

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Aplicación de señalizadores del estrés en el tomate (*Lycopersicon
esculentum Mill L.*) para modificar la calidad nutricional.**

Por:

ARACELI MELQUÍADES VELAZQUEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre del 2003.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ALIMENTOS**

**Aplicación de señalizadores del estrés en el tomate (*Lycopersicon
esculentum L.*) para modificar la calidad nutricional**

TESIS DE LICENCIATURA

Presentado Por:

Araceli Melquíades Velázquez

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
Para Obtener el Título de:**

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Aprobado Por:

Lic. Laura Oliva Fuentes Lara
Mendoza
Asesor Principal

Dr. Adalberto Benavides
Asesor

M.C. Antonio Aguilera Carbo
Caballero

Asesor

M.C. Ma. De Lourdes Morales

Asesor

Ing. Jose Rodolfo Peña Oranday
Coordinador De La División De Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
2003.

Septiembre

DEDICATORIAS

Con mucho **cariño y amor** a mis padres **Arnulfo y Victoria** quienes me dieron la vida y gracias a ellos pude lograr este sueño, por sus desvelos cuando estaba pequeña por enseñarme el buen camino, por sus consejos y sacrificios que hicieron para darme todo lo necesario en mi formación ya que sin ellos no hubiera podido lograr esta meta. Los padres que tenemos son lo mas maravilloso que nos pudo haber dado Dios ya que sin ellos no seriamos nada ni nadie, gracias por todo su esfuerzo.

A mi hermano **Carlos** ya que me brindo la oportunidad de terminar una carrera, sin pedir nada a cambio dándome todo y lo mejor que estaba en sus manos, dando su mayor esfuerzo sin negarme nada ya que sin su apoyo no lo hubiera podido terminar este sueño, por todo, **mil gracias**.

A mis hermanos **Rosalba, Orlando, Rafael, Omar, Jacqueline** por su apoyo, sus consejos y cariño que me dieron, por todo lo que estuvo de su parte ya que sin eso no hubiera salido adelante, fueron muy valiosos ya que me sirvió de mucho en todo este tiempo, por todo eso **gracias**.

A todos mis sobrinos **Eleazar, Diana, Juan Ignacio, Liliana, Andrea, Mariana.**

A todos mis cuñados por su apoyo moral que me brindaron y los ánimos que me dieron durante todo este tiempo.

A toda mi familia que me alentaron y me dieron ánimos durante todo este tiempo.

A todos **mis compañeros de generación** ya que siempre conté con su apoyo y amistad durante todo este tiempo.

A todos mis amigos que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas por su apoyo sus consejos y confianza que tuvieron hacia mí; Maria Esther, Norma, Yesi, Maria del Carmen, Loreto, Elvia, Luz Maria.

A mis amigos con quienes compartimos todo tipo de fiestas y que siempre estuvimos juntos en las buenas y en las malas por todos sus consejos y apoyo brindado durante toda la carrera; Yemby Robeli, Bersain, Roque, Lidia, Silvia, Rosario, Karina, Amador, Juan Gabriel.

A toda las chavas del internado con quienes compartí la mayor parte de mi estancia en Saltillo y me brindaron su apoyó.

Con mucho cariño a **Justo Gómez Hernández** por haber compartido todo este tiempo conmigo, por su apoyo cuando lo necesitaba, ya que nunca me dejo sola y

soportarme cuando yo estaba enojada por brindarme momentos de alegría, por el ánimo que me daba cuando estaba triste, por su amor brindado gracias.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por haberme brindado la oportunidad de haber nacido y no dejarme sola y darme la oportunidad de vivir y guiarme por el camino correcto durante todo este tiempo dándome la oportunidad de llegar asta esta etapa de mi vida por todo gracias.

A mi **Alma Terra Mater** por cobijarme, brindándome su sabiduría, dándome la oportunidad de realizar mis estudios y haberme formado como ingeniero.

Al **departamento de Nutrición y Alimentos** así como a los profesores que la conforman, por haberme formado y transmitido sus conocimientos y su amistad durante toda la carrera gracias.

A la **Lic. Laura Oliva Fuentes Lara** por su apoyo, amistad y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendosa** por su confianza, dándome la oportunidad de realizar este trabajo con su apoyo y dedicación.

A la **Dr. Rosalinda Mendoza** por su colaboración, apoyo y amistad durante la realización de mi trabajo.

Al **M.C. Antonio Aguilera Carbo** por su amistad y brindarme la oportunidad de trabajar con él y ser parte de mi formación durante mi carrera.

A la **M.C. Maria Lourdes Morales Caballero** por sus consejos brindados, por el apoyo en la realización de este trabajo.

A la **M.C. Mildred Flores Verastigui**, por su apoyo y amistad brindada durante mi trabajo.

A el **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** por su amistad y apoyo para la realización de mi trabajo en el laboratorio.

A la **T.L.Q. Maria de Jesús Sánchez Velásquez** por su apoyo y amistad brindado durante la realización de mi trabajo dándome ánimos para la culminación del mismo.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v

INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
CAPITULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 2	
2. Hipótesis	3
2.1 . Objetivo General.....	3
2.2.Objetivos Específicos.....	3
CAPITULO 3	
3. REVISIÓN DE LITERATUR.....	4
3.1. Manejo Poscosecha.....	4
3.1.1 Periodo Poscosecha.....	4
3.1.2. Cosecha.....	5
3.1.3. Recolección y Calidad del Fruto.....	5
3.1.4. Transporte.....	6
3.1.5. Recepción en el Almacén de Manipulación.....	7
3.1.6. Alineación de la Línea de Proceso.....	7
3.1.7. Limpieza de los Frutos.....	7
3.1.8. Lavado y Desinfección.....	7
3.1.9. Preenfriado de Productos Hortícolas.....	8
3.1.10. Mecanismos de Transferencia de Calor Durante el Preenfriado	9
3.1.11. Tiempo de Enfriamiento.....	9
3.1.12. Preselección y Precalibrado.....	9
3.1.13. Selección por Calidad.....	9

3.1.14. Madurez como Índice de Calidad.....	10
3.1.15. Encerado.....	10
3.1.16. Selección.....	11
3.1.17. Selección por Diámetro o Calibración.....	11
3.1.18. Clasificación en Función del Tamaño y Color.....	11
3.1.19. Selección por Madurez.....	12
3.1.20. Envasado.....	12
3.1.21. Empacado.....	12
3.1.22. Entarimado.....	13
3.1.23. Preenfriado del tomate.....	13
3.1.24. Transporte del tomate.....	14
3.2. Ácidos Orgánicos.....	14
3.2.1. Los Ácidos Orgánicos en los Alimentos.....	15
3.3. LA Resistencia Sistemática Inducida.....	16
3.3.1. Estrés.....	16
3.4. Quitosán.....	18
3.5. Ácido Salicílico (AS).....	19
3.6. Ácido Benzoico.....	21
3.7. Ácido Acético.....	21
3.8. Agua Destilada.....	22
3.8.1. Propiedades Químicas del Agua.....	22
3.9. Maduración del Fruto.....	23
3.9.1. Composición del Fruto.....	23
3.9.2. Almidón.....	24
3.9.3. Azúcares.....	24

3.9.4. Ácidos Orgánicos en el Fruto del Tomate.....	24
3.9.5. Compuestos Nitrogenados.....	25
3.9.6. Compuestos Volátiles.....	26
3.9.7. Pigmentos.....	26
3.9.8. Componentes de la Pared Celular.....	26
3.9.9. Lípidos.....	27
3.9.10. Minerales.....	27
CAPITULO 4	
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1. Localización Geográfica de diseño Experimental.....	28
4.2. Diseño Experimental.....	28
4.3. Aplicación de los inductores de tolerancia.....	29
4.4. Deshidratación.....	29
4.5. Determinación de Humedad.....	30
4.6. Determinación de Ceniza.....	30
4.7. Determinación de Proteína.....	30
4.8. Determinación de Grasa (Extracto Etéreo) Método Soxlet.....	31
4.9. Determinación de Fibra Cruda.....	32
4.10. Determinación de Azúcares Totales	33
4.11. Determinación de Azúcares Reductores.....	33
4.12. Determinación de Vitamina C.....	33
CAPITULO 5	
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
5.1. Experimento 1.....	35
5.2. Experimento 2.....	37

CAPITULO 6	
6. CONCLUSIONES.....	46
CAPITULO 7	
7. LITERATURA CITADA.....	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro

	Pagina
4.1 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico en el fruto del tomate.....	36
4.2 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico.....	36
4.3 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico en el fruto del tomate.....	37
4.4 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico en el fruto del tomate.....	38
4.5 Se anotan los promedios para las diferentes variables bromatológicas en el fruto de tomate utilizado en el experimento 2 para el factor días.....	39
4.6 Valor promedio en el contenido de azúcares reductores y totales.....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
4.1 Comportamiento dinámico del % de cenizas en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.....	40
4.2 Comportamiento dinámico del % de proteína en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.....	41
4.3 Comportamiento dinámico del % de fibra cruda en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.....	41
4.4 Comportamiento dinámico del % de grasa en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.	42
4.5 Comportamiento dinámico del % de materia seca en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.....	43

4.6	Comportamiento dinámico en mg de azúcares reductores en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.....	43
4.7	Comportamiento dinámico en mg de azúcares totales en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.....	44

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. L.) es un fruta de la familia de las solanáceas. El nombre del tomate proviene de la palabra tomatl en la lengua náhuatl de México. Algunos autores afirman que el origen del tomate fué América Central y Sudamérica, otros mencionan que se origino en México ya que existe una gran variedad de esta especie en forma silvestre (Nuez, et al., 1995).

El tomate es considerado como un fruto de tipo climatérico por los cambios bioquímicos que este experimenta, denotando su apariencia y composición según transcurre su maduración (Elhadi., 1992). Es uno de los frutos más importante en la alimentación por su contenido nutricional en vitaminas y minerales. A nivel nacional y mundial tiene una gran importancia por su consumo en estado fresco o procesado en forma de jugo, pastas, salsas, concentrados, tomates enteros pelados, purés, ect, se

encuentra entre los primeros lugares en superficie sembrada ya que actualmente epresenta el 40% de la producción total de hortalizas en México (Agrícola., 2001).

Anteriormente el tomate presentaba una gran merma debido a un mal manejo desde el campo hasta su comercialización, teniendo una perdida del 50%, en casos muy extremos el 60%, actualmente se ha tratado de disminuir estas pérdidas. Por tal motivo el tomate ha sido un tema de estudio por varios investigadores en el área, quienes pretenden disminuir las mermas, mejorando la vida poscosecha sin alterar el contenido nutricional dándole una mejor calidad al consumidor (Valadez., 1999). En

investigaciones recientes se han estado aplicando diversos tratamientos como transgénicos, cultivo de tejidos, tratamiento de semillas, plántulas y frutos para mejorar la calidad y valor nutricional del mismo, así como la aplicación de algunos ácidos orgánicos (ácido benzoico, ácido salicílico, ácido acético) un oligómero de quitina y agua destilada encontrando resultados positivos, en la germinación de las semillas y desarrollo de plántulas, recientemente se realizaron aplicaciones de quitosán en aguacate, donde se logro controlar el desarrollo de algunos microorganismos que provoca la pudrición (Benavides., 2002).

En el presente trabajo se pretende realizar aplicaciones de señalizadores en la superficie del tomate los cuales se comportan como inductores de tolerancia al estrés biótico, se observar el comportamiento de la tolerancia (o sin modificarla) del contenido nutricional al ser tratados con los ácidos orgánicos, quitosán y agua destilada, para mejorar la calidad del producto hacia el consumidor.

CAPITULO 2

2. Hipótesis

Se controla el deterioro de los productos cosechados en etapa de poscosecha y alteraciones en su valor nutricional debido a las condiciones de estrés a que están sometidos.

2.1 . Objetivo General

Estudiar el impacto de señalizadores como, el quitosán, agua destilada y ácido salicílico, ácido benzoico, ácido acético los cuales se sabe que son inductores de tolerancia al estrés, determinando cual es el de mayor impacto en el contenido nutricional del tomate.

2.2.Objetivos Específicos

- Documentar la respuesta del contenido nutricional de los frutos de tomate a la aplicación exógena de señalizadores del estrés.
- Determinar si los frutos de tomate muestran respuestas diferentes a los distintos señalizadores.
- Documentar el comportamiento dinámico de las diferentes variables de calidad nutricional.

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Manejo Poscosecha

El propósito de la poscosecha tiene como finalidad preservar la calidad obtenida de campo y disminuir las posibles pérdidas durante el proceso de mercado y distribución hasta el consumo final (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.1 Período Poscosecha

Expertos en el área indican que la merma puede llegar a un 33% bajo condiciones normales, pueden ser mayor en situaciones críticas. Los principales daños y defectos que ocasionan esta disminución son frutos no comerciales, frutos pequeños, deformes, con cicatrices, daños por gusano.

La calidad de los frutos al momento de la recolección depende de las características de la variedad, condiciones climatológicas y como se realizaron las prácticas culturales en el período de crecimiento. Los que tiene mayor influencia en la calidad del fruto son el sistema de estacado, este evita el contacto del fruto con el suelo; el control de plagas y enfermedades, riesgos y podas vegetales, esto puede incrementar el tamaño del fruto (Saucedo., 1974).

La calidad de frutas y hortalizas es una combinación de atributos o propiedades que les proporcionan valor como alimentó, para lograr esto se necesita

de un cultivo que tenga un rendimiento atractivo, resistencia a las enfermedades, fácil de cosechar y sobre todo que tenga una buena calidad en el proceso de comercialización.

3.1.2. Cosecha

El período poscosecha se inicia al momento de realizar la recolección de los frutos en el campo. Uno de los factores más importantes en esta operación es el punto de madurez en el cual los frutos deben cosecharse según el tipo de fruto que se deseen producir (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.3. Recolección y Calidad del Fruto

La mayor parte de productos hortícola que se consumen en fresco son altamente perecederos. La calidad del fruto esta relacionada con el color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, éstas características son importantes para el almacenamiento y resistencia al transporte (Wittwer y Homo., 1976; Nisen et al., 1990). El color en el tomate debe ser uniforme, existiendo una amplia gama de matices de color entre verde y rojo, el color va a depender del contenido de licopeno. La firmeza es muy variada entre cultivares. También es influenciado por temperaturas elevadas actuando negativamente (Nisen et al., 1990). Se recomienda la recolección en las primeras horas de la mañana y refrigerar el fruto.

La recolección del fruto se realiza en diferentes grados de madurez según el mercado que sea dirigido, condiciones de transporte y la temperatura. Las temperaturas optimas para tener una buena recolección es entre 21 a 28°C siendo estas las óptimas para una buena recolección (Wittwer y Honna., 1979). El estado de madurez se basa en el color (Stenvers., 1976).

Cuando la recolección se realiza con altas temperaturas, los frutos evolucionan más rápidamente, mientras que en las épocas más frías es necesario recolectar los frutos en estado más avanzado de madurez (Rico., 1982).

La recolección manual consiste en desprender el fruto del racimo. Después del corte deben manejarse con sumo cuidado para evitar daños como magulladuras o heridas ya que pueden perder agua sufriendo daños por microorganismos, esto da como resultado grandes pérdidas. Estimulando la producción de etileno, incremento de la velocidad de respiración ocurriendo cambios en la coloración y composición química ocasionando una disminución en vitaminas (Drake., 1982; Kader., 1982).

Para tener una calidad máxima se debe cosechar manualmente. La cosecha mecánica es recomendable para productos destinados a industrias y productos no perecederos (O'Brien et al., 1983). La cosecha mecanizada es poco usual en productos de consumo en fresco debido a que ocasiona daños durante el proceso alterando la calidad del fruto como daños físicos, dificultad para separar los frutos, hojas, flores y ramas pequeñas, etc. (Drake., 1982; Smith., 1977).

3.1.4. Transporte

Los cambios más drásticos ocurrieron recientemente en la tecnología de manejo poscosecha del tomate, es el sistema de transporte del campo a la planta empacadora. En el transporte hasta el almacenamiento, la manipulación debe efectuarse tan pronto como sea posible para evitar que los frutos recolectados permanezcan bajo los efectos del sol, viento y temperaturas elevadas durante períodos innecesarios, ya que aceleran los procesos de maduración y senescencia. El transporte debe realizarse a una velocidad reducida, para evitar daños que se pueden provocar por las vibraciones y golpes como consecuencia de las irregularidades del firme (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.5. Recepción en el Almacén de Manipulación

A la llegada al centro de manipulación se lleva a cabo la descarga del vehículo mediante el empleo de carretillas elevadas o con transpelets, pues es el manejo de cargas palatizadas que reducen gastos, simplifica la manipulación y disminuye los riesgos de golpes a daños mecánicos (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.6. Alineación de la Línea de Proceso

La primera operación en la línea de manipulación consiste en el vaciado de los envases de campo en la mesa o tolva de recepción, evitando que el producto sea golpeado. La descarga de las cajas en la línea de manipulación representa también un punto en el que provocan importantes pérdidas por daño mecánico en los frutos (Hatton y Reedes., 1963), principalmente porque los frutos golpean sobre otros. Para reducir la incidencia de estos daños se puede regular la salida de los frutos mediante cilindros de cepillos o por láminas flexibles.

3.1.7. Limpieza de los Frutos

Consiste en eliminar la suciedad existente en la epidermis del tomate como tierra, polvo, hojas, microorganismos etc., puede realizarse por medio de cepillos y/o lavado, esto debe efectuarse cuidadosamente para evitar daños mecánicos al tomate (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.8. Lavado y Desinfección

La finalidad del lavado es eliminar de la superficie del fruto material extraño que afecten su apariencia como: lodo, basura, residuo de plagas, talco usado durante el blanqueo de los frutos, entre otros.

En los últimos años se ha detectado un incremento en la incidencia de pérdida de cosecha ocasionada por patógenos, ya que estos pueden infectar a los frutos sanos en el tanque de descarga, esto es mas frecuente cuando los frutos son descargados en agua mas fría que ellos, esto ocasiona que el aire interno del fruto se contraiga y formen un vacío parcial que facilita la entrada de agua contaminada de patógenos por medio del pedúnculo. Al final del lavado se realiza una aspersion de agua con cloro para realizar una desinfección en la superficie del fruto, disminuye la infección de patógenos, pero no puede detener el proceso de infección establecida (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.9. Preenfriado de Productos Hortícolas

El preenfriado es el proceso mediante el cual hay una eliminación rápida de calor de campo en productos cosechados. Se utiliza ántes de almacenarlo o procesarlo. La rapidez a la cual se debe enfriar un producto depende que tan rápido se deteriora, el lugar de destino, los requisitos de calidad del mercado y costos del preenfriado.

Se lleva a cabo en un periodo de 24 horas después de la cosecha, para el uso de productos altamente perecederos debe aplicarse en un lapso de 1 a 3 horas o menos. Al disminuir la velocidad de respiración y los cambios bioquímicos, disminuye la velocidad de transpiración y pérdida de agua, la velocidad de producción de etileno y la sensibilidad del producto, este gas disminuye a medida que el producto se enfría. La maduración en frutos climatéricas pueden retrasarse. Inhibe la velocidad de endurecimiento de ciertos vegetales, reduce la infección y crecimiento de microorganismos.

Si se tiene un preenfriado adecuado, el producto tiene una capacidad mayor de transporte, mayor vida de anaquel, mejor calidad, apariencia y rendimiento. Con este método se puede cosechar en una madurez mas avanzada (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.10. Mecanismos de Transferencia de Calor Durante el Preenfriado

La cantidad de calor a eliminar en el preenfriado, va a depender del peso, calor específico, temperatura inicial y final del producto. Existen varios métodos de preenfriado, como enfriamiento en cuarto refrigerado, enfriamiento con aire forzado, hidrogenfriamiento y enfriamiento por vacío (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.11. Tiempo de Enfriamiento

El tiempo medio de enfriamiento se define como el intervalo durante el cual la diferencia de temperatura entre el producto y medio enfriado se reduce a la mitad. No siempre existe una transferencia de calor estable durante el preenfriado. Los productos preenfriados no deben exponerse a aire caliente ya que esta elimina el efecto del preenfriado, por tal motivo los productos preenfriados deben mantenerse en refrigeración (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.12. Preselección y Precalibrado

El precalibrado y preselección es eliminar los frutos de tamaño pequeño y los verdes-maduro, malformados, dañados, hojas, tallos y otros elementos que acompañan al tomate en envase del campo. Estas operaciones son ejecutadas en un precalibrador de mallas o rodillos y sobre un transportador (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.13. **Selección por Calidad**

La selección es un factor que tiene mayor influencia en las características del producto final. Aquí se eliminan todos aquellos frutos que no reúnen los requerimientos de calidad establecidos. La selección se realiza por medio de una

banda transportadora donde se eliminan frutos no deseados de forma manual y los que quedan son empacados (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.14. Madurez como Índice de Calidad

El índice de madurez es un factor de calidad, hay índices de calidad que no se han utilizado para determinar el estado óptimo de cosecha. La calidad óptima se alcanza antes de que la madurez se complete. La calidad se aplica a tomates frescos dirigidos al consumidor. Características mínimas, los tomates deben estar completos, sanos, limpios, exentos de humedad, libres de otros olores y sabores extraños. Debe tener una madurez adecuada para que resistan el transporte y manipulación hasta el lugar de destino.

Para su clasificación existen varios tipos como categoría extra, las demás de esta categoría son aquellos de una mejor calidad sin ningún tipo de defecto. La categoría uno, pertenecen los tomates de buena calidad, deben ser firmes, libres de daños graves pueden tener ligeras magulladuras. La categoría dos, son aquellos que no son aceptados en las categorías anteriores ya que se encuentran tomates como forma irregular, deben ser macizos no deben presentar grietas (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.15. Encerado

Las operaciones aplicadas anteriormente puede eliminar la cera natural del fruto por tal razón se aplica cera ya que le proporciona diversas ventajas (Pely., 1985).

El secado del fruto puede realizarse antes o después de la selección por calidad. Esta operación sirve para eliminar el agua adherida a los frutos, se realiza en una mesa con rodillos cubiertos con espuma plástica.

El encerado proporciona una capa de protección superficial del fruto cerrando pequeñas grietas. Sella la cicatriz del tallo, reduce la pérdida de agua, alarga la vida útil, retrasa el envejecimiento, mejora el aspecto y brillo del fruto.

3.1.16. Selección

Se lleva a cabo de forma manual, el operario separa una o varias cualidades, de acuerdo al color verde, pinto, maduro, eliminando frutos deformes, aquellos que tienen una madurez avanzada, dejando circular el resto, posteriormente se inspecciona individualmente y se coloca en envases adecuados (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.17. Selección por Diámetro o Calibración

La selección se realiza de acuerdo a las necesidades de separar los frutos de diámetro semejante de tal forma de tener un empaquetado con un tamaño uniforme. La selección se lleva a cabo en dos etapas la primera se eliminan frutos con diámetro pequeño para ser considerado comercial, esta operación se realiza al inicio y antes de la selección por calidad; la segunda es la más importante se separan los frutos de acuerdo con la especificación de las normas norteamericanas de calidad para tomates frescos, como son extra chico, mediano, grande, extra grande, o más grande (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.18. Clasificación en Función del Tamaño y Color

Se toma en cuenta el diámetro y el peso del fruto ya que tiene una estrecha relación que puede cambiar dependiendo de la variedad y condiciones de los cultivos. Las máquinas utilizadas para la calibración son mesas circulares y mallas giratorias.

Se puede utilizar un sistema electrónico el cual toma en cuenta el calibre, peso, color de cada tomate (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.19. Selección por Madurez

La vida útil del fruto depende del manejo que recibe en el período poscosecha el tiempo de vida útil más largo es cuando el fruto es recolectado con un menor grado de madurez. La selección por madurez o color se realiza para separar los frutos de acuerdo al avance de color que estos muestran en su exterior. Facilitando el empaclado, evita posibles pérdidas causadas por el deterioro normal de frutas con madurez avanzada (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.20. Envasado

Este puede ser manual o mecánico, dependiendo del volumen de manipulación los envases utilizados pueden ser de diversos materiales; madera, cartón, plástico, pueden tener diferentes tamaños y modelos (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.21. Empacado

Después de la cosecha son llevados a la fábrica donde serán empacados. El empaque debe ser de una forma de protección en contra del daño mecánico como puede ser heridas, daño por compresión, daño por impacto, abrasiones. El empaque debe dispersar los subproductos de la respiración, principalmente el bióxido de carbono y calor para lograr esto se aplica ventilación. El empaque debe ajustarse a las normas de manejo, tamaño, peso y mercado, deben de ser fáciles de abrir. El empaque puede aumentar la calidad, la utilidad entre otros atributos hacia el

producto. El seleccionador debe tener una completa visión del producto para realizar una buena selección (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.22. Entarimado

El propósito es facilitar el manejo del producto final en las maniobras de carga y descarga en el centro de consumo, ayuda a la estandarización del producto, generalmente se colocan cajas en tarimas con frutos del mismo tamaño y grado de madurez (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.23. Preenfriado del Tomate

El propósito de esta operación es hacer descender la temperatura de los frutos en un tiempo corto, esto ayuda a disminuir el proceso metabólico como la maduración con lo que se pretende alargar la vida útil del fruto. Esta operación se realiza de acuerdo a las necesidades de distancia de los mercados. Se puede efectuar por medio de aire forzado.

Temperatura de conservación del tomate es entre 10 y 15°C. Las temperaturas más bajas son utilizadas en tomates con un grado de madurez avanzado y las más altas a frutos que apenas inician su desarrollo de color. Temperaturas menores a 10°C por períodos prolongados provocan daños por frío, a temperaturas altas a 30°C no daña pero tampoco se controla el proceso de maduración del fruto (Elhadi M. et al., 1992).

3.1.24. Transporte de Tomate

El transporte del tomate debe realizarse lo antes posible al lugar de destino sin alterar su calidad puede ser trasladado en camión, avión, ferrocarril, barco.

Los factores más importante durante el transporte son reducir daños mecánicos, temperaturas controladas, composición de atmósferas. La temperatura de conservación durante el transporte depende del estado de madurez, para tomates verde-maduro temperaturas de 12-13°C, para tomates maduros temperaturas de 5-9°C.

3.2. Ácidos Orgánicos

Los ácidos ejercen sobre los microorganismos dos tipos de efectos, el primero tiene un efecto antimicrobiano debido a la acidez, esto es por la disminución del pH extracelular, el segundo es el efecto antimicrobiano específico debido a la forma no disociado. Todos los microorganismos tiene un pH óptimo de crecimiento y un intervalo de pH fuera del cual les resulta imposible proliferar (FEDNA).

El efecto de la acidificación del medio depende de la concentración y fuerza del ácido el cual ocurre igual con los ácidos orgánicos. La forma disociada del calcio atraviesa la membrana de la bacteria lo cual se disocia afectando directamente el pH intracelular microbiano (Óstling y Lindgren., 1993), afectando gravemente su metabolismo. Enzimas esenciales para el metabolismo microbiano se inactiva a pH's ácidos (Bearson et al., 1997) y las bacterias presentan diferentes tipos de estrés en su vida diaria.

Los ácidos orgánicos tienen funciones en el cultivo, en planta actúan como agentes quelantes, mejorando la disponibilidad de algunos macronutrientes, actúan como amortiguador de los cambios de pH y algunos ácidos orgánicos como cítrico, maléico y málico se encontraron en el xilema de las plantas (White et al., 1981).

Los ácidos orgánicos y sus ésteres se hayan muy difundidos en la naturaleza. Se encuentran con frecuencia en frutas; por ejemplo, el ácido cítrico en frutos cítricos, el ácido benzoico en arándanos agrios y las ciruelas verdes, el ácido sórbico en la fruta del fresno. El ácido láctico se encuentra en los tejidos animales (FEDNA).

Muchos fabricantes utilizan ciertos ácidos orgánicos para ayudar a la conservación de diversos productos. Por su solubilidad, sabor y baja toxicidad los ácidos orgánicos de cadena corta, como el acético, benzoico, cítrico, propiónico y sórbico son muy utilizados como conservadores o acidificantes. La actividad antimicrobiana de estos compuestos suelen ser superiores a medida que se alarga la longitud de su cadena molecular. La actividad antimicrobiana de un ácido orgánico o su éster se debe a las moléculas no disociadas del compuesto. Algunos ácidos orgánicos en su estado no disociado son muy solubles en las membranas celulares. Únicamente los ácidos orgánicos, lipófilos muestran actividad antimicrobiana; según una hipótesis, estos compuestos inhiben el crecimiento de los microorganismos, al interferir con la permeabilidad de la membrana celular al producir un desacoplamiento en el transporte de sustratos y en la fosforilación oxidativa del sistema transportador de electrones (FEDNA).

3.2.1. Los Ácidos Orgánicos en los Alimentos

El uso de ácidos orgánicos como conservadores en la alimentación humana es muy antigua, ejemplo el ácido láctico como conservador en el yogurt; estos han adquirido mucho interés en los últimos años ya que se emplean como alternativa de antibióticos para eliminar la proliferación de bacterias y otros microorganismos patógenos (FEDNA).

La eficacia de un ácido orgánico en un alimento se haya afectada de una forma especial por la actividad de agua, el pH, el potencial redox, la disponibilidad de sustrato y el contenido graso. La elección de un determinado ácido orgánico depende,

no sólo de las características inherentes del mismo (por ejemplo, actividad antimicrobiana adecuada, solubilidad, estabilidad y compatibilidad con las propiedades organolépticas) sino también de las condiciones microambientales y de almacenamiento del alimento. Deben también considerarse en la selección del ácido orgánico los puntos de vista de las autoridades. Para algunos ácidos orgánicos como el acético, cítrico, y láctico no suelen regularse las concentraciones máximas permitidas; para que la utilización de un ácido orgánico como conservador sea permitida, es preciso que se demuestre previamente un efecto beneficioso directo o indirecto para el consumidor (FEDNA).

3.3. La Resistencia Sistemática Inducida

La resistencia sistemática inducida (RSI) permite la adaptación de las plantas a diversos tipos de estrés, incluyendo la resistencia a patógenos. La RSI depende del sistema de señalización que involucra al etileno, salicílico, los oligómeros de quitina entre otros (Buchel et al., 1999; Knoester et al., 1999).

Los señalizadores cumplen otras funciones como reguladores de diversas actividades como la absorción de nutrientes así como promotores de resistencia al estrés (Benavides et al., 2002).

3.3.1. Estrés

El estrés es una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida, induciendo cambios en todos los niveles funcionales del organismo que pueden ser reversibles o permanentes.

El estrés es un conjunto de respuestas bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un organismo de condiciones óptimas y la resistencia al estrés es la capacidad que tiene un organismo

para evitar los cambios ambientales negativos o permanecer bajo un estado de estrés sin alterar su fenotipo de manera significativa. El estrés ambiental evita ampliar los rangos de cultivo de ciertas especies, así como aumentar el rendimiento y calidad de la poscosecha. El control del estrés ambiental es el principal objetivo de los modernos sistemas de producción tecnificada (Benavides., 2002).

La temperatura es el factor ambiental mas importante ya que afecta la fisiología vegetal en los procesos vitales de la planta, ya que tiene una influencia directa en el proceso fotosintético, respiración y acumulación de azúcares y almidones, germinación de la semilla, utilización de nutrientes, transcripción, floración, etc. El estrés por temperaturas elevadas se manifiesta un agotamiento de reserva en plantas al ocasionar el cierre de estomas aumentando los niveles endógenos de ácido abscísico y etileno (Rojas y Ramírez., 1996; Rom., 1997; Du y Tachibana., 1995).

El estrés hídrico estimula la producción de etileno en la planta (Riov y Yang., 1982; Beyer y Blomstrom., 1980). Cuando la planta sufre una sequía, acelera la coloración, maduración y deshidratación del tomate, así como otras frutas y hortalizas (Greene., 1997; Pretel et al., 1998; Kim et al., 2001).

La señalización del estrés es el proceso por medio del cual las plantas reciben las señales de factores ambientales estresantes y las transfieren a la maquina celular para activar respuestas adaptativas y de defensa. Las señales no ambientales son percibidas por receptores específicos los cuales se activan e inician una cascada para transmitir la señal intracelularmente y en muchos casos activar factores de trascripción nuclear induciendo la expresión de conjuntos específicos de genes.

Los inductores son factores que modifican el comportamiento interno de la semilla, planta o fruto dando una respuesta diferente en aquellos que se encuentran en comparaciones óptimas.

En los últimos años sea incrementado la investigación sobre el estrés ambiental en las plantas. El estrés abiótico son todos los factores que se encuentran fuera del fruto pero de una forma u otra modifican su comportamiento. Según Blum, (1988) la tierra representa algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral, 26% es afectado por estrés de sequía y el 15% por congelación, mientras que el 10% de la superficie de tierra arable se encuentra libre de estrés.

3.4. Quitosán

El quitosán como derivado de la quitina es una alternativa promisoriosa para modificar posiblemente el crecimiento de las plantas (Ohta et al., 1999).

El quitosán es un compuesto preparado comercialmente a través de la desacetilización alcalina de la quitina obtenida de exoesqueleto de los crustáceos marinos, es soluble en ácidos débiles, puede utilizarse directamente como agente antifúngico o como inductor de respuesta de diferentes plantas (No y Meyers., 1995); se puede utilizar para múltiples fines prácticos como son el recubrimiento de frutas, el empaque de alimentos, la purificación de aguas, la diálisis, la recuperación de metales preciosos, fabricación de películas de fotografía y muchas otras aplicaciones de interés en la agricultura, medicina, cosmetología, etc.

El quitosán influye en el crecimiento y adaptación postransplante de la lechuga que aumento el peso fresco y acelera el crecimiento en el campo (BIOTAM., 2001). El quitosán evita el crecimiento de microorganismos en jugos pasteurizados, (Roller y Covilli., 1999); aumenta la vida poscosecha del aguacate y tiene capacidad antifúngica en cultivo in vitro, (Salvador et al., 1999; Graouth.,1992).

La aplicación de quitosán en sustrato mejora la disponibilidad de los nutrientes y aumenta el peso fresco de la planta, por el efecto quelante que tiene (Ohta et al., 1999), (Rathke y Hudson., 1994).

El quitosán induce una mayor germinación y rendimiento en cereales y tomate (Hadwigwe L. A., 1984; Hidalgo L. et al., 1996), es excelente formador de películas a partir de sus disoluciones, se ha utilizado en recubrimientos comestibles de frutas y vegetales para prolongar su tiempo de almacenamiento (Maruka K., 1993).

Este polímero también induce la acumulación de fitoalexinas (Hadwiger L. A. y Beckman J. M., 1980), la lignificación (Pearce R. B. y Ride J. P., 1982) y los inhibidores de proteínasa (M. Walker-Simmons et al., 1983), e interfiere con la formación de la lesión local inducida por la infección viral en las plantas; también inhibe el crecimiento del hongo *Aspergillus niger* y en la producción de aflatoxinas por *Aspergillus parasiticus* en frutas cristalizadas con bajo contenido de azúcar, (Fang y colaboradores., 1994).

Se aplicó el compuesto quitosán en tomate y se obtuvo una menor pérdida de peso, aumento ligeramente los °Brix teniendo una disminución en el pH (Ramírez., 2001). en la semilla del tomate aumenta el porcentaje de germinación en medio salino y mayor crecimiento de la plántula en sustrato inoculado con patógenos (Corona., 2002.)

3.5. Ácido Salicílico (AS)

El ácido salicílico es muy conocido gracias al extenso uso clínico de la aspirina o ácido acetilsalicílico. El nombre de ácido salicílico proviene de *Salix*, el árbol cuyas hojas y corteza tradicionalmente se utilizaban como cura para el dolor y la fiebre, del cual Johann Buchner en 1828 aisló la salicina. En 1874 se inició la producción comercial de AS en Alemania, mientras que el nombre comercial de aspirina, aplicado al ácido acetilsalicílico fue propuesto en 1898 por Bayer Company (Raskin., 1992).

El ácido salicílico se obtiene por medio del tratamiento de la sal de un fenol con dióxido de carbono, que produce el reemplazamiento de un hidrógeno anular por el grupo carboxilo, conociéndose esta reacción con el nombre de Kolbe, mediante la cual se obtiene ácido salicílico (López., 1984).

El ácido salicílico es un compuesto que se encuentra en todos los tejidos de las plantas. Su concentración se eleva cuando la célula, órgano o planta son sometidas a estrés biótico o abiótico. El AS se utiliza con éxito en el control y prevención de ciertos patógenos. El AS presenta propiedades de retraso de la senescencia (Bourbouloux et al.,1998), inductor de la floración y tuberación así como de compuestos termogenicos y alelopaticos, entre otras (Raskin., 1992).

Al aplicar el ácido salicílico de forma exógena en concentraciones de 10^{-2} a 10^{-8} M aumentó la biomasa de plantas de soya (Gutiérrez-Coronado et al ., 1998) el rendimiento de trigo (López et al., 1998), el rendimiento y la calidad de diversas hortalizas .

La aplicación foliar de AS a concentración de 10-100 μ M aumento la tolerancia al choque térmico en plantas de *sinppsis alba* y aumenta la germinación de la semilla de melón en solución de NaCl (Olvera., 2001). Aumenta la biomasa y diámetro del bulbo de la cebolla al aplicar ácido salicílico. (Maldonado García., 2000). Incrementa la altura de la planta teniendo un aumento en el área foliar en el Banano (Vázquez., 2000).

En tomate al aplicar ácido salicílico en forma de solución nutritiva se obtiene un aumento en la biomasa aérea y la raíz, diámetro del tallo y área foliar (Inédito).

El ácido salicílico y H_2O_2 en cebolla y tomate en las de semillas ambos compuestos inducen una mayor germinación en medio salino (López., 2001).

3.6. Ácido Benzoico

El ácido benzoico es uno de los conservadores más empleados en todo el mundo. Aunque el producto utilizado en la industria se obtiene por síntesis química, el ácido benzoico se encuentra presente en forma natural en algunos vegetales, como la canela o las ciruelas, el ácido benzoico es especialmente eficaz en alimentos ácidos, es un conservante barato, útil contra levaduras, bacterias (menos) y mohos. Su principal inconveniente es que tiene un cierto sabor astringente poco agradable y su toxicidad, que aunque relativamente baja, es mayor que la de otros conservantes. En España se utiliza como conservante en bebidas refrescantes, zumos para uso industrial, algunos productos lácteos, en repostería y galletas, en algunas conservas vegetales, como el tomate o el pimiento envasados en grandes recipientes para uso de colectividades, mermeladas, crustáceos frescos o congelados, margarinas, salsas y otros productos. El ácido benzoico no tiene efectos acumulativos, ni es mutágeno o carcinógeno. Actualmente se ha usado en la aplicación de semilla, plántulas. La aplicación de y ácido benzoico en melón aumento el diámetro en el tallo y longitud de guía (Palafox., 2001), en la papa se obtuvo mayor peso fresco y seco aéreo y de raíz, en la aplicación foliar indujo una mayor tuberación y una disminución en el peso del tubérculo (Cabeza.,2001).

3.7. Ácido Acético

El ácido acético, en su forma de vinagre, es esencialmente una disolución de este ácido en agua, los aromas procedentes del vino y los formados en la acidificación, se utiliza como conservante al menos desde hace 5.000 años. Una gran parte del utilizado actualmente se obtiene por síntesis química es eficaz específicamente en panadería y repostería es eficaz contra algunos mohos.

La acción conservante del ácido acético es un efecto añadido en aquellos productos en los que la acidez o aroma típico que confiere es deseable o característico, como en los escabeches, salmueras y encurtidos. En las aplicaciones que no resulta desagradable la acidez debe utilizarse algún otro tratamiento conjunto para estabilizar el producto, como el calor (pasterización), frío (semiconservas), o la combinación del ácido acético con otros conservantes. En mayonesas, su uso permite reducir la adición de otros conservantes como benzoatos o sorbatos. El acetato es una pieza esencial en muchas de las reacciones metabólicas del organismo. Lo ingerido con la dieta se absorbe y utiliza para la obtención de energía o la fabricación de constituyentes del organismo. El ácido acético y los acetatos son productos totalmente inocuos a las concentraciones utilizables en los alimentos.

Este ácido al aplicarlo en la semilla de la lechuga para obtener plántulas en invernadero se observa una manipulación y crecimiento mas rápido en el campo (Sigma Chemical Co. St. Louls Mo. USA.).

3.8. Agua Destilada

En condiciones normales el agua es un líquido que no tiene color, olor, ni sabor. Casi siempre se encuentra con sustancias disueltas o en suspensión, aunque el agua pura no las contiene. La purificación del agua se logra mediante un proceso que se llama destilación. El agua así obtenida lleva el nombre de agua destilada. El agua destilada se solidifica a 0° C y hierve a 100° C a presión normal. A 4° C su densidad es máxima e igual a 1 gramo por centímetro cúbico (FEDNA).

3.8.1. Propiedades Químicas del Agua

Una de las propiedades químicas importantes del agua es su estabilidad. Se dice que es una sustancia estable si su composición no es afectada. Sus moléculas tienden a mantenerse unidas cuando están presentes en un cambio químico.

Existe un método simple por el cual se pueden romper las moléculas del agua en sus respectivos elementos. Este método conocido como electrólisis consiste en hacer pasar una corriente eléctrica por una mezcla de agua y ácido sulfúrico. A pesar de su estabilidad, el agua reacciona químicamente con otras sustancias. El agua se combina con los óxidos de los metaloides para formar ácidos y con los óxidos de los metales para formar bases (FEDNA).

3.9. Maduración del Fruto

La maduración es un proceso dirigido que comprende tanto procesos de síntesis como de degradación. Durante la maduración se produce una degradación de la pared celular y algunos componentes cloroplásticos se desintegran simultáneamente, se produce la formación de cloroplastos. La mayor parte de las membranas celulares conservan su integridad hasta la madurez completa del fruto y aumentan la actividad de una serie de enzimas (Braly., 1987).

Durante la maduración del tomate se producen cambios importantes en el color, la composición, aroma, sabor y textura que hacen al fruto atractivo para el consumo humano (Nuez.,1995).

3.9.1. Composición del Fruto

El fruto fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. El contenido en agua como en los restantes componentes dependen tanto de la variedad, nutrición, condiciones del cultivo, etc., es imposible dar valores precisos (Nuez et al., 1995).

3.9.2. Almidón

Los tomates inmaduros tienen concentraciones relativamente elevadas de almidón que pueden superar el 15% del peso fresco pero desciende a un 0.1% en los frutos maduros rojos (Nuez et al., 1995).

3.9.3. Azúcares

Los azúcares constituyen la mayoría de los sólidos solubles en las variedades comerciales de tomate, con valores de 1.5 a 4.5% del peso fresco, lo que equivale al 65% de los sólidos totales. Los azúcares libres más abundantes son la glucosa y fructosa, se encuentran en proporciones similares. La sacarosa es la principal forma de transporte de foto-asimilados de las hojas, no suele exceder de 0.1% del peso fresco, aunque algunas especies no comerciales del género *Lycopersicon* contiene grandes cantidades de sacarosa y muy poca glucosa y fructosa.

El contenido de azúcares experimentan un brusco crecimiento cuando el fruto alcanza un color amarillo y aumenta paulatinamente durante la maduración, por lo que la recolección prematura afecta negativamente al contenido en azúcares.

El descenso en la duración de la luz y la eliminación de las hojas disminuyen el contenido en azúcares. El efecto de los macronutrientes sobre el contenido en azúcares es pequeño, el exceso de nutrición nitrogenada lo afecta negativamente (Nuez et al., 1995).

3.9.4. Ácidos Orgánicos en el Fruto

El ácido predominante en el fruto maduro es el cítrico, seguido del málico otros ácidos como el fórmico, acético y transaconítico son minoritarios. La acidez se

concentra fundamentalmente en la cavidad locular y es relativamente baja en el mesocarpo externo. La acidez máxima durante la maduración coincide con la aparición del color rosado, descendiendo después progresivamente. La acidez del tomate así como la relación entre el málico y cítrico, depende en gran medida de la variedad. El contenido en potasio guarda una relación muy estrecha con la acidez en el tomate, el jugo del tomate se comporta como un tampón constituido por ácido débiles (cítrico y málico), bases fuertes (potasio). La acidez del tomate aumenta con la fertilización nitrogenada y disminuye con el fósforo. Una fertilización elevada en nitrógeno y potasio favorece, no solo la acidez del tomate, sino también la actividad de los enzimas pépticos, el rendimiento en fruto reduce las alteraciones en la maduración (Nuez et al., 1995).

3.9.5. Compuestos Nitrogenados

El contenido en nitrógeno total disminuye desde la formación del fruto hasta el inicio de la madurez. Se ha observado un aumento del nitrógeno (no protéico) soluble en alcohol durante la maduración, algunos autores han encontrado un pequeño aumento en el nitrógeno proteico precediendo al pico climatérico.

El contenido en nitrógeno total aumenta con la fertilización nitrogenada debido fundamentalmente al nitrógeno no protéico, el contenido en proteína no resulta prácticamente afectado.

Durante la maduración, los aminoácidos libres totales permanecen relativamente constantes, la concentración en ácido glutámico, es el predominante en el tomate maduro, aumenta de forma causada mientras que el ácido aspártico lo hace en menor proporción. Excepto la serina y treonina, alcanzan un máximo durante la maduración, lo que se ha atribuido para la síntesis de proteínas.

La fertilización nitrogenada aumenta el contenido en algunos aminoácidos particularmente glutámico y aspártico, la información en este sentido es escasa (Nuez et al., 1995).

3.9.6. Compuestos Volátiles

La fracción volátil del tomate está constituida por más de 400 sustancias, entre las que se encuentran hidrocarburos, éteres, fenoles, aldehídos, alcoholes, cetonas, ésteres, lactosas, compuestos sulfurados, aminas y una amplia gama de moléculas heterocíclicas. La concentración de sustancias volátiles reductoras aumenta más durante la maduración del fruto en los cultivos al aire libre que a los de invernaderos (Nuez et al., 1995).

3.9.7. Pigmentos

El color verde de los tomates inmaduros se debe a la clorofila. El inicio de la maduración los cloroplastos se transforman en cromoplastos. La clorofila empieza a degradarse y se sintetizan los pigmentos amarillos, fundamentalmente xantofilas, y β -carotenos, se hacen más aparentes con la destrucción de la clorofila. La síntesis de carotenoides se inhibe a temperaturas superiores a 32°C. La iluminación es un factor importante en el desarrollo del color de los tomates y afecta particularmente la síntesis de licopeno (Nuez et al., 1995).

3.9.8. Componentes de la Pared Celular

Los principales componentes de la pared celular son pectinas, hemicelulosas, celulosas y algunas proteínas. La pérdida de dureza que se produce con la maduración es el resultado de la solubilización gradual de la protopectina de las paredes celulares para formar pectina y otros productos. La degradación de la pared celular

reducida por el crecimiento de la célula puede ser responsable del adelgazamiento de la pared celular. La pared celular constituye entre el 1 y el 3% del peso fresco y contiene un 6-7% de cenizas, un 16-20% de proteína y el resto está constituido por carbohidratos, fundamentalmente pectinas, hemicelulosas y celulosa en la relación 11:6:3. Los compuestos pépticos insolubles de la laminilla media actúan como cemento intercelular, responsables de la firmeza y plasticidad de los frutos jóvenes (Nuez et al., 1995).

3.9.9. Lípidos

El contenido en lípidos del tomate es muy escaso entre 10 y 20 mg de lípidos in saponificables por gramo de materia seca (Nuez et al., 1995).

3.9.10. Minerales

El potasio es el mineral más abundante y el que tiene una mayor influencia en la calidad del fruto, junto con nitratos y fosfatos constituyen el 93% de las sustancias minerales del tomate. El calcio debe estar por encima del 0.12% para evitar el riesgo de la aparición de la podredumbre apical. El 70% del Ca total de la planta es retenida por las hojas, en los frutos solo contiene un 5% (Nuez et al., 1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización Geográfica del sitio experimental

En el presente trabajo se realizó en un invernadero del Departamento de Horticultura y el laboratorio de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), en Buenavista Saltillo, Coahuila, México; localizada entre los paralelos 25°22’ de latitud norte y los meridianos 101°103’ de longitud oeste y a una altura de 1743 msnm.

4.2. Diseño Experimental

El trabajo se uso el diseño de bloques al azar para las diferentes variables (humedad, materia seca, fibra cruda, grasa, azúcares totales, azúcares reductores, y vitamina C) cada muestra se trabajo por duplicado. Se utilizó el paquete experimental de S.P.S.S. versión 10 para el análisis de varianza. En la comparación de medias se uso la prueba de Duncan (Montgomery, 1991).

Se compraron los tomates en el Auto mercado de las Fuentes para el primero y segundo experimento, el primer experimento se realizo del día 23 de septiembre del 2001 dando una enumeración a los del tomates del 1 al 23, el segundo experimento fue del 19 de Marzo al 7 de Abril dando una numeración de 1 al 50.

4.3 Aplicación de los inductores de tolerancia

Se prepararon 4 tratamientos (ácido salicílico, ácido acético, ácido benzoico, quitosán) y agua destilada en el primer experimento se aplicaron mediante aspersión con atomizadores individualmente las aplicaciones fueron cada tercer día. Para el segundo experimento se prepararon 3 tratamientos (ácido acético, ácido benzoico, quitosán) y agua destilada y un blanco el cual no tuvo ninguna aplicación los demás se aplicaron por el método de inmersión durante 5 minutos cada tercer día. La concentración para cada tratamiento fueron los siguientes:

Ácido salicílico..... 10^{-4} molar
Ácido benzoico..... 10^{-4} molar
Ácido acético.....1%
Quitosán al 0.1% diluido en ácido acético al 1%
Agua destilada

Las variables a evaluar para cada muestra en el análisis bromatológico fueron humedad, materia seca, ceniza, proteína, grasa, fibra, azúcares totales, azúcares reductores y vitamina C.

4.4. Deshidratación

Para la deshidratación se pesó el tomate en una balanza granataría posteriormente se cortó en rodajas y colocadas en una carola la cual fue colocada en una estufa (Marca, Telco, modelo 27) a una temperatura de 60 ± 2 °C por 48 horas.

Después el tomate seco se molió en una licuadora y se pasó por una malla para tener una harina fina en su posterior uso.

4.5. Determinación de Humedad

Se coloca un crisol en la estufa (Marca Thelco, modelo 27) a 103 °C por 12 horas, pasado el tiempo se saca y se coloca en un desecador por 10-20 minutos para posteriormente pesarlo en una balanza analítica y registra el peso, se le añaden 2 gramos de muestra y se coloca un una estufa a una temperatura de 103 °C por 24 horas, se saca y se pesa el crisol con muestra (A.O.A.C.,1980).

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso del crisol + muestra seca} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

4.6. Determinación de Ceniza

Se coloca un crisol en la mufla a 600°C (Marca THERMOLYNE, modelo 1500) con dos gramos de muestra, por un período de 2 horas, posteriormente se saca y se coloca en un desecador por 20 minutos, para después pesarlo en balanza analítica y registrar el peso.

$$\% \text{Ceniza} = \frac{\text{Peso del crisol con ceniza} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

4.7. Determinación de Proteína

Este método se determino por el método Kjeldhal. Se coloca un gramo de muestra en un matraz Kjeldhal, contenido 6 perlas de vidrio, añadir una cucharada de mezcla de selenio (catalizador), se le agregan 30 ml de ácido sulfúrico concentrado por las paredes del matraz. Se coloca en el aparato digestor Kjeldhal para que hierva. La digestión finaliza cuando el liquido esta de color verde claro. Se deja enfriar el matraz para continuar con la destilación.

En un matraz erlenmeyer de 500 ml se añade 50 ml de ácido bórico al 4%, se adiciona de 3-5 gotas de indicador mixto. Colocar los matraces bajo los condensadores, introduciendo el tubo dentro del mismo para recibir el destilado, coleccionar de 250-300ml de volumen.

El digerido contenido en el matraz Kjeldhal se le adiciona 300 ml de agua destilada y se disuelve, añadir 110 ml de hidróxido de sodio al 45% y 6 o 7 granallas de zinc (catalizador), el matraz se lleva al aparato de destilación rápidamente. Una vez ajustado el tapón del condensador, mezcle el contenido del matraz, prenda las parrillas y destilar el volumen suficiente(200-300 ml).

Titular el destilado con ácido sulfúrico estandarizado (0.1N), hasta que desaparezca el color verde y cambie a un color rosa pálido (A.O.A.C.,1980).

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{ml gastados de H}_2\text{SO}_4 - \text{Blanco (0.3) (N. Ácido) (0.014)} \times 100 \times 6.25}{\text{Gramos de muestra}}$$

4.8. Determinación de Grasa (Extracto Etéreo) Método Soxlet

Los matraces para extracción de grasa contiene 6 perlas de vidrio se introducen en la estufa hasta obtener peso constante a una temperatura de 100 °C. Posteriormente se saca y se coloca en un desecador por 10-20 minutos, pasado el tiempo se pesa.

Pesar 4 gramos de muestra y colocarlo en un dedal se tapa con algodón. Colocar el dedal con la muestra en un sifón y fijarlo bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante).

En el matraz de extracción se le agrega 200ml de hexano, se coloca bajo el sifón y sobre una malla de calentamiento, asegurándose que este fijo, se abre la llave

del agua que enfría los refrigerantes y prender la malla de calentamiento. La extracción se deja sola realizando observaciones periódicas. La extracción dura de 12-16 horas (tiempo suficiente para evitar errores en los resultados), el goteo adecuado debe ser de 2-3 gotas por segundo. Completado en tiempo sacar el dedal del sifón, recuperar el solvente y el matraz se coloca nuevamente en la estufa por 12 horas se enfría en un desecador y se pesa (A.O.A.C.,1980).

$$\% \text{Extracto etéreo} = \frac{\text{peso del matraz} + \text{extracto etéreo} - \text{peso del matraz solo} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

4.9. Determinación de Fibra

Consiste en pesar 2 gramos de muestra seca desgrasada colocarlo en un vaso de Bercellius agregar 100 ml de ácido sulfúrico al 25%, colocar el vaso en el digestor Labconco, abrir el sistema de enfriamiento posteriormente se enciende las parrillas hasta que la muestra empiece a hervir durante 30 minutos, pasado el tiempo quitarlo de la parrilla, filtrándolo en una tela de lino la cual se encuentra el un embudo lavándolo con agua caliente (destilada) hasta eliminar el ácido. Vaciar la muestra en el vaso y colocarle 100 ml de hidróxido de sodio al 25% cuando empiece a hervir dejarlo por 30 minutos, se retira la muestra y se filtra lavando nuevamente con agua caliente hasta quitar la reacción alcalina. Lo sobrante en la tela se coloca en una crisol de porcelana, se coloca en la estufa por 12 horas posteriormente se enfría y pesa. Se pre-incinera, se coloca en la mufla a una temperatura de 600°C por tres horas, sacar y enfriar en un desecador y pesar (A.O.A.C.,1980).

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{\text{Peso del crisol con muestra seca} - \text{Peso del crisol con ceniza} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

4.10. Determinación de Azúcares Totales

En un baño con hielo se coloca un tubo de ensaye, se adiciona 1ml de la muestra se temperisa por 1 minuto, pasado el tiempo se le adiciona 2 ml de fenol sulfúrico lentamente por las paredes del tubo, se agita en un baño con hielos. El tubo se coloca en un baño a ebullición por 5 minutos, se saca y se enfría a temperatura ambiente se agita en el vortex, se lee la absorbancia a 480 nm en el espectrofotómetro marca 20 Genesy™ (Dobois., 1956).

Se usa una curva de calibración con sacarosa.

4.11. Determinación de Azúcares Reductores

Se coloca 0.5ml de muestra en un tubo de ensaye, se adiciona 0.5ml del reactivo DNS (NaOH, tartrato de sodio y potasio, además el ácido 3,5 di-nitro salicílico (DNS)). Se pone en un baño en ebullición por 5 minutos, sacarlo y ponerlo en un baño con hielos y agua por 2 minutos pasado el tiempo colocar 5 ml de agua destilada, el tubo de ensaye se agita en el vortex y leer la absorbancia a 540 nm en el espectrofotómetro marca 20 Genesy™ (Miller., 1959).

Se usa una curva de calibración con fructosa.

4.12. Determinación de Vitamina C

Se muele el alimento en un mortero o en una licuadora adicionando 50 ml de la solución de ácido metafosfórico, se pasa la mezcla a una probeta de 100 ml y llenar el volumen con agua, agitar perfectamente bien, tomar 10 ml de la capa superficial colocándolo en un matraz erlenmeyer y adicionar el colorante empleado una bureta. El color azul vira a rosa tan pronto como se pone en contacto con el ácido e

inmediatamente se decolora por la vitamina C presente. Continuar con la adición de indofenol hasta que el color rosa persista por lo menos 10 segundos.

Se toma como base un blanco. Se calcula;

37.5 ml de indofenol -----	1 mg de vitamina C
ml gastados -----	X mg de vitamina C
En P.M. gr -----	X mg de vitamina C
100g de muestra -----	Y mg de vitamina C

(Y mg de vitamina C) (10)* = mg totales de vitamina C/100g muestra.

P.M. = peso de la muestra

* = alícuota tomada en la determinación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Experimento 1

En diferentes trabajos se han descrito los cambios que ocurren en la fruta una vez cortada y sometida a diferentes tratamientos. Hasta donde sabemos, a excepción del quitosán en aguacate (Salvador et al.,1999) no existen antecedentes del uso de compuestos inductores en frutos de tomate en poscosecha.

En el cuadro 4.1 se muestra las medias del análisis de varianza en los diferentes tratamientos para las diferentes variables; en humedad y materia seca no muestra diferencia significativa en ceniza, proteína, fibra cruda y grasa se observa diferencia significativa , donde encontramos que el ácido salicílico fue el que mostró menor respuesta en las variables ceniza (7.00%), proteína (13.19%) y grasa (1.83%), caso contrario en fibra cruda donde se observa mayor valor; el de mejor respuesta fué el ácido acético, con excepción de fibra cruda que tuvo el menor contenido.

Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Mitchell et al., (1991) donde a menor contenido de agua mayor contenido de sólidos solubles expresados como materia seca. En las variables de proteína, grasa, fibra cruda son similares a lo reportado por Castaños (1993) lo reporta en gramos proteína 0.9 g, grasa 0.2 g y fibra 0.5 g.

Estos valores van a depender en que condiciones se encuentre el fruto de tomate.

Cuadro 4.1. Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico en el fruto de tomate.

Tratamiento	Humedad %	Materia seca %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %
Agua destilada	91.51 a	8.49 a	7.33 ab [†]	15.34 ab	2.47 a	8.57 ab
Ácido benzoico	91.67 a	8.33 a	7.15 b	14.91 ab	2.44 a	8.13 ab
Ácido salicílico	90.84 a	9.16 a	7.00 b	13.19 b	1.83 b	8.80 a
Ácido acético	91.00 a	9.00 a	7.92 a	16.13 a	2.24 ab	7.32 b
Quitósan	90.59 a	9.41 a	7.28 b	14.79 ab	2.40 a	8.27 ab

[†] promedios con la misma literal dentro de columna son iguales según Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

Los datos que se muestran en la tabla se llevaron a cabo en base seca en el fruto de tomate. A excepción de la humedad que es en fresco.

En el cuadro 4.2 se muestra las medias del análisis de varianza de los tratamientos en las diferentes variables, la cual estadísticamente no se observa diferencia significativa.

Los datos obtenidos son altos comparados con los de Castaños (1993) donde reportó 17.6 mg. mientras que Grubben (1977) reportó 23 mg de vitamina C. Los valores dependen de las condiciones que tuvo el fruto antes y durante su maduración.

Cuadro 4.2. Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico del fruto del tomate.

Tratamiento	Azúcares reductores mg	Azúcares totales mg	Vitamina C mg
Agua destilada	0.173a	0.376 a	38.65 a
Ácido benzoico	0.145 a	0.319 a	43.81 a
Ácido salicílico	0.184 a	0.386 a	43.81 a
Ácido acético	0.165 a	0.345 a	43.81 a

Quitósan	0.165 a	0.39 a	38.65 a
----------	---------	--------	---------

† promedios con la misma literal dentro de columna son iguales según Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

5.2. Experimento 2

En el cuadro 4.3 se muestran las medias del análisis de varianza de los tratamientos en las diferentes variables; humedad, materia seca, ceniza, proteína y fibra cruda donde no se observa diferencia significativa; en la variable grasa se observa una diferencia significativa el de mayor respuesta el testigo (1.60%) y el de menor respuesta se muestra en el agua destilada (1.36%).

Los resultados obtenidos en las variables son inferiores a los del experimento 1 (cuadro 1) con excepción de la variable fibra cruda con el contenido mas alto en el experimento 2.

Los valores dependen del estado de madurez del tomate y de las condiciones a que estuvo sometido.

Cuadro 4.3. Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico en el tomate.

Tratamiento	Humedad %	Materia seca %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %
Testigo	89.84 a	10.16 a	6.84 a [†]	9.69 a	1.60 a	13.62 a
Agua destilada	89.87 a	10.13 a	7.50 a	9.07 a	1.36 b	12.83 a
Ácido benzoico	89.26 a	10.74 a	6.98 a	9.15 a	1.53 ab	13.31 a
Ácido acético	89.61 a	10.39 a	7.65 a	9.48 a	1.38 ab	13.37 a
Quitosán	89.26 a	10.74 a	7.82 a	9.14 a	1.43 ab	14.89 a

† promedios con la misma literal dentro de columna son iguales según Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

En el cuadro 4.4 se muestran las medias del análisis de varianza en los tratamientos para las variables de azúcares reductores, azúcares totales y vitamina C donde no se

observa diferencia significativa, para vitamina C, existen variaciones las notables con una menor respuesta en el testigo y mayor en el ácido acético y quitosán.

Comparando los resultados del experimento 1 y 2 observamos valores inferiores en el cuadro 4.4 en azúcares reductores y vitamina C y mayor contenido en azúcares totales respectó el cuadro 4.2.

Tratamiento	Azúcares reductores mg	Azúcares totales mg	Vitamina C mg
Testigo	0.13 a	0.813 a	20.61 a
Agua destilada	0.164 a	0.865 a	27.06 a
Ácido benzoico	0.175 a	0.734 a	23.19 a
Ácido acético	0.162 a	0.795 a	33.50 a
Quitosan	0.144 a	0.715 a	33.50 a

Cuadro 4.4. Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis bromatológico en el fruto del tomate.

† promedios con la misma literal dentro de columna son iguales según Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

El comportamiento dinámico de las variables antes mencionadas se anota en los cuadros así como en las Gráficas 1, 2, 3,4,5,6 y 7.

En el cuadro 4.5 se muestran las medias del análisis de varianza respecto al tiempo observándose diferencia significativa. En el transcurso de los días se ve como hay un incremento en todas las variable observándose el cambio del día 6 al 12.

Cuadro 4.5 Se anotan los promedios para las diferentes variables bromatológicas del tomate para el factor tiempo.

Días	Humeda %	Materia seca %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %
3	90.60 b	9.40 b	6.67 b [†]	12.22 b	1.36 b	7.22 b
6	90.11b	9.89 b	7.01 b	13.14 ab	1.362 b	9.48 a
12	88.82 a	11.18 a	7.58 ab	13.74 ab	1.44 ab	9.87 a
20	88.60 a	11.40 a	8.56 a	15.34 a	1.61 a	10.65 a

[†] promedios con la misma literal dentro de columna son iguales según Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

En el cuadro 4.6 se muestran las medias del análisis de varianza respecto al tiempo observándose una diferencia no significativa; podemos ver que el contenido de azúcares tiene un comportamiento muy variado conforme transcurre los días teniendo una concentración mayor en los días 6 y 12, disminuyendo posteriormente.

Loa resultados obtenidos son similares a lo reportado por Nuez (1995) donde menciona que durante el transcurso de la maduración los azúcares se concentran pero vuelven a disminuir conforme pasa el tiempo.

Cuadro 4.6. Valor promedio en el contenido de azúcares reductores y totales en el fruto de tomate.

Días	Azúcares reductores en mg	Azúcares totales en mg
3	0.153 a	0.784 a
6	0.179 a	0.758 a
12	0.162 a	0.858 a
20	0.142 a	0.735 a

El la figura 4.1 se muestra el comportamiento del % de ceniza respecto al tiempo, tomando como referencia un blanco el cual tiene un comportamiento ascendente; el agua destilada tiene un comportamiento ascendente hasta el día 12 donde tiene una disminución; el quitosán tiene una disminución en el día 6 aumentando hasta el día 20; el ácido acético se observa un aumento seguido de una disminución teniendo un ligero aumento; el ácido benzoico tiende a disminuir, aumento al final.

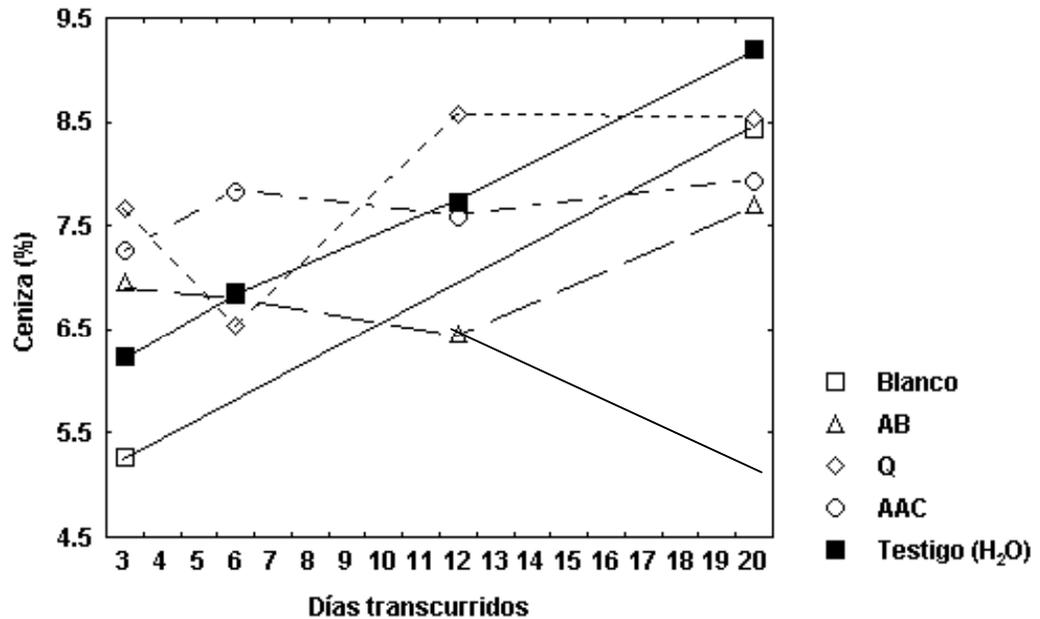


Figura 4.1 Comportamiento dinámico del % de cenizas en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

En la figura 4.2 se muestra el comportamiento del % de proteína respecto al tiempo; el blanco y quitosán tienen un comportamiento ascendente; el testigo tiende a subir disminuyendo para el día 20; el ácido benzoico y acético tienden a disminución aumentando nuevamente al final.

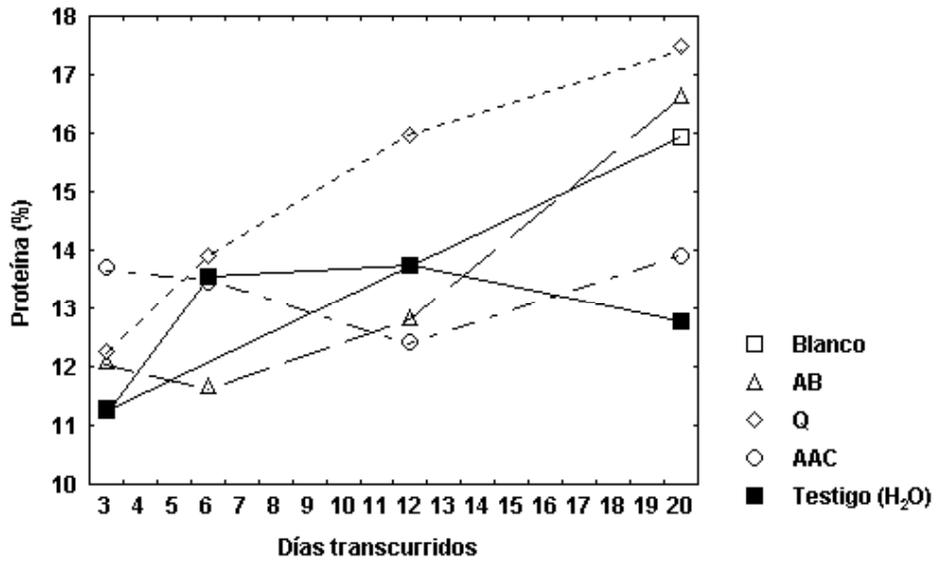


Figura 4.2. Comportamiento dinámico del % de proteína en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

En la figura 4.3 se muestra el comportamiento del % de fibra cruda respecto al tiempo; se observa un comportamiento ascendente en todos los tratamientos en relación con el blanco.

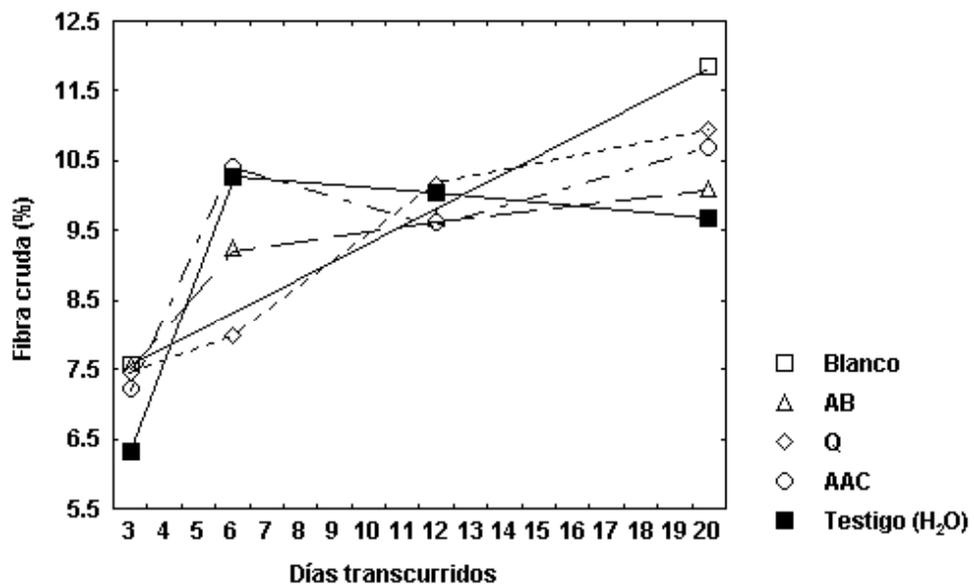


Figura 4.3. Comportamiento dinámico del % de fibra cruda en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

En la figura 4.4 se muestran el comportamiento del % de grasa respecto al tiempo; el blanco y ácido acético tiene un comportamiento ascendente; para el agua

destilada y quitosán observamos una disminución teniendo un aumentó disminuyendo nuevamente al final; el ácido benzoico tiene un aumento posteriormente una disminución aumentando nuevamente al final.

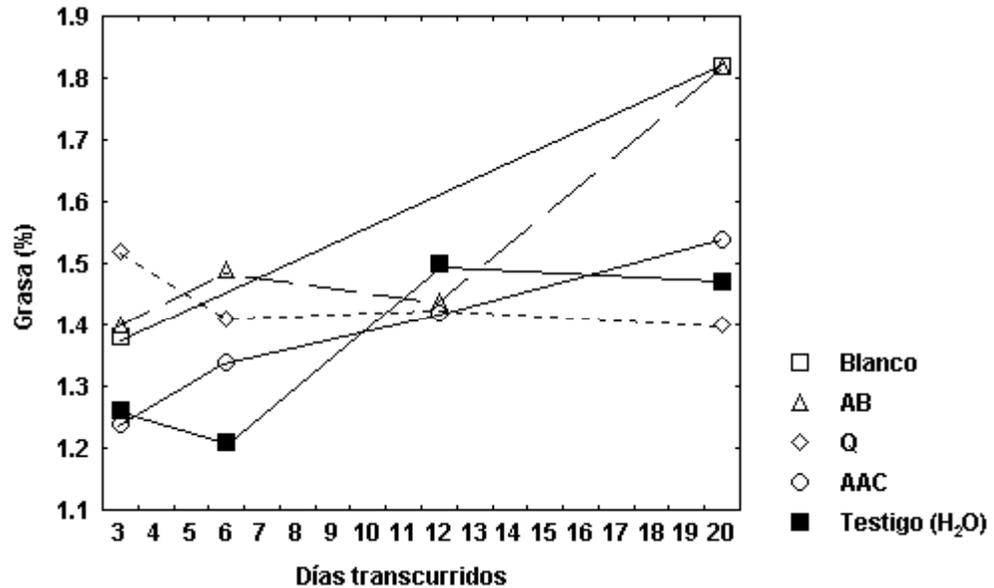


Figura 4.4. Comportamiento dinámico del % de grasa en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

En la figura 4.5 se muestran el comportamiento del % de materia seca respecto al tiempo; con excepción del testigo que tiene una disminución del día 12 al 20 todos los demás tratamientos tienen un comportamiento ascendente.

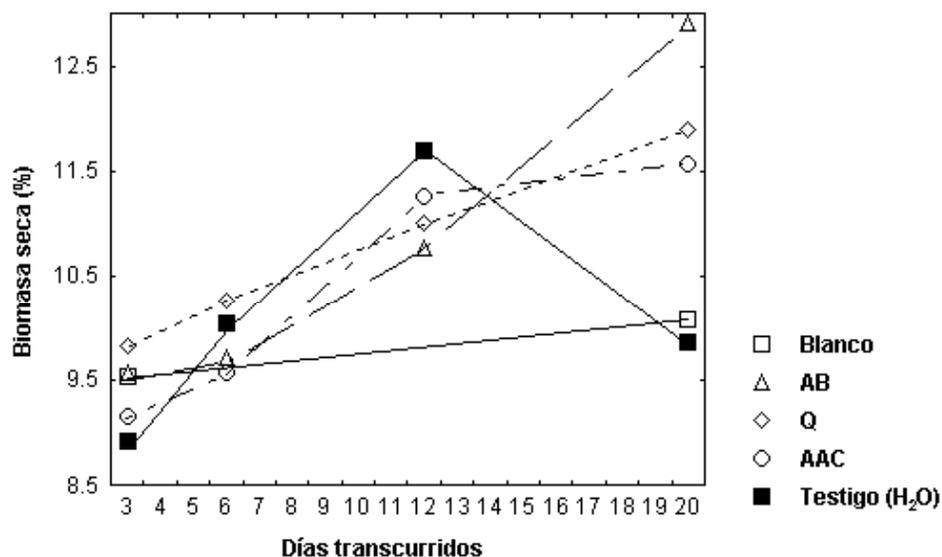


Figura 4.5. Comportamiento dinámico del % de materia seca en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

En la figura 4.6 se muestran el comportamiento de azúcares reductores respecto al tiempo; el blanco tiene una forma descendente ; los tratamiento de ácido acético y quitosán tienden a aumentar teniendo una disminución hasta el día 20; para el agua destila observamos una disminución aumentando nuevamente disminuyendo para el día 20; el ácido benzoico aumento teniendo un ligara disminución aumento para el día 20.

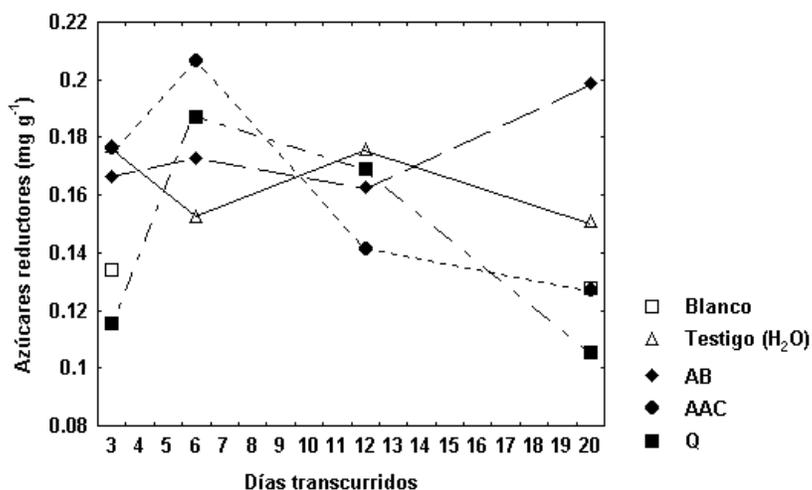


Figura 4.6. Comportamiento dinámico en mg de azúcares reductores en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

En la figura 4.7 se muestran el comportamiento de la variable azúcares totales respecto al tiempo; el blanco tiene una disminución descendente conforme transcurre el tiempo; podemos ver que todos los tratamientos tiende a descender al final del experimento observándose ligeros aumentos al transcurso de los días concentrándose en valores similares.

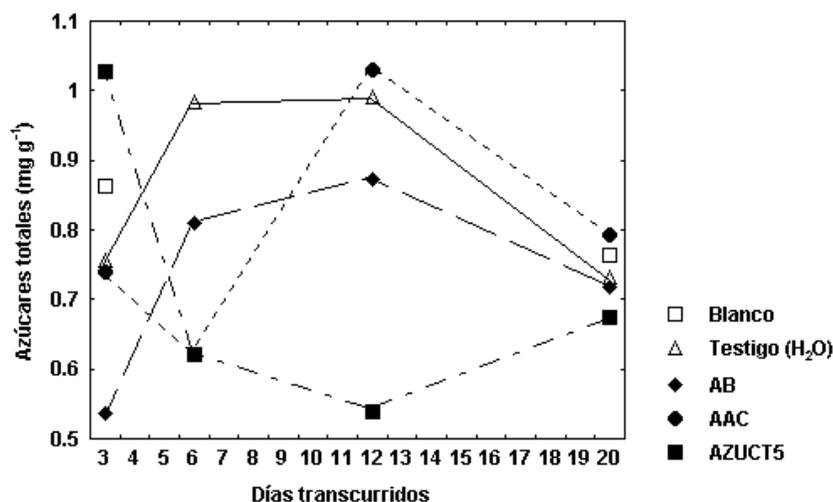


Figura 4.7. Comportamiento dinámico en mg de azúcares totales en frutos de tomate tratados con diferentes compuestos orgánicos.

Los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos tanto en el experimento 1 y 2 observamos un incremento de las variables, con esto podemos decir que dichos señalizadores son favorables en el fruto ya que incrementa su valor nutritivo sin ocasionar alteraciones.

Para la mayor parte de las variables estudiadas fue posible observar cambios en el comportamiento dinámico de las mismas. Dichos cambios inducidos por los tratamientos experimentales indican la posibilidad de manipular el comportamiento y la calidad poscosecha en frutos de tomate utilizando compuestos señalizadores del estrés.

Se puede decir que todos los tratamientos son favorables siendo el de mejor respuesta el quitosán.

Respecto al factor días nos podemos darnos cuenta que sí varía el contenido nutricional ya que el fruto tiende a aumentar o disminuir dependiendo del manejo que se le dé, se observa que al final es cuando tiene el mayor contenido de nutrientes, ya que va aumentando conforme transcurren los días con excepción de los azúcares, estos representan el menor valor, su etapa donde tiene la máxima concentración es durante los días 6 y 12. Para el caso de la vitamina C se observa una respuesta favorable ya que la mayoría de la literatura mencionan un máximo de 25 mg aunque en condiciones óptimas se llega a alcanzar 45 mg, en este trabajo se observó una respuesta favorable ya que tuvo un incremento superior, esto nos indica que la aplicación de dichos compuestos es favorable para el contenido nutricional del tomate.

CONCLUSIONES

- Se encontró que la aplicación exógena de los señalizadores del estrés dio lugar a cambios en el contenido nutricional de los frutos

- No se observó una respuesta común a todos los señalizadores, fue apreciado más bien que cada compuesto señalizador ejerció una acción particular sobre una o más de las variables de contenido nutricional.

- Se determinó la dinámica en el tiempo de las distintas variables de contenido nutricional. Dicha dinámica fue modificada por la aplicación de los señalizadores del estrés.

LITERATURA CITADA

A.O.A.C.(1980) *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*, Washington, D.C.U.S.A.

Amezquita, R, y la Gras. 1979. A methodological approach to identifying and reduce postharvest food losses. Seminario sobre Reducción de Perdida Poscosecha de Productos Agrícolas en el Área del Caribe y América central.

Bearson, S. et al.,1997. *FERMS Microbiology Letters*, 147:173-180.

Beyer. E. M., Jr. and D.C. Blomstrom. 1980. ethylene metabolism and its possible physiological role in plants. In: *proc. Tenth Int. conf. Plant Gro wth Subs., Fskoog*, Springer- Verlag, Berlin, ed.pp.203-218.

Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. *CRC Press, Inc.* boca Raton, Florida, 223p.

Booz Allen y Hamilton Inc./INFOTEC, 1987. programa de reestructuración del sector agroindustrial. Reporte final. Gobierno Mexicano Secretariado Técnico, SECOFI, BANCOMEXT. México.

Castaños Carlos Mael. 1993. *Horticultura manejo simplificado*, edt. Universidad Autónoma de Chapingo. Primera edición. México.

Denisen, E. L. 1948. Tomato color as influenced by variety and Enviroment. Proc. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 51:334.

Benavides Mendoza A. et al., 2002. *Ecofisiología y Bioquímica del estrés en plantas*. U.A.A.A.N. México.

Drake, S.R. 1982. The inflence of mechanical harvesting on the quality of horticultural crops. *Hort. Science.* 18(4):406.

Dubois, M. Guilles. K.A. Hamilton, J.K. Rebers P.A. y Smilth F. 1956. Colorometric Method For Determination of Sugars and Related Substances. *Anal Chem* 28:530.

Elhali M. Yahia- Inocencio Higuera Ciapara. 1992. *Fisiología y Tecnología de Poscosecha de Productos Hortícolas*. Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo. Editorial limusa. México.

Everardo A. N., 1988. *Uso y manejo del agua en la agricultura mexicana*. Banco Nacional de Comercio Exterior. Vol.38, Num 7.

Fernando Nuez et al., 1995. *Cultivo de Tomate*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.

Greene, D. W. 1997, ethylene based preharvest growth regulators. In: *Tree Fruit Physiology*, WSV, ed. Washington, USA. pp:149-160.

Hector M. Et al., 1980. Cultivo del Tomate para Consumo Fresco en el Valle de Culiacán. *Inte. Nac. de Ind. Agricultura*. México.

<http://www.Etsia.Upm.Es/fedna/capitulos/OOCAP8.pdf>.

Ing. Artemio Valadez López. 1999. *Producción de Hortalizas*. Editorial Limusa, México.

Kim, Y., Kim, S.k., Youn, CH. Lin., S., T. Yoon, and T. kim. 2001 Effect of ethe phon on fruit quality and maturity of tone wase astringent persimmons. In: *Abst. Int'l Symp PBFP.99-100* Seoul, Korea.

Leticia Salvador, et al., 1999. Recubrimiento de quitosan en aguacate. *Rev. Sociedad Química de México*. Num 1. Vol. 43, pp.18-23.

Mario Perez Grajales, et al., 1980. *Mejoramiento Genético de Hortalizas*. Editorial. U. A. Chapingo México.

Miller, G.L. 1959. Use of Dinitrisalicylic Acid Reagent for Determanation of Reducinf Sugars *Anal. Chem.* 31, 426-428.

No, HK. and S.P. Meyers. 1995. Preparation and caracterizacion of chitin and chitosan-a review. *J. Aquatic Food Product. Tech.* 4:27-52.

O'Brien M., Cargill B. F and Fridley R. B. 1983. *harvesting and handling fruits and nuts*. AVI. Westport, Conccntitu. 636p.

Ohta, K., A. Taniguchi, N. Kanishl, and T. Hosokl. 1999. Chitosan treatment effects plant growth and flower quality in *Eustoma grandiflorum*. *Hort. Science.* 34:233-234.

Östling, C.E. y LINDGREN, SE.1993, *J. Appl. Bacteriology*, 75:18-24.

Pretel, M.T., G. Martines –Reina., G. Serrana., MC. Martinez-Serrano and F. Romo. Jaro. 1998. Physical-chemical and physiological changes during the reponing of paraguayo each. *Acta Hort.* 463:399-404.

Rathke, T.D. and S.M. Hudson. 1994. Review of chitin and chitosan as fiber and flim formers. *J. M. S. Rev. Macromol. Chem. Phys.* C34:375-437.

Riov, j. and. S.F. Yang. 1982. effects of exogenous ethylene on ethylene production in citrus leaf tissue. *Plant Physiol.* 70:136:141.

Rodríguez, C. Et al., 1970. Características de la agricultura mexicana y proyecciones de la demanda y oferta de productos agropecuarios de 1976 a 1982. SARH, México.

Rojas-Garciduenas, M.YH. Ramírez. 1996, control hormonal del desarrollo de las plantas. Ed. Limusa, México. 239p.

Roller, S., and N Covill.1999. The antifungal properties of chitosan in laboratory media and apple juice *Int. J. Food Microbiol.* 47. 67-77.

Rom. C. R. 1997. Environmental factors regulating growth: Light, temperature, water nutrition. In: *Tree Fruit Physiology*. pp:11-30, WSU, ed. Washington, USA.

Salvador, L ., S.P. Miranda, N. Aragón y V. Lara. 1999. *Recubrimiento de quitosán en aguacate*. *Rev. Soc. Quim. Mex.* 43:18-23.

Saucedo C. 1974. *Aspectos agroindustriales del tomate para exportación en fresco*. Tesis Profesional. E. N. de Agricultura Chapingo, México.

Smith, O. 1977. Potatoes Production, storing, processing. 2nd. AVI. Westport, Connecticut.