

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**



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

**“Aplicación Poscosecha de Selenio en Frutos de Tomate y Tomatillo y su Efecto  
en la Calidad Nutricional, Potencial Antioxidante y Comportamiento  
Poscosecha”**

**Por:**

**LAURA PAMELA GAMBOA BAEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre de 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**

**"Aplicación poscosecha de selenio en frutos de tomate y tomatillo y su efecto en la calidad nutricional, potencial antioxidante y comportamiento poscosecha"**

**TESIS:**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador**

**Como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Presentada por:**

**LAURA PAMELA GAMBOA BAEZ**

**APROBADA:**




**Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**

**Asesor principal**



**Dr. Antonio F. Aguilera Carbó**

**Vocal**



**Dr. Adalberto Benavides Mendoza**

**Vocal**



**Dr. Ramiro López Trujillo**

**Coordinador de la División de Ciencia Animal**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre de 2013**



## AGRADECIMIENTOS

*A mi Alma Terra Mater por haberme proporcionado el espacio  
para mi formación académica.*

*A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara ya que gracias a ella este  
trabajo fue posible, gracias por la paciencia, tiempo, y dedicación que me  
tuvo, no solamente en la realización de este proyecto si no a lo largo de  
toda mi carrera.*

*Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza gracias por su  
colaboración, y su ayuda en este proyecto.*

*Al Dr. Antonio Aguilera Carbó gracias por su ayuda y  
enseñanzas a lo largo de mi carrera.*

*M.T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel gracias por su  
paciencia, por su atención, y su ayuda que me brindo en el laboratorio  
para la realización de este trabajo.*

## DEDICATORIA

*A Mis Padres que sin ellos nada de esto hubiera sido posible, gracias por brindarme la oportunidad de seguir con mis estudios por la paciencia que me tuvieron para la culminación de mi tesis.*

*Este trabajo es para ustedes jamás tendré como pagarles todo lo que han hecho por mí, por todo el amor, cariño, dedicación, comprensión, a lo largo de toda mi vida, gracias por siempre estar conmigo y nunca soltarme, los amo con todo mi corazón, por ustedes hoy estoy aquí y con esto espero regresarles un poco de todo lo que me han dado.*

*A Mis Hermanos gracias por todo su apoyo no solamente a lo largo de mi carrera, si no toda la vida, gracias porque siempre están ahí cuando los necesito los quiero mucho gracias por formar parte de mi vida.*

*A Mi Abue gracias por todo chulita hermosa, por ser parte esencial en mi vida, eres como mi segunda madre, jamás tendré como pagarte todo lo que has hecho por mí, te amo*

*A mi Sobrina Fer gracias por toda la felicidad que aportas a mi vida mi princesa te amo.*

*A Camilo Serrano gracias por formar parte en la culminación de este proyecto tan importante para mí, por todo tu amor y apoyo que me brindaste, por estar conmigo.*

*A mis Amigos:*

*Gaby Victorino, Mary Victorino, Héctor Velázquez, Laura Salas, Karen Trejo magnificas personas de las mejores que conozco gracias por toda su paciencia por su apoyo en clases y fuera de estas, no sé cómo pagarles todo lo que hicieron por mí lo quiero mucho.*

*Rocío Urrea, Nelly Bustamante, Fasha Galván, Lety Flores, Alejandro Silva, Daniel de las Fuentes, Hernán Dávila, Gerardo García, Jorge Garza, Christian Santana, Pepe Rodríguez, ustedes saben que simplemente la narro no hubiera sido lo mismo sin ustedes gracias por todas las risas, aventuras y de más que compartieron conmigo, espero q estas amistades perduren por siempre los quiero mucho.*

*Axucena Arana, Miranda Mora, Jacqueline Interrial, Viridiana Mijares, Fernanda López, gracias por formar parte de mi vida, y que aunque no estuvieron con mígo en mi narrito fueron parte importante dentro de mi formación las amo y gracias porque a pesar del tiempo y la distancia siempre han estado conmigo y espero que siga siendo así para toda la vida.*

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>IX</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivo General.....	3
1.2.1 Objetivos Específicos.....	3
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tomate.....	4
2.2 Importancia Económica.....	4
2.3 Taxonomía.....	5
2.4 Biología.....	5
2.5 Valor Nutricional.....	6
2.6 Propiedades.....	7
2.7 Calidad.....	7
2.7.1 Normas de calidad.....	7
2.7.2 Forma.....	8
2.7.3 Tamaño.....	8
2.7.4 Color.....	8
2.7.6 Apariencia.....	9

2.7.6 Firmeza.....	9
2.7.7 Acidez.....	9
2.7.8 Brix.....	10
2.7.9 Antioxidantes.....	10
2.8 Tomatillo.....	10
2.9 Importancia Económica.....	10
2.10 Taxonomía.....	12
2.11 Biología.....	12
2.12 Valor Nutricional.....	12
2.13 Propiedades.....	13
2.14 Calidad.....	13
2.14.1 Forma.....	13
2.14.2 Tamaño.....	13
2.14.3 Color.....	13
2.14.4 Apariencia.....	13
2.14.5 Firmeza.....	14
2.14.6 Acidez.....	14
2.14.7 Antioxidantes.....	14
2.15 Selenio.....	15
2.15.1 ¿Dónde se encuentra?.....	16
2.15.2 Cantidades Permitidas.....	16
2.15.3 Propiedades.....	17
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1 Localización del Sitio Experimental.....	18
3.2 Materiales.....	18
3.3 Equipo.....	19
3.4 Método para la preparación de soluciones.....	19

3.5 Preparación de muestra.....	20
3.6 Metodología.....	21
3.7 Variables evaluadas.....	21
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
Peso fresco tomate saladette.....	24
Firmeza tomate saladette.....	24
Potencial REDOX saladette.....	25
Grados brix tomate saladette.....	25
pH tomate saladette.....	26
Materia seca total tomate saladette.....	26
Azucares totales tomate saladette .....	27
Peso fresco tomatillo.....	27
Firmeza tomatillo.....	28
Potencial REDOX tomatillo.....	28
Grados brix tomatillo.....	29
pH tomatillo.....	29
Materia seca total tomatillo.....	30
Azucares totales tomatillo.....	30
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>32</b>



## INDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
1. Clasificación científica del tomate.....	5
2. Información nutricional del tomate.....	6
3. Clasificación de acuerdo al tamaño en tomate Saladette.....	8
4. Resumen nacional por estado en tomatillo (2013).....	11
5. Clasificación científica del tomatillo.....	12
6. Alimentos donde se encuentra el selenio.....	15
7. Cantidades de selenio permitidas.....	16
8. Resultados de peso fresco (%) en muestra de tomate saladette.....	24
9. Resultados de firmeza (lb) en muestra de tomate saladette.....	24
10. Resultados potencial REDOX en muestra de tomate saladette.....	25
11. Resultados grados brix (%) en muestra de tomate saladette.....	25
12. Resultados de pH en muestra de tomate saladette.....	26
13. Resultados de materia seca total (%) en muestra de tomate saladette.....	26
14. Resultados de azúcares totales (mg/g) en muestra de tomate saladette.....	27
15. Resultados de peso fresco (%) en muestra de tomatillo.....	27
16. Resultados de firmeza (lb) en muestra de tomatillo.....	28
17. Resultados potencial REDOX en muestra de tomatillo.....	28
18. Resultados grados brix (%) en muestra de tomatillo.....	29
19. Resultados de pH en muestra de tomatillo.....	29
20. Resultados de materia seca total (%) en muestra de tomatillo.....	30
21. Resultados de azúcares totales (mg/g) en muestra de tomatillo.....	30

## INDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
1. Volumen de producción de tomate.....	4
2. Forma del tomate saladette.....	8
3. Estados de madurez.....	8
4. Tomatillo.....	13
5. Distribución de selenio en México.....	14

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la determinación del efecto de la aplicación de selenito de sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) post-cosecha en tomate y tomatillo. El experimento fue realizado en el Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El estudio de laboratorio se estableció en un diseño completamente al azar, en el cual se evaluaron las variables, pérdida de peso, firmeza, potencial REDOX, grados Brix, pH, materia seca total y azúcares totales. La comparación de medias se realizó mediante una prueba de Fisher. Los análisis de varianza en tomate saladette y tomatillo mostraron diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos para algunas variables tales como: pérdida de peso, resultando la mejor concentración  $0.5 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomate y la  $1 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomatillo; para firmeza, fue  $0.5 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomate y  $0 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomatillo; pH la mejor concentración fue  $0 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomate y tomatillo; Potencial REDOX,  $1 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomate y  $0.5 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  para tomatillo. Para el resto de las variables no se presentó diferencia ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos. Con los resultados obtenidos se logró aumentar la vida de anaquel de tomate y tomatillo.

Palabras claves: tomate, tomatillo, selenito de sodio

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una hortaliza muy importante en numerosos países y su popularidad sigue creciendo. Es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica, su nombre se deriva del Náhuatl de México, donde era conocido como *tómatl* (Nuez 2001).

Su fruto se destina principalmente en su estado fresco para su consumo, pero también sirve como materia prima para la elaboración de diversos derivados, como pastas, sopas entre otros (CORF 1986).

Los tomates son líderes en cuanto vitamina C, en promedio un tomate (120 g) contiene 23 mg de vitamina C aproximadamente, también tiene un alto contenido de potasio, fibra y vitamina A en forma de Beta-Caroteno. Los tomates son fuente de Licopeno, investigaciones recientes señalan que este pigmento puede tener un papel importante contra la lucha del cáncer.

El tomate verde (*Physalis ixocarpa*), también conocido como tomatillo, tomate de cáscara o tomate de milpa, fue conocido desde tiempos remotos por los aztecas y mayas (Sánchez 2006 citado por Jiménez 2012).

El tomatillo es la quinta hortaliza de mayor importancia en México por su superficie cultivada (SIAP 2009). En años recientes el consumo per cápita ha ido en aumento.

El tomate verde se destaca por su significativo aporte de vitamina C, B9, hidratos de carbono y agua.

Los radicales libres de oxígeno causan daño oxidativo, los cuales se han visto implicados en la patología de más de cien enfermedades diferentes entre ellas diferentes tipos de cáncer, enfermedades cardíacas y vasculares, diabetes y desordenes neurovegetativos. Los radicales libres se producen continuamente en el organismo por medio de reacciones bioquímicas de oxidación-reducción con oxígeno (REDOX), que tiene lugar por el metabolismo de las células, estas atacan componentes celulares, causando daño sobre lípidos, proteínas y ADN, los cuales pueden causar lesión celular.

El sistema antioxidante protege a los tejidos de los efectos de los radicales libres, estos se clasifican en primarios, secundarios y terciarios, dependiendo su función. Dentro del primer grupo se encuentran los que protegen al organismo contra la formación de los radicales libres, donde se encuentra la glutatión peroxidasa (GPX), que convierte el peróxido de hidrógeno y los peróxidos lipídicos en moléculas inofensivas, antes que puedan formar los radicales libres (Céspedes y Sánchez 2000).

El selenio es un componente de la enzima antioxidante glutatión peroxidasa, donde hace equipo con la vitamina E en el organismo (Roberts 2003).

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

Existe evidencia de que el aumento en la ingesta de Selenio a través de los alimentos disminuye el riesgo de algunos tipos de cáncer y otras enfermedades, por ello se buscara incorporar este elemento esencial en los frutos de tomate y tomatillo, que constituyen frutos cuya ingesta es común y amplia entre la población mexicana. Consideramos que la generación de conocimientos acerca de cómo incorporar este elemento traza, en los frutos de estas dos especies, puede redundar en mayores conocimientos sobre su comportamiento poscosecha y en posibles beneficios al consumidor.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Determinar el efecto de la aplicación poscosecha de selenio al fruto de tomate saladette y tomatillo utilizando aportes de selenito de sodio en solución acuosa.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Verificar el efecto de la aplicación de selenio como selenito de sodio en solución acuosa sobre los valores de potencial REDOX del extracto de los frutos del tomate y tomatillo.
- Establecer el efecto de la aplicación de selenio como selenito de sodio en cuanto a vida de anaquel en los diferentes tratamientos en tomate y tomatillo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Tomate

### 2.2 Importancia económica

El comercio mundial del tomate se ha ido expandiendo gracias a los tratados de libre comercio y al bajo precio de transporte derivado de la cercanía geográfica, como en el caso de Canadá, Estados Unidos y México.

Los países que ocupan los primeros lugares de mayores exportaciones esta Holanda que ocupa el primer lugar, con el 22 % de volumen, siguiéndole México con un 18 % en segundo lugar (SAGARPA 2010).

El tomate es el principal producto de exportación de México con un valor promedio anual de \$899 millones de USD en periodo 2000-2009; Norteamérica es su principal mercado con el 95% (Estados Unidos y Canadá).

En México la oferta de tomate es sustentable con producción de 2 millones de toneladas promedio al año, dedicando poco más de 70 mil hectáreas dedicadas a la siembra del tomate. Entre los cuales destacan: saladette, Bola, Cherry y Racimo que son los tipos de tomate más importantes producidos en nuestro País (SAGARPA 2009).

En el 2012 la producción sumo 2.2 millones de toneladas debido a que las condiciones climáticas no fueron muy favorables (FAO 2013).

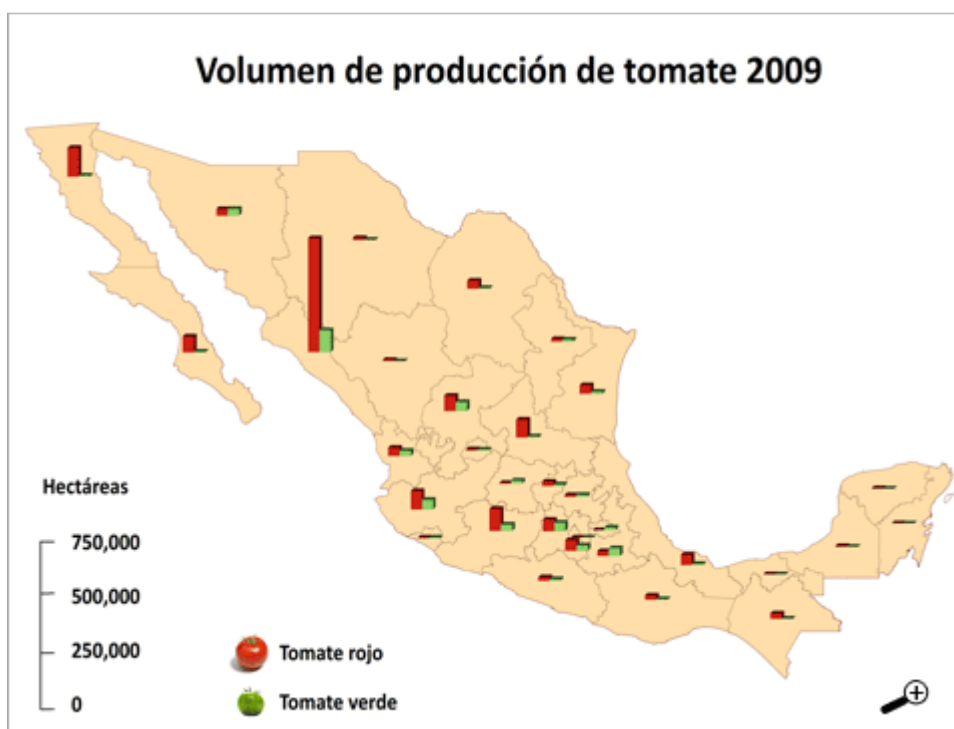


Figura 1. Volumen de producción de tomate. SIAP 200

## 2.3 Taxonomía

El tomate es una planta dicotiledónea, que pertenece a la familia Solanaceae y al género *Lycopersicon*, *L. esculentum* es la especie cultivada y posee 9 especies silvestres. El nombre genérico y específico fue dado por Miller en el año de 1788 (Vallejo y Estrada 2004).

Cuadro 1. Clasificación científica del tomate

Clasificación científica	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	<i>S. tuberosum</i>

(Nuez 2001)

## 2.4 Biología

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas, la parte comestible de la planta es el fruto o baya climatérica, la cual está formada por un pericarpio, tejido placentario y las semillas.

La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas, esta capa es la que contiene ácidos cuticulares y ceras que ayudan al fruto a ser resistentes contra enfermedades y al ataques de insectos.

Debajo del epicarpio encontramos la pulpa (mesocarpio y endocarpio) y es ahí donde se encuentran las haces vasculares color amarillo; las cavidades locales contienen las semillas en el parénquima gelatinoso (Galicia, 2007 citado por Galicia, 2009).

La maduración del fruto se caracteriza por los cambios fisiológicos, incluyendo la suavidad del fruto, acumulación de azúcares y la producción de químicos asociados con el aroma, color y sabor del fruto (Bruno y Wetzel, 2004 citado por Galicia, 2009).



## 2.5 Valor Nutricional

El valor nutricional del tomate consiste especialmente en su contenido de vitamina C, licopeno y caroteno (López, 1988 citado por Nuez, 2001).

Su valor nutritivo no es muy elevado según un estudio realizado por Stevens en 1974, sobre hortalizas de EE.UU donde el tomate ocupó un 16º lugar según su concentración de un grupo de 10 vitaminas y minerales. Aunque gracias a su popularidad en muchos países es una de las principales fuentes de vitaminas y minerales (Nuez 2001).

Cuadro 2. Información nutricional del tomate

<b>Información Nutricional</b>			
Porción 1 Tomate (125g)			
<b>Cantidad Por Porción</b>			
<b>Calorías</b> 20	<b>Calorías de Grasa</b> 0		
<b>% Valor Diario*</b>			
<b>Grasa Total</b> 0g	0%		
<b>Grasa Saturada</b> 0g	0%		
<b>Grasa Trans</b>			
<b>Colesterol</b> 0mg	0%		
<b>Sodio</b> 5mg	0%		
<b>Carbohidratos Totales</b> 5%	2%		
<b>Fibra Dietética</b> 2g	8%		
<b>Azúcares</b> 3g			
<b>Proteína</b> 1g			
<b>Vitamina A</b> 20%	<b>• Vitamina C</b>	25%	
<b>Calcio</b> 2%	<b>• Hierro</b>	2%	
* Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Según Codex Alimentarius			
		Calorías	2,000    2,500
<b>Grasa Total</b>	Menos de	65g	80g
<b>Grasa Saturada</b>	Menos de	20g	25g
<b>Colesterol</b>	Menos de	300mg	300mg
<b>Sodio</b>	Menos de	2,400mg	2,400mg
<b>Carbohidratos Totales</b>		300g	375g
<b>Fibra</b>		25g	30g
<b>Calorías por gramo</b>			
<b>Grasa</b> 9	<b>• Carbohidrato</b> 4	<b>• Proteína</b> 4	

Instituto de nutrición de Centro América y Panamá 2013.

## **2.6 Propiedades**

El color rojo intenso se debe al contenido de licopeno, antioxidante natural que ayuda a prevenir problemas de salud como cáncer de próstata y ataques cardíacos.

Además de que contiene otras propiedades que ayudan a aliviar inflamación y ardor en caso de picaduras de animales, dolor de garganta, combate acné, hipoglucemia, protege al hígado, estimula el apetito y combate anemia (Atencio 2005).

## **2.7 Calidad**

Un tomate de calidad es aquel que se encuentra sano, limpio, entero, sin sabor, ni olores extraños, que no sea harinoso, ni hueco, resistente al transporte y manipulación. Dicha calidad se logra desde la selección de la semilla y se continúa en todo proceso de producción.

Existen tres aspectos relacionados con la calidad; firmeza: relacionada con el espesor de la piel, deformidad etc., calibre: este depende de la temperatura, riego, abonado, ataques de parásitos y accidentes fisiológicos., y el agrietado que depende del tipo de variedad, técnicas culturales y suelo (Rodríguez y col., 2001).

### **2.7.1 Normas de calidad**

- I. Identidad; nombre científico y nombre común.
- II. Condiciones generales; el fruto debe estar bien formado, con características representativas de la variedad: sanos, limpios y maduros según los requisitos del mercado.
- III. Condiciones específicas; los tomates no deben presentar daños serios como: pudriciones, presencia de insectos y escaldaduras., o defectos tales como: rajaduras por crecimiento, cicatrices epidérmicas, quemaduras de sol, decoloración externa, mal formaciones, tomates huecos y daños mecánicos. Se considera defecto cuando sobre pasa un 10 % de su peso o área superficial.
- IV. Tolerancia; se establece una tolerancia del total del 15 % para daños serios y un 5 % para defectos (Casseres 1967).

### 2.7.2 Forma

El fruto es una baya jugosa, de forma generalmente sub-esférica, globulosa o alargada (SAF 2010).



Figura 2. Forma del tomate saladette

### 2.7.3 Tamaño

Cuadro 3. Clasificación de acuerdo al tamaño en tomate saladette

Tamaño	Medida (cm)	Peso (g)
Chico	2.5 - 3.4	20 - 59
Mediano	3.5 - 4.4	60 - 83
Grande	4.5 - 5.4	84 - 100
Extra grande	5.5 - 5.9	100 - 135

Premier horticultura Group 2010

### 2.7.4 Color

El color varía según su estado de maduración comenzando con un color verde cuando el fruto se encuentra inmaduro, pasado con diferentes tonalidades de anaranjados hasta llegar a un rojo intenso cuando ha completado su estado de maduración (SAF 2010).



Figura 3. Estados de Madurez

### **2.7.5 Apariencia**

El principal atributo de calidad para el consumo fresco del tomate saladette es su apariencia externa, en los que se atribuye el color, tamaño, forma, firmeza, maduración y frescura del cáliz (Hobson y Kilby, 1984 citados por Bugarin, 2002).

Otra característica importante es el sabor que está relacionado con la cantidad de azúcares totales y ácidos orgánicos (Ho, 1996 citado por Bugarin, 2002).

Los parámetros de calidad más empleados con el contenido de sólidos solubles totales, color, firmeza, pH, y acidez titulable (AVRDC, 1994 citado por Bugarin, 2002).

### **2.7.6 Firmeza**

Una mayor firmeza asegura una mejor vida poscosecha (Shany 2004).

La firmeza del fruto ayuda a reducir el daño durante la transportación del campo a su destino, la facilidad de pelado, la resistencia al agrietamiento que reduce la descomposición de los frutos (Villareal 1982).

La firmeza está relacionada con el espesor de la piel, deformidad etc., asimismo en la forma en que se realiza el riego, el tiempo y la forma en cómo se recoge el fruto (Rodríguez y col., 2001).

La firmeza preferida por los consumidores es de 65 KPa (Gómez 2002).

### **2.7.7 Acidez**

El ácido que predomina en el fruto del tomate es el cítrico, seguido del málico. También se encuentran otros ácidos tales como fórmico, acético y el transaconítico que se encuentra en muy pequeñas cantidades.

Los ácidos se concentran en la cavidad locular y en el mesocarpio externo.

Su acidez máxima se presenta durante la maduración y está relacionada con la apariencia de color rosado. El contenido del potasio tiene relación con la acidez del tomate, ya que su jugo se comporta como un tampón constituido por ácidos débiles (ácidos cítrico y málico) y bases fuertes (fundamentalmente el potasio). La acidez del tomate aumenta con la fertilización nitrogenada en la que los nitratos son más eficaces que la forma amónica y reduce el fósforo (Nuez 2001).

### **2.7.8 °Brix**

Los hidratos de carbono sufren cambios bioquímicos durante la maduración. La disminución de los polisacáridos de las membranas celulares contribuye en el aumento del contenido de azúcares (Reyna, 1998 citado por Casierra y col., 2010).

### **2.7.9 Antioxidantes**

Los tomates son ricos en vitamina A y C, beta caroteno, licopeno y otros antioxidantes (Davis y Hobson, 1996 citados por Zapata y col., 2007).

El licopeno es el pigmento vegetal responsable de darle el color rojo característico del tomate, y es el principal responsable de la gran capacidad antioxidante del tomate (Guinferrer, 2011).

## **2.8 Tomatillo**

### **2.9 Importancia Económica**

*Physalis* (Solanaceae) es un género americano que se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Sudamérica (D'Arcy, 1991 citado por Santiaguillo y col., 2010).

El tomate verde o tomatillo ha sido conocido por casi más de 400 años y su aprovechamiento se remota a épocas prehispánicas.

En la actualidad, se conocen por lo menos 19 especies de *Physalis* que se recolectan para el consumo del fruto (Santiaguillo y col., 2009). El tomatillo se cultiva en todas las entidades del territorio mexicano, cuya producción se destina al mercado nacional e internacional. En las últimas décadas esta hortaliza ha ocupado uno de los primeros lugares de producción en México.

El tomate de cascara es una de las principales hortalizas en México. Se ha utilizado como un sustituto del tomate y a partir del 1990 al 2000 se duplicó su superficie cultivada.

En el 2008 una más actualizada se establecieron 46 889 ha de tomate de cascara, 74.12% bajo riego, con un rendimiento promedio de 14.02 t/ha con un valor de la producción mayor a 1 834 millones de pesos; de los cuales el otro 25.88% se estableció en condiciones de temporal, con un rendimiento de 11.61 t/ha aproximadamente, con un valor de 454 millones de pesos (OEIDRUS-JALISCO 2010 citado por Santiaguillo y col., 2010).

Las entidades con mayor producción de tomate de cáscara fueron: Sinaloa, Puebla, Zacatecas, Guanajuato, Sonora, Michoacán, México, en riego; Jalisco, Morelos, Sinaloa y Nayarit, en temporal.

Cuadro 4. Resumen nacional por estado en tomatillo (2013)

Estado	Superficie (ha)			Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
	sembrada	cosechada	sinistrada	obtenida	obtenido
BAJA CALIFORNIA	39	19		292	15.368
BAJA CALIFORNIA SUR	236	215	20	5.228	24.314
COLIMA	486	486		6.979	14.360
CHIAPAS	156	156		4.254	27.358
GUANAJUATO	1.104	49	1.055	212	4.337
GUERRERO	308	308		4.889	15.878
HIDALGO	242	132	110	1.559	11.809
JALISCO	1.143	1.143		12.309	10.769
MEXICO	720	720		11.723	16.282
MICHOACAN	1.274	1.134	140	19.393	17.101
MORELOS	91	91		1.310	14.401
NAYARIT	3.888	3.888		64.998	16.718
NUEVO LEÓN	100	100		1.850	18.500
OAXACA	189	189		1.599	8.465
PUEBLA	1.505	1.312	193	12.253	9.343
QUERETARO	227	227		5.058	22.282
SAN LUIS POTOSI	159	158	1	1.885	11.930
SINALOA	7.088	5.864	1.190	62.880	10.723
SONORA	1.878	1.325	553	19.730	14.891
TAMAULIPAS	145	145		4.455	30.724
TLAXCALA	15	15		170	11.333
VERACRUZ	448	401	10	3.723	9.284
YUCATAN	5	5		60	11.429
ZACATECAS	258	258		6.046	23.457
<b>TOTAL</b>	<b>21,703</b>	<b>18,339</b>	<b>3,273</b>	<b>252,855</b>	<b>13.788</b>

Fuente: SIAP 2013

## 2.10 Taxonomía

Cuadro 5. Clasificación científica del tomatillo

Clasificación Taxonómica	
Reino	Vegetal
Subreino	Plante
División	Spermatophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Polemoniales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Physalis</i>
Especie	<i>P. ixocarpa</i>

(Benson, 1957 citado por Mundo, 2006)

## 2.11 Biología

El fruto es una baya, en su mayoría sésil y pocas veces sobre un ginóforo, la baya de color verde, naranja, amarilla o con tonos púrpuras, de 0.8-1.5 cm de diámetro (hasta 4 cm en el tomate cultivado).

*P. philadelphica* es una herbácea anual, erecta, ramificada, extendida, que alcanza hasta 1 metro de alto (Vargas y col. 2003 citado por Santiaguillo y col., 2010).

## 2.12 Valor nutricional

El tomatillo se caracteriza por ser un fruto que contiene vitaminas A y C, fibra (4.8 g), proteínas (1.9 g), además de fósforo, hierro, potasio, calcio, magnesio y zinc (Rodríguez y col, 2001).

Componente	Proporción
Porción comestible	0.86
Energía (Kcalorias)	24.00
Proteinas (g)	1.0
Grasas (g)	0.7
Carbohidratos (g)	4.5
Calcio (mg)	18.0
Hiero (mg)	2.3
Tiamina (mg)	0.08
Ribloflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	1.7
Acido ascórbico (mg)	2.0
Retinol (mcg Eq)	4.0

Hernández (1983)

### **2.13 Propiedades**

Se le han atribuido propiedades medicinales tales como antiasmáticas, diuréticas, antisépticas, sedantes, analgésicas y antidiabéticas; además, fortifica el nervio óptico, alivia problemas de garganta, dermatitis, hepatitis, reumatismo y elimina parásitos intestinales y amibas (Rodríguez y col., 2001).

### **2.14 Calidad**

El tomatillo se puede cosechar en diferentes etapas del desarrollo. Para su comercialización, deberán ser cosechados cuando el fruto este bien formado, han llenado substancialmente la cáscara pero siguen mostrando un verde intenso. La fruta demasiado madura pierde intensidad en color verde o se amarillea y debería ser descartada puesto que son más dulces e indeseables para la mayoría sus usos.

#### **2.14.1 Forma**

El fruto es una baya jugosa en forma de globo u ovoide.



Figura 4. Tomatillo

#### **2.14.2 Tamaño**

El fruto llega a medir entre 1.25 y 2.15 cm de diámetro con un peso de aproximadamente 4 a 10 g.

Contiene entre 200 y 300 semillas.

#### **2.14.3 Color**

La baya varía de color amarillo al ocre; pasando por color amarillo, naranja cuando madura o verde según la variedad.

#### **2.14.4 Apariencia**

Su piel es delgada y lustrosa y está recubierta por un cáliz que la protege (Medina 2006).



#### **2.14.5 Firmeza**

La firmeza como un proceso no destructivo el cual es utilizado para determinar la calidad de poscosecha de la fruta.

La firmeza cambia durante el proceso de maduración (Thompson, 1998 citado por Ciro, 2007).

#### **2.14.6 Acidez**

El tomatillo contiene ácidos orgánicos, principalmente cítricos y málicos, expresados en peso fresco del fruto, esto explica el sabor dulce y ácido el fruto.

#### **2.14.7 Antioxidantes**

La vitamina C es un importante antioxidante como elemento nutritivo para la salud humana, se le atribuye el fortalecimiento del organismo en defensa de enfermedades cardiovasculares (Carr y Frei, 1999 citados por Ramírez, 2010).

## 2.15 Selenio

El selenio es un componente de una enzima antioxidante llamada glutatión peroxidasa. En el organismo hace equipo con la vitamina E.

La deficiencia de selenio en México es un problema para la mayor parte del país. El selenio es un mineral, que en su forma pura es volátil. Durante explosiones volcánicas el selenio es eliminado, y solo se conserva en pequeñas cantidades en los suelos, de donde es tomado por las plantas.

Durante los años cincuenta, el selenio dejó de ser un elemento tóxico a ser reconocido por su importancia en la fisiología animal, ya que se comprobó que su deficiencia producía enfermedad al musco blanco, su importancia reside en que forma parte estructural de más de 30 selenoenzimas que regulan el metabolismo oxidativo, evitando así que los radicales oxidantes dañen las células (López 2012).



Figura 5. Distribución de selenio en México

Target map

El selenio tiene varios estados de oxidación como selenuro ( $\text{Se}^{2-}$ ) selenio elemental ( $\text{Se}^0$ ), selenito ( $\text{Se}^{4+}$ ) y selenato ( $\text{Se}^{6+}$ ). Las formas oxidadas del selenio como selenito y selenato son absorbidas por las plantas debido a su alta solubilidad (Bradley y col., 2006).

### 2.15.1 ¿Dónde se encuentra el Selenio?

Cuadro 6. Alimentos donde se encuentra el selenio

Alimento	Porción	Selenio (mcg.)
Harina Integral	1 taza (120 gr.)	74
Crustáceos (langosta cocida)	85 gr.	62
Crustáceos (cangrejo, en lata)	1 taza (135 gr)	57
Carne de vaca, cocida	85 gr.	35
Carne de pavo, sin grasa, cocida	100 gr.	32
Carne de pollo, pechuga, cocida	100 gr.	20
Huevo entero	1 mediano	14
Avena, instantánea, cocida	1 taza	12
Queso <u>cottage</u> , 2 % grasa	1/2 taza (180 gr.)	12
Arroz, blanco, enriquecido, cocido	1/2 taza	12
Pan, integral	1 rodaja	10
Nueces, secas	30 gr.	5
Pan, blanco	1 rodaja	4
Leche descremada	1 taza	8

USDA (Base de datos del departamento de agricultura de Estados Unidos)

### 2.15.2 Cantidades Permitidas

Las necesidades diarias para la mujer radican en 60 mg y 80 mg por día para el hombre, pero estudios recientes sugieren que se debería de consumir entre 100 y 200 mg/día para la eficiencia antioxidante fuese óptima. Cantidades menores a 30 mg/día suponen deficiencia y tiene consecuencias en el corazón.

Se considera que al consumir alimentos la dosis aproximada es de 50 mg/día por lo cual es recomendable tomar algún suplemento (Causse 2010).

Cuadro 7. Cantidades de Se permitidas

<i>EDAD (años)</i>	<i>CANTIDAD DIARIA RECOMENDADA DE Se EN microgr</i>	<i>CANTIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE Se EN microgr</i>
0-0.5	10-15	45
0.5-1	15-20	60
1-3	20	90
4-6	20	150
7-10	30	280
<b>HOMBRES</b>		
11-18	50	280
19-24	70	400
25-50	70	400
+51	70	400
<b>MUJERES</b>		
11-18	50	280
19-24	55	400
25-50	55	400
+51	55	400
<b>EMBARAZADAS</b>	60	400
<b>LACTANCIA</b>	70	400

ANET (Asociación Nacional de Elementos Traza)

### 2.15.3 Propiedades

El selenio es un micro nutriente, un oligoelemento no metálico. Es un componente de sustancias (enzimas y proteínas) que desempeñan funciones en el metabolismo y actúa como antioxidante. Existen enfermedades relacionadas con la deficiencia de selenio (Puente 2006).

Los primeros estudios con selenio fueron realizados en los años cincuenta y tuvieron como resultado la confirmación de una importante función antioxidante, así como la capacidad de combatir varios tipos de cánceres y problemas cardiovasculares.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del sitio experimental**

La siguiente investigación se realizó en el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal, el cual se encuentra ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Las muestras que se analizaron fueron obtenidas en el Mercado de Abastos de la ciudad de Saltillo, Coahuila. Ubicado en periférico Luis Echeverría.

#### **3.2 Materiales**

- Botes de plástico de dos Litros
- Agua destilada
- Selenito de Sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ )
- Cajas de plástico
- Tomate saladette
- Tomatillo
- Cuchillo
- Tabla
- Charolas de aluminio
- Espátula
- Mortero
- Ácido sulfúrico concentrado con fenol a una concentración de 1mg/ml
- Bajo con hielo
- Tubo de ensayo
- Vasos de precipitado 100 ml
- Sacarosa CTR scientific
- Papel filtro whatman 1
- Agua destilada
- Matraz de aforación 100 ml

### 3.3 Equipos

- Estufa de secado ROBERT SHAW 15-360
- Termómetro de Max min
- Bascula gravimétrica HR-200
- Bascula analítica OHAUS SCOUT SP601
- Penetrómetro Fruit Pressure Tester mod. FT. 011(0-11 lbs.)
- Refractómetro Hand Held Refractometer ATC
- Potenciómetro Champ HANNA H1-98-106
- ORP Combo pH y ORP HANNA H1-98-21

### 3.4 Método para la preparación de soluciones

Se realizaron 4 tratamientos a diferentes concentraciones de selenito de sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ).

- Testigo (agua destilada)
- $0.5 \text{ mg/L}^{-1}$
- $1 \text{ mg/L}^{-1}$
- $2 \text{ mg/L}^{-1}$

#### Peso Molecular



$$\text{Na} \times 2 = 22.99 \times 2 = 47.94\text{g}$$

$$\text{Se} \times 1 = 78.96\text{g}$$

$$\text{O} \times 3 = 16 \times 3 = 48\text{g}$$

$$\text{PM} = 172.63\text{g de } \text{Na}_2\text{SeO}_3$$

Tratamiento  $0.5 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$

$$172,940 \text{ ppm } \text{Na}_2\text{SeO}_3 \text{ -- } 78,960 \text{ mg Se}$$

$$X \text{ -- } 0.5 \text{ mg Se}$$

$$X = 1.0951114 \text{ mg } \text{Na}_2\text{SeO}_3$$

Tratamiento  $1 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$

$$172,940 \text{ ppm } \text{Na}_2\text{SeO}_3 \text{ -- } 78,960 \text{ mg Se}$$

$$X \quad \text{--} \quad 1 \text{ mg Se}$$

$$X = 2.1902228 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_3$$

Tratamiento  $2 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$

$$172,940 \text{ ppm Na}_2\text{SeO}_3 \quad \text{--} \quad 78,960 \text{ mg Se}$$

$$X \quad \text{--} \quad 2 \text{ mg Se}$$

$$X = 4.3804457 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_3$$

Se ocuparon dos Litros para cada tratamiento

$$\text{Tratamiento } 0.5 \text{ mg/L}^{-1} = 2.1902228 \text{ mg}$$

$$\text{Tratamiento } 1 \text{ mg/L}^{-1} = 4.3804456 \text{ mg}$$

$$\text{Tratamiento } 2 \text{ mg/L}^{-1} = 8.7608914 \text{ mg}$$

### 3.5 Preparación de la muestra

De acuerdo con los resultados anteriores se realizaron las soluciones pesando el selenito de sodio para dos litros posteriormente se agitaron durante unos minutos de forma manual, se acomodaron los tomates de forma aleatoria en grupos de 30, y se colocaron en cajas de plástico, ahí se sometieron a inmersión con las soluciones y se dejaron durante 10 minutos.

Transcurrido el tiempo se sacaron con cuidado y se colocaron sobre papel secante hasta que se secan a temperatura ambiente, posteriormente se guardaron en un cuarto donde se monitoreaba la temperatura máxima y mínima cada dos días.

### **3.6 METODOLOGÍA**

1. Se dividieron 120 tomates en 4 grupos de 30.
2. Se marcó cada fruto con un marcador de punta redonda del 1 al 120.
3. Se sumergieron los grupos en los diferentes tratamientos durante 10 minutos.
4. Transcurrido el tiempo se colocaron sobre papel secante y se secaron a temperatura ambiente.
5. Se muestrearon todos los tomates para obtener el peso inicial fresco
6. Se tomaron tres frutos de cada tratamiento para tomar datos iniciales de % MST y azúcares totales.
7. Cada dos días a partir del día cero se pesó el fruto de forma individual, registrando número y peso.
8. Cada cuatro días a partir del día 0 se tomaron 4 frutos al azar, registrando número, firmeza, potencial REDOX (ORP), °Brix y pH.
9. Al llegar a los 20 días se tomaron tres frutos para determinar % MST y azúcares totales.

### **3.7 Variables evaluadas**

#### **Materia Seca**

Se obtiene mediante la evaporación total de la humedad, se lleva a cabo mediante la aplicación de temperatura (100 – 103°C) cierto periodo del tiempo (24 horas) a la muestra, tomándole su peso con anterioridad, presentando una diferencia en su peso.

% MST:  $(\text{Peso crisol con muestra seca} - \text{peso crisol solo}) / \text{g de muestra} \times 100$



## Azúcares Totales

Los carbohidratos constituyen la mayor parte de los componentes vegetales, los azúcares como la glucosa, fructosa y sacarosa se acumulan especialmente en el jugo celular.

Se llevó a cabo utilizando 1 ml de muestra, que fue temperizada por un minuto, se adiciono el fenol sulfúrico, agitándose dentro de un baño con hielo, se realizó una dilución de 1 en 100 ya que su concentración era muy alta, después se colocó en baño maría por 5 minutos y se dejó enfriar a temperatura ambiente, posteriormente leyendo la absorbancia a 480 nm (Dubois y col., 1956)

## Curva

Rango de la curva 0.2 a 1g/L

Preparación de la solución madre 0.01 g de azúcar y disolver en 10 mL

Tubo	0	1	2	3	4	5
Solución madre	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Agua destilada	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
Fenol sulfúrico	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 MI

## Firmeza

La firmeza es indirectamente proporcional a la madurez fisiológica del fruto, esto por cuestiones de selección natural.

Para la medición de la firmeza se realizó un corte con una cuchilla al fruto, posteriormente introduciéndole el penetrómetro dando la lectura en relación a la fuerza necesaria para penetrar el tejido vegetal.

## Potencial REDOX

La tendencia a reducir u oxidar a otros elementos químicos se cuantifica por el potencial de reducción, también llamado potencial REDOX.

Se introdujo el potencial REDOX midiendo con un electrodo dando una lectura en mV.

## **pH**

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrogeno  $[H_3O^+]$  presentes en determinadas sustancias.

Este análisis se llevó a cabo mediante la introducción del potenciómetro manual a la hortaliza fresca y posteriormente tomando la lectura.

## **°Brix**

Determina el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido, es la concentración de sólidos- solubles.

#### IV. Resultados y Discusión

Se realizó un análisis de varianza para cada uno de los tratamientos y comparación de medias de Fisher ( $\alpha= 0.05$ ) para determinar si se encontraron diferencias significativas en los diferentes tratamientos; testigo (0), 0.05, 1 y 2  $\text{mg/L}^{-1}$  de selenito de sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ), en tomate y tomatillo. El paquete estadístico utilizado fue el Analyse-It versión 2.9 para Microsoft Excel.

**Cuadro 8. Resultados de peso fresco (%) en muestra de tomate saladette.**

Concentraciones Se ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	Medias peso fresco
1	76.86b
0	77.41b
2	81.25 a
0.5	81.82 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados para la variable de peso fresco, se muestran en el cuadro 8, como se puede observar las concentraciones de 0.5 y 2  $\text{mg/L}^{-1}$ , son estadísticamente iguales, con 81.25 % respectivamente. Más no para el testigo 0 y 1  $\text{mg/L}^{-1}$  los cuales son diferentes de las concentraciones mencionadas anteriormente. Por lo tanto las cuatro concentraciones utilizadas son estadísticamente diferentes. Dichos resultados concuerdan con el trabajo realizado por Villarreal (2001), quien realizó estudios en calidad de post-cosecha de tomate.

**Cuadro 9. Resultados de firmeza (lb) en muestra de tomate saladette.**

Concentraciones Se ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	Medias firmeza (lb)
1	2.85 a
0	2.99 a
2	3.03 a
0.5	3.12 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados para la variable de firmeza, se muestran en el cuadro 9, en el cual no se obtuvo diferencia entre tratamientos, por lo tanto todas las concentraciones (0, 0.5, 1 y 2  $\text{mg/L}^{-1}$ ) son estadísticamente iguales. Los valores obtenidos para la variable firmeza son superiores a los encontrados por Hernández (2013), quien realizó un estudio sobre características físico-químicas y microbiológicas en tomate quien obtuvo valores de 1.57 a 2.02 lb.

**Cuadro 10. Resultados de potencial REDOX en muestra de tomate saladette.**

Concentración Se (mg/L <sup>-1</sup> )	Medias ORP
2	119.75 a
0.5	126.25ab
0	131.31ab
1	139.00 b

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados para la variable potencial REDOX (ORP), se muestran en el cuadro 10, para dicha variable los tratamientos con las concentraciones 0.05 mg/L<sup>-1</sup> y testigo resultaron estadísticamente iguales, sin embargo las concentraciones 1 y 2 mg/L<sup>-1</sup> son diferentes entre sí y también diferentes a los mencionados anteriormente. Por lo tanto y con lo anteriormente mencionado el mejor tratamiento para potencial REDOX es la concentración 2 mg/L<sup>-1</sup> ya que contiene más antioxidantes.

**Cuadro 11. Resultados de grados Brix (%) en muestra de tomate saladette.**

Concentración Se (mg/L <sup>-1</sup> )	Medias °Brix (%)
1	2.98 <sup>a</sup>
0.5	3.03 a
2	3.23 a
0	3.49 <sup>a</sup>

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados de grados Brix se muestran en cuadro 11, en el cual se puede observar que para esta variable no hubo diferencia entre tratamientos por lo que se consideran estadísticamente iguales. Dichos valores son cercanos a los obtenidos en el trabajo de Vázquez (2012), quien trabajó con tomates y el efecto del selenio poscosecha alcanzando valores desde 4 a 4.8 %.

### Cuadro 12. Resultados de pH en muestra de tomate saladette.

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias pH
0	5.14 a
0.5	5.20 b
1	5.30 ab
2	5.74 b

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados para pH se muestran en el cuadro 12, en el cual se puede observar que los tratamientos 0.5 y 2 mg L<sup>-1</sup> variable pH se muestra que son estadísticamente iguales pero diferentes a 0 y 1 mg L<sup>-1</sup>. También se puede observar que los valores de pH obtenidos en este estudio se encuentran en un rango medio de 5.14 a 5.74, dichos valores son superiores a los obtenidos por Hernández (2013), quien presentó valores de 4.

### Cuadro 13. Resultados de Materia Seca Total (%) en muestra de tomate saladette.

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias Materia seca total (%)
0.5	4.30 a*
1	4.02 a
0	3.97 a
2	3.47 a

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados para materia seca total se muestran en la tabla 13, en la que se puede observar que para ésta variable de materia seca total no se presentó diferencia entre tratamientos, por lo que se consideran estadísticamente iguales. Dichos resultados son diferentes por Vázquez (2012) quien obtuvo valores de 5.8 – 6.8%, probablemente debido al tiempo de maduración y temperatura donde se conservaban las muestras.

**Cuadro 14. Resultados de Azúcares totales (mg/g) en muestra de tomates.**

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias Azúcares totales (mg/g)
0.5	0.19 b
2	0.24 ab
1	0.25 ab
0	0.28 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

En el cuadro 14 se muestran los resultados para la variable de azúcares totales para la cual estadísticamente los tratamientos 1 y 2 mg L<sup>-1</sup> son iguales, 0.5 mg L<sup>-1</sup> y el testigo son diferentes entre sí y también diferentes a los anteriormente mencionados. Se puede observar que conforme se aumenta la concentración de selenito de sodio, también aumenta el contenido de azúcares totales. Dichos valores concuerdan con un estudio realizado por García y colaboradores (2009), quien obtuvo valores de 0.04-0.64.

**Cuadro 15. Resultados de peso fresco (g fruto) en muestra de Tomatillo.**

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias Peso fresco (g fruto)
0.5	46.71 c
0	51.76 b
2	52.02 b
1	57.82 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

En el cuadro 15, se muestran los resultados de peso fresco en tomatillo, los tratamientos 0 y 2 son estadísticamente iguales pero diferentes al de 0.5 y al 1, que son también diferentes entre sí. Esto indica que el mejor tratamiento o el que perdió menor peso fue la concentración de 1 con un valor de 57.82 g.

### Cuadro 16. Resultados de Firmeza (lb) en muestra de Tomatillo.

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias Firmeza (lb)
1	2.66 b
0.5	2.86 ab
2	2.92 ab
0	3.38 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados de la variable firmeza se muestran en el cuadro 16, en el que se puede observar que los tratamientos 0.5 y 2 son estadísticamente iguales, pero diferentes de los tratamientos 0 y 1. Obteniendo resultados superiores a los dados por Torres (1998), quien realizó un estudio sobre componentes de calidad en tomate de cascara dando valores de 1.06 a 1.11 lb.

### Cuadro 17. Resultados de potencial REDOX en muestra de Tomatillo.

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias ORP
1	175.19 a
2	194.80 a
0	204.88 a
0.5	208.13 a

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados de la variable potencial REDOX (ORP) que se muestran en el cuadro 17, indican que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Aunque numéricamente, el tratamiento 1 mg/L<sup>-1</sup>, presentó la mayor cantidad de antioxidantes.

**Cuadro 18. Resultados de °Brix en muestra de Tomatillo.**

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias °Brix (%)
0.5	3.48 a*
2	3.85 a
0	4.00 a
1	4.13 a

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados en °Brix se muestran en la tabla 18, para los cuales todas los tratamientos fueron estadísticamente iguales por lo tanto no hubo diferencia en tratamientos, estos resultados son similares con el trabajo realizado por Macías (1995), quien realizo trabajos de calidad con tomatillo donde obtuvo resultados de 4.45 hasta 4.77 °Brix.

**Cuadro 19. Resultados de valores de los promedios del pH en muestra de Tomatillo.**

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias pH
0	5.03 a*
1	5.17 ab
0.5	5.29 ab
2	5.51 b

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados de la variable de pH se muestran en el cuadro 19, en la que se puede observar que los tratamientos de las concentraciones 1 y 0.5 son estadísticamente iguales, sin embargo existe diferencia entre los demás tratamientos. De acuerdo con Torres (1998), quien realizó estudios sobre componentes de calidad obtuvo valores de 4. Donde nosotros obtuvimos valores en un rango de 5.03 a 5.51 indicando que nuestro producto es menos ácido, esto dando una preferencia hacia el consumidor.



**Cuadro 20. Resultados de materia seca total (%) en muestra de Tomatillo.**

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias Materia seca total (%)
2	7.26 a
0.5	6.85 a
0	6.52 a
1	6.50 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados de materia seca total se muestran en el cuadro 20, donde se observa que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. No existiendo diferencias.

**Cuadro 21. Resultados de promedios de Azúcares totales en muestra de Tomatillo.**

Concentración Se (mg L <sup>-1</sup> )	Medias Azúcares totales (mg/g)
0.5	0.61 b
2	0.62 b
0	0.63 b
1	0.69 a*

\* Los valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Fisher  $\alpha= 0.05$ )

Los resultados para la variable azúcares totales se muestran en el cuadro 21, en el cual se puede observar que los tratamientos de las concentraciones 0.5, 2 y 0 son estadísticamente iguales pero diferentes a la concentración 1, siendo esta la que presenta mayor valor para dicha variable. Coincidiendo con la concentración de Brix para este tratamiento. Al realizar las comparaciones se observó que fueron superiores a las obtenidas por Álvarez y colaboradores (2012), quien trabajo con la conservación de poscosecha en tomatillo.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye:

- Se determinó el efecto de la aplicación poscosecha de Selenio al fruto de tomate saladette y tomatillo utilizando aportes de selenito de sodio en solución acuosa, obteniéndose que el mejor tratamiento es el de  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  para tomate ya que se presentaron mejores resultados en las variables de pérdida de peso, firmeza, Brix, y materia seca total. Respecto al tomatillo se obtuvo que el mejor tratamiento fue la concentración  $1 \text{ mg L}^{-1}$  arrojando mejores resultados para las variables pérdida de peso, Brix, materia seca total y azúcar es totales.
- Se verificó el efecto de la aplicación de Selenio como selenito de sodio en solución acuosa sobre los valores de potencial REDOX, consiguiendo que el mejor tratamiento para esta variable fue el de  $2 \text{ mg L}^{-1}$  en tomate y el de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  para tomatillo ya que fueron lo que presentaron valores altos en antioxidantes.
- Se estableció que el efecto de la aplicación de Selenio como selenito de sodio alargó la vida de anaquel por 14 días a temperatura ambiente en tomate y tomatillo siendo las mejores concentraciones  $2 \text{ mgL}^{-1}$  y  $1 \text{ mgL}^{-1}$  respectivamente.

## VI. Literatura citada

Álvarez, O. Martínez, M. Rodríguez, J. Colinas, T. 2012. Conservación poscosecha de tomate de cascara. México. p. 337

Álvarez, V., Jardon, B., Moyers, L. Recopilación de información acerca de la evaluación del genero *Physalis* en México y del origen de *Physalis Philadelphica Lam.* México. p. 10.

Atencio, F. 2005. Enciclopedia practica de las medicinas alternativas. Argentina p. 20.

Bugarin, R. Galvis, A. Sánchez P. García D. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. Facultad de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit.

Casierra, F. Álvarez, O. Loque, N. 2010. Calidad de los frutos en tomate producidos bajo coberturas reflectiva y plástica. Colombia. pp. 67-80

Casseres, E. 1967. Normas mínimas de calidad de hortalizas. México. pp. 19-20.

Causse, C. 2010. Los secretos de salud de los antioxidantes. Barcelona. pp. 36-37.

Céspedes, T. Sánchez, D. 2000. Algunos aspectos sobre el estrés oxidativo, el estado antioxidante y la terapia de suplementación. Revista cubana Cardiol. pp. 55-60.

Ciro, H. 2007. Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para la fruta de uchuva. Colombia. pp. 3-6.

Dubois, M. Guilles, K. Hamilton, J. Rebers, P. Smith, F .1956. "Colorimetric method for determination of sugars and related substances"

Falcones, L., 2010. Evaluación agronómica de diez cultivares de tomate bajo el sistema hidropónico en zona de virgen de Fátima. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. p. 4.

Jiménez, E. Robledo, V. Benavides, A. Ramírez, F. Ramírez, H. De la Cruz, E. 2012. Calidad del fruto de genotipos tetraploides de tomate de cascara. Villahermosa.

Galicia, R. 2009. Extracción de pigmentos carotenoides en jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y su aplicación en sistemas alimentarios. México. p.7

García, M. Martínez, V. Avendaño, A. Padilla, M. Izquierdo, H. 2009. Acción de digosacaridos en el rendimiento y calidad del tomate. Rev. Fitotec. Vol. 32

- Gómez, P. 2002. Calidad poscosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. Brasilia. pp. 38-43.
- Guinferrer, N. 2011. Tomates con más antioxidantes. Rev. Eroski Consumer.
- Hernández, J. 2013. Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Córdoba. pp. 31-81.
- López, R. 2010. Ciencia y desarrollo de la deficiencia de selenio. México.
- Medina, G. 2006. Determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de dos eco tipos de uvilla. Ecuador.
- Mundo, L. 2009. Análisis de sendero en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). p. 9
- Nuez, F. 2001. El cultivo de tomate. Mundi-prensa. España. pp. 13-43.
- Puente, J. 2006. Venenos en el hogar. Colombia. p. 66.
- Ramírez, H. Ribera C. Benavides, A. Robledo, V. 2010. Prohexadiona-Ca. Una alternativa en la producción de tomate de cáscara. Rev. Chapingo vol. 16 no. 2
- Reina, C. 1998 Manejo poscosecha y evaluación de la calidad de tomate que se comercializa en la ciudad de Neiva. Neiva. pp. 5-10.
- Roberts, A. O' Brien, M. Subak-Sharpe, G. 2003. Nutracéuticos. Barcelona. p. 219.
- Rodríguez, R., Tabares, J., Medina, J. 2001. Cultivo moderno del tomate. España. pp. 215-220.
- Shany, M. 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas. Managua.
- Santiaguillo, F. Cedillo, E. Cuevas, J. 2010. Distribución geográfica de *Physalis* spp. En México. pp. 37-41.
- Torres, V. 1998. Componentes de calidad en cuarenta materiales de tomate de cascara. Jalisco. pp. 27-39.
- Valderrama, J. 2000. Información tecnológica. p. 68.
- Vallejo, F., Estrada E., 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. pp. 33-39.
- Vázquez, B. 2012. Efecto del selenio en la vida poscosecha del tomate. México. pp. 27-39.

Villarreal, M. García, R. Osuna, T. 2001. Efecto de la dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad poscosecha de tomate en fertirriego. Sinaloa, México. pp. 314-319.

Villareal, R. 1982. Tomates. Costa Rica. pp. 80.

Zapata, L., Gerard, L., Davies, C. 2007. Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates. Uruguay. Pp.173-193.

## **PÀGINAS WEB**

[www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/Eltomate.pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/Eltomate.pdf) Corfo 1986 4-Nov-2013

[www.ecofarm.es/uploads/LA%20OLIGOTERAPIA%20EN%20LA%20MEDICINA%20ANTIENVEJECIMIENTO%5B1%5D.pdf](http://www.ecofarm.es/uploads/LA%20OLIGOTERAPIA%20EN%20LA%20MEDICINA%20ANTIENVEJECIMIENTO%5B1%5D.pdf). ANET M. Magdalena Mejías Moreno 2-Oct-2013.

[www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/177590/](http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/177590/). Portal Frutícola 1-Oct-2013.

[www.postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Tomatillo\\_Tomate\\_de\\_c%C3%A1scara,\\_tomate\\_de\\_fresadilla,\\_tomate\\_milpero\\_o\\_tomate\\_verde/](http://www.postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Tomatillo_Tomate_de_c%C3%A1scara,_tomate_de_fresadilla,_tomate_milpero_o_tomate_verde/). Marita Cantwell 1-Oct-2012.

[www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2\\_9.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_9.htm) FAO 2013 S. Montes Hernández y J.R. Aguirre Rivera 26-Sep-2013.

[www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/TOMATE.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/TOMATE.pdf) SAGARPA 2010 Anónimo 27-Sep-1013.

[www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf) SAGARPA 2009 Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios 3-Oct-2013.

[www.sanar.org/salud/propiedades-del-selenio](http://www.sanar.org/salud/propiedades-del-selenio) Alicia Borghi 4-Oct-2013.

[www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=266](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=266) SIAP 2009

[www.zonadiet.com/nutricion/selenio.htm](http://www.zonadiet.com/nutricion/selenio.htm) USDA 4-Nov-2013

