidad.

Adaptación y Adecuación de Material.

Se utilizaron dos frascos de cuatro kilogramos de vidrio con tapa hermética por línea, los cuales se adecuaron con perforaciones en la tapa con el fin de colocar una septa y/o una manguera, esto para realizar los análisis de desprendimiento de gases.

Limpieza.

Previo al almacenamiento se realizó una limpieza con agua y cloro, del Laboratorio y cuartos fríos, para evitar con esto daños fitopatológicos.

Revisión de Equipo.

Se realizó una revisión general para la verificación del buen funcionamiento de todos los aparatos de medición, esto con el

fin de que al momento de recibir las muestras no hubiese ningún contratiempo.

DISEÑO ESTADISTICO.

Para la evaluación de las variables de Características de Calidad se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos (líneas) y 8 repeticiones (tomates) y comparación de medias por el método de Duncan.

Para la variable de avance de color utilizamos un diseño completamente al azar con 7 tratamientos (líneas) y 12 repeticiones (tomates) con comparación de medias por el método de Duncan.

En lo referente a desprendimiento de gases utilizamos un diseño completamente al azar con 7 tratamientos (líneas) y 5 repeticiones (tomates) y se hicieron comparaciones de medias con el método de Duncan.

Modelo Estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$j = 1, 2, 3, \dots, r_i$ (número desigual de repeticiones).

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (número igual de repeticiones).

VARIABLES EVALUADAS

VARIABLES DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

El análisis de Características de Calidad estuvo conformado por las siguientes variables: peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar, diámetro del pedúnculo, diámetro del cierre floral, firmeza o consistencia, diámetro de la pared interna, número de lóculos, pH y °Brix

El análisis de Características de Calidad se dividió en tres etapas (sacadas) conformándose de la siguiente manera.

Para el análisis de estas variables sacamos 24 tomates de cada, línea de las cuales se analizaron 8 tomates al día que se extraían del cuarto frío y los 16 restantes se mantuvieron a temperatura ambiente hasta su análisis, que fue en las dos fechas siguientes (esto corresponde a una etapa). Así realizamos

el análisis en cada etapa hasta concluir estos el día 27 de octubre de 2002, fecha correspondiente a la tercera etapa.

La primera etapa estuvo conformada por las siguientes fechas de evaluación:

- 01 de octubre de 2002**
- 03 de octubre de 2002**
- 09 de octubre de 2002**

La segunda etapa la conformaron las siguientes fechas de evaluación:

- 12 de octubre de 2002**
- 15 de octubre de 2002**
- 18 de octubre de 2002**

La tercera etapa estuvo conformada por las siguientes fechas de evaluación:

- 21 de octubre de 2002**
- 24 de octubre de 2002**
- 27 de octubre de 2002**

Peso.

El peso de los frutos del tomate se realizó en una balanza semianalítica, esto con el objeto de determinar la pérdida de peso durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración y maduración en función del tiempo.

Diámetro Ecuatorial y Polar.

Estas variables se midieron con la ayuda de un vernier metálico graduado, se realizó y registró la lectura de cada uno de los 8 tomates de cada línea.

Para diámetro polar se tomó como punto de referencia el pedúnculo y el cierre floral, realizando la medición en los dos puntos opuestos del fruto y registrando el valor en centímetros.

Para diámetro ecuatorial se realizó la medición en los dos puntos opuestos de la parte ecuatorial y registrando el valor en centímetros.

Diámetro del Pedúnculo.

A los mismos 8 tomates que se les midió el diámetro polar y el diámetro ecuatorial, también se les midió el diámetro del pedúnculo y la metodología se describe a continuación.

Para el análisis de esta variable se requirió de la ayuda del vernier metálico y tomando los valores de los dos puntos opuestos del pedúnculo se registró el valor en centímetros.

Diámetro del Cierre Floral.

Continuando con la medición de los mismos 8 tomates, ahora describimos la metodología para medir diámetro del cierre floral.

Esta variable se determinó con la ayuda de un vernier metálico tomando los valores de los dos puntos opuestos del cierre floral y se registró el dato en centímetros.

Firmeza o Consistencia.

Para determinar la firmeza se utilizó un método que requirió la ayuda de un penetrómetro manual marca EFEGI modelo FT-011 con puntilla de 8 mm de diámetro y una escala de 0.2 a 5 Kg., este penetrómetro fue utilizado con un soporte IRS para pruebas manuales, para esto primeramente retiramos con la ayuda de una navaja la piel del fruto en dos puntos opuestos de la parte ecuatorial; verificando que la aguja indicadora de presión se

encontrase en cero, se introdujo la puntilla en la parte que se retiró la piel hasta el límite marcado. Se anotó el valor y repetimos el proceso en el punto opuesto a éste.

Diámetro de la Pared Interna.

Para realizar el análisis de esta variable cortamos los mismos 8 tomates en dos partes, de modo que quedaran a la vista los lóculos y el grosor externo, para así con la ayuda del vernier se midió el diámetro de la pared interna.

La variable diámetro interno del tomate consta del exocarpio (piel), mesocarpio (perenquimático) con haces vasculares y el endocarpio.

Para medir esta variable nos auxiliamos de un cuchillo punzo cortante, para partir por la mitad el fruto (parte ecuatorial) y con la ayuda del vernier metálico realizamos la medición en los puntos opuestos del diámetro interno del fruto, registrando el valor de estos en centímetros.

Número de Lóculos.

Para llevar a cabo el conteo de las cavidades locales, se partió por la mitad el fruto del tomate en su parte ecuatorial se

registró el dato de acuerdo al número de septos (divisiones) que componen la parte carnosa del fruto.

pH

Para determinar la concentración existente de iones de hidrógeno en el jugo del fruto se requirió de un pH – metro; que con anterioridad calibramos y limpiamos. Se extrajo el jugo del tomate con una ligera presión manual y se depositó en un vaso de precipitado y se introdujo el pH – metro, posteriormente se tomó la lectura y se registró.

° Brix (Sólidos Solubles).

El porcentaje de sólidos solubles (S.S.) fue determinado con un refractómetro. Se utilizó el jugo de tomate recién extraído, colocando una gota en el prisma del refractómetro.

La medición se hizo a través del ocular y el valor se registró en ° Brix.

El pH y los °Brix se evaluaron los días 7, 14 y 22 de octubre del 2002, siguiendo las metodologías anteriormente mencionadas.

VARIABLE DE AVANCE DE COLOR

Para la medición de esta variable utilizamos un aparato calibrado denominado Colorímetro Minolta modelo CR-300 en el espacio de color L – a – b, para la interpretación de los datos obtenidos se utilizó el diagrama de cromaticidad, el cual describe la coloración de la epidermis de la fruta.

Para medir el color utilizamos un sistema de forma triparamétrica: parámetro a (verde – rojo), parámetro b (azul – amarillo) y L (luminosidad).

Para medir esta variable fue necesario colocar el cabezal del Colorímetro sobre el plato de calibración y poniendo el sistema en modo calibración L – a – b, procedemos checando el valor obtenido con el valor Standard de calibración el cual debe coincidir, si esto sucede procedemos con las lecturas en dos puntos de cada uno de los 12 frutos.

Al término de la lectura en cada uno de los 12 frutos de cada línea guardamos en el cuarto frío los tomates. Esta operación se repitió en cada una de las fechas de evaluación de avance de color (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fechas de evaluación de las variables de avance de color

| Avance de Color |
|------------------------|
| 01 de octubre |
| 04 de octubre |
| 09 de octubre |
| 16 de octubre |
| 20 de octubre |
| 22 de octubre |
| 26 de octubre |

VARIABLES DESPRENDIMIENTO DE GASES.

Dióxido De Carbono (CO₂).

La evaluación de esta variable consistió en determinar el periodo de desprendimiento de CO₂, el cual fue evaluado por un analizador de CO₂/H₂O Li-Cor. Primeramente determinamos el volumen del recipiente y de la muestra para con esto obtener el volumen libre en litros, así como también el peso la muestra a evaluar.

Seleccionamos primero la línea de voltaje requerida en el panel trasero tanto del analizador, como de la unidad de control de flujo, conectamos la unidad de control de flujo al analizador y este a su vez a la línea de corriente, manteniendo todos los botones en OFF y las válvulas de ventilación cerradas, posteriormente abrimos las válvulas de los rotámetros verificando el que el flujo sea mayor a 2 LPM; conectamos el analizador a la unidad de control y encendemos hasta que este en modo READY. Pulsamos FUNCTION 75 para establecer la resolución de CO₂ (HI/LOW), establecimos la referencia de CO₂ a

cero con la FUNCTION 59 y oprimimos la FUNCTION 22 para la observación absoluta de CO₂ μmol/mol.

Posteriormente ajustamos el analizador hasta que la concentración absoluta de CO₂ marque cero, a su vez colocamos la muestra en el recipiente conectando la línea de entrada de muestra de la unidad a la válvula del recipiente, sellamos con papel parafilm y tomamos la hora exacta, posteriormente tomamos la lectura de la pantalla en los tiempos estimados.

Las lecturas emitidas fueron tomadas en intervalos de dos minutos de modo que fuera posible graficar, por un tiempo de 30 minutos, se realizaron 6 evaluaciones en las fechas respectivas.

Se tomaron tres a cuatro muestras medianas de cada línea las cuales tuvieron un peso entre los 400– 550 g.

Etileno (C₂H₄).

Etileno es una hormona natural de las plantas. Afecta el crecimiento, desarrollo, maduración y envejecimiento de todas las plantas. Normalmente es producido en cantidades pequeñas por la mayoría de las frutas y vegetales. Muchas frutas producen grandes cantidades de etileno y resulta en una maduración uniforme cuando es expuesta a una fuente externa de etileno.

Para la evaluación de esta variable utilizamos un Cromatógrafo de gases marca HP modelo 4890, con un detector de iniciación de flama (FID) y una columna detectora Hp-5; utilizamos como gas acarreador el Helio a una razón de 30 ml/min. Para la producción de flama se utilizó el hidrogeno 30

ml/min. y aire 340 ml/min. En donde el puerto de inyección debió estar a una temperatura de 150 °C, el Horno a 80°C y el Detector a 170°C.

Determinamos el volumen de la muestra, del recipiente y el peso de la muestra, posterior a esto colocamos la muestra dentro del recipiente cerramos y sellamos (papel parafilm), tomamos la fecha y hora exacta. Se mantuvieron los tomates bajo estas condiciones durante toda la evaluación.

La primer evaluación se realizó 24 horas después de que el recipiente fue sellado, de acuerdo al siguiente procedimiento se reguló la temperatura del horno del cromatógrafo, se ajustó el flujo del gas acarreador, se estableció el flujo del aire, abrimos el flujo de agua y prendemos la flama con el botón de inicio. Posterior a esto, se extrae del recipiente la muestra que va a ser analizada y se introduce en forma manual en el puerto de inyección del cromatógrafo con una micro jeringa. Ya adentro la muestra es vaporizada, transportada y separados los compuestos llegan al detector, donde son registrados para producir un cromatograma, en donde el componente va a estar representado por un pico que sirve como base para el análisis cuantitativo, por último se obtiene la concentración de etileno por cada kilogramo de muestra por hora. Por medio de la siguiente fórmula:

$$\mu\text{lC}_2\text{H}_4 / \text{Kg} * \text{Hr} = [\text{C}_2\text{H}_4 \text{ppm}] * \frac{\text{volumen libre}}{\text{peso de la muestra}} * \frac{1}{t}$$

La lectura se tomó cada 3 días, se tomaron 3 tomates de cada línea los cuales tenían un volumen y peso muy similares.

CONCLUSIONES

Las líneas TSAN-100 y TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3 son la que mostraron un peso promedio mayor con 204.08 y 194.62 gramos respectivamente y a la vez son las que pierden menos peso a través del tiempo. El diámetro ecuatorial y polar son otras característica donde las líneas TSAN-100 y TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3 se muestran superiores al resto de las líneas, confirmando con esto que poseen las mejores condiciones externas sobresaliendo del resto de las líneas en estudio.

Las líneas TSAN-103 con 1.23 kg/cm² y la línea TSAN-101 con 1.13 kg/cm² son las que presentan la mayor consistencia o firmeza, solo por debajo del testigo saladette híbrido Yaqui F1. Las líneas TSAN-100 y TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3 son las que mantienen o pierden menos la firmeza o resistencia a la punción a través del tiempo.

Las líneas que tienen un diámetro de la pared interna mayor con 1.26 cm., por parte de la línea TSAN-100 y 1.15 cm., de la línea TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3. Por lo anterior podemos asegurar que el diámetro de la pared (pericarpio) es un indicador para la determinación de la firmeza.

Las líneas en estudio son multiloculares con un promedio de 7 lóculos, exceptuando a la línea TSAN-100 con 6 lóculos y al testigo saladette Yaqui F1 con 3 lóculos.

Los tomates multiloculares y con paredes gruesas son de mayor calidad ya que nos proporcionan mayor peso, firmeza y por lo tanto mejor calidad.

En color la línea que detuvo por mayor tiempo su degradación para que se llevara a cabo la síntesis de licopeno fue la TSAN-100 con 29.81 en el parámetro a , seguida por la línea TSAN-104 con un valor de 29.69.

En el índice de luminosidad (L) las líneas que conservan hasta el final de la evaluación la mayor luminosidad son TSAN-103 y TSAN-10003-7-8-9-RC₄-01-3, siendo considerados valores muy altos y por lo tanto muy favorables.

De acuerdo a la emisión de etileno la línea que se comportó mejor debido a las bajas concentraciones detectadas de este gas fue, la TSAN-100 con 0.58 $\mu\text{L}/\text{kg}/\text{hr}$, seguida de la línea TSAN-101 con 0.85 $\mu\text{L}/\text{kg}/\text{hr}$ ambos valores detectados a una temperatura de 21 °C.

La línea que menos desprendimiento de dióxido de carbono tuvo fue la TSAN-100 con 5.92 ml/kg.hr, seguida de la línea TSAN-104 con 6.24 ml/kg.hr a una temperatura promedio de 21 °C, por lo que esta mínima proporción de respiración nos indica el grado de calidad en el fruto de tomate.

LITERATURA CITADA

Arriaga, C. F; Sánchez, L. A. 2003. Comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate extrafirmes (*Lycopersicum esculentum*, Mill.),

Rancho Santa Marta del Valle de Villa de Arista, S. L. P. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Coahuila, México.

Azcón-Bieto, J.;Tolon M 1993. Fisiología y bioquímica vegetal interamericana. MC.Craw-Hill. Primera edicion . España.

Baez, S.R. 1992. Manejo poscosecha de hortalizas: tomate, pepino y chile. Primera Reunión Latinoamericana de Tecnología de Poscosecha. UAM, CP, ENCB-IPN, UACH, FAO, CYTED-D, CONACYT: México D. F.

Cuartero J y Molina J. 1998. Las características “ Larga vida y sus efectos sobre el comercio Internacional . FITECH IV (2) : 12 – 14

De León, R. A.; Sánchez, L. A.; Bustamante, G. M. y Morones, R. R. 2000. Estudio generacional de líneas de tomate extrafirmes, de hábito indeterminado, en Villa de Arista, S.L.P. Turnado para publicación en revista Agrociencia el 13 de noviembre de 2000.

García, O. J. B. y Sánchez, L. A. 2002. Comportamiento de siete líneas avanzadas de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.), tipo bola de hábito determinado, extra firmes en el Valle de Villa de Arista, S.L.P. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Coahuila, México.

Gormeley, T.R. y S. Egar. 1978 Firmness and colour at the fruti as some tomato cultivars from various sources during storage.. Sci. Food Agric.29 (4): 534 – 538. USA

Grimaldo, B. F. y Sánchez, L. A. 2002. Comportamiento de líneas avanzadas de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.), tipo bola, extra firmes, de hábito indeterminado. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Coahuila, México.

Hong, J.H., D.J. Mills, C.B. Coffman, J.D. Anderson, M.J. Camp, K.C. Gross. 2000. Tomato cultivation system affect subsequent quality of fresh cut fruit slices. *J. Amer. soc. hort. sci.* 125:729 -735.

Jones, R.A. y S.J. Scott. 1983. Important of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents *Euphytica*. 32: 845 – 855

López, T. M. 1994. *Horticultura*. Edit. Trillas. México. D. F. 129 p.

Leblond, C. 1958 : *Rev. Gen Bot.* 65: 523- 534

Maharaj, R., Arul, J., Nadeau, P., 1999. Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* var. Capello) by delaying senescence. *Postharvest Biol. Technol.* 15 (1), 13–23.

Martens, M Baadseth, P 1987: Sensory quality. En: *Postharvest physiology of vegetables* “. Ed. Marcel Dekker Inc. pp. 472- 454

Meir, S., Rubin, L., Zauberman, G., Fuchs. 1992. Changes in fluorescent lipid peroxidation products of room-ripened and vine-ripened tomato fruits in relation to other ripening parameters. *Postharvest Biol. Technol.* 2 (2), 125–135.

Nicen, A.; M. Grafiadellis; R. Jiménez; G. la malta; G.P. Martinez F; A. Monteiro; H. Verlodt; Ovidelle; C. Zabeltitz H; I Denis V y W Baudorin O . 1990. protected cultivation in the mediterranean climate . *FAO. Plant Production and protection.* No. 90 . Roma italy

Nuez, F. 1991. La mejora genética de hortalizas. Eds. La Horticultura Española en la Comunidad Europea. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. 483-505 p.

Nuez, F. R. Del R. A.; J. Tello; J. Cuartero y B. Legum. 1995. El cultivo de tomate. Ed. Mundi prensa, Madrid, España. 122-123, 602-601 p.

Osuna, G.J.A.1983 Resultados de la investigación sobre el tomate . Editorial. Mundi prensa, Madrid, España . P.122-123, 601-602.

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

Phan C.T. 1963: Rev. Gen. Bot. 70: 679- 684

Peach, J.C. 1995 : Jornada Value Agroalimentación. Màlaga

Pérez, T. M. D. y Sánchez, L. A. 2003. Comportamiento de líneas segregantes de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.), de habito indeterminado con la incorporación del carácter extrafirme. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Coahuila, México.

Philouze, J.; P. Duffe.; M. Miles. 1992. Recherches sur la tomate. Raport d' Activité 1991-1992 de la station d'Amelioration des plantes Maraicheres, Montfavet. Revue horticole. No. 367. French. 59-61 p.

Redondo J.E. 1991. Importancia de las hortalizas en México . Taller regional centroamericano y consulta sobre la planificación de investigación hortícola. IICA. San José, Costa Rica. P. 426

Sánchez, L. A. 1997. Apuntes de Producción de Hortalizas I.

Sánchez, del C., F.;T. Corona S. 1994. Evaluación de cuatro variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum M.*) bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. Univ. Aut. Chapingo. Revista Horticultura.

Sánchez, L. A.; A. Reyes L. y M. Sandoval M. 1999. Sistemas de poda en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum M.*) de larga vida de anaquel. VIII Congreso de Horticultura. Manzanillo, Colima. México del 25 al 30 de Abril de 1999. Programa y notas científicas.

Sánchez, L. A. 1983. Evaluación de la aptitud combinatoria de algunos progenitores de tomate (*Lycopersicon esculentum M.*) en base a caracteres de rendimiento y calidad. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. Coah. México.

Sánchez, L. A.; Alonso, B. R. A. 1999. Sistema de poda y densidad en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum M.*) Larga vida de anaquel. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista , Saltillo. Coah. México.

Sánchez, L. A.; Neri, T. A. 1999. Evaluación de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum M.*) tipo bola de habito determinado extra - firmes en el Valle de arista, S.L.P. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista , Saltillo. Coah. México.

Sánchez, L. A.; Grana, A. J. R. 1999. Evaluación de cuatro genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum M.*) extra – firmes de habito indeterminado bajo dos sistemas de poda en el Valle de Arista S.L.P. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. Coah. México.

Sánchez, L. A.; López, L. F.
1977. Informe del programa de hortalizas. Campo Experimental del Valle de Culiacán (CAEVC – CIAS). Culiacán, Sinaloa. México.

Sánchez, C. F.; Escalante, R. E.
R. 1988. Hidroponía. Universidad Autónoma de Chapingo. Mexico.

Van H ; J.M. 1982. Manuales de tomate para la Ecuación Agropecuaria.
 Edit. Trillas . Mexico

Vasquez S.C. 2003. Uso de Compuestos Señalizadores del estrés, para modificar la vida de postcosecha del tomate(*Lycopersicon esculentum*). Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coah. México.

Wann , E.V. 1996 Physical characteristics of tomato fruti tuissue at mature green and ripe stages of maturity.. Horticultural abstract. 59(2): 129.

Zambrano, C. B.; Sánchez, L. A. 1999 Índice de madurez en potscosecha de líneas de tomate con frutos normales y extrafirmes. Tesis. Maestría. UAAAN. Saltillo Coah. México.

Cuadro A.1. Análisis de varianza para la variable peso

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 33147.53032 | 5524.58839 | 19.55 ** | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 3956.33402 | 282.59529 | | |
| Total | 20 | 37103.86434 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.2. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|

| | | | | | | |
|--------------|----|-------------|------------|---------|------|------|
| Tratamientos | 6 | 10.99282857 | 1.83213810 | 2.79 ns | 2.85 | 4.46 |
| Error | 14 | 9.19846667 | 0.65703333 | | | |
| Total | 20 | 20.19129524 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.3. Análisis de varianza para la variable diámetro polar.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 1.48491429 | 0.24748571 | 2.18 ns | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 1.58586667 | 0.11327619 | | |
| Total | 20 | 3.07078095 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.4. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.79816190 | 0.13302698 | 2.24 ns | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 0.82993333 | 0.05928095 | | |
| Total | 20 | 1.62809524 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.5. Análisis de varianza para la variable cierre floral

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|--------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.49751429 | 0.08291905 | 3.05 * | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 0.38086667 | 0.02720476 | | |
| Total | 20 | 0.87838095 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.6. Análisis de varianza para la variable firmeza

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.47266618 | 0.07877770 | 0.35 ns | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 3.15857329 | 0.22561238 | | |

| | | | | | |
|-------|----|------------|--|--|--|
| Total | 20 | 3.63123946 | | | |
|-------|----|------------|--|--|--|

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.7. Análisis de varianza para la variable diámetro de la pared.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.12244762 | 0.02040794 | 0.02 ns | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 12.94093333 | 0.92435238 | | |
| Total | 20 | 13.06338095 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.8. Análisis de varianza para la variable numero de loculos

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 35.14285714 | 5.85714286 | 9.46 ** | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 8.66666667 | 0.61904762 | | |
| Total | 20 | 43.80952381 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.9. Análisis de varianza para la variable Ph.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.32025298 | 0.05337550 | 0.75 ns | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 1.00239583 | 0.07159970 | | |
| Total | 20 | 1.32264881 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.10 . Análisis de varianza para la variable ° Brix.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 1.99071429 | 0.33178571 | 2.20 ns | 2.85 4.46 |
| Error | 14 | 2.11406250 | 0.15100446 | | |
| Total | 20 | 4.10477679 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.11. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 01 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 1134.1617 | 189.0269 | 4.74 ** | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 3068.8349 | 39.8550 | | | |
| Total | 83 | 4202.9967 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.12. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 04 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 563.5730 | 93.9288 | 3.14 ** | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 2304.8095 | 29.9325 | | | |
| Total | 83 | 2868.3825 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.13. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 09 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 1059.3237 | 176.5539 | 3.87 ** | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 3513.9156 | 45.6352 | | | |
| Total | 83 | 4573.2393 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.14. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 16 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 361.1072 | 60.184533 | 1.68 ns | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 2757.9173 | 35.817108 | | | |
| Total | 83 | 3119.0245 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.15. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 20 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 170.4214 | 28.4035 | 1.74 ns | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 1260.2458 | 16.3668 | | | |
| Total | 83 | 1430.6672 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.16. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 22 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 99.3313 | 16.5552 | 1.01 ns | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 1265.5590 | 16.4358 | | | |
| Total | 83 | 1364.8903 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.17. Análisis de varianza para la variable avance de color, correspondiente a la fecha 26 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 127.5201 | 21.2533 | 0.86 ns | 2.21 | 3.04 |
| Error | 77 | 1898.6216 | 24.6574 | | | |
| Total | 83 | 2026.1418 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.18. Análisis de varianza para la variable etileno.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 8.16752857 | 1.36125476 | 1.37 ns | 2.38 | 3.38 |
| Error | 35 | 34.69208333 | 0.99120238 | | | |
| Total | 41 | 42.85961190 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.19. Análisis de varianza para la variable CO₂.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS | |
|--------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------------|------|
| Tratamientos | 6 | 1659.31145 | 276.55191 | 0.44 ns | 2.85 | 4.46 |

| | | | | | |
|-------|----|-------------|-----------|--|--|
| Error | 14 | 8764.02883 | 626.00206 | | |
| Total | 20 | 10423.34027 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.20. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 01 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 122541.0288 | 20423.5048 | 4.15 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 241416.1452 | 4926.8601 | | |
| Total | 55 | 363957.1741 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.21. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 03 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 106004.5000 | 17667.4167 | 6.87 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 126046.0000 | 2572.3673 | | |
| Total | 55 | 232050.5000 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.22. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 09 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 142958.1171 | 23826.3529 | 6.25 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 186856.1200 | 3813.3902 | | |
| Total | 55 | 329814.2371 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.23. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 12 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 96982.8650 | 16163.8108 | 7.57 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 104670.0963 | 2136.1244 | | |
| Total | 55 | 201652.9613 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.24. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 15 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 176582.2632 | 29430.3772 | 13.22 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 109047.8241 | 2225.4658 | | |
| Total | 55 | 285630.0873 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.25. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 18 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 105440.4493 | 17573.4082 | 8.33 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 103423.4963 | 2110.6836 | | |
| Total | 55 | 208863.9455 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.26. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 21 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 128878.2311 | 21479.7052 | 7.21 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 145987.9787 | 2979.3465 | | |
| Total | 55 | 274866.2098 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.27. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 24 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|-----------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 53593.7418 | 8932.2903 | 6.38 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 68639.7038 | 1400.8103 | | |
| Total | 55 | 122233.4455 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.28. Análisis de varianza para la variable peso, correspondiente a la fecha 27 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|

| | | | | | | |
|--------------|----|-------------|------------|---------|------|------|
| Tratamientos | 6 | 76736.8564 | 12789.3094 | 6.50 ** | 2.29 | 3.18 |
| Error | 49 | 96386.7338 | 1967.0762 | | | |
| Total | 55 | 173122.5901 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.29. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 01 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|--------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 7.60519375 | 1.26753229 | 2.45 * | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 25.34534917 | 0.51725202 | | |
| Total | 55 | 32.95054293 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.30. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 03 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.65601208 | 0.10933535 | 1.96 ns | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 2.73042215 | 0.05572290 | | |
| Total | 55 | 3.38643423 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.31. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 09 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 1.19745118 | 0.19957520 | 1.94 ns | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 5.02967097 | 0.10264635 | | |
| Total | 55 | 6.22712215 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.32. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 12 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 14.69980835 | 2.44996806 | 6.03 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 19.89254130 | 0.40597023 | | |
| Total | 55 | 34.59234966 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.33. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 15 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 2.63722323 | 0.43953721 | 1.78 ns | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 12.11623713 | 0.24727015 | | |
| Total | 55 | 14.75346036 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.34. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 18 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 8.02473823 | 1.33745637 | 9.04 ns | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 7.25298041 | 0.14802001 | | |
| Total | 55 | 15.27771864 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.35. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 21 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 5.80838393 | 0.96806399 | 3.58 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 13.26750000 | 0.27076531 | | |
| Total | 55 | 19.07588393 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.36. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 24 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|-----------|------------|------------|---------------|-----------------|
| Tratamientos | 6 | 4.50010424 | 0.75001737 | 7.08 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 5.19382422 | 0.10599641 | | |
| Total | 55 | 9.69392846 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.36. Análisis de varianza para la variable firmeza, correspondiente a la fecha 24 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|

| | | | | | | |
|--------------|----|------------|-------------|---------|------|------|
| Tratamientos | 6 | 2.29436987 | 0.38239498 | 8.64 ** | 2.29 | 3.18 |
| Error | 49 | 2.16769609 | 0.074423870 | | | |
| Total | 55 | 4.46206596 | | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.37. Análisis de varianza para la variable pH, correspondiente a la fecha 09 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.71178571 | 0.11863095 | 5.80 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 1.00250000 | 0.02045918 | | |
| Total | 55 | 1.71428571 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.38. Análisis de varianza para la variable pH, correspondiente a la fecha 18 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|------------|------------|--------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 0.37428571 | 0.06238095 | 2.35 * | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 1.30000000 | 0.02653061 | | |
| Total | 55 | 1.67428571 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.39. Análisis de varianza para la variable pH, correspondiente a la fecha 27 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|----------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 8.48607143 | 1.41434524 | 17.21 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 4.02750000 | 0.08219388 | | |
| Total | 55 | 12.51357143 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.40. Análisis de varianza para la variable ° Brix, correspondiente a la fecha 09 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 17.06000000 | 2.84333333 | 8.01 ** | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 17.40125000 | 0.35512755 | | |

| | | |
|-------|----|-------------|
| Total | 55 | 34.46125000 |
|-------|----|-------------|

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.41. Análisis de varianza para la variable ° Brix, correspondiente a la fecha 18 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|--------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 9.44214286 | 1.57369048 | 2.76 * | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 27.96625000 | 0.57073980 | | |
| Total | 55 | 37.40839286 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.42. Análisis de varianza para la variable ° Brix, correspondiente a la fecha 27 de octubre de 2002.

| FV | GL | SC | CM | F CALC | F TABLAS |
|--------------|----|-------------|------------|---------|-----------|
| Tratamientos | 6 | 9.24408163 | 1.54068027 | 1.74 ns | 2.29 3.18 |
| Error | 49 | 37.09142857 | 0.88312925 | | |
| Total | 55 | 46.33551020 | | | |

ns = no significativa * = significativa ** = altamente significativa

Cuadro A.43. Medias estadísticas de las variables de pH a través del tiempo.

| Línea | Fechas de evaluación | | |
|----------|----------------------|----------|----------|
| | 09/10/02 | 18/10/02 | 27/10/02 |
| Tsan-100 | 4.25 BC | 4.21 B | 4.15 B |
| Tsan-101 | 4.13 C | 4.29 AB | 5.38 A |
| Tsan-102 | 4.20 BC | 4.18 B | 4.29 B |
| Tsan-103 | 4.31 B | 4.25 B | 4.35 B |

| | | | |
|--|---------|---------|--------|
| Tsan-104 | 4.23 BC | 4.31 AB | 4.40 B |
| Tsan-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | 4.28 BC | 4.26 B | 4.29 B |
| Testigo | 4.51 A | 4.45 A | 4.23 B |

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre si (Duncan $P \leq 0.05$).

Cuadro A.44. Medias estadísticas de las variables de ° Brix a través del tiempo.

| Línea | Fechas de evaluación | | |
|--|----------------------|----------|----------|
| | 09/10/02 | 18/10/02 | 27/10/02 |
| Tsan-100 | 5.41 AB | 4.90 B | 4.90 B |
| Tsan-101 | 5.18 AB | 4.76 B | 4.76 B |
| Tsan-102 | 5.80 A | 5.41 AB | 5.41 AB |
| Tsan-103 | 5.03 B | 4.93 B | 4.93 B |
| Tsan-104 | 5.68 AB | 5.88 A | 5.88 A |
| Tsan-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | 5.24 AB | 4.61 B | 4.61 B |
| Testigo | 3.99 C | 5.35 AB | 5.35 AB |

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre si (Duncan $P \leq 0.05$).

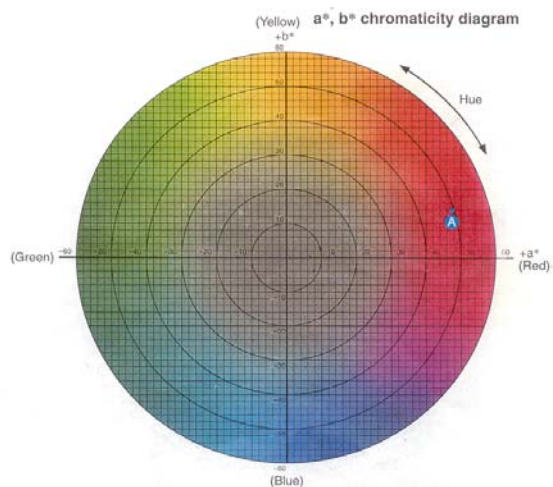


Figura A.1. Diagrama de cromaticidad.

Cuadro A.45. Medias estadísticas de las variables de peso a través del tiempo.

| Línea | Fechas de Evaluación | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|
| | 01/10/02 | 03/10/02 | 09/10/02 | 12/10/02 | 15/10/02 | 18/10/02 | 21/10/02 | 24/10/02 | 27/10/02 |
| Tsan-100 | 205.63 AB | 191.19 AB | 220.34 AB | 191.13 A | 257.29 A | 163.85 B | 199.75 AB | 173.75 A | 188.46 A |
| Tsan-101 | 156.14 AB | 150.13 B | 179.64 ABC | 177.15 A | 183.63 BC | 162.69 B | 148.58 B | 131.96 BC | 136.29 B |
| Tsan-102 | 187.00 AB | 151.69 B | 130.64 CD | 186.19 A | 153.89 C | 168.42 B | 176.71 B | 161.25 AB | 147.66 AB |
| Tsan-103 | 212.75 AB | 198.06 AB | 215.03 AB | 190.75 A | 202.93 BC | 159.89 B | 175.66 B | 136.63 ABC | 159.37 AB |
| Tsan-104 | 150.00 BC | 161.00 AB | 157.58 BC | 192.36 A | 233.40 AB | 154.79 B | 149.11 B | 118.00 C | 161.85 AB |
| Tsan-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | 229.88 A | 221.69 A | 236.76 A | 191.38 A | 231.98 AB | 231.35 A | 245.06 A | 157.63 ABC | 185.76 AB |
| Testigo | 81.09 C | 71.00 C | 84.98 D | 70.06 B | 78.61 D | 70.68 C | 76.91 C | 74.13 D | 69.93 C |

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre si (Duncan P≤ 0.05).

Cuadro A.46. Medias estadísticas de las variables de firmeza a través del tiempo.

| Línea | Fechas de Evaluación | | | | | | | | |
|--|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 01/10/02 | 03/10/02 | 09/10/02 | 12/10/02 | 15/10/02 | 18/10/02 | 21/10/02 | 24/10/02 | 27/10/02 |
| Tsan-100 | 1.58 B | 0.21 A | 0.50 A | 1.18 D | 1.37 A | 0.91 B | 1.10 C | 1.15 A | 0.95 A |
| Tsan-101 | 1.86 AB | 0.45 A | 0.69 A | 2.25 AB | 1.43 A | 1.24 B | 1.34 BC | 0.59 B | 0.49 BC |
| Tsan-102 | 1.76 B | 0.39 A | 0.70 A | 1.54 DC | 1.32 A | 1.19 B | 1.16 C | 0.38 B | 0.35 C |
| Tsan-103 | 1.83 B | 0.56 A | 0.85 A | 2.21 ABC | 1.14 A | 1.86 A | 1.85 AB | 0.99 A | 0.55 BC |
| Tsan-104 | 2.00 AB | 0.29 A | 0.62 A | 1.75 BDC | 1.55 A | 1.30 B | 1.60 ABC | 0.37 B | 0.35 C |
| Tsan-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | 1.35 B | 0.32 A | 0.71 A | 1.70 BDC | 1.44 A | 1.10 B | 1.16 C | 0.44 B | 0.41 C |
| Testigo | 2.62 A | 0.47 A | 0.99 A | 2.85 A | 1.90 A | 2.02 A | 1.94 A | 0.58 B | 0.70 B |

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre si (Duncan P≤ 0.05).

Cuadro A.47. Medias de avance de color para el parámetro L , en las diferentes fechas evaluadas.

| Líneas | Fechas de evaluación | | | | | | |
|--|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 01/10/02 | 04/10/02 | 09/10/02 | 16/10/02 | 20/10/02 | 22/10/02 | 26/10/02 |
| TSAN-100 | 54.18 ab | 53.98 cd | 47.17c | 44.10a | 42.70 b | 39.95b | 37.65c |
| TSAN-101 | 56.94abc | 55.64bcd | 49.50abc | 45.47a | 43.43ab | 41.68ab | 39.86ab |
| TSAN-102 | 54.75 bc | 55.28bcd | 51.93ab | 46.86a | 45.63a | 42.63a | 40.83a |
| TSAN-103 | 53.78 c | 57.37ab | 53.79a | 47.13a | 44.82ab | 43.69a | 41.03a |
| TSAN-104 | 57.94 a | 57.23ab | 51.81ab | 45.31a | 45.75a | 42.20ab | 40.73a |
| TSAN-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | 57.49 ab | 58.68a | 51.68ab | 46.62a | 45.67a | 43.51a | 40.90a |
| Testigo | 57.92a | 57.07abc | 52.43a | 46.52a | 45.35a | 43.24a | 40.95a |

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre si (Duncan $P \leq 0.05$).

Cuadro A.48. Medias de avance de color para el parámetro b , en las diferentes fechas evaluadas.

| Líneas | Fechas de evaluación | | | | | | |
|--|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 01/10/02 | 04/10/02 | 09/10/02 | 16/10/02 | 20/10/02 | 22/10/02 | 26/10/02 |
| TSAN-100 | 30.44a | 31.23ab | 31.21a | 27.12 a | 22.93 b | 25.26b | 24.35b |
| TSAN-101 | 32.01a | 30.60b | 28.57a | 26.71 a | 25.83ab | 28.00ab | 26.52ab |
| TSAN-102 | 30.84a | 31.66ab | 29.86a | 28.54 a | 25.50ab | 27.52ab | 27.39ab |
| TSAN-103 | 28.21a | 32.39ab | 31.21a | 29.56 a | 26.84a | 29.38a | 28.14a |
| TSAN-104 | 29.91a | 33.51ab | 29.91a | 27.45 a | 24.37ab | 26.78ab | 26.47ab |
| TSAN-10003-7-8-9-RC ₄ -01-3 | 32.79a | 35.19a | 31.43a | 29.46 a | 25.07ab | 27.21ab | 26.89ab |
| Testigo | 32.55a | 31.34ab | 29.35a | 27.88 a | 25.86ab | 26.42ab | 26.17ab |