

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



Calcio complementario en la Firmeza del Fruto de Tomate  
*(Solanum lycopersicum)*

Por:

**ENRIQUE VENTURA CANO**

TESIS

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Calcio Complementario en la Firmeza del Fruto de Tomate  
(*Solanum lycopersicum*)

Por:

**ENRIQUE VENTURA CANO**

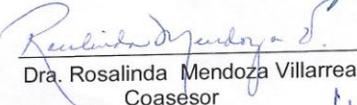
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

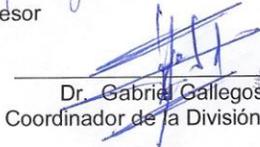
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Roberto Espinoza Zapata  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gabriel Callegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México  
Mayo del 2016

## DEDICATORIAS

A mis padres:

*Bardomiano Ventura López*  
*María Guadalupe Cano Perda*

Que gracias a su apoyo incondicional que me han proporcionado he podido llegar a esta etapa, por su paciencia, sacrificio, comprensión, y confianza porque todo este tiempo han creído en mí, a pesar de las dificultades y carencias que hemos tenido tanto, emocionales o económicas, sé que han realizado su máximo esfuerzo para darme lo mejor; reconozco su infinito esfuerzo por educarme y formarme, por los valores que me han inculcado y convertirme en lo que soy, Son los mejores padres los quiero mucho.

A mis hermanos:

*María Gabriela*  
*Omar*  
*Rolando*  
*Erika Jessenia*  
*Mayra*

Por todo el apoyo, sacrificio y las palabras de ánimo que me dan cuando atravieso momentos difíciles en mi vida y poder lograr mi profesión y sobre todo por estar cuando los necesito gracias los quiero mucho.

A mis abuelos paternos:

*Juan Ventura Rodríguez (†)*

*Má. De la Luz López Torres (†)*

Que aunque ya no estén con nosotros, y por muy poco tiempo los tuve a mi lado físicamente, los llevo siempre conmigo en mi corazón y sé que haya arriba donde están me están dando su apoyo incondicional y están cuidando de mí y de mi familia gracias abuelitos.

A mis abuelos maternos:

*José Apolinar Cano Ramírez*

*Andrea Perda Pendejas*

Por estar conmigo siempre en los momentos importantes de mi vida y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento gracias abuelitos.

*A María de Los Angeles Jiménez Flores*

por brindarme tu amor, amistad y el apoyo para concluir esta tesis, y que has estado conmigo todo este tiempo en las buenas y en las malas, siempre apoyándome y animándome a seguir adelante y no dejarme caer, gracias amor por todo y finalizar hoy junto conmigo esta etapa importante para ambos.

A mi *Hijo*

Aunque aún no estés con nosotros, ya te esperamos con ansia tu eres mi orgullo y mi motivación, y me impulsas cada día a superarme para poderte ofrecer siempre lo mejor y te agradezco por ayudarme a encontrar el lado dulce y no amargo de la vida. Y espero ser un buen padre y ejemplo para ti.

A mis sobrinos:

*Jessenia*

*Karen*

*Stephanie Lanna*

*Carlos Eduardo*

*Jonathan*

*Adrián Omar*

Espero y sigan estudiando y no lo dejen a un lado porque el estudio es lo más importante para poder afrontar la vida y espero que mi esfuerzo les sirva de ejemplo de que si se puede lograr las cosas si te las propones.

A mis cuñados y cuñada:

*Carlos*

*Francisco*

*Grace Marie*

Por el apoyo que me han proporcionado y espero que sigan teniendo salud para poder darles estudio y sacar adelante a mis sobrinos.

A mis:

*Tías y Tíos*

Por los consejos que obtuve de su parte para siempre salir adelante.

A mis:

*Primas y Primos*

Por la amistad obtenida y el apoyo que recibí de su parte.

A mis:

### *Amigos y Compañeros*

Eustrain Roblero Soto, Elmer del Carmen Morales Santiago, Miguel Ángel Rodríguez Barbosa, Jorge Alfaro Torres, Héctor Iván Piña Solano, Julio Cesar Arregoitte Domínguez, Roberto Magaña, Rubén Ramírez Mosqueda, José Refugio Méndez, Cesar Rodríguez Arrubio, Daniel Castillo Pérez, Erick Jesús Morales Alvarado, Ismael Ramírez Gloria, Humberto Ávila Hernández, Jorge Pérez Santiago, Emanuel Palacio Urrutia, José Alfredo Vázquez y todos mis amigos que no mencione, compañeros y personas que han contribuido a la realización de este proyecto.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer a *Dios y La Virgen Maria*

Por darme la oportunidad de vivir y dado la fortaleza y sabiduría, pero sobre todo fe en mí mismo para haber podido concluir mis estudios de ingeniero agrónomo y este trabajo con satisfacción.

A mi *Alma Terra Mater*

**La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de alcanzar esta meta, gracias a todos los maestros e investigadores quienes durante estos cuatro años y medio se esmeraron por dar lo mejor para mi formación profesional, por los conocimientos teóricos y prácticos que adquirir y las experiencias vividas en esta Universidad.**

A mi asesor principal el **Dr. Alberto Sandoval Rangel**, gracias por dirigir esta tesis y poner de su empeño, dedicación profesional, aportaciones teóricas, experiencias, consejos y llamadas de atención que giran en torno a la investigación. Su paciencia para conmigo y exigencia que fueron claves para que se realizara este trabajo. Sin su dedicación y disponibilidad no hubiera podido lograr esta meta.

A mis coasesores la **Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal** y al **Ing. Roberto Espinoza Zapata** gracias a su apoyo que me brindaron durante la realización de mi proyecto, ustedes ha sido quien me ha guiado en el complicado proceso. Es cierto, no ha sido nada fácil, ni mucho menos, sin embargo gracias a su ayuda, esto ha parecido un tanto menos complicado.

A mis **Maestros** Quienes se han tomado el arduo trabajo de trasmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión. Pero además de eso, han sido quienes han sabido encaminarme por el camino correcto. Muchas gracias maestros.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	4
HIPÓTESIS.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
Localización Geográfica.....	5
Material Vegetal.....	5
Descripción del Sitio Experimental.....	5
Descripción de los Tratamientos.....	5
Descripción de Actividades para el Establecimiento de Experimento.....	6
Producción de Plántula.....	6
Preparación de Terreno.....	6
Trasplante.....	6
Tutorio.....	6
Control de Malezas.....	6
Deshoje.....	6
Poda de brotes laterales.....	7
Riego y Fertilización.....	7
Control de Enfermedades y Plagas.....	7
Cosecha.....	7
Variables Evaluadas.....	8
Variables de Productividad.....	8
Número y peso de frutos cosechados por planta.....	8
Variables de Calidad de Fruto.....	8
Peso Promedio de Fruto.....	8

Diámetro Ecuatorial y Polar del fruto.....	8
Sólidos Solubles Totales (°Brix).....	9
pH.....	9
Firmeza.....	9
Potasio (K+) libre en el fruto .....	9
Calcio libre en fruto.....	9
Diseños Experimentales y Análisis Estadístico.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
Variables de Rendimiento o Productividad.....	12
Número y peso de frutos por planta.....	12
Variables de Calidad del Fruto.....	13
Peso Promedio, Diámetro y Longitud del Fruto.....	13
Firmeza, Grados Brix, pH, Ca y K.....	13
CONCLUSIONES.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	16

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>CUADRO 1.</b> Descripción de los Tratamientos	5
<b>CUADRO 2.</b> Efecto de la aplicación de Ca complementario sobre la productividad de tomate bola liberty	11
<b>CUADRO 3.</b> Valores medios de la calidad del fruto de tomate en respuesta a la aplicación del calcio complementario	12
<b>CUADRO 4.</b> Valores medios de la firmeza, Ca, K, Solidos Solubles Totales y pH del fruto de tomate en respuesta a la aplicación del calcio complementario	13

## RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas de más alto volumen de consumo en fresco; y la falta de firmeza de los frutos es una de los factores más importantes de la poscosecha. El experimento se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de calcio complementario sobre la firmeza del fruto del tomate. Se evaluaron tres dosis de calcio complementario aplicado al suelo y un testigo, se utilizó tomate bola indeterminado liberty F1. Y el cultivo fue en invernadero. Se midió: Número de Frutos, Peso de frutos, peso promedio de fruto, Firmeza, Sólidos solubles totales, pH, Ca y K en fruto, y se realizó una correlación entre la firmeza y las variables de sólidos totales, pH, Ca y K. Los resultados mostraron que la firmeza aumentó conforme se le aplica calcio complementario, mientras que en el caso de K disminuye los sólidos solubles totales, pH y Ca, no varían dosis de  $10.00 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$

Correo electrónico; Enrique Ventura Cano, [enrique\\_vc89@hotmail.com](mailto:enrique_vc89@hotmail.com)

**Palabras clave:** Vida de Anaquel, Fertilización, Jitomate, Sólidos Solubles y potasio (K)

La agricultura se ve fácil  
cuando el arado es un lápiz y  
se está a mil millas del campo  
de maíz.

**Dwight Eisenhower**

## INTRODUCCIÓN

El Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) es el quinto elemento más abundante en la corteza terrestre con un 3.6 - 4.2% (Barba y Rodríguez, 1991); la calcita constituye la principal reserva de Calcio en la mayoría de los suelos (Adams, 1995). El Calcio mejora la estructura del suelo mediante la floculación de arcillas (Finck, 1988) y en interacción con el Magnesio actúa sobre la absorción del Sodio y amortigua efectos tóxicos de Aluminio y del Sodio (Mora, 2002).

El Calcio es una de los 16 elementos básicos para la nutrición de las plantas y la forma disponible para las plantas es como catión  $\text{Ca}^{2+}$  (Barba y Rodríguez, 1991). Por su parte (Besoain, 1985) indica que el Calcio se absorbe principalmente por raíces sin banda de Caspary o no sube rizadas, las cuales se ubican en los pelos adsorbentes y particularmente cerca de las cofias.

La planta absorbe el Calcio del suelo o solución de forma activa, es decir requiere energía proveniente de la respiración y una vez absorbido su transporte dentro de la planta es estimulado por la transpiración (Kass, 1998). En cultivos en suelo la absorción del calcio se ve afectada por bajas temperaturas, falta de aireación, bajo pH y altas concentraciones de K, Mg y  $\text{N-NH}_4$  (Thompson, 1988).

La concentración adecuada de calcio en las soluciones nutritivas o solución del suelo, oscilan entre 9 a 12 mili equivalentes por litro (meq/L) (Hogland y Arnon, 1950; Steiner, 1961). En cuanto a La tasa de absorción del calcio, generalmente es menor que la de potasio, según (Mengel y Kirkby 2000).

En la planta el calcio se encuentra principalmente en el apoplasto o paredes celulares, también se acumula en las vacuolas, siendo baja la concentración en el cito sol (Marschner, 1994). El calcio almacenado en las vacuolas actúa como

contra-ión de intercambio (“counter ion”) con aniones, para mantener el balance electroquímico en la célula, y de esta forma contribuye a regular el potencial hídrico u osmorregulación. También actúa como mensajero secundario para la traducción de señales internas y externas que permiten el funcionamiento normal y adaptación de la planta.

En el apoplasto, el Calcio al combinarse con la pectina presente en la pared celular, forma pectatos de Calcio, que proporciona resistencia mecánica a la pared. La pectina es degradada por la enzima poligalacturonasa, dicha enzima se inhibe en presencia de calcio. (Rodríguez et al., 1984).

La resistencia mecánica de las paredes celulares, se traduce en firmeza de los frutos, resistencia de los tejidos al ataque de algunos hongos y bacterias, resistencia a condiciones de estrés y, mayor duración en la poscosecha de las frutas y hortalizas (Luna y Barret, 2000 y Lara *et al.*, 2004;). El Calcio también actúa en procesos de secreción como: mucílago en el ápice radical calosa, compuesto involucrado en la translocación de asimilados.

El papel que juega el Calcio en funciones estructurales, en la regulación de la permeabilidad de la membrana y en la rigidez de las paredes celulares podría dar la clave de cómo se inicia el desarrollo del bitter pit (Hetcht-Buchholz, 1979). La escasez de Calcio en las membranas incrementa su permeabilidad a ácidos y fenoles, los cuales pueden penetrar más fácilmente en el citoplasma y destruir o coagular enzimas de mitocondrias o de otras partículas subcelulares (Ferguson, 1990).

En el cultivo de tomate el Calcio, es un macroelemento de suma importancia dada su relación con diversos desordenes fisiológicos como la falta de firmeza y pudrición apical. El tomate es uno de los principales cultivos que son rechazados en el mercado por falta de firmeza, además durante la producción es muy sensible a déficit de Calcio, manifestándose como pudrición apical del

fruto. (Nunhems, 2009). Esta situación se agrava en algunos genotipos particularmente sensibles (Wann, 1996).

Aun y cuando el Calcio abunda en el suelo, en la mayoría de los casos solo una pequeña porción pasa a la solución del suelo en forma iónica es decir a formas asimilables, por otra parte su limitada absorción y baja movilidad dentro de la planta, hacen que este elemento sea deficitario para muchos cultivos, lo cual se manifiesta en problemas en la regulación hídrica, necrosis en los márgenes de la hojas y falta de firmeza o necrosis en los ápices de los frutos.

En cultivos fertiirrigados el Calcio faltante se suministra principalmente con nitratos de Calcio, esta forma es lenta (3-6 Días), otra forma más rápida de suministro es la aplicación foliar, sin embargo, es limitada por que concentraciones superiores a 1200 mg.L detienen el crecimiento de las plantas.

El acomplejamiento o quelatación del Calcio con aminoácidos, puede ser una alternativa a esta problemática, al acomplejar el Calcio con aminoácidos se reduce la interacción del Calcio con el suelo y aumenta la velocidad de absorción.

Para esta prueba se eligió el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*), porque es uno de los cultivos hortícolas más importantes en todo el mundo (Chapagain y Wiesman, 2004).

En México se cultiva en los 32 estados de la República, en una superficie de 52,374.91 hectáreas, y genera una derrama económica interna de \$ 15,735,506.33 también tiene una gran importancia social, ya que su manejo genera una amplia fuente de trabajo (SIAP, 2014).

Cuantificar el aumento de la firmeza del fruto en relación a la adición de Calcio complementario, permite decidir la conveniencia de aplicar Calcio complementario acomplejado con aminoácidos.

## **OBJETIVO**

Evaluar la adición de calcio complementario quelatado con aminoácidos sobre la firmeza del fruto.

## **HIPÓTESIS**

Que la adición de calcio complementario aumentará la firmeza del fruto del tomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización Geográfica

El experimento se llevó a cabo durante el periodo de junio a diciembre del 2014 en un invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se localiza en Buenavista Municipio de Saltillo, Coahuila; a una altitud de 1744 m.s.n.m.

### Material Vegetal

Se utilizó tomate (*Solanum lycopersicum*), tipo bola Liberty<sup>®</sup> F1 de hábito indeterminado (Enza Zaden, 2013).

### Descripción del Sitio Experimental

El trabajo se realizó en un invernadero tipo sierra con ventilación cenital pasiva, de media tecnología, con cubierta de polietileno (PE) blanco 25% de sombreo y cortinas laterales de malla antiáfidos. La plantación se hizo en surcos a suelo desnudo y con fertirriego por goteo.

### Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron tres dosis del Calcio suplementario quelatado con aminoácidos, más un testigo absoluto (Cuadro 1), en cinco repeticiones por tratamiento y ocho plantas por repetición, bajo un diseño de bloques completos al azar.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Dosis L.ha <sup>-1</sup>
1	2.5
2	5.00
3	10.00
4	0.00 Testigo absoluto

Las dosis se disolvieron en 10 litros de agua aplicando dos litros de la solución por cada repetición directamente sobre la base de la planta y a lo largo del surco.

## **Descripción de Actividades para el Establecimiento del Experimento**

### **Producción de Plántula**

Las plantas se produjeron en charolas de poliestireno de 200 cavidades y sustrato peatmoss y perlita en relación 1:1 v/v. La siembra se realizó el día 6 de junio del 2014.

### **Preparación de Terreno**

Se hizo la remoción del terreno con un moto cultivador, después se hicieron los surcos en forma manual con azadón, con una distancia entre surcos de 1.25 m y 15 m de longitud.

### **Trasplante**

El trasplante se realizó el 4 de Julio del 2014. Se plantó a hilera sencilla a una distancia entre plantas de 0.40 m.

### **Tutoreo**

El Tutoreo se realizó a un solo tallo, se utilizó hilo de polietileno color negro conocido comúnmente como rafia, enredando la planta.

### **Control de Malezas**

Fue de forma manual cada ocho días.

### **Deshoje**

La primera poda se realizó dos meses después del trasplante, eliminando las hojas abajo del primer racimo de frutos. Las siguientes podas se realizaron cada quince días, a medida que los frutos de los racimos inferiores eran

cosechados, eliminando las hojas ubicadas por debajo del racimo más próximo a la cosecha.

### **Poda de brotes laterales**

Se eliminaron los brotes laterales o axilares dos veces por semana, o cuando el brote alcanzo en promedio 5 cm de longitud.

### **Riego y Fertilización**

El riego fue por goteo, con cintilla marca T-tape<sup>®</sup> 6 mil, con goteros a 12 cm pulgadas, y un gasto por gotero de 1.13 L por hora. Los riegos se dieron en 3 pulsos por día de 10, 15, 20 y 30 minutos de acuerdo al desarrollo del cultivo y fueron programados con un temporizador marca General Electric modelo 15089.

La fertilización fue con solución nutritiva Steiner (Steiner, 1961) al 50, 75 y 100 % conforme al desarrollo del cultivo. La solución se preparó en un contenedor de 2.5 m<sup>3</sup>.

### **Control de Enfermedades y Plagas**

Para control de enfermedades, se utilizó un programa preventivo, que consistió en aplicaciones semanales de azufre y cobre en dosis de 1.0 g/L intercalados (lunes cobre y jueves azufre).

Para el control de plagas se realizó monitoreo y se realizaron aplicaciones específicas para cada plaga.

### **Cosecha**

La cosecha se hizo manual, realizándose 13 cortes, cortando los frutos de rayado a rojo estos se pesaron en cada repetición dejando tres frutos por repetición para evaluar las demás variables.

## **Variables Evaluadas**

### **Variables de Productividad**

**Número y Peso de Frutos Cosechados por Planta.** Se cosechó el total de plantas de cada repetición. Se contó el número de frutos y se pesó el total de los mismos con una balanza marca Torrey® PCR. Tanto el número de frutos cosechados, como el peso de los mismos se dividieron entre el número de plantas cosechadas para obtener rendimiento por planta. Esta evaluación se realizó en cada corte.

### **Variables de Calidad de Fruto**

Estas variables a excepción del peso promedio de fruto, se evaluaron en cada corte, tomando al azar 3 frutos por repetición.

**Peso Promedio de Fruto.** Este resultado es el promedio de las ocho plantas de cada repetición y se obtuvo dividiendo el peso del total de los frutos cosechados por planta entre el número de los mismos.

**Diámetro Ecuatorial y Polar del Fruto.** Estas mediciones se realizaron con un vernier electrónico marca AutoTec®. Para lo cual se tomaron al azar tres frutos en cada corte o cosecha.

Las variables de Sólidos Solubles Totales, pH, Firmeza, contenido de Ca y K en frutos. Se midieron 4 veces, para ello se tomaron 9 frutos al azar con el mismo grado de madurez visual, de los cuales 3 se evaluaron al momento de la cosecha, tres a los 3 días y los tres restantes a los 6 días después de corte. Los frutos se mantuvieron a temperatura ambiente (21° Celsius)

**Sólidos Solubles Totales (°Brix).** Se determinó con un refractómetro manual marca Sper Scientific®. Modelo 300010. Esto se realizó cortando el fruto de tomate por la mitad y aplicando tres gotas de jugo dentro del refractómetro.

**pH.** Se tomó la medición con un potenciómetro manual, marca Hanna® modelo HI98130. Esto se realizó cortando el fruto de tomate por la mitad y colocando el potenciómetro en una de ellas durante 1 minuto.

**Firmeza.** Para la determinación de firmeza se utilizó un penetrómetro marca McCormick® Modelo FT327 con punta de 6 mm de diámetro. Esto se realizó perforándolo con un penetrómetro.

**Potasio (K<sup>+</sup>) libre en el fruto.** Se midió con un ionómetro marca Oriba® modelo B-751. Esto se realizó cortando el fruto de tomate por la mitad y aplicando tres gotas de jugo dentro del ionómetro.

**Calcio libre en fruto.** Se midió con un ionómetro marca Oriba® modelo B-751. Esto se realizó cortando el fruto de tomate por la mitad y aplicando tres gotas de jugo dentro del ionómetro.

## **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Los datos se analizaron en un diseño experimental de bloques completos al azar (Zar, 1996), con repeticiones de acuerdo a la variable de estudio; a la variables estadísticamente diferentes se les realizó una prueba de rango múltiple Tukey ( $P>0.05$ ). Para ello se utilizó el paquete estadístico. UANL<sup>®</sup>, y Statistica Versión 7 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables de Rendimiento o Productividad

#### Número y peso de frutos por planta

La aplicación del calcio suplementario quelatado con aminoácidos, no afectó los componentes del rendimiento, como el peso y número de frutos cosechados por planta y por lo tanto el rendimiento no fue afectado, como se observa en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de Ca complementario, sobre la productividad de tomate bola Liberty en 5 racimos cosechados.

Dosis (L.ha <sup>-1</sup> ) de Calcio Complementario	Número fruto/planta	Rendimiento/Planta (g)	Extrapolación a Ton/ha (22,800 Plantas)
2.5	20.94 a	3338.04 a	76.10
5.00	21.96 a	3389.74 a	77.26
10.00	19.81 a	3183.66 a	72.57
Testigo absoluto	21.40 a	3288.11 a	74.96
ANOVA (P≤0.05)	NS	NS	

Literales a, b, c diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los tratamientos (Tukey 0.05). No hay diferencia significativa (NS).

Esta respuesta, muestra que el número de frutos será más definido por la información genética de la planta, que por las condiciones del medio ambiente o el manejo del cultivo (Ashcroft *et al.* 1993), Respecto al tamaño del fruto también está determinado por la genética de la planta y depende de tres a cinco pares de genes (Cancino, 1990), pero a diferencia del número de frutos, sí es afectado por las condiciones ambientales, el manejo del cultivo y su efecto en la

relación fuente demanda (Wereing y Patrick 1975), es decir plantas con hojas más grandes y sanas potencialmente, darán frutos de mayor tamaño y peso. El tomate Liberty presenta racimos con 4 frutos en promedio de tamaño mediano (Enza Zaden, 2013).

## Variables de Calidad del Fruto

### Peso Promedio, Diámetro y Longitud del Fruto

La aplicación del calcio complementario quelatado con aminoácidos no afectó el peso promedio, diámetro y la longitud del fruto (cuadro 3).

Cuadro 3. Valores medios de la calidad del fruto de tomate en respuesta a la aplicación del calcio complementario.

<b>Dosis (L.ha<sup>-1</sup>) de Calcio Complementario</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>Diámetro de fruto (mm)</b>	<b>Longitud de fruto (mm)</b>
2.5	159.41 a	69.61 a	57.19 a
5.00	154.36 a	68.42 a	56.30 a
10.00	160.71 a	69.23 a	56.67 a
Testigo absoluto	153.65 a	69.55 a	55.84 a
ANOVA (P≤00.05)	NS	NS	NS

Literales a, b, c diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias del tratamiento. No Significativo (NS).

El peso promedio, el diámetro y la longitud del fruto, en conjunto y sumados al color determinan la calidad visual del fruto en el mercado (Sandoval, 2014). Estas características del fruto, son afectadas por el manejo. Por lo tanto la no afectación de los tratamientos de calcio, pudo ser debido a que el calcio actúa más sobre la firmeza que en el tamaño y peso del fruto.

No hubo diferencia significativa debido a que el calcio no influye directamente para estas variables.

En general podemos observar que la aplicación de calcio complementario no afecta la calidad del fruto en estas variables ya que no hay diferencias significativas con respecto al testigo. El jitomate o tomate Liberty F1, es un tomate tipo bola y se caracteriza por ser un fruto con forma globo-profundo, con buen cierre apical, hombros claros, tamaño grande, (Enza Zaden, 2013). En el estudio que se realizó se produjeron frutos de 157 g en promedio.

### **Firmeza, Solidos Solubles Totales, pH, Ca y K**

La aplicación de calcio complementario quelatado con aminoácidos aumento la firmeza y no mostró efecto en el contenido de Ca, pH y Solidos Solubles Totales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores medios de la firmeza, Ca, K, Solidos Solubles Totales y pH del fruto de tomate en respuesta a la aplicación del calcio complementario.

<b>Dosis (L.ha<sup>-1</sup>) de Calcio Complementario</b>	<b>Firmeza (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ca. (ppm)</b>	<b>K. (ppm)</b>	<b>Solidos solubles totales (°Brix)</b>	<b>pH (µl/ml)</b>
2.5	2.59 a	4.20 a	1520.00 a	4.59 a	3.94 a
5.00	2.65 a	2.60 a	1600.00 a	4.63 a	3.95 a
10.00	2.74 a	2.50 a	1640.00 a	4.60 a	3.95 a
Testigo absoluto	2.10 b	2.60 a	1660.00 a	4.46 a	3.97 a
ANOVA	*	NS	NS	NS	NS
(P≤00.05)					

Literales a, b, c diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los tratamientos (Tukey 0.05). No hay diferencia significativa (NS).

No existe una correlación positiva entre la firmeza del fruto y el contenido de Calcio, como se planteó en la hipótesis, lo anterior puede ser debido a que se midió Calcio libre, mientras que la mayoría del Calcio se encuentra en forma de pectatos de Calcio que los ionómetros no detectan. Entre los principales parámetros de calidad del tomate para la industria están; sólidos solubles, acidez titulable o pH (equivalente de ácido cítrico) (Casierra y Aguilar, 2008).

El fruto maduro y rojo de tomate Liberty que fue mejor para nuestro estudio tuvo una firmeza de 2.74 Kg/cm<sup>2</sup>, contenido de sólidos totales en promedio de 4.57, pH 3.95, Ca 2.97 y K 1600., además son firmes y de alta vida de anaquel. Sin embargo no reporta valores numéricos de la firmeza y la vida de anaquel que sirvan de comparativo a los datos obtenidos en este estudio.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de calcio complementario, quelatado con aminoácidos, aumentó la firmeza del fruto, mas no el contenido de calcio y potasio libre; además no mostró efecto en la productividad, pH y sólidos totales.

## BIBLIOGRAFIA

Adams M. 1995. Fundamentos de química de suelos. Disponible En: <https://books.google.es/books?isbn=9800006699>. Consultado 01 de enero del 2016.

Ashcroft, W; Gurban, R; Wares, C. and Nick, H. 1993. Arcadia and Goulbum: Determinate fresh market tomatoes for arid production areas. HortiScience 28 (8), 854-857

Barba L. R. Rodríguez 1991. Fundamentos de química de suelos. Books. Disponible En: <https://books.google.es/books?isbn=9800006699>. Consultado 01 de enero del 2016.

Besoain E. 1985. *Mineralogía de arcillas de suelos* (No. 60). Bib. Orton IICA/CATIE. San José Costa Rica.

Cancino B. 1990. Efecto del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en hidroponía bajo invernadero. Revista. Chapingo serie horticultura 73-74:26-30.

Casierra y Aguilar, 2008. Evaluación de absorbedores de etileno compuestos por mezclas de permanganato de potasio y vermiculita como retardantes de madurez de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). En [bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co) consultado el 16 de enero del 2016.

Chapagain P.B. Y Z. Wiesman. 2004. Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. ScientiaHort. 99: 279-288.

Enza Zaden, 2013. Catálogo de Semillas de Tomate. Tomate liberty enzazaden. Disponible En: [http://www.enzazaden.com.mx/Products/fruitvegets/tomato/liberty\\_643.aspx](http://www.enzazaden.com.mx/Products/fruitvegets/tomato/liberty_643.aspx). Consultado el 03 de Enero del 2016.

Ferguson I. S. 1990. El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano researchgate. Disponible En: <https://www.researchgate.net> Consultado 12 de enero del 2016.

Finck A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial. Reverte. México Vo.12:454.

Finck A. 1988. Factores químicos de suelo que afectan la calidad de los productos Agrícolas congreso Agronómico. Disponible En: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_083.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_083.pdf). Consultado 20 de marzo del 2016.

Hetcht- Buchholz, 1979. El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. En:[https://www.researchgate.net/profile/Jesus\\_Val/publication/39352677\\_El\\_calcio\\_nutriente\\_para\\_las\\_plantas.\\_Bitter\\_pit\\_en\\_manzano/links/09e4150a8bed32832b000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Val/publication/39352677_El_calcio_nutriente_para_las_plantas._Bitter_pit_en_manzano/links/09e4150a8bed32832b000000.pdf). Consultado 12 de enero del 2016.

Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station. Circular 347.32 p.

Kass D., & Vargas, A. 1998. Conocimientos básicos sobre suelos y agua para el manejo de sistemas agroforestales. *Apuntes de clase del curso corto: sistemas agroforestales*, (32), 85.

Lara I.; García P.; Vendrell M. 2004. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Fruit. Posth. Biol. Tech. 34: 331–339.

Luna-Guzman I.; Barrett D. M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupe. Posth. Biol.Tech. 19: 61-72.

Marschner H. 1994. Los microelementos en la nutrición vegetal, aspectos generales. Val agro. (No. 631.8/V136). Italia.

Mengel, K. J Kirkby, E. A. 2000. Principios de nutrición vegetal. Traducción al español cuarta edición. Internacional potash institute. Basel, Switzerland.

Mora – 2002. Fertilizantes y fertilización. En:  
<https://books.google.com/books?isbn=8429110100>. Consultado 01 de enero de 2016.

Nunhems, 2009. Tomates IntenseMR-Un suceso histórico sorprendente. Disponible En: <http://www.intensetomatoes.com/newsmessage3.html>. Consultado el 02 de Noviembre del 2015.

Rodríguez R. Tavares, R. y Medina, J. 1984. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 206

Sandoval Rangel A. 2014. Biofumigacion de Suelos Agrícolas con Crucíferas. Curso Internacional de invierno. UANL. Nutricion de plantas.

Siap. 2014. Sistema de información agroalimentaria y pesquera Siap.  
Disponible En: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. Consultado el 03 de Diciembre del 2015.

Steiner, A.A. 1961. Principles of plant nutrition by recirculating nutrient solutions. Proceedings 6th. Int. Congre. Soilles Culture: 634-649.

Thompson L. M. Troeh F. R. 1988 "Los suelos y su fertilidad", 4. Ed., editorial Reverted, Barcelona.

Wann E.V. 1996. Physical characteristics of mature green and ripe tomato fruit tissue of normal and firm genotypes. J. Amer. Hort. Sci. 121(3): 380-383.

Wereing P. Patrick J. 1975. Source-sink relations and partition of assimilates. In J. P. Cooper Celd, photosynthesis and productivity in differents environments. Cambridge Univ. Press. 481-499

Zar J. H. 1996 Análisis de Bioestadística. Tercera edición. Prentice Hall. Upper Saddle River, Nueva Jersey, EE.UU, 662