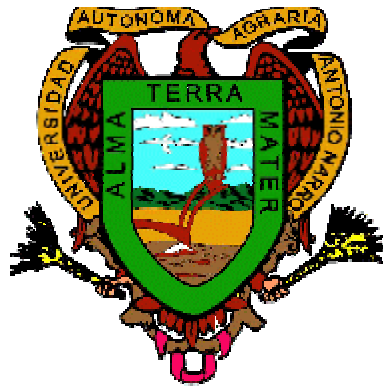


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



Complejo Poliácido Acrílico – Quitosán (PAA-Q) y Ácido Salicílico en Solución Nutritiva para Mejorar las Características Nutricionales y Calidad del Fruto de Tomate (*Lycopersicon esculentum*).

Por:

ROSA TAMALATZI CAHUANTZI

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2005

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Complejo Poliacido Acrílico – Quitosan (PAA-Q) y Ácido Salicílico en Solución  
Nutritiva para Mejorar las Características Nutricionales y Calidad del Fruto de  
Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Por:

ROSA TAMALATZI CAHUANTZI

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial  
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA  
APROBADO POR:

\_\_\_\_\_  
Dr. Adalberto Benavides Mendoza

ASESOR PRINCIPAL

\_\_\_\_\_  
Dra. Hortensia Ortega Ortíz

SINODAL

\_\_\_\_\_  
Dr. José Hernández Dávila

SINODAL

\_\_\_\_\_  
Dra. Rosalinda Mendoza Villareal

SINODAL

\_\_\_\_\_  
M.C. Arnoldo Oyervidez García

CORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2005

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES:**

*Sra. Margarita Cahuantzi Bello.*

*Sr. Reyes Tamalatzi Erazo.*

### **A MIS HERMANOS:**

*Manuel*

*y*

*Juani*

### **A MIS TIOS (AS):**

*Ma. Guadalupe, Felipe, Constantino, Josefa Fausto, Catalina, José, Bernarda, Salomón, Félix, Teodora, Eufemia, Mariano. Gracias por su apoyo.*

### **A MIS PRIMOS (AS):**

*Pedro, Yazmaní, Lupita, Martín, Oscar, Domingo, Hortensia, Rita, Josefina, Candida, Fermín, Pedro, Alejandro, Laurentino, Miguel, Rafa.*

### **A MIS AMIGOS (AS) DE TODA LA VIDA:**

*Lupita, Rosario, Minerva, Sonia, Julio Cesar, Beto, Jovito y al Ing. Julio.*

**A MIS AMIGOS (AS):**

*Silvia, Alma, Dennis, Olivia, Abi, Ave Maria, Josefina, Ade, Mari, Juan Carlos,  
Jesús, Santiago Daniel, Raúl, Rolando, Omán, Eladio.*

**A MIS COMPAÑEROS (AS):**

*Genny, Ceci, Dolores, Magda, Auri, Víctor, José Juan, Carolino, Rene, Juan Carlos,  
Cruz, Osiel, Manuel, Eruviel.*

**Al. ING. Antonio Rodríguez Rodríguez**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Gracias por darme la oportunidad de llevar a cabo un logro más en mi vida y por ser el que guía mi camino.

**A MI ALMA TERRA MATER:** Gracias por permitirme culminar un logro más en mi vida.

### **A MIS PADRES:**

*Sra. Margarita Cahuantzi Bello.* Gracias mami por darme tu apoyo, confianza, amor, comprensión, por creer en mí y compartir conmigo los éxitos y derrotas de la vida.

*Sr. Reyes Tamalatzi Erazo.* Gracias por tu apoyo, comprensión y por compartir conmigo los momentos de mi estancia en la Universidad.

### **A MIS HERMANOS:**

*Manuel* por darme su apoyo y por estar conmigo en los momentos difíciles. Te quiero mucho.

*Juani* gracias por ser la hermana más linda y por estar conmigo en los momentos más difíciles, por tu apoyo y comprensión. Te quiero mucho.

**AL ING. JULIO.** Gracias por darme su apoyo en mi estancia en la Universidad.

**AL ING. INOCENTE MATA.** Gracias por sus consejos y conocimientos.

**A LA M.C. MILDRED INNA MARCELA FLORES VERÁSTEGUI:** Gracias por su apoyo en laboratorio y sus consejos para la realización de esta tesis.

**A LA DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLAREAL:** Gracias por su comprensión y apoyo para la realización de esta tesis.

**A MIS ASERORES:**

**DR. ADALBERTO BENAVIDES MENDOZA:** Por su apoyo en la realización de esta tesis.

**DRA. HORTENSIA ORTEGA ORTÍZ:** Por su apoyo y comprensión en la realización de esta tesis.

**DR. JOSÉ HERNANDEZ DÁVILA:** Por su apoyo y consejos en la realización de esta tesis

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
Recolección del fruto.....	4
Recepción en el almacén.....	6
Alimentación de la línea de procesado.....	6
Preselección y Precalibrado.....	6
Limpieza de los frutos.....	6
Encerado.....	7
Selección.....	7
Calibrado y Clasificación.....	7
Envasado.....	7
Transporte.....	8
Conservación Frigorífica.....	8
Conservación de Atmósfera Controlada.....	8
Cambios Fisiológicos después de la Recolección.....	9
Incidencia sobre la Maduración.....	9
Pérdida de Peso.....	9

Maduración acelerada de tomates.....	10
Índices de Calidad.....	10
Color.....	10
Firmeza.....	10
Forma.....	11
Contenido de Azúcares.....	11
Señalizadores.....	11
Poliácido acrílico.....	12
Quitosán.....	13
Ácido Salicílico.....	15
III. MATERIALES Y METODOS.....	17
Localización del experimento.....	17
Material Vegetativo.....	17
Diseño experimental.....	17
Manejo del experimento.....	18
Siembra.....	18
Transplante.....	18
Riego.....	18
Aplicación de Tratamientos.....	19
Poda.....	19
Deshojado.....	19
Plagas presentes.....	19
Principales enfermedades.....	20
Alteraciones del fruto.....	20
Variables a Evaluar.....	21
Firmeza.....	21
°Brix.....	21
Vitamina C.....	21
Pérdida de Peso.....	21
Minerales.....	22



Vitamina E.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. LITERATURA CITADA.....	31
ANEXOS.....	35

## INDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
2 Esquema de recolección de Tomate para consumo en Fresco.....	5
2.1 Estructura del Poliácido acrílico.....	12
2.2 Estructura del Quitosán.....	14
4.1 Valores promedio de pérdida de peso.....	28
4.2 mg de Vit E/mg de Tomate.....	29

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
3. Descripción de tratamientos.....	17
3.1. Solución Douglas.....	18
4.1. Valores promedio de firmeza de fruto (Kg), en las dos etapas de muestreo de fruto, para cada tratamiento.....	24
4.2. Valores promedio de °Brix de fruto, en las dos etapas de muestreo de fruto, para cada tratamiento.....	25
4.3. Interacción de VM X MC para la variable Vitamina C.....	26
4.4. Valores promedios de minerales en los frutos.....	27

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el invernadero #2 del Departamento de producción y en el laboratorio de Poscosecha del Departamento de Horticultura en el ciclo junio-octubre de 2005 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el propósito de comprobar el efecto de la aplicación de diferentes tratamientos (complejo Poliacido Acrílico- Quitosan y Acido Salicílico) en la calidad del tomate.

Este trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 12 repeticiones se utilizó el cultivar Río Grande, los tratamientos fueron: PAA-Q (Poliacido acrílico -Quitosan) al 0.1%, Ácido Salicílico a  $10^{-5}$  M y Solución Douglas Completa (Testigo).

El T1 fue el PAA-Q, el T2 Ácido Salicílico un litro/planta y el T3 Solución Douglas se aplicaban cada 15 días a excepción de la solución Douglas que se aplicaba cada vez que se dieron los riegos.

Las Variables a Evaluar fueron: Firmeza se determinó con el penetrometro marca Effegi Modelo FTO Monse, Determinación de Sólidos Solubles Totales se utilizó el refractómetro manual, Vitamina C se tituló con el reactivo de Thielmann, Pérdida de Peso se pesaron los tomates cada 2 días, Minerales se determinaron los siguientes elementos N, K, P, Ca, Fe, Zn y Vitamina E.

No encontró diferencia estadística, sin embargo numéricamente el PAA-Q tiene un efecto positivo en la firmeza del fruto. La mejor etapa para corte es inicio de color, se tienen mejores resultados para Firmeza, °Brix y Vit. C. En Minerales el PAA-Q obtuvo mejores concentraciones de Potasio y Hierro. Para Acido Salicílico se observaron cambios en las concentraciones de Fósforo y Calcio. La mejor etapa fue rojo para obtener buena concentración de minerales. En pérdida de peso el Acido salicílico tuvo mejores resultados obteniendo menor peso. En Vit. E el Acido Salicílico obtuvo mejor resultado comparado con el testigo.

## I. INTRODUCCION

El jitomate o "tomate rojo" (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es una de las especies Hortícolas más importantes de México debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es una de las principales hortalizas de exportación (Pérez *et al.*, 1997), ya que representa el 37% del valor total de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias SAGARPA, (2002).

En México, el tomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. En condiciones de campo abierto se cultivan alrededor de 70,000 ha Los estados de: Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán son los principales estados productores. Entre los estados con mayor superficie con invernaderos destacan: Jalisco, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California Norte con: 262, 249, 206 Y 125 ha respectivamente. Se estima que en la producción de tomate se emplean aproximadamente a 172 mil 289 trabajadores para el cultivo de 75 mil hectáreas, lo que representa un 33% de la PEA empleada en sector agropecuario.

El consumidor nacional es menos exigente, se comercializa tomate en diferentes tonalidades de rojos, sabor y tamaño del tomate en el mercado exterior el color y su uniformidad son requisito de calidad, como por ejemplo el consumidor estadounidense esta dispuestos a aceptar perdida de color y sabor por firmeza, imagen del producto y vida de anaquel, aunque también hay un segmento de consumo que también reclama sabor.

En México, como en otras partes del mundo, preferimos consumir el tomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, etc., gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a su distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado SAGARPA, (2000).

La nutrición de las plantas y alteraciones fisiológicas, son algunos de los factores que afecta la reducción de la calidad de los tomates, después de la recolección y a causa de las pérdidas sufridas puede ser de gran importancia la aplicación de los posibles medios y puedan ayudar a incrementar las características nutricionales y calidad del producto, reduciendo los problemas en las pérdidas de poscosecha que son muy altos, dándole una mejor calidad al consumidor final.

La aplicación de los compuestos Acido Salicílico y Poliacido Acrílico- Quitosan, han tenido buenos resultados, en aguacate Hass se recubrió con quitosan y lograron conservar el fruto en buen estado hasta por 6 meses, logrando inhibir el crecimiento de los microorganismos, el quitosan al 1.5% disminuye hasta en un 75% el desarrollo de antracnosis (*Coletotrichum gloesporioides*) en el almacenamiento de papaya el Acido Salicílico presenta propiedades de retraso de senescencia, ya que pueden ayudar a incrementar las características nutricionales y calidad del producto reduciendo los problemas en las pérdidas de poscosecha que son muy altos dándole una mejor calidad al consumidor final.

## **OBJETIVO**

Comprobar el efecto de la aplicación de diferentes tratamientos (complejo Poliácido Acrílico- Quitosán y Ácido Salicílico) en la calidad del tomate mediante la aplicación de solución nutritiva al suelo.

## **HIPOTESIS**

La aplicación de Ácido Salicílico y el complejo Poliácido Acrílico-Quitosán (PAA-Q) incrementarán la calidad del fruto y conservarán sus parámetros de calidad hasta el momento de consumo.

## II. REVISION DE LITERATURA

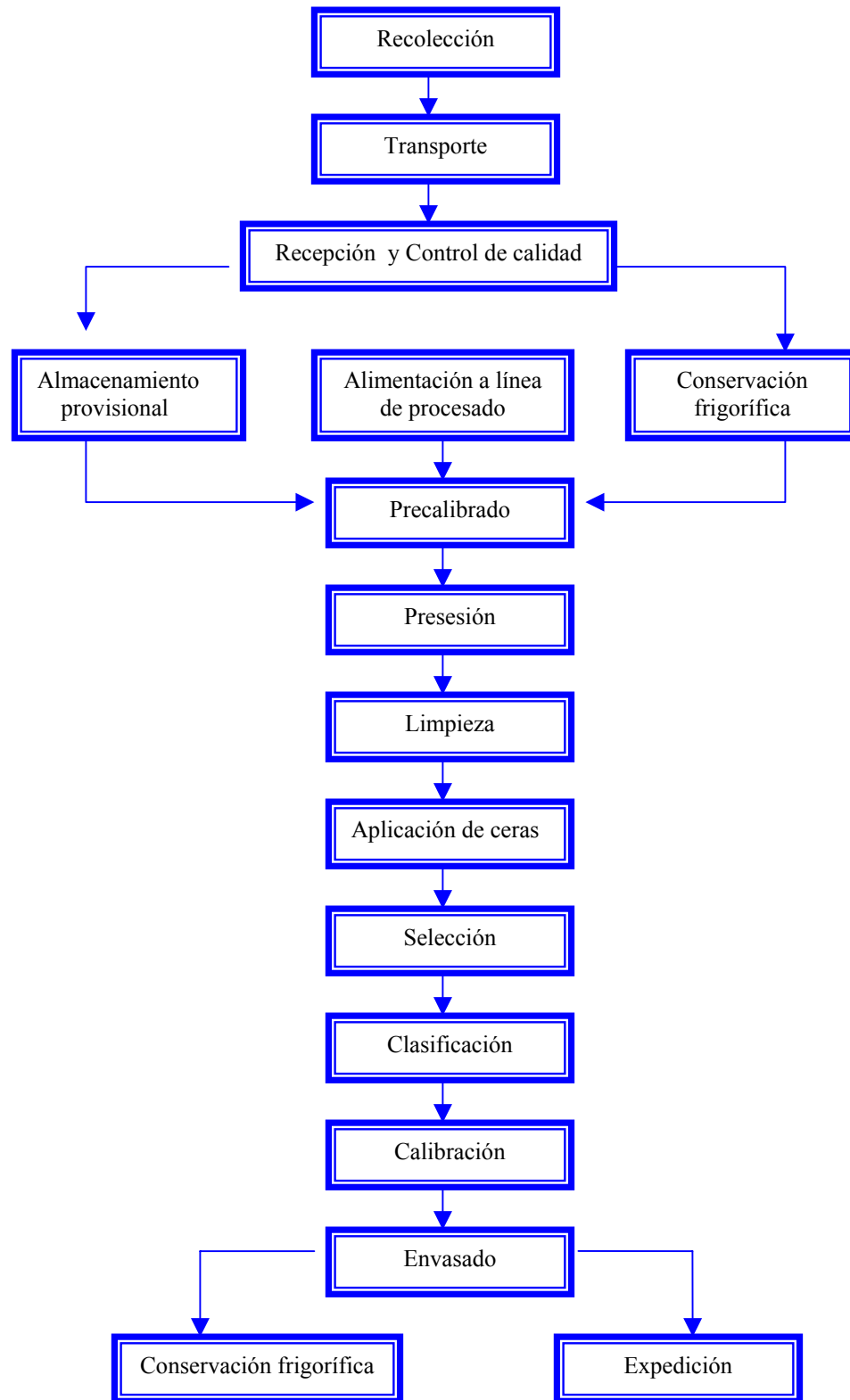
La calidad de los productos hortifrutícolas ofertados al consumidor constituye un factor de importancia creciente para todos los agentes relacionados con su cultivo, manipulación y comercialización. El consumidor establece como criterios mas importantes de selección en la aceptación para el consumo la madurez, frescura, sabor y aspecto, relegando a un segundo plano el valor nutritivo y el precio Shewfelt (1990).

Los atributos externos del tomate que pueden ser percibidos por la vista y el tacto, determinan la elección inicial por el consumidor. Sin embargo esto no es una garantía de la calidad sensorial interna caracterizada por sabor/olor y masticabilidad/consistencia, y aunque la decisión inicial de compra se realiza en base al aspecto, las adquisiciones posteriores dependen fundamentalmente de la evaluación que el consumidor establece en el momento del consumo. Es posible diferenciar las características de calidad que inciden en la compra del tomate, que son fundamentalmente color y firmeza Wolters *et al.*, (1990) y los atributos que contribuyen a la calidad de consumo que corresponde al equilibrio entre azúcares, acidez y el contenido de aromas volátiles.

### Recolección del fruto

La recolección debe realizarse con gran cuidado puesto que es necesario no producir daños en los frutos que, sin ser apreciables visualmente, constituyen el origen de grandes perdidas que se manifiestan posteriormente. La recolección del fruto se efectúa en distintos grados de maduración según al mercado que se destina, las condiciones de transporte y la temperatura de 21 a 28°C son las optimas para una buena coloración. La apreciación del estado de madurez suele basarse en le color.





**Figura. 2** Esquema de recolección de y tomate para consumo en fresco

## **Recepción en el almacén**

A la llegada al centro de manipulación se realiza la descarga del vehículo mediante el empleo de carretillas elevadoras o con transpalets, posteriormente se realiza el pesado de la carga, es necesario efectuar el control de calidad, que permite evaluar las características de cada lote recibido y decidir su destino.

## **Alimentación de la línea de procesado**

Consiste en el vaciado de los envases de campo en la mesa o tolva de recepción, evitando que el producto se golpee. La descarga de las cajas en la línea de manipulación representa también un punto en el que se provocan importantes pérdidas por daño mecánico en los frutos .

## **Preselección y precalibrado**

Es eliminar los frutos de pequeño tamaño (inferior 35mm) y los verdes, malformados o dañados, así como hojas, tallos y otros elementos que acompañan a los tomates en los envases de campo.

## **Limpieza de los frutos**

Para tener una adecuada presentación comercial e higienización de los frutos es necesario separar y eliminar la suciedad existente sobre la epidermis de los tomates y su eliminación se puede efectuar mediante cepillado, lavado o la combinación de ambos. Es conveniente el empleo de agua clorada para controlar la proliferación de de microorganismos.

## **Encerado**

Las diversas operaciones de cepillado y lavado pueden contribuir a la eliminación de las ceras naturales que recubren la epidermis. La aplicación de ceras proporciona una capa de protección en la superficie del fruto cerrando pequeñas grietas, sella la cicatriz del tallo, reduce la pérdida de agua pero permite la respiración natural, mejora el aspecto y el brillo de los frutos. Se emplea preferentemente cera de abeja, la dosis recomendada de cera al 5% (peso/volumen) es de 175-200g/t (De Liñán, (1993)).

## **Selección**

Esta se desarrolla en forma manual, donde los operarios eliminan los frutos deformes o los que superan cierto grado de madurez, destinados a transformación o mercado secundario (selección reducida), otro grupo de seleccionadores separan una segunda categoría que puede circular hacia una línea de empaquetado auxiliar (inspección individual).

## **Calibrado y Clasificación**

El flujo principal de frutos pasa al calibrador general, en el que se realiza la separación de los tomates en diferentes grupos en función del tamaño. Dado que existe una estrecha correlación entre el diámetro y peso de los frutos. La clasificación por tamaños es diferenciar los distintos grupos en función de los parámetros físicos.

## **Envasado**

Los tomates, ya clasificados en las diferentes categorías, son conducidos directamente hasta las mesas de envasado. El envasado puede realizarse manual o mecánicamente Colocando sobre cada envase los distintivos y etiquetas

correspondientes a cada tipo de tomate y a continuación son paletizados y almacenados hasta su momento de su expedición.

### **Transporte**

El transporte debe trasladar los tomates hasta los centros de distribución y los mercados de consumo con rapidez y evitando el deterioro de su calidad.

### **Conservación frigorífica**

Los tomate en estado verde maduro deben conservar a 12-15°C y 80-90% H.R., %. Si la humedad relativa es menor del 80%, se produce deshidratación del fruto con pérdida de calidad por marchites y cuando es mayor del 95% favorece las pudriciones, mientras que los tomates maduros pueden conservarse a temperaturas inferiores, recomendándose 10-12°C Kasmire *et al.*, (1992). La manifestación de los daños por frío depende del cultivar, fecha de recolección y estado de maduración Dodds *et al.*, (1991) y su desarrollo representa una aceleración en el proceso de senescencia, inducido por la degradación de las membranas celulares que provoca la fuga de electrolitos Cote *et al.*, (1993).

### **Conservación de atmósfera controlada**

Las condiciones aconsejadas como optimas para tomate verde-maduro establecen una atmósfera con 3-5% de O<sub>2</sub> y 2 -3% de CO<sub>2</sub> se puede elevar a 3-5% y la temperatura bajarse hasta 10-15°C Salveit, (1989). El CO<sub>2</sub> ejerce un efecto similar al etileno en relación con la aceleración de la maduración y el desarrollo de algunas alteraciones fisiológicas, cuando se utiliza en combinaciones con baja concentración de O<sub>2</sub> o elevada de CO<sub>2</sub>, estos efectos son insignificantes Kader, (1992).

## **Cambios fisiológicos después de la recolección**

El factor común que caracteriza a los frutos y hortalizas es el hecho de estar constituidos por los tejidos vivos que mantienen la actividad fisiológica después de la recolección y, por lo tanto, están sujetos a continuos cambios, algunos beneficiosos y deseables, pero la mayor parte de ellos no deseables.

Los tomates, de igual forma que la mayor parte de las frutas y hortalizas, se caracterizan por su elevado contenido de agua y en consecuencia presenta fuerte tendencia a la pérdida de peso por desecación, provocando marchitamiento y arrugamiento a la vez que son susceptibles a la invasión por microorganismos y a lesiones por daños mecánicos.

### **Incidencia sobre la maduración**

Los frutos recolectados en estado verde-maduro y madurados a 20°C presentan concentraciones inferiores de ácido ascórbico, mayor material locular y menor calidad sensorial que los frutos que han completado su maduración en el campo.

La firmeza en función del cultivar, la localización y tipo de cultivo; estas diferencias aumentan al considerar la evolución posrecolección a temperatura ambiente (20°C) que en muchos casos reduce la comercialización a un periodo de siete días o menos Kavanagh *et al.*, (1986). Pueden conservar buena firmeza después de un almacenamiento superior a diez días (18°C/65%H.R) tanto si se han colectado en estado verde-maduro como en estado de roseta o rojo Kramer *et al.*,(1992).

### **Pérdida de peso**

La pérdida de agua que se produce en el fruto es función, en consecuencia, de los factores ambientales y del propio fruto (tamaño, estado de madurez, permeabilidad de la epidermis etc.) y su intensidad decrece durante el almacenamiento.

## **Maduración acelerada de tomates**

Como consecuencia de las condiciones meteorológicas o por la demanda del mercado, puede ser necesario recolectar sin que se complete la maduración sobre la planta. Con la aplicación de etileno la calidad final de los frutos es menor si el tratamiento se realiza en origen, poco después de la recolección Kasmire, *et al* (1992). En el proceso de maduración acelerada de tomates, es necesario disponer de condiciones estables en la cámara, 20-25°C y 80-90% H.R. En estas condiciones se alcanza el estado maduro en 24-72hrs de tratamiento, en función del estado de maduración y tamaño de los frutos.

## **Índices de Calidad**

### **Color**

Debe ser uniforme y hay una amplia gama de matices de color entre el verde y el rojo, inducido por el contenido de licopenos. El empleo de etefon es técnica para uniformizar el color, adelantando la maduración, en algunos casos. El sistema de cartas de colores son de interpretación subjetiva y requieren la intervención humana por lo que está sometida a variaciones entre operarios. De aquí la importancia de las propiedades ópticas de las estructuras internas en el aspecto del fruto, y la posibilidad de evaluar dichas estructuras por la medida de la luz transmitida Hetherington, *et al.*, (1992).

### **Firmeza**

La reducción de la consistencia en los frutos es una consecuencia de la actividad del enzima poligalacturonasa (PG) sobre las pectinas y las paredes celulares, provocando cambios en las características de los tejidos que conducen al ablandamiento. En los frutos verdes no existe esta enzima, pues se forma como

expresión de la información genética durante la maduración. La firmeza o consistencia de los frutos, es percibida por el tacto entre los dedos y durante la masticación.

### **Forma**

Es muy variable según cultivares (esférica, achatada, forma de pera) y el tamaño es uno de los factores empleados en la tipificación del tomate para consumo en fresco (Según se diámetro ecuatorial).

### **Contenido de azúcares**

El contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate. Valores de pH inferiores a 4.4 y contenidos de azúcares superiores al 4-4.5% son necesarios para un buen sabor (Nisen *et al.*, 1990) aunque varían según cultivares. En condiciones de baja radiación y temperatura, como ocurre en el cultivo protegido en invierno, donde los contenidos de materia seca del fruto pueden ser inferiores al 3.5%, resulta difícil alcanzar estos mínimos de azúcares requeridos para un buen sabor. Con alta temperatura la acidez del fruto es menor, por lo que desmerece su sabor.

### **Señalizadores**

El proceso por medio del cual las plantas perciben las señales de factores ambientales estresantes y las transmiten a la maquinaria celular para activar respuestas adaptativas y de defensa se le llaman traducción de señales, requiere de una vía o cascada de señalizadores, que transfiera un estímulo desde la molécula preceptora primaria (la que recibe el estímulo y la llaman receptor) a través de un conjunto de moléculas llamadas señalizadores cuya función es transmitir la señal

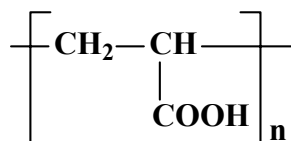
por medio de un evento químico como la fosforilación hasta las moléculas o genes que se encarga de la respuesta al estímulo que son llamados efectores.

Las señales ambientales son percibidas por receptores específicos los cuales, después de activarse, inician una cascada para transmitir la señal intracelularmente y en muchos casos, activar factores de transcripción nuclear induciendo la expresión de conjuntos específicos de genes. (Benavides, 2002).

### **Poliácido acrílico**

Los poliácidos acrílicos y las poliacrilamidas se usan en numerosas aplicaciones, algunos de las cuales son las siguientes: tratamiento general de aguas y de aguas residuales, de pañales súper absorbentes, resinas de intercambio iónico, adhesivos industriales, aplicación en perforaciones petrolíferas y en agricultura en la industria textil, cosmetiquería, papelería. Es evidente la aplicación de estos polímeros está directamente relacionada con su estructura química, funcionalidad y masa molecular.

Las propiedades de los polímeros que contienen ácido acrílico y metacrílico dependen del pH de la disolución acuosa. En efecto, los poliácidos acrílicos se usan parcialmente neutralizados y, puesto que la sal ionizada interacciona con mayor número de moléculas de agua que los grupos ácidos sin neutralizar, se produce mayor viscosidad o mayor grado de hinchamiento al aumentar el pH de la disolución acuosa, siendo esta característica de gran utilidad cuando se pretende usar estos polímeros como espesantes o absorbentes.



**Figura 2.1** Estructura del Poliácido acrílico



A principio de los 70 se desarrollaron trabajos para obtener copolímeros de bloque o injerto. Se estudio la copolimerizacion de injerto del almidón y de estos polisacáridos. Surgiendo, los poliacrilatos sintéticos derivados del acido acrílico y los copolímeros de injerto a base de almidón y acido acrílico como polímeros absorbentes. La razón de la polarización específica por este polímero, no solo en sus inmejorables propiedades de absorción de agua, sino en que el acido acrílico, además de ser uno de los monómeros solubles en agua mas baratos, se polimeriza fácilmente, resultando productos de alto peso molecular. Contrariamente, si el peso molecular obtenido es pequeño, estos polímeros se usan como dispersantes Martínez *et al.* ,(1999).

Cuando los pesos moleculares son inferiores a 20.000 los polímeros se usan como captadores o inhibidores, entre 20.000 y 80.000 se usan como agentes dispersantes. El 52.9% del poliácido acrílico se utiliza como polímeros superabsorventes.

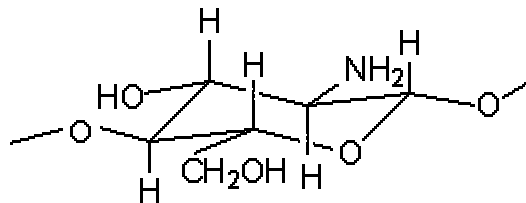
### **Quitosán**

El quitosán es un polisacárido de cadena lineal poco frecuente en la naturaleza y que se obtiene mediante desacetilación excesiva de la quitina un homopolímero-(1→4) enlazado de la N-acetil-D glucosamina, presente en los exoesqueletos de los crustáceos, moluscos, en la cutícula de los insectos y como constituyentes de las paredes celulares de muchos tipos de hongos. La quitina es el segundo polisacárido en abundancia. La quitina es estructuralmente similar a la celulosa en cuanto a su naturaleza de polisacárido. La quitina es difícil de disolver en los disolventes orgánicos generales, es soluble en disolventes acuosas diluidas en ácidos orgánicos débiles, como el acido acético, formico, acrílico, y de ácidos inorgánicos, como de HCL.

El quitosán es un producto de gran interés debido a que es un material natural renovable y que por lo general es desechado en grandes cantidades por la industria camaronera. Se puede utilizar para múltiples fines prácticos como el recubrimiento de frutas, el empaque de alimentos, la purificación de aguas, la diálisis, la recuperación de metales preciosos y otras aplicaciones de interés en la agricultura.

### **Estructura y obtención**

La quitina y el quitosán se obtienen principalmente a partir del exoesqueleto de camarones y otros crustáceos. La extracción de estos materiales ha sido lograda con éxito a través de varios métodos. El método más utilizado para la obtención de quitosano es mediante tratamiento químico que consiste en la desacetilización alcalina de la quitina.



**Figura 2.2** Estructura del Quitosán

La desacetilación de la quitina para obtener quitosano no se produce fácilmente, debido a su naturaleza cristalina. La baja reactividad de la quitina para la reacción de desacetilación se ha atribuido al ordenamiento trans de los grupos acetamida de la unidad monomérica con respecto al grupo hidroxilo. La desacetilación suele realizarse en medio alcalino, ya que en medio ácido se produce una fuerte hidrólisis de la cadena de quitina Peniche (2001).

### **Aplicación en la Agricultura**

El quitosano tiene la capacidad para promover cambios metabólicos en las plantas, induciendo la acumulación de fitoalexinas y otros compuestos fenólicos con

actividad antimicrobiana, le permite influir favorablemente sobre el desarrollo de los cultivos.

En trabajos recientes se han hecho estudios en diferentes plantas para ver su respuesta al ataque de patógenos en cuanto a la producción de enzimas tipo quitinasas y quitosanas, las cuales destruyen la pared celular de hongos formada por quitina y quitosán como ejemplo: se probaron soluciones de quitosán en ácido acético a diferentes concentraciones usándolo como recubrimiento en aguacate para probar la actividad fúngica del quitosán y encontraron que la concentración base para formar las películas debe ser mínimo del 1% de quitosán Salvador *et al.* (1999).

Se ha comprobado que el quitosán induce una mayor germinación y rendimiento de los cultivos de cereales y tomate Hidalgo *et al.*, (1996)

El quitosán es un excelente formador de películas a partir de sus disoluciones y entre otras aplicaciones, se ha utilizado en recubrimientos comestibles de frutas y vegetales para prolongar su tiempo de almacenamiento Maruka, (1993)

### **Ácido Salicílico**

El nombre de ácido salicílico proviene de Salís Alba, el árbol cuyas hojas y corteza tradicionalmente se usaban como cura para el dolor y fiebre y donde Johann Buchner en 1828 aisló la salicina (Raskin, 1992).

El ácido salicílico pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como fenólicas. En particular diferentes estudios muestran la importancia del ácido salicílico en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas.

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

## **Aplicación en la Agricultura**

El ácido salicílico comenzó a sobresalir como molécula señalizadora en plantas, cuando se descubrió su papel, como inductor de la termogénesis en plantas de la familia Aráceae (Raskin, 1992).

Se demostró su importancia en las reacciones de defensa contra los patógenos Malamy *et al.*, (1990).

López *et al.*, (1998) obtuvieron termo tolerancia en micro plantas de papa desarrolladas en medio de cultivo con ácido acetilsalicílico en concentraciones de  $10^{-3}$  M y  $10^{-5}$  M.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### Localización del experimento

El presente trabajo se realizo en el invernadero #2 del Departamento de producción y en el laboratorio de Poscosecha del Departamento de Horticultura en el ciclo junio-octubre de 2005 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que se encuentra ubicada al sur de la ciudad de saltillo Coahuila México con coordenadas 25°22” latitud Norte y 101°01”longitud Oeste a 1743 msnm

#### Material Vegetativo

Se utilizo el cultivar Río Grande el cual es de los tomates de crecimiento determinado, el fruto es alargado, la planta tolera mejor a las enfermedades que otras variedades.

#### Diseño experimental

Este trabajo se realizo bajo un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 12 repeticiones. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y pruebas rango múltiple DMS,  $p \leq 0.05$ .

**Cuadro 3.** Descripción de tratamientos

Tratamientos	Productos
T1	PAA-Q al 0.1%
T2	(Poliácido acrílico -Quitosan) Ácido Salicílico a $10^{-5}$ M.
T3	Solución Duglas Completa (Testigo)

## Manejo del experimento

### Siembra

La siembra se realizó el día 28 de febrero en una charola de 200 cavidades utilizando como sustrato perlita y peat-moss y esta charola fue colocada en una cama flotante.

### Transplante

El transplante se realizó el día 6 de abril en bolsas de polietileno de 15 L con una mezcla de sustrato perlita y peat-moss. El trabajo fue establecido en una cama, los tratamientos fueron colocados al azar.

### Riego

El primer riego si fue pesado (6 de abril) y después los riegos fueron ligeros a intervalos de 4 días a partir del segundo día dependiendo la temperatura del ambiente y la necesidad del cultivo. Los riegos se dieron con la Solución Douglas 1L terciado y 4 veces con agua para la eliminación de sales. El riego vario en la etapa de cosecha que fue un litro diario.

**Cuadro 3.1.** Solución Douglas

Macronutrientes		Micronutrientes	
Fertilizante	mg/L	Fertilizante	mg/L
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	700	CuSO <sub>4</sub> 5 · H <sub>2</sub> O	50
MgSO <sub>4</sub> 7 · H <sub>2</sub> O	25	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	250
KNO <sub>3</sub>	475	Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O	1000
CaSO <sub>4</sub> 2 · H <sub>2</sub> O	100	SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	250
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	25	H <sub>2</sub> MO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O	0.5
		ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	250

## **Aplicación de Tratamientos**

La primera aplicación de los tratamientos fue el día 18 de Abril los el T1 fue el PAA-Q que fue un litro por planta, el T2 el Ácido Salicílico un litro por planta y el T3 Solución Douglas estos tratamientos se aplicaban cada 15 días a excepción de la solución que se aplicaba cada vez que se daba cada vez que lo requiriera la planta.

## **Poda**

La poda consistió en quitar los pequeños brotes axilares llamados vástagos, que de no eliminarse, llegarán a formar brotes laterales. Es de suma importancia eliminar los brotes axilares cuando están pequeños (alrededor de 5 cm. de largo), estos se pueden eliminar fácilmente con la mano (León, 2001)

## **Deshojado**

En la poda de hojas, se eliminaron todas aquellas hojas inferiores senescentes por debajo del último racimo que se va cosechando. El corte se hizo con una navaja al ras de tallo para evitar enfermedades. Con el deshojado se consigue una mayor ventilación y mejora el color de los frutos.

## **Plagas presentes**

Trips ( *Frankliniella occidentales*). Esta plaga se controló con lo con Clorver

Mosquita blanca ( *Bemesia tabaci*) .Esta plaga se controló con los siguientes productos Dimetoato 2mL/L, Citlalli 0.4mL/L, Clorver

Minador de la hoja. (*Liriomyza* spp). Esta plaga se controló con los siguientes productos: trival 0.5gr/L, Clorver, Diazinon 25 1.5-2.5 ml/L

## **Principales enfermedades**

Tizón tardío (*Phytophthora infestan*) y Tizón temprano (*Alternaria solani*). Estas enfermedades se controlaron con los siguientes productos: Ridomil, Captan3grs/L, Oxiclورو de cobre, Blasson

Mancha bacteriana” (*Xanthomonas vesicatoria*).Se controlo con los siguientes productos:, Captan3grs/L, Oxiclورو de cobre 0.7grs /L.

## **Virus**

Se le aplicó ácido salicílico para seguir evitando su desarrollo a una razón de 0.000138g/L

Deficiencias de hierro y nitrógeno se controlaron con aplicaciones foliares de fertilizantes foliar semanalmente.

## **Alteraciones del fruto**

Podredumbre Apical del Fruto (Blossom End Rot Ber [BER]). La aparición de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y la salinidad influyen también directamente en su aparición. Esta deficiencia fue corregida con aplicaciones foliares de calcio semanalmente.



## **Variables a Evaluar**

Para las variables Firmeza, °Brix, Vitamina C y minerales se hicieron en 2 etapas del fruto inicio de color (IC) y rojo (R), en Vit. E se hizo una sola evaluación.

### **Firmeza**

Se realiza en un equipo que se llama penetrometro marca Effegi Modelo FTO Monse con puntilla de 11mm de diámetro. Se quito la piel del fruto en 2 puntos opuestos a nivel del ecuador, se introduce de un solo impulso la puntilla en el fruto hasta la marca en cada uno de los puntos, y se toma la lectura y se promedian ambas.

### **°Brix**

Se utiliza un aparato que se llama refractómetro manual marca ATAGO Modelo ATZ – IE con escala 0-32 °Brix. Se coloca una gota de jugo de la muestra en el refractómetro manual y se observa a través de la mirilla, se tomar la lectura.

### **Vitamina C**

Se toma una muestra representativa y se titula con el reactivo de Thielmann hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparece durante ½ minuto y se calcula el % de vitamina C presente en la muestra.

### **Perdida de Peso**

Para evaluar esta variable se utilizo una balanza analítica y se pesaron los tomates cada 2 días, para poder determinar la perdida de peso hasta el momento de consumo.

## **Minerales**

En esta variable se determinaron los siguientes elementos N, K, P, Ca, Fe, Zn. Estos elementos se determinaron por el método de cenizas y se leyeron en el aparato Espectrofotómetro a excepción de N.

## **Vitamina E.**

Se pesaron 10g de tomate en un mortero que contiene 0.5g de sulfato de sodio anhidro para su molienda, la mezcla se depositó en un matr az erlenmeyer que contenía 25ml de alcohol absoluto, a su vez el matr az se conect o a un refrigerante y se reflujo por 4h. a 80 C Quitar del matr az del refrigerante y añadir alcohol para recuperar el volumen original.

Transferir el extracto al separador de vidrio, lavar el matr az con 100ml de agua y despu es con 50ml de éter de petróleo, y añadir 0.5g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> granular anhídrido. Agitar el separador por 10 minutos, dejar separar las fases y eliminar la capa acuosa. Diluir el extracto de éter de petróleo a 50ml, tomar una alícuota que contenga 1g de lípidos y  $\geq 0.1$  IU de vitamina E a un matr az de 125ml. Evaporar el solvente en un baño de agua. Saponificar el extracto añadiendo 4ml de alcohol absoluto y 0.3g de acido ascórbico colocar el matr az a reflujo y calentar a ebullición en un baño de agua. Lavar el condensador y añadir 1ml de KOH concentrado por cada gramo de residuo de lípido, reemplazar el condensador y reflujar 15min. (Evitando la entrada de aire porque los  $\alpha$  tocoferoles se oxida fácilmente).

Cubrir y enfriar el matr az rápidamente por medio de agua fría de la llave añadir 20ml de agua /g de residuo de lípido. Extraer el liquido insaponificable lavando el matr az de saponificación agitando con 3 porciones de 25ml de hexano y 25ml de agua de residuo lipidico. Si se forma emulsión combinar lavadas con los mismos volúmenes de agua hasta que la prueba con fenantrolina de neutra, filtrar el

extracto de hexano a través de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  granular anhidro diluir a volumen con hexano y evaporar a sequedad.

Al residuo añadir 5 ml de alcohol y disolverlo, después 1 mL de 1,10 ortofenantrolina, 0.5 mL de cloruro férrico 0.5 mL de ácido fosfórico, mezclar y leer después de 10 minutos, en un espectrofotómetro, a 534 nm. La lectura en unidades de Absorbancia se interpolará en una gráfica preparada con anterioridad con 1-5  $\mu\text{g}$  de vitamina E y se obtendrá la concentración de vitamina E en cada tratamiento de tomate. (AOAC,1980).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### Firmeza del fruto

Para la variable firmeza del fruto de tomate no se encontró diferencia significativa entre los tratamiento. Como era de esperarse se observó diferencia en la firmeza del fruto en las diferentes etapas, pero los resultados no parecen depender de los tratamientos aplicados (Cuadro 3.1).

**Cuadro 4.1.** Valores promedio de firmeza de fruto (Kg), en las dos etapas de muestreo de fruto (IC= Inicio de color, R= rojo), para cada tratamiento.

Tratamiento	Etapas	Media
PAA-Q	IC	3.983 a*
Ácido Salicílico	IC	3.816 a
Testigo	IC	3.800 a
PAA-Q	R	2.766 a
Ácido Salicílico	R	2.766 a
Testigo	R	2.100 a

\*Los valores con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS,  $p \leq 0.05$ ).

Los valores observados fueron menores a los reportados por Pineda (2004). Asimismo, la ausencia de diferencia entre tratamientos confirma a lo reportado por Vázquez (2003) que no encontró diferencia al aplicar Quitosan en el fruto. Se sabe que los factores nutricionales con impacto sobre la firmeza del fruto son mejores, por lo que puede afirmarse que los tratamientos aplicados no tuvieron al parecer impacto sobre ello, de tal manera que todos los frutos presentaron prácticamente la misma firmeza.

### °Brix en el fruto

Para la variable grados Brix no se encontró diferencia estadística entre tratamientos los valores observados difieren a lo reportado por Ramírez (2001) quien encontró diferencia significativa al aplicar PAA-Q al 1% en forma asperjada. Asimismo, la diferencia entre tratamientos confirma lo reportado por Pineda (2004) quien no encontró diferencia al aplicar Ácido Salicílico y Quitosán en forma asperjada a los frutos. Es conocido que alta concentración salina en la solución del suelo eleva el contenido de °Brix de frutos como el tomate Nichols *et al.*, (1995). Se sabe que los factores nutricionales causan impacto sobre grados Brix del fruto como se observo los tratamientos aplicados no tuvieron al parecer impacto sobre ello, de tal manera que todos los frutos presentaron aparentemente los mismos °Brix.

**Cuadro 4.2.** Valores promedio de °Brix de fruto, en las dos etapas de muestreo de fruto (IC= Inicio de color, R= rojo), para cada tratamiento.

Tratamiento	Etapas	Media
PAA-Q	IC	23.973a*
Ácido Salicílico	IC	23.593a
Testigo	IC	23.606a
PAA-Q	R	15.680a
Ácido Salicílico	R	14.606a
Testigo	R	13.456a

\*Los valores con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS,  $p \leq 0.05$ )

### Contenido de Vitamina C

En esta variable (Cuadro 3.3) no se encontró diferencia significativa para los tratamientos después de realizado el ANVA y la prueba de DMS  $\leq 0.05$ , pero si numérica superando el PAA-Q a los demás tratamientos. Por lo tanto la ausencia de diferencia entre tratamientos confirma a lo reportado por Valle (2004), el cual

menciona que cuando se aplica Acido Salicílico este puede disminuir el contenido de Vitamina C. Biacs *et al.*, (2000) encontraron que no hay sinergismo entre la vitamina C y la vitamina E , sin embargo ambas vitaminas mejoran la oxidación y previenen la oxidación de carotenoides

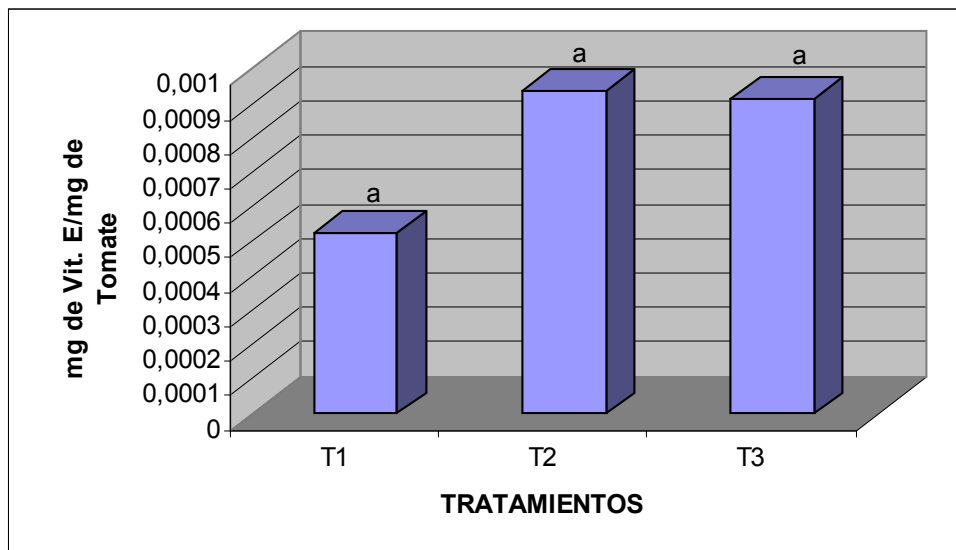
**Cuadro 4.3.** Interacción de VM X MC para la variable Vitamina C (mg/100g) (IC= Inicio de color, R= rojo).

Tratamiento	Etapa	Media
PAA-Q	IC	4.666a*
Ácido Salicílico	IC	4.933a
Testigo	IC	5.133a
PAA-Q	R	4.733a
Acido Salicílico	R	4.866a
Testigo	R	4.633a

\*Los valores con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS, $p \leq 0.05$ )

### Vitamina E.

El Ácido Salicílico es el que se encuentra con mayor cantidad de vitamina E seguido del testigo y PAA-Q , no existen estudios en dónde se determine el contenido de vitamina E, solo con estrés de calor. Al respecto se evaluaron cuatro cultivares de tomate tolerantes al calor y un cultivar sensible al calor a temperaturas diarias en promedio de 26- 34 °C. Los cultivares tolerantes a calor tienen mayores concentraciones de alfa- -tocopherol comparadas con cultivares sensible al calor Rainwater *et al.*, (1996).



**Figura 4.2.** mg de Vit E/mg de Tomate

#### Contenido de Minerales en el fruto

Para los Minerales N, P, K, Ca, Fe, Zn. Se realizo el ANVA y no se encontró diferencia significativa para ninguno de esos elementos.

El potasio es el mineral mas abundante y el que tiene una mayor influencia en la calidad del fruto junto con nitratos y fosfatos constituyen el 93% de las sustancia minerales del tomate. El 70% del Calcio total de la planta es retenida por hojas, en los frutos solo contiene un 5%.

Para la variable de Fósforo el mejor tratamiento fue el Ácido Salicílico y este elemento repercutió para tener una mejor calidad en firmeza y <sup>a</sup>Brix teniendo mejor resultado.

En Potasio el PAA-Q es el que mejor resultado dio. Este elemento tubo buenos resultados en grados Brix y esto coincide con Geralson (1985) que favorece la acumulación de grados Brix en el fruto. Para Ca el Acido Salicílico dio mejor resultados, por lo tanto este elemento repercutió en la variable de firmeza esto confirma lo reportado por Marschner (1995).

En Fe se eleva su concentración con la aplicación de PAA-Q, seguido del testigo y el Ácido Salicílico.

**Cuadro 4.4** valores promedio de minerales en los frutos (IC= Inicio de color, R= rojo).

\*Los valores con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS, $p \leq 0.05$ )

Pérdida de Peso

TRAMIENTOS	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
PAA-Q	2.233a*	2306.666a	9125.000a	1529.166a	42.833a	27.500a
Ac. Salicílico	2.225a	3028.333a	7025.000a	2166.666a	35.666a	27.833a
Testigo	2.458a	2865.000a	6475.000a	1475.000a	39.000a	27.500a
IC	2.214	2757.777	7066.664	1349.999	34.666	25.777
R	2.396	3108.888	8016.666	2097.221	43.666	29.444

En los primeros cortes cuando iniciaba cosecha se puede observar gran pérdida de peso desde 3.19 a 2.94 y conforme fue pasando el tiempo la pérdida de peso disminuyó hasta en los últimos cortes en el tratamiento que se obtuvo menor pérdida de peso fue Ácido Salicílico seguido del testigo y por último de PAA-Q esto afirma lo antes mencionado por Pineda (2004) quien al aplicar en forma asperjada Quitosan al fruto obtuvo mayor pérdida de peso.

Alía (2000) Menciona que la conservación del peso del fruto puede estar directamente ligada a una mayor firmeza aun menor contenido de sólidos solubles y aun mayor contenido de almidón; Los resultados observados en estos parámetros en la presente investigación, corroboran lo descrito anteriormente.

Ramírez (2001) no encontró diferencia significativa en el peso de 0, 3, 6 días después del corte al aplicar PAA-Q al 1%



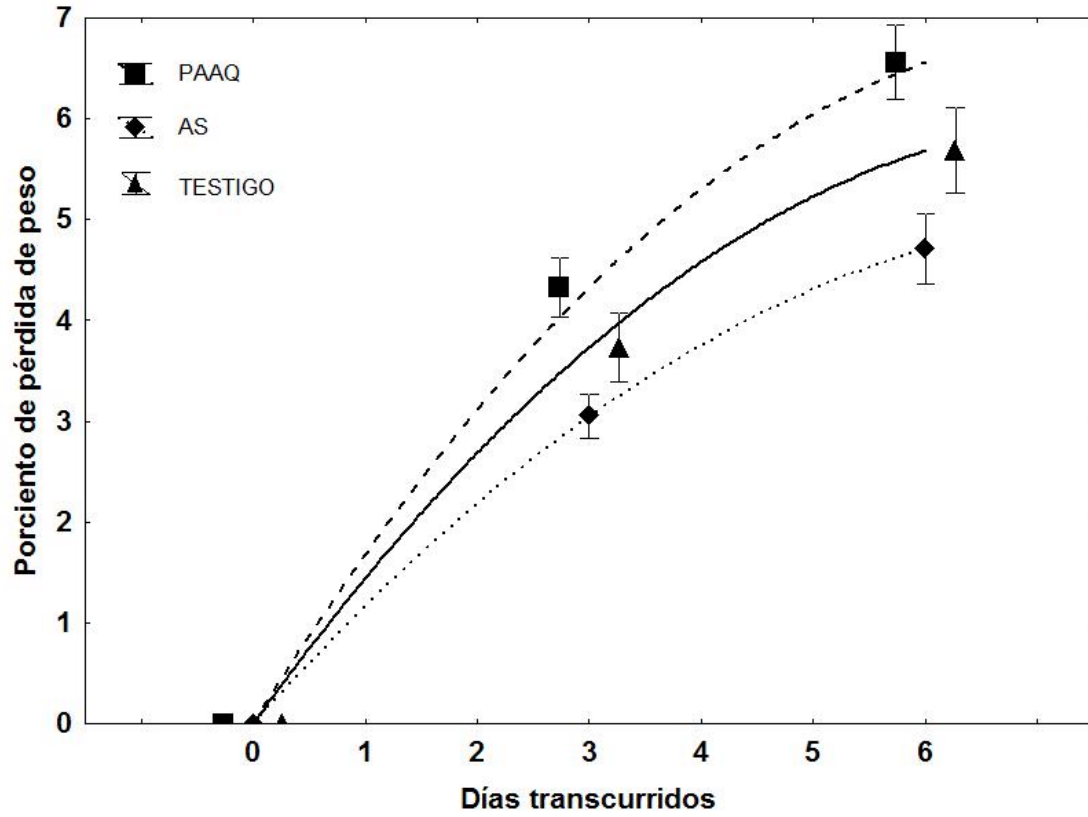


Figura 4.1. Valores promedio de pérdida de peso

## V. CONCLUSIONES

Para las variables de Calidad de fruto no se encontró diferencia estadística aplicando Ácido Salicílico y PAA- Q vía solución nutritiva al sustrato, sin embargo, numéricamente la aplicación de PAA-Q tiene un efecto positivo en la firmeza del fruto.

La mejor etapa para corte es inicio de color para Firmeza, °Brix y Vit. C.

En Minerales el PAA-Q obtuvo mejores concentración Potasio y Fierro. Para Ácido Salicílico se observaron cambios en las concentraciones de Fósforo y Calcio. La mejor etapa fue rojo para obtener buena concentración de minerales.

El Ácido Salicílico tubo mejores resultados al obtener menor perdida de peso.

En Vitamina. E, el Ácido salicílico incrementó la síntesis de la vitamina

## VI. LITERATURA CITADA

Alía, T.I. 2000. Temperaturas de almacenamiento y maduración en frutos de mamey (*pouteria sapota* (jaca.) H.E. More & Stearn). Rev. Chapingo serie Horticultura 6:73-77

Benavides M. A. 2002. Ecofisiología y bioquímica del estrés de las plantas Ed. UAAAN. Bienvista Saltillo, México. Pp220.

Biacs PA, Daood HG. 2000. Lipoxygenase-catalysed degradation of carotenoids from tomato in the presence of antioxidant vitamins. Central Food Research Institute, Herman Otto u. 15, 1022 Budapest, Hungary. Biochem Soc. Trans. Dec; 28(6): 839-45

Cote, F.; Thompson, J.E.; Willemot, C. 1993. Limitation to the use of electrolyte leakage for the measurement of chilling injury in tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 3: 103-110

De Liñán, C. 1993. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. 10<sup>a</sup>, Edición. Ediciones y promociones LAV, S.L. Valencia>>: 196-223.

Dodds, G.T.; Brown, J.W.; Ludford, P.M. 1991. Surface color changer of tomato and other solanaceous fruit during chilling. J.Am. Soc. Hort. Sci. 116: 482-490

Gerlson, C.M. 1985. Potassium nutrition of vegetable crops. pp. 915-927. In: R.E. Munson (ed.). Potassium in agriculture. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI.

Hetherington, M.J.; MacDougall, D.B. 1992. Optical properties and appearance characteristics of tomatoes. Proc. Fla. State Hort. Soc. 76: 301-304

Hidalgo L., W. Argüelles, Peniche. 1996. Rev. Protección vegetativa. 11(1):33.

Hilje, L. 2001. Control químico de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. Manejo integrado de plagas. 61: 69-80.

Kader, A.A. 1992. Modified atmosphere during transport and storage of fresh fruits. En: <<Kader, A.A. (Ed.). Post-harvest Technology of horticultural Crops. Division of Agriculture and Natural Resources. Univ. California. Oakland. California>>: 149-157.

Kasmire, R.F.; Cantwell, M. 1992. Postharvest handling systems: fruit vegetables. En <<Post-harvest Technology of Horticultural Crops. Division of Agriculture and Natural Resources. Univ. California. Oakland. California>>: 85-92.

Kramer, M.; Sanders, R.; Bolkan, H.; Waters, C.; Sheehy, R.E.; Hiatt, W.R. 1992. Postharvest evaluation of transgenic tomatoes with reduced levels of polygalacturonase: processing, firmness and disease resistance. Postharvest Biology and Technology 1: 241-255.

León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.

López B.M.C. 1984. Reguladores de Crecimiento V: Estudio de aspersiones de Acido Salicílico, Saligenina y Cinetina en la Producción de Trigo. Tesis. Universidad Autónoma de México. México.

López – Delgado, H., J. Dat, C. Foyer, and. I.M. Scout. 1998. Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicylic acid and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. J. Exp. Bot, 49: 713-720.

Malamy, J., J.P. Carr, D.F. Klessing, and I. Raskin 1990. Salicylic acid; a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. *Science* 250:1002-1004.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition in higher plants. 2nd ed. Academia Press. London, UK.

Martínez, G, M.Sánchez-Chavez y E.L. Madruga. 1999. Preparación y aplicación de poliacidos acrílicos y poliacrimidas. *Rev. de plásticos Modernos*, Vol.77 Numero 513.

Nichols, M.A.,E.F. Fadalian, K.J.Fisher y L.M. Morgan. 1995. The effect of osmotic stress on the yield and quality of tomatoes. *Acta Horticulturae* 379: 105-111

Peniche C., W. Argüelles, A.gallardo, C.Elvera, J. San Román. 2001. Quitosano: un Polisacárido Natural Biodegradables y Biocompatibles con Aplicaciones en Biotecnología y Biomedicina. *Rev. de Plásticos Modernos*, Vol. 81 Número 535.

Pineda C. A. 2004. Evaluación de Acido Salicílico, Acido Benzoico y Quitosan en la Productividad y calidad del fruto en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coah., México

Rainwater DT, Gossett DR, Milihollon EP, Hanna HY, Banks SW, Lucas MC. 1996. The relationship between yleid and the antioxidant defense system in tomatoes grown under heat stress. Louisiana State University-Shreveport 71115, USA. *Free Radic Res. Nov*; 25(5):421-35

Ramirez.V.D. 2001. Evaluación del complejo Interpolielectrolitico no-estequiometrico (Poliacido acrílico- Quitosán) en Tomate. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coah, México

Raskin, E.I. 1992 Role of Salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol.*

SAGARPA. Análisis del jitomate. México. Enero 2002.

<http://siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate/html> (Citado el 25 de nov. 2004).

SAGARPA.2000. Sistema de Consulta (SIACON), (SIAP). México, D.F.

Internet: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

Shewfelt, R.L. 1990. Quality of fruits and vegetables. *Food Technology* 44: 99-106.

Salvador L., S. Miranda, N. Aragón, V. Lara 1999. Recubrimiento de quitosan en aguacate. *Rev. De la Sociedad Química de México.* 43(1).

Salveit, M.E. 1989. A summary of CA and MA requirements and recommendations for the storage of harvested vegetables. En: <<Proceedings of the fifth international controlled atmosphere research conference. Wenatchee, Washington. USA. 14-16 june 1989. Vol: 2. Ed.: Pullman, Whashington, USA>>: 1-19.

Valle Rivera R. M.A., N.L.

<http://www.saludparati.com/vitamina%20c.htm>.

Vásquez S.C. 2003 Uso de Compuestos Señalizadores del Estrés, para Modificar la vida Postcosecha del Tomate. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coah., México

Wolters, C.J.; Gemert, L.J.van. 1990. Towards an integrated model of sensory attributes, instrumental data and consumer perception of tomatoes. Part I. Relation between consumer perception and sensory attributes. *Acta Hort.* 259: 91-106.

## ANEXOS

### TABLA DE DATOS

VARIABLE = firmeza Tomate Inicio de Color

-----  
TRATA.

1	3.9500	5.0000	3.0000
2	3.9500	3.6500	3.8500
3	4.0000	4.4000	3.0000

-----

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.061661	0.030830	0.0599	0.942
ERROR	6	3.088348	0.514725		
TOTAL	8	3.150009			

-----

C.V. = 18.55 %

### TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	3.983333
2	3	3.816667
3	3	3.800000

-----

### TABLA DE DATOS

VARIABLE = firmeza Tomate rojo

-----  
TRATA.

1	1.5000	4.5000	2.3000
2	2.4000	2.3000	3.6000
3	1.5000	2.4000	2.4000

-----

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.888885	0.444443	0.4158	0.681
ERROR	6	6.413338	1.068890		
TOTAL	8	7.302223			

-----

C.V. = 40.63 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	2.766667
2	3	2.766666
3	3	2.100000

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = °Brix Tomate Inicio de Color

TRATA.			
1	4.3000	4.8000	4.9000
2	5.0000	4.8000	5.0000
3	4.7000	5.2000	5.5000

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.328873	0.164436	1.7618	0.250
ERROR	6	0.559998	0.093333		
TOTAL	8	0.888870			

C.V. = 6.22 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	4.666667
2	3	4.933333
3	3	5.133333

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = Brix

TRATA.			
1	5.0000	4.5000	4.7000
2	5.0000	4.4000	5.2000
3	5.0000	4.5000	4.4000



ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.082214	0.041107	0.3627	0.713
ERROR	6	0.679993	0.113332		
TOTAL	8	0.762207			

C.V. = 7.10 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA-
1	3	4.733333
2	3	4.866666
3	3	4.633333

TABLA DE DATOS

VARIABLE = vitamina C Tomate Inicio de Color

TRATA.			
1	31.3700	32.4600	8.0900
2	30.2400	32.8000	7.7400
3	30.9700	31.7600	8.0900

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.279297	0.139648	0.0007	0.999
ERROR	6	1120.745605	186.790939		
TOTAL	8	1121.024902			

C.V. = 57.61 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	23.973333
2	3	23.593332
3	3	23.606667

-

TABLA DE DATOS  
VARIABLE = vitamina C Tomate rojo

-----  
TRATA.

1	31.2600	8.1900	7.5900
2	30.1500	7.3500	6.3200
3	26.6900	6.9100	6.7700

-----  
ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	7.417480	3.708740	0.0225	0.979
ERROR	6	989.899414	164.983231		
TOTAL	8	997.316895			

-----  
C.V. = 88.09 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	15.680000
2	3	14.606667
3	3	13.456666

TABLA DE DATOS  
VARIABLE = perdida de peso

-----  
TRATA.

1	0.0000	3.8300	3.1900	0.0000	2.7500	1.4400
	0.0000	1.7100	1.7500			
2	0.0000	3.8300	3.5700	0.0000	2.3200	1.2700
	0.0000	1.8400	1.3600			
3	0.0000	2.9400	2.9300	0.0000	2.5400	1.3500
	0.0000	1.7200	1.8000			

-----  
ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.110771	0.055386	0.0289	0.972
ERROR	24	45.932610	1.913859		
TOTAL	26	46.043381			

-----  
C.V. = 88.64 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	9	1.630000
2	9	1.576667
3	9	1.475556

TABLA DE DATOS

VARIABLE = Nitrógeno Tomate Inicio de Color

TRATA.			
1	1.8800	2.4000	2.1900
2	1.8100	2.6100	2.3400
3	2.1900	2.3900	2.1200

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.015621	0.007811	0.0924	0.912
ERROR	6	0.507397	0.084566		
TOTAL	8	0.523018			

C.V. = 13.13 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	2.156667
2	3	2.253333
3	3	2.233333

TABLA DE DATOS

VARIABLE = Nitrogeno Tomate rojo

TRATA.			
1	2.4600	2.3600	2.1100
2	2.2500	2.0500	2.2900
3	2.3900	2.7600	2.9000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.389069	0.194534	4.9264	0.054
ERROR	6	0.236931	0.039488		
TOTAL	8	0.625999			

C.V. = 8.29 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	2.310000
2	3	2.196667
3	3	2.683333

TABLA DE DATOS

VARIABLE = Fósforo Tomate Inicio de Color

TRATA.			
1	2640.0000	2010.0000	4000.0000
2	2990.0000	3420.0000	2730.0000
3	2320.0000	2250.0000	2460.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	812952.000000	406476.000000	1.0447	0.410
ERROR	6	2334600.000000	389100.000000		
TOTAL	8	3147552.000000			

C.V. = 22.62 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	2883.333252
2	3	3046.666748
3	3	2343.333252

TABLA DE DATOS  
 VARIABLE = Fósforo Tomate rojo

-----  
 TRATA.  
 -----

1	2660.0000	2710.0000	3420.0000
2	2820.0000	3290.0000	2920.0000
3	3400.0000	2950.0000	3810.0000

-----

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	356824.000000	178412.000000	1.2534	0.352
ERROR	6	854064.000000	142344.000000		
TOTAL	8	1210888.000000			

-----

C.V. = 12.14 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	2930.000000
2	3	3010.000000
3	3	3386.666748

-----

TABLA DE DATOS  
 VARIABLE = Potasio Tomate Inicio de Color

-----  
 TRATA.  
 -----

1	2150.0000	1200.0000	7100.0000
2	3200.0000	16250.0000	6400.0000
3	5500.0000	19000.0000	2800.0000

-----

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	58131648.000000	29065824.000000	0.6625	0.552
ERROR	6	263253376.000000	43875564.000000		
TOTAL	8	321385024.000000			

-----

C.V. = 93.73 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	3483.333252
2	3	8616.666992
3	3	9100.000000

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = Potasio Tomate rojo

TRATA.

1	35600.0000	2800.0000	5900.0000
2	2150.0000	3900.0000	10250.0000
3	3550.0000	4850.0000	3150.0000

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

FV		GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	208791680.000000	104395840.000000		0.9029	0.543
ERROR	6	693758400.000000	115626400.000000			
TOTAL	8	902550080.000000				

C.V. = 134.13 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	14766.666992
2	3	5433.333496
3	3	3850.000000

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = Calcio Tomate Inicio de Color

TRATA.

1	1000.0000	950.0000	1250.0000
2	1300.0000	1800.0000	2350.0000
3	1100.0000	1450.0000	950.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	995000.000000	497500.000000	4.0612	0.077
ERROR	6	735000.000000	122500.000000		
TOTAL	8	1730000.000000			

C.V. = 25.93 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	1066.666626
2	3	1816.666626
3	3	1166.666626

TABLA DE DATOS

VARIABLE = calcio Tomate rojo

TRATA.			
1	2150.0000	2025.0000	1800.0000
2	1500.0000	2200.0000	3850.0000
3	2550.0000	1350.0000	1450.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	856808.000000	428404.000000	0.6657	0.551
ERROR	6	3861248.000000	643541.312500		
TOTAL	8	4718056.000000			

C.V. = 38.25 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	1991.666626
2	3	2516.666748
3	3	1783.333374

TABLA DE DATOS  
 VARIABLE = Fierro Tomate Inicio de Color

TRATA.

1	38.0000	30.0000	35.0000
2	36.0000	31.0000	27.0000
3	51.0000	38.0000	26.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	74.000000	37.000000	0.5751	0.594
ERROR	6	386.000000	64.333336		
TOTAL	8	460.000000			

C.V. = 23.14 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	34.333332
2	3	31.333334
3	3	38.333332

TABLA DE DATOS  
 VARIABLE = Fierro Tomate rojo

TRATA.

1	40.0000	43.0000	71.0000
2	34.0000	39.0000	47.0000
3	50.0000	37.0000	32.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	264.667969	132.333984	0.9415	0.557
ERROR	6	843.332031	140.555344		
TOTAL	8	1108.000000			

C.V. = 27.15 %



T A B L A D E M E D I A S

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	51.333332
2	3	40.000000
3	3	39.666668

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = Zinc Tomate Inicio de Color

TRATA.

1	28.0000	17.0000	30.0000
2	30.0000	29.0000	23.0000
3	30.0000	24.0000	21.0000

A N A L I S I S D E V A R I A N Z A

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	10.889160	5.444580	0.1937	0.829
ERROR	6	168.666504	28.111084		
TOTAL	8	179.555664			

C.V. = 20.57 %

T A B L A D E M E D I A S

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	25.000000
2	3	27.333334
3	3	25.000000

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = Zinc Tomate rojo

TRATA.

1	30.0000	31.0000	29.0000
2	26.0000	31.0000	28.0000
3	31.0000	30.0000	29.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	5.555664	2.777832	1.0000	0.424
ERROR	6	16.666504	2.777751		
TOTAL	8	22.222168			

C.V. = 5.66 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	30.000000
2	3	28.333334
3	3	30.000000