

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Parámetros de Calidad Comercial en Pimiento (*Capsicum annuum L*) Var.  
Orangela Cultivados con Solución Nutritiva y Nitrato de Plata

Por:

**ENRIQUE QUINTERO JIMÉNEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Parámetros de Calidad Comercial en Pimiento (*Capsicum annum L*) Var.  
Orangela Cultivados con Solución Nutritiva y Nitrato de Plata

Por:

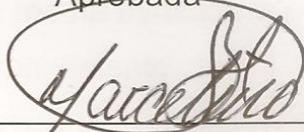
**ENRIQUE QUINTERO JIMÉNEZ**

TESIS

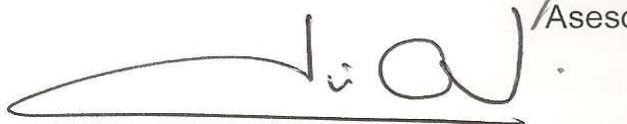
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

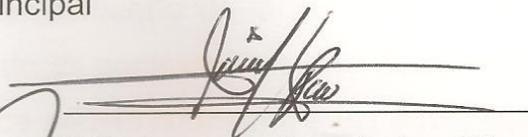
Aprobada



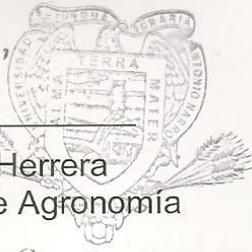
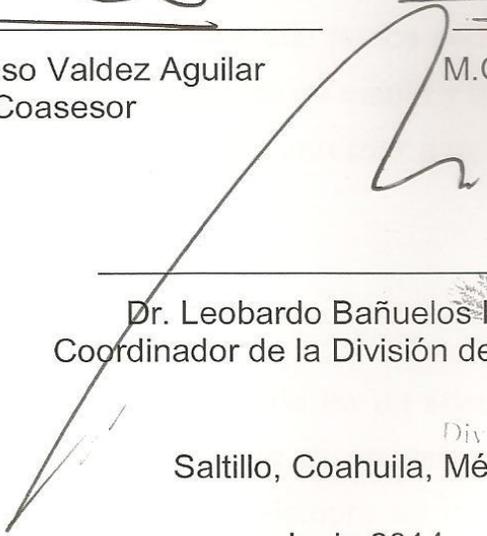
Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente  
Asesor Principal



Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar  
Coasesor



M.C. Armando Hernández Pérez  
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México

Junio 2014

## **DEDICATORIA**

### **A mi madre:**

Luvia Jiménez Méndez te dedico este gran logro que sin ti nunca lo hubiese hecho, a ti que eres la persona que me ha llenado de orgullo y de grandes consejos, a ti que me has enseñado que no importan ni existen los tropiezos y malos momentos para rendirse o abandonar un sueño, a ti que me has llenado de ejemplos y sacrificios y por eso y mucho más así que solo me queda decir: con todo mi amor esto es por ti y para ti, te amo mama.

### **A mis hermanos:**

Martin Quintero Jiménez a ti por ser el hermano mayor, que a pesar de que tenemos diferencias siempre serás una persona muy importante en mi vida. Que con tu ejemplo de cierta manera me has ayudado a ser una mejor persona yo sé que hemos cometido errores pero eso me ha ayudado a mejorar y eso es gracias a que tú siempre estarás a muchos pasos delante de mí pero eso me ha servido de motivación para llegar a donde estoy.

Lorena Quintero Jiménez eres la persona más pequeña de la familia pero eso no significa que no me hayas ayudado sino todo lo contrario me has dado grandes ejemplos de superación y gracias a ello nunca cedido a pesar de las adversidades vividas, ya que siempre has estado en mi mente y el recordar momentos vividos a tu lado me llenaba de fuerzas para nunca enunciar a nada.

### **A mis abuelos:**

José Jiménez Pérez a ti por convertirte en un segundo padre el cual me enseñó a nunca rendirme, que para lograr algo se necesita de sacrificio y esfuerzo, que las cosas jamás caen del cielo y que siempre hay que trabajar muy duro para poder obtenerlas.

Cresencia Méndez Ramírez a usted por convertirse en una segunda madre que siempre me está llenando de consejos los cuales me han ayudado a mejorar mi vida y que con ellos he llegado a donde estoy.

**A mis tíos:**

Arturo Jiménez Méndez a ti que a pesar de conocerte muy poco y el estar lejos me has enseñado que no importa a distancia para olvidarse de los seres queridos, que en ocasiones ay que dejar un poco atrás a ciertas personas pero nunca olvidarse de ellas y que la familia siempre estar por encima de todo.

Magdalena Jiménez Méndez y Ángel Islas a ustedes que he han enseñado que no importan los obstáculos de la vida y que no importa cuántas veces te empujen y te derriben, que siempre ay que volverse a levantar, pero jamás rendirse, que cuando se piensa que todo está perdido siempre abra una manera de salir adelante que en ocasiones para lograrlo se tienen que hacer grandes sacrificios y que a pesar de las hostilidades de la vida siempre abran momentos de felicidad.

**A mi familia:**

A todos ustedes por llenarme de bellos momentos vividos a su lado que a pesar de las grandes diferencias que existe siempre abra un momento para olvidarse de ellas y convivir.

## **AGRADECIMIENTOS:**

**A dios:** gracias Señor por a verme permitido llegar hasta este momento de mi vida y por permitir compartir este gran logro con las personas que amo.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro:** gracias por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional por prepararme y llenarme de conocimientos para las adversidades futuras.

**Al Departamento de Horticultura:** gracias por poner en mi camino gente profesional y llena de conocimientos para poder desarrollar mis habilidades.

**Al Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente:** Gracias por darme la oportunidad de trabajar bajo su tutela ya que aparte de ser un gran profesor es un gran amigo.

**Al Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar:** Gracias por el apoyo en la revisión del presente trabajo y por contar con su presencia.

**Al M.C. Armando Hernández Pérez:** Gracias por el apoyo en la revisión del presente trabajo y por contar con su presencia.

### **A mis amigos:**

**Luis Valdivia Sánchez:** Gracias por brindarme tu apoyo y tu amistad, pero te doy mucho más las “Gracias” formar parte del equipo de trabajo y hacer que esto fuese más divertido.....

Carlos e. (chay), Gustavo (panda), Rubicel, José Daniel (abuelo), Felipe (chino), Antonio (kanchaya), Cristian (krisho), adán, Everildo (hapo), Martin (maizin), Daniel (Randy), Santana, Cristóbal (chundo o el crio), José ángel (rayo o don ramón), Rommel, Francisco (la pancha), Tello, Omar, Fidel (kakinazo), Salvador (chabacano), Tapia, Víctor Manuel (tortas), agosto (10-4), Clavería (pato), Marcos (chaparro), Edgar (pepe), Jera, Hipólito (semental), Fernando (el vitor), Flor, Berenice, Erika, Yocelin y Monserrat.....**“GRACIAS”** por haber compartido su amistad y llenado mi vida de bellos momentos, recuerdos y por estar en los momentos difíciles **“se les extrañara”**.....

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una nave del invernadero perteneciente al Departamento Forestal, el cual se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con el objetivo de estudiar evaluar el efecto del  $\text{AgNO}_3$  en parámetros de la calidad en frutos de pimiento, utilizando cuatro tratamientos a base de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) además de un testigo los cuales fueron 1) sin nitrato de plata, 2) 30mg·L, 3) 60mg·L, 4) 90mg·L, 5) 120mg·L, con la adición de ácido salicílico como facilitador en la absorción del ion plata. Las aplicaciones fueron una vez por semana en la etapa de inicio de crecimiento vegetativo, los tratamientos se aplicaron de manera foliar asperjando toda la parte aérea de la planta. Utilizando bolsas de polietileno con capacidad de 8 litros posteriormente llenadas con una mezcla de sustrato, peat moss más perlita. El manejo nutricional del cultivo fue a base de la solución de Steiner incrementándola de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, (25 %, 50 %, 75 % y 100 %). El diseño estadístico fue completamente al azar, considerando 9 repeticiones por tratamiento. El análisis de la información fue mediante el paquete estadístico SAS V.09, a fin de identificar diferencias estadísticas entre tratamientos, se empleó la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Las variables evaluadas fueron peso del fruto, color del fruto, diámetros del fruto, contenido de sólidos solubles totales, °Brix, potencial redox y vitamina C. Con lo cual fue posible demostrar que con una concentración de 90 mg de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) se obtiene efectos positivos con diferencias numéricas y significativas en las variables mencionadas.

**Palabras clave:** Nitrato de Plata, Ácido Salicílico, Pimiento.

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Composición química en 100 g de pimiento (Castaños, 1993).....	6
<b>Cuadro 2.</b> Número de frutos que deben incluirse en una caja de cartón del tamaño de 1 1/9 US Bushel. 1 US Bushel = 35.24 Litros de capacidad.....	24
<b>Cuadro 3.</b> Clasificación y severidad de los principales defectos en pimiento morrón. Las medidas son en mm o (pulgadas).....	24
<b>Cuadro 4.</b> Datos de la variedad.....	27
<b>Cuadro 5.</b> Dosis de los tratamientos. ....	28
<b>Cuadro 6.</b> Fuentes de fertilizantes utilizados en la solución Steiner y la concentración de cada uno. ....	31
<b>Cuadro 7.</b> Concentración de la solución Steiner de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo.....	32

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Peso fresco del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	33
<b>Figura 2.</b> Color del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	34
<b>Figura 3.</b> Diámetro Polar del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	35
<b>Figura 4.</b> Diámetro Ecuatorial del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	36
<b>Figura 5.</b> Firmeza en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	37
<b>Figura 6.</b> Contenido de Sólido Solubles totales en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	38
<b>Figura 7.</b> Potencial Redox en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	39
<b>Figura 8.</b> Vitamina C en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata $\text{AgNO}_3$ . .....	40

## INDICE DE TABLA (APENDICE)

<b>Tabla 1A.</b> Análisis de varianza del peso fresco del fruto en pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata. ....	53
<b>Tabla 2A.</b> Pruebas de rango múltiple del peso fresco del fruto en pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.....	53
<b>Tabla 3A.</b> Análisis de varianza del potencial Redox en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata. ....	54
<b>Tabla 4A.</b> Pruebas de rango múltiple del potencial Redox en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata. ....	54
<b>Tabla 5A.</b> Análisis de varianza de la firmeza en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata. ....	55
<b>Tabla 6A.</b> Pruebas de rango múltiple de la firmeza en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones de Nitrato de plata. ....	55
<b>Tabla 7A.</b> Análisis de varianza del diámetro polar en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata. ....	56
<b>Tabla 8A.</b> Pruebas de rango múltiple del diámetro polar en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.....	56
<b>Tabla 9A.</b> Análisis de varianza del diámetro ecuatorial en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata. ....	57
<b>Tabla 10A.</b> Pruebas de rango múltiple del diámetro ecuatorial en el fruto dl pimiento morrón con aplicaciones de Nitrato de plata.....	57
<b>Tabla 11A.</b> Análisis de varianza del contenido de solidos solubles totales en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	58
<b>Tabla 12A.</b> Pruebas de rango múltiple del contenido de solidos solubles totales en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata. ....	58
<b>Tabla 13A.</b> Análisis de varianza del contenido de vitamina C en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	59

<b>Tabla 14A.</b> Pruebas de rango múltiple del contenido de vitamina C en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata. ....	59
<b>Tabla 15A.</b> Análisis de varianza del color en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata. ....	60
<b>Tabla 16A.</b> Pruebas de rango múltiple del color en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata. ....	60
<b>Tabla 17A.</b> Medias del contenido de carotenoides. ....	61

## INDICE DE TEXTO

<b>I.- INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Objetivo general</b> .....	2
1.1.1. Objetivo específico .....	2
2.1. Hipótesis.....	2
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Antecedentes del cultivo.....	3
2.1.1. Origen e historia del cultivo.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.2. Descripción botánica .....	4
2.2.1. Raíz .....	4
2.2.2. Hoja .....	4
2.2.3. Tallo.....	4
2.2.4. Flores.....	4
2.2.5. Fruto .....	5
2.2.6. Semilla.....	5
2.3. Valor comercial y nutricional .....	5
2.3.1. Vitamina C .....	7
2.3.2. Carotenoides.....	8
2.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	8
2.4.1. Temperatura y humedad relativa .....	8
2.4.2. Intensidad Lumínica .....	9
2.4.3. Suelo .....	10
2.4.4. El pH.....	11
2.4.5. Salinidad .....	11
2.5. Riego.....	11
2.6. Ácido salicílico.....	12
2.7. Aspectos generales relacionados son la problemática del cultivo.....	13
2.7.1. Nitratos .....	13
2.7.2. Absorción de nitratos .....	14
2.8. Uso y funciones generales de la plata .....	15
2.8.1. La plata en la medicina.....	15
2.8.2. Plata como desinfectante.....	15

2.8.3. Funciones de la plata en los cultivos.....	17
2.8.4. Toxicidad de la plata .....	17
2.9. Nitrato de plata en la agricultura .....	18
2.10. Estándares de calidad en el pimiento .....	19
2.10.1. Conceptos .....	19
➤ Calidad Suprema .....	19
➤ Flojo .....	20
➤ Firme.....	20
➤ Limpio .....	20
➤ Bien desarrollado.....	20
➤ Apariencia .....	20
➤ Daño .....	20
➤ Daño severo .....	21
➤ Daño muy severo.....	21
➤ Defecto .....	21
➤ Diámetro.....	21
➤ Longitud .....	21
➤ Materia Extraña.....	21
➤ Sanos .....	21
2.10.2. Clasificación y designación.....	22
➤ Clasificación .....	22
➤ Designación.....	22
2.10.3. Calidad por atributos.....	22
➤ Especificaciones sensoriales.....	22
2.10.4. Tamaños.....	23
2.10.5. Daños.....	24
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Localización del experimento.....	26
3.2. Establecimiento del experimento .....	26
3.3. Material vegetal.....	26
3.3.1. Pimiento Variedad Orangela.....	26
3.3.2. Características .....	26
3.3.3. Beneficios .....	26

3.3.4. Datos técnicos.....	27
3.4. Preparación del sustrato.....	27
3.5. Descripción de los tratamientos .....	28
3.6. Aplicaciones del Nitrato de Plata AgNO <sub>3</sub> .....	28
3.7. Variables evaluadas .....	28
3.7.1. Peso.....	28
3.7.2. Color .....	29
3.7.3. Diámetro .....	29
3.7.4. Firmeza .....	29
3.7.5. Contenido de solidos solubles totales.....	29
3.7.6. Potencial Redox.....	29
3.7.7. Vitamina C .....	30
3.7.8. Carotenoides.....	30
3.8. Modelo estadístico.....	31
3.9. Fertilización.....	31
3.10. Riegos .....	32
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1. Peso del fruto .....	33
4.2. Color del fruto.....	34
4.3. Diámetros del fruto .....	35
4.4. Firmeza.....	37
4.5. Contenido de solidos solubles totales .....	38
4.6. Potencial Redox.....	39
4.7. Vitamina C .....	40
<b>V.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>VI.- BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>42</b>
<b>VII.- APENDICE .....</b>	<b>53</b>

## I.- INTRODUCCIÓN

México es centro de origen, diversidad y domesticación del chile (*Capsicum* spp.). De acuerdo con el IPGRI, 1983 (El Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos), el género *Capsicum* cuenta con unas 22 especies silvestres y 5 especies domesticadas. De ellas, *C. annuum* es la especie de mayor importancia económica en México y en el mundo ya que tiene una gran demanda en el mercado internacional (Ibar, 1997).

Los requisitos mínimos que debe reunir el producto de calidad son: libre de daños físicos, mecánicos, fisiológicos o fitopatológicos, limpio, con un color, forma y tamaño típico de la variedad, de aspecto fresco, libre de daño de sol, sin daños de heladas, sin pudrición, exentas de olores y sabores extraños y no deben exceder los límites máximos permitidos internacionalmente (Codex Alimentarius) para los niveles de plaguicidas. Pero para tener un producto de buena calidad se tiene que mejorar las prácticas agrícolas para proporcionar las condiciones adecuadas al cultivo así como nutrición, temperaturas, humedad, luminosidad etc. y es por eso que se utiliza invernaderos con tecnología de punta.

La demanda de alimentos de alta calidad cada vez son mayores y para obtener buenos rendimientos de productos sanos y con la calidad que demandan los mercados, solo se puede lograr a través de una nutrición suplementada con otros elementos que conlleven a incrementar el potencial antioxidante y calidad nutraceutica en el órgano comercial de la planta.

La fitorremediación de suelos contaminados se basa en el uso conjunto de plantas metalofitas las cuales son especies que han desarrollado los mecanismos fisiológicos para resistir, tolerar y sobrevivir en suelos con altos niveles de metales pesados (Shaw, 1990), y estas son usadas como técnicas agronómicas para eliminar o disminuir la toxicidad de los contaminantes del suelo (Chaney, *et al.*, 1997). Este grupo de fitotecnologías reúne un gran número de ventajas, especialmente la limpieza y la economía (Cunningham *et al.*, 1995).

## **1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del  $\text{AgNO}_3$  en parámetros de la calidad en frutos de pimiento.

### **1.1.1. Objetivo específico**

Determinar la concentración de  $\text{AgNO}_3$  que afecta de manera positiva en la calidad comercial y nutracéutica de los frutos.

## **2.1. Hipótesis**

Las diferentes concentraciones de  $\text{AgNO}_3$  inciden de manera heterogénea en la calidad de los frutos.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes del cultivo

#### 2.1.1. Origen e historia del cultivo

El género *Capsicum* (*Solanaceae*) es originario del continente americano y actualmente son 30 especies las que se cultivan ampliamente en el mundo, de las cuales 5 se cultivan en México (Sinarefi, 2009), siendo *C. annuum* una de las más importantes debido a su uso como condimento, hortalizas y plantas medicinales (Yamamoto y Nawata, 2005; Moscone *et al.*, 2003). El Chile tiene una larga tradición cultural en México, en hallazgos arqueológicos se han encontrado bayas de *C. annuum* que datan de 7.000 años a.c. en las cavernas de Tamaulipas y Tehuacán (México) y de *C. baccatum* de 2.500 años a.c. en Huaca Prieta (Perú) (Brucher, 1989). (Lippert y Bergh. 1966), identifican a México como centro de origen del *C. annuum* y a Guatemala como centro secundario. *C. frutescens* provendría de América tropical y subtropical y habría sido domesticada en América Central. Para otras especies cultivadas y silvestres se señala como centro de origen a Centro y Sudamérica, especialmente para *C. chinense*, *C. pendulum* y *C. pubescens*. De acuerdo con Smith (1966), el centro de origen del género sería el borde oriental de los Andes peruanos y bolivianos.

Las especies de *Capsicum* fueron introducidas a Europa desde América. Son originarias de América Central y del Sur, siendo las primeras hortalizas empleadas como condimentos (Depestre, 1997).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

El Chile pimiento morrón pertenece a la familia de la *solanácea*, al género *capsicum* y a la especie *annuum*, (Janick, 1965). Es una planta anual en zonas templadas y perennes en las regiones tropicales. La altura promedio de la planta es de 60 cm pero varía según el tipo y/o especie de que se trate (Valadez, 1996).

## **2.2. Descripción botánica**

### **2.2.1. Raíz**

Tiene el sistema radical moderadamente extenso, por su parte Guenko (1983) menciona que el sistema de raíces llega a profundidades de 0.70–1.20 m y lateralmente hasta 1.20 m, encontrándose la mayoría de las raíces a una profundidad entre 5–40 cm, en condiciones de campo abierto.

El peso del sistema radical es solo de un 7 a 17% del peso total de la planta, en función del tipo varietal y de las condiciones del cultivo. En la plantas jóvenes de pimiento la proporción relativa del sistema radical respecto a la biomasa total es mayor que en las adultas (Somos, 1984).

### **2.2.2. Hoja**

Las hojas son simples y varían mucho en tamaño además son lampiñas, enteras ovaladas o lanceoladas, el apéndice es acuminado, la base son cuneadas y el pedicelo es largo o poco aparente de forma ovoide alargada (Valadez, 1994).

### **2.2.3. Tallo**

El tallo principal es erecto, herbáceo y ramificado de color verde oscuro (Guenko, 1983). Para otras variedades el tallo se divide generalmente en tres ramas primarias y posteriormente cada una de ellas se bifurca en cada nudo. El tallo alcanza una longitud promedio de 0.70 cm (Treviño, 1993).

### **2.2.4. Flores**

Las flores en el pimiento son hermafroditas, es decir en la misma flor se producen gametos masculinos y femeninos. En las formas domesticadas de *C. annuum* las flores aparecen solitarias en cada nudo. Normalmente una planta puede producir varios cientos de flores (Ibar, 1997).

Las flores están unidas al tallo por un pedúnculo o pedicelo de 10 a 20 mm de longitud, con 5 a 8 costillas. Cada flor está constituida por un eje receptáculo y

apéndices foliares que constituyen las partes florales. Tales como: cáliz, constituido por 5-8 sépalos, corola formada por 5-8 pétalos, androceo por 5-8 estambres y gineceo por 2-4 carpelos. Esta estructura se representa de manera abreviada por la fórmula floral típica de la familia *Solanaceae* (Nuez *et al.*, 2003).

### **2.2.5. Fruto**

El fruto es una baya variable en tamaño, forma y grosor de la pulpa, interiormente es hueco con divisiones en número variable que puede ser de dos a cuatro (Sobrino y Sobrino, 1989).

### **2.2.6. Semilla**

La semilla del pimiento tiene forma aplastada hemidiscoidal, presenta el hilo, cicatriz que queda en la zona del funículo al madurar y al separarse de la placenta. La superficie es relativamente lisa, sin aspectos pubescente. La mayoría de las semillas se sitúa en la región de la placenta central (Corazón). La mayoría de las especies cultivadas de *Capsicum* tienen semillas de color amarillento, a excepción de las de *C. pubescens* que son muy oscuras (Nuez *et al.*, 2003).

## **2.3. Valor comercial y nutricional**

En general, el interés del consumidor por la calidad y propiedades nutritivas de los productos vegetales se ha incrementado en los últimos años (Kubota y Thomson, 2006). La calidad del producto vegetal es un tema complejo, ya que deben ser consideradas diferentes características como: textura, contenido en minerales y vitaminas, sabor y otras características organolépticas y nutricionales (Gruda, 2005), sin olvidar posibles residuos bióticos y/o abióticos que pueden alterar los frutos como consecuencia de no hacer unas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Los frutos de pimiento han formado parte de la dieta humana desde hace 7.000 años (Macneish, 1964). En los últimos años su comercialización se está incrementando debido al descubrimiento de nuevos usos y al interés del consumidor por este cultivo. Además de servir como alimento, el fruto ha sido ampliamente utilizado como

especia y como agente colorante en alimentos y cosméticos (Bosland y Votava, 1999).

El principal componente del pimiento es el agua, seguido de los hidratos de carbono, lo que hace que sea una hortaliza con un bajo aporte calórico. Además, es una buena fuente de fibra y al igual que el resto de verduras, su contenido proteico es muy bajo y apenas aporta grasa. Su consumo es bastante frecuente debido a la atractiva combinación de color, sabor y valor nutricional que posee. Como hortaliza, los frutos del pimiento se pueden consumir tanto maduros (rojos), como inmaduros (verdes), siendo una fuente importante de vitaminas C y E (Palevitch y Craker, 1995; Daood y col., 1996).

**Cuadro 1. Composición química en 100 g de pimiento (Castaños, 1993)**

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad</b>
H <sub>2</sub> O	93%
Energía	25 Cal
Proteína	0.9g
Grasa	0.5g
Carbohidratos	5.3g
Fibra	1.2g
Calcio	6mg
Fosforo	22mg
Fierro	1.8mg
Sodio	3mg
Potasio	195mg

<b>Contenido de vitaminas</b>	
Vitamina A	530iu
Tiamina	0.09mg
Riboflavina	0.5mg
Niacina	0.55mg
Ácido ascórbico	128mg
Vitamina B12	0.16mg

### **2.3.1. Vitamina C**

En fresco, llegan a contener más del doble de vitamina C de la que albergan frutas como naranja o fresa (Vanderslice *et al.*, 1990).

El ascorbato o vitamina C es un antioxidante sintetizado por las plantas y de un buen número de células animales (Burns, 1957; Chaudhuri y Chatterjee, 1969; Davey *et al.*, 2000).

El ácido L-ascórbico es un compuesto abundante en los tejidos verdes, el cual depuran al peróxido de hidrógeno en los cloroplastos y favorece la eficiencia fotosintética. Es esencial en los procesos metabólicos en el crecimiento y en la diferenciación floral (Foyer, 1993). Las variaciones en el contenido de vitaminas depende del tipo de cultivar, estado madurez, manejo de la planta y el clima (Padayatt *et al.*, 2001). El ascorbato funciona como un reductor de radicales libres minimizando el daño oxidativo e inhibiendo la formación de nitrosamina carcinogénica; también, estimula el sistema inmunológico, la absorción de hierro, calcio y aminoácidos (Johnston, 2003). El ácido L-ascórbico parece ser sintetizado a partir de las hexosas, convirtiendo la D-glucosa en ascorbato (Foyer, 1993).

El ácido ascórbico o vitamina C en el fruto del pimiento se encuentra a una concentración de 128 mg por cada 100 g de peso fresco (Castaños, 1993).

### **2.3.2. Carotenoides**

Los carotenoides, entre los que se encuentra el  $\beta$ -caroteno (provitamina A), son los pigmentos colectores de luz azul que pueden transferir su energía de excitación a la clorofila, aunque también tienen un importante papel antioxidante porque secuestran  $^1O_2$  y otras ROS, además de especies de nitrógeno reactivas (RNS) y ayudan a prevenir su aparición durante la fotosíntesis (Telfer *et al.*, 1994; Haliwell y Gutteridge, 2000).

El consumo de carotenoides evita el riesgo de ciertos tipos de cáncer y ayudan a regular el sistema inmune (Naik *et al.*, 2003). Mientras que en las plantas los carotenoides junto al  $\alpha$ -tocoferol y el ascorbato, protege a las membranas fotosintéticas frente a condiciones de estrés oxidativo (Hormaetxe *et al.*, 2004)

## **2.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

El cultivo anual del pimiento morrón en campo abierto se realiza desde los trópicos hasta aproximadamente los 50° latitud norte, bajo estas condiciones, el cultivo se prolonga desde la primavera hasta la llegada de los primeros fríos, con recolecciones en verano y en cuanto a cultivo protegido, los ciclos productivos se dan prácticamente todo el año (Moreno *et al.*, 2004).

### **2.4.1. Temperatura y humedad relativa**

La humedad relativa óptima se encuentra entre 50% y 70%. En condiciones de baja humedad relativa 40% y temperatura muy elevada arriba de 38 °C se produce la caída de flores como consecuencia de la transpiración excesiva, debido a las altas temperaturas del día, y de la noche con pocas diferencia entre ellas, bajo niveles de luz, estrés hídrico, crecimiento rápido del fruto o incidencia de plagas y enfermedades. El cuajado de las primeras flores es la fase más crítica del cultivo. Solo después del cuajado de los primeros frutos la planta tiende a equilibrar la

vegetación y la fructificación. Por lo tanto es conveniente no incorporar ningún abono nitrogenado hasta después del primer cuajado (Moreno *et al.*, 2004).

Los rangos óptimos para las plantas de pimiento son; temperaturas diurnas de 24–30 °C y con temperaturas nocturnas de 9-12°C; la tasa de germinación de la semilla disminuye rápidamente por debajo de los 25°C y a temperaturas menores a 20°C la germinación es excesivamente lenta, si bien el cultivo tolera temperaturas por arriba de los 38°C tales extremos pueden provocar la caída de flores o frutos y afectar la polinización y la producción. Las plántulas de pimiento (trasplante) deben ser cultivadas con temperaturas cercanas a 18-20°C y nocturna de 15-18°C. También las temperaturas del suelo influyen en el rendimiento, el más alto se obtiene entre 21-24°C mientras que las temperaturas por debajo de los 20°C reducen sustancialmente la producción (Watts, 1999).

Las plantas de pimiento sometidas a temperaturas por debajo de 8-10° C, suelen no presentar crecimiento vegetativo, lo que puede provocar endurecimiento y patrones que a su vez, pueden ocasionar un exceso de cuajado de frutos pequeños y de mala calidad. En contraste temperaturas altas pueden mermar la calidad del fruto por pérdida de tamaño y color más deficiente, siendo también mayor la incidencia de la necrosis apical (Gil, 1992).

#### **2.4.2. Intensidad Lumínica**

Las plantas absorben radiación en sus celdas de clorofila de una longitud de onda que va desde 400-700 nm y lo usan como energía para la fotosíntesis (para transformar CO<sub>2</sub> en azúcar). Esta radiación es llamada RAF (Radiación Activa Fotosintética, expresado en J/s/m<sup>2</sup>). RAF determina la cantidad de azúcar producida en las hojas durante la fotosíntesis. Mientras más alta es la cantidad producida de azúcares, la planta puede soportar mayor carga de fruta, por lo tanto, el rendimiento es mayor. RAF es responsable del 45-50 % de la radiación global (300- 1100 nm). Muchos sistemas de control computarizados en invernaderos usan mediciones de radiación (Berrios *et al.*, 2007).

El pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, situándose la intensidad lumínica óptima alrededor de los 3000 lux (Cuadra, 2011), sobre todo en la etapa de floración (Prieto *et al.*, 2003). Si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta, de más 3000 lux se pueden producir frutos con presencia de rayas, quemaduras de los mismo, y coloración irregular a la madurez. La presencia de follaje abundante y vigoroso ayudará a prevenir la los efectos de quemadura ocasionados por los rayos del sol. Los niveles adecuados de potasio y calcio mantendrán turgente y fuerte a las células provocando que estas sean más resistentes a la pérdida de agua y consecuentemente, también a la quemadura del sol (Alpi, 2000).

El tiempo de desarrollo de las plantas de pimiento está influenciado directamente por el fotoperiodo que por la intensidad de la luz. Variedades de día corto bajo un mismo régimen de temperatura (25-35 °C) florecerán más temprano en condiciones de un fotoperiodo corto (por ejemplo 10 horas) que bajo condiciones de un fotoperiodo largo (por ejemplo 16 horas) (Bolaños, 2010).

### **2.4.3. Suelo**

El cultivo de pimiento morrón se adapta a numerosos tipos de suelo, siempre y cuando presente buen drenaje, ya que es una planta muy sensible a la asfixia radicular. Por ello, los suelos profundos, bien aireados, permeables y ricos en materia orgánica, son los que reúnen las mejores cualidades para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas (Davies *et al.*, 2000).

Los suelos de consistencia media como el arenoso-limoso son ideales para el cultivo ya que por presentar raíz pivotante profunda de hasta 70 cm requiere de suelos no compactos, ni arcillosos para facilitar la penetración de la raíz. En suelos que retengan bastante la humedad puede presentarse problemas en los cultivos con la consiguiente pérdida de plantas por asfixia o por mayor desarrollo de enfermedades, ya que el pimiento requiere abundante agua, es preciso suministrarle numerosos riegos, pero procurando que el terreno no quede demasiado mojado y se verifique un buen drenaje (Ibar,1997).

#### **2.4.4. El pH**

El pH ideal del suelo es de 6.0–6.5, en tanto que a un pH > 6,5 los elementos como el fierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu) boro (B) y fosforo (P) llegan a presentar una baja disponibilidad para la absorción por parte de la planta. A un pH < 5,5 el fosforo (P) y molibdeno (Mo) están menos disponibles para ser absorbidos por la planta (Ibar, 1997).

#### **2.4.5. Salinidad**

La salinidad, tanto del suelo como del agua de riego es un factor limitante para este cultivo, considerando como moderadamente sensible (Ramírez, 2005). Las plantas que crecen bajo condiciones salinas presentan dos problemas: absorber el agua del suelo con un potencial osmótico negativo y vivir con altas concentraciones de iones tóxicos de sodio, carbonatos y cloruros. En condiciones salinas los iones de Na compiten con los de K, por medio de un mecanismo de baja afinidad. Esto origina una deficiencia de este elemento dentro de la planta, traduciéndose en un bajo número de frutos por planta. La presencia de Ca es fundamental, si hay suficiente Ca el sistema radicular prefiere al K, de manera que las plantas aumentan sus niveles foliares de K y limitan el ingreso de Na (Salisbury, 1994).

#### **2.5. Riego**

Este cultivo es exigente en los momentos precisos en que se debe regar, ya que el pimiento es muy sensible al exceso o a la falta de humedad y la percolación es importante para determinar la frecuencia de riegos. Debido a que la raíz es de poco crecimiento y la transpiración de la planta es muy alta, se recomienda que la humedad del suelo se encuentre a un 80 % de la capacidad de campo y que la HR sea de 70 a 75%. Entre los factores a considerar para aportar los riegos, se debe tomar en cuenta el estado fenológico de la planta y la sensibilidad a la salinidad (Serrano, 1979).

En el primer caso, después del trasplante o en las plantas jóvenes se debe evitar el exceso de humedad y cuando las plantas alcanzan la madurez administrarle

cantidades suficientes de agua para evitar el marchitamiento o la disminución del cuajado de fruto. Para controlar la salinidad se debe aumentar la frecuencia de riegos (lavado de sales), cuidando de que no se presente una asfixia radicular por el exceso de agua o infecciones (Serrano, 1979).

## **2.6. Ácido salicílico**

El ácido salicílico (ácido orto-hidroxibenzoico), es un compuesto fenólico, se identificó por primera vez en la corteza del sauce (*Salix* sp) y fue aislado del metabolismo de la salicina (glucósido amargo) donde se le denominó salicyl alcohol glucósido para posteriormente llamarle ácido salicílico (Hayat, 2007), el compuesto original (salicina) mediante hidrólisis libera glucosa y alcohol salicílico que puede ser convertido en ácido salicílico o salicilato (que junto con el ácido acetilsalicílico y el metil salicilato conforman el grupo denominado salicilatos). El ácido salicílico en forma libre, es un polvo cristalino que se funde entre 157 y 159 °C, es moderadamente soluble en agua, pero soluble en solventes orgánicos, el pH de la solución acuosa es de 2.4 tienen un peso molecular de 138.12 g M<sup>-1</sup>, la fórmula molecular C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>.

Se tienen dos posibles caminos de donde deriva el ácido salicílico iniciando con el ácido shikimico, seguido de la fenilalanina para llegar al ácido cinnamico: el primero de ellos es vía la de la siguiente descarboxilación de ácido cinnamico para generar ácido benzóico, el cual al experimentar hidroxilación resulta en ácido salicílico (Yalpani *et al.*, 1993; Métrauz, 2002) y una segunda ruta donde el componente derivado de la fenilalanina antes del ácido salicílico aún no es caracterizado. A las anteriores se suma la ruta vía biosíntesis de Corismato (Métrauz, 2002).

El ácido salicílico (SA) se encuentra en las plantas de forma natural y juega papeles importantes en cuanto a crecimiento y procesos relacionados a la fotosíntesis al mejorar la actividad de los cloroplastos, absorción y transporte de nutrientes, incrementar la actividad de enzimas antioxidantes, provoca cambios en la anatomía de las plantas e incrementar el rendimiento (Candra *et al.*, 2007; Noreen *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2010; Purcarea, 2010), además de lo citado, se considera de gran

importancia, ya que está envuelto en señales internas que regulan la respuesta de la defensa de las plantas contra condiciones bióticas haciendo referencia a plagas y enfermedades, al estimular la formación de sustancias que repelen a los herbívoros, atraen a sus enemigos naturales, estimulan la formación de sustancias que inhiben o provocan la muerte de las células dañadas o dañinas, presenta influencia directa entre  $H_2O_2$  y glutatión (GSH) para generar homeostasis redox dentro de la célula (Mateo *et al.*, 2006; Girling *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2009), y abióticas como temperatura, sales, exceso o falta de humedad, etc., al incrementar los niveles de enzimas antioxidantes, elevar el nivel endógeno de hormonas, inducir la aparición de proteínas de defensa, entre otras acciones (Kodary, 2004; Wang y Li, 2005; He y Zhu, 2008; Yusuf *et al.*, 2008; Yildirim *et al.*, 2008; Azooz, 2009; Noreen *et al.*, 2009; Najafian *et al.*, 2009; Karlidag *et al.*, 2009; Azooz y Youseef, 2010; Asharaf *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2010), alterando en primera instancia la composición bioquímica de la célula seguida de cambios genéticos (Mustafa *et al.*, 2009).

## **2.7. Aspectos generales relacionados con la problemática del cultivo**

### **2.7.1. Nitratos**

El nitrato ( $NO_3$ ) es la forma más oxidada de nitrógeno en el suelo y en las masas de agua y también, la más comúnmente asimilada por los vegetales. Su asimilación es diferencial, ya que el ión nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo (Pacheco *et al.*, 2002).

A nivel internacional, tanto el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) como la European Food Safety Authority (EFSA) han evaluado el riesgo del consumo de nitratos para la salud humana, estableciendo un mismo valor de referencia toxicológico: Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 3,7 mg/kg p.c. (internet)

La planta bajo nutrición con  $NO_3$  presenta un mejor crecimiento y mayor rendimiento (Ganmore y Kafkafi, 1980-1983; Imas *et al.*, 1997). Sin embargo una nutrición con 100% de N como nitratos puede aumentar el pH de la rizósfera a valores de más de

8. A esos valores de pH, el fósforo y microelementos se precipitan disminuyendo la disponibilidad de estos nutrientes.

### **2.7.2. Absorción de nitratos**

La absorción de  $\text{NO}_3$  está sujeta a una regulación positiva o de inducción y negativa. Esta última parece depender del nivel de N de la planta. Ha sido sugerido que el ciclo de los aminoácidos entre los tallos y las raíces sirve para proveer la información necesaria respecto del nivel de N en la planta, que le permite a las raíces regular la absorción de N (Cooper, 1989).

El transporte de  $\text{NO}_3$  al citoplasma a través del plasmalema es un proceso termodinámicamente desfavorable, tanto en términos de gradiente de potencial eléctrico (interior negativo) y un gradiente de potencial químico  $[\text{NO}_3]_{\text{ext}} < [\text{NO}_3]_{\text{cit}}$ . Lo último está basado en estimaciones de la  $[\text{NO}_3]$  cit las que varían entre 5-30 mM, mientras que los valores de  $[\text{NO}_3]$  del suelo varían entre 0.1 y 1.0 mM (Henriksen, 1993).

La absorción del  $\text{NO}_3$  en las plantas terrestres está mediado al menos por tres sistemas de transporte que coexisten en las membranas plasmáticas de las células radicales. Estos sistemas pueden ser divididos en dos clases, referidos como sistemas de transporte de alta (STAA) y baja afinidad (STBA) por el  $\text{NO}_3$  (baja y alta  $K_m$ , respectivamente). Por otra parte, los STAA pueden ser constitutivos (STAAC) o inducibles (STAAI). Los STBA están involucrados en la absorción de altas concentraciones de  $\text{NO}_3$  ( $> 0.2\text{mM}$ ), mientras que los STAAI y los STAAC están saturados con una baja concentración de  $\text{NO}_3$  externa (aproximadamente  $100\ \mu\text{M}$ ). En raíces de cebada, la actividad de los STBA es expresada sin una exposición previa al  $\text{NO}_3$  y este sistema de transporte estaría regulado negativamente por el nitrógeno acumulado en la planta (Vidmar *et al.*, 2000).

El movimiento pasivo del  $\text{NO}_3$  a través de las membranas plasmáticas es probablemente vía canales iónicos; un canal permeable al  $\text{NO}_3$  el cual permite el flujo de aniones hacia la célula ha sido identificado en la membrana plasmática de protoplastos de trigo. Tal canal podría tener un rol en el sistema de absorción

constitutivo. Aparentemente aunque la absorción pasiva sólo produzca concentraciones micromolares de  $\text{NO}_3$  en el citoplasma, éstas serían suficientes para inducir el transporte y asimilación del nitrato, sin la necesidad de un receptor de nitrato fuera de la célula (Miller y Smith, 1996).

## **2.8. Uso y funciones generales de la plata**

### **2.8.1. La plata en la medicina**

Uno de los metales nobles con el que se están sintetizando nanopartículas es la plata, por sus propiedades fisicoquímicas y debido a que la plata ha sido utilizada por sus propiedades antimicrobianas hace cientos de años, pues ha demostrado ser tóxica en contra de un amplio rango de microorganismos como los hongos, bacterias e incluso virus. Su aplicación como propuesta médica está documentada desde el año 750 d.C. En 1901 se publica el primer artículo que describe a la plata como un agente antibacteriano (Jerez, 2006). Posteriormente varias formas químicas de plata (sulfadiazina argéntica, nitrato de plata, acetato de plata y otras sales) fueron utilizadas en el tratamiento de enfermedades mentales, epilepsia, adicción a la nicotina, gastroenteritis y enfermedades venéreas como la gonorrea y sífilis (Drake *et al.*, 2005)

En los últimos años, la plata ha ganado mucho interés debido a su buena conductividad, estabilidad química y su actividad catalítica y antibacteriana. Su fuerte actividad antimicrobiana es la principal característica para el desarrollo de productos con AgNPs, actualmente, una amplia categoría de productos se encuentran disponibles en el mercado. En el ámbito médico, existen apósitos para heridas, dispositivos anticonceptivos, instrumental quirúrgico y prótesis óseas, todos ellos recubiertos o integrados con AgNPs para así evitar el crecimiento bacteriano (Cheng *et al.*, 2004; Cohen *et al.*, 2007).

### **2.8.2. Plata como desinfectante**

De todos estos usos, uno de los más importantes es su empleo como agente desinfectante con fines higiénicos y médicos. Así, ya desde la antigüedad se

empleaban vasijas de plata para almacenar agua o vino ya que se consideraba que preservaba sus condiciones. También Hipócrates, padre de la medicina moderna, describió el empleo de polvo de plata para su aplicación en la curación de heridas y en el tratamiento de úlceras. En los siglos XVII y XVIII se empleó nitrato de plata para el tratamiento de úlceras y su actividad antimicrobiana se estableció en el siglo XIX Sin embargo, después de la introducción de los antibióticos en 1940 el uso de las sales de plata disminuyó. Posteriormente se han empleado sales y compuestos de plata en diferentes campos biomédicos, especialmente en el tratamiento de quemaduras (Klasen, 2000).

En 1869, Ravelin, reportó que la plata tenía efecto antimicrobiológico a una concentración muy baja; un efecto que más tarde fue denominado “oligodinámico” o “activo con poco” (Russell, 1994). En 1920, se determinó que la acción microbiológica de la plata correspondía con la forma iónica  $Ag^+$  formada por oxidación superficial, o activación eléctrica.

Se ha demostrado que la plata en un área superficial inerte exhibe una fuerte reacción catalítica con el oxígeno, lo cual resulta en una fuerte actividad bactericida. Los factores controladores de la reacción catalítica fueron: El tamaño y dispersión de la plata en el área superficial del lecho y el volumen de oxígeno en la solución. Heingin encontró que los virus y bacterias murieron al contacto sin necesidad de liberar el metal en el agua (Heinig, 1993).

Hoy por hoy, la plata es más comúnmente utilizada como desinfectante para agua potable y en piscinas en Europa y en Estados Unidos (Russell, 1994). Algunos estudios han demostrado que la plata puede ser usada cuando el cloro este presente para proveer de una desinfección adicional.

Tres principales mecanismos son responsables por la inactivación microbiológica que genera la plata (Russell, 1994).

#### 1. La plata reacciona con el grupo Tiol (sulfidriilo, SH) en las células bacterianas

##### a. En los grupos estructurales.

b. En las proteínas (enzimáticas) funcionales.

2. La Plata causa cambios estructurales en las membranas de las células bacterianas.

3. La plata interactúa con los ácidos nucleicos.

### **2.8.3. Funciones de la plata en los cultivos**

Gardea *et al.*, (2003) reportaron la formación de nanopartículas de plata por primera vez el uso de plantas como herramientas de biotransformación. Estos autores mostraron que el catión plata ( $Ag^+$ ) se reduce en medio sólido, absorbido por las raíces y transportada a brotes como nanopartículas.

El ion plata tiene la propiedad bactericida, así como también es inhibidor de la acción del etileno (Uda *et al.*, 1995).

Sin embargo, cuando los iones plata tienen una propiedad bactericida así como el efecto inhibidor sobre la acción del etileno, está presente en una solución conservante dando una mayor vida de anaquel en rosas (Ohkawa *et al.*, 1999).

En la actualidad para prolongar la vida comercial útil de flores ornamentales de corte se está utilizando el ion  $Ag^+$ , aplicado bajo la forma de complejo tiosulfato (TSP). Sin embargo, también se está cuestionando el empleo del ion  $Ag^+$  por su toxicidad para el consumidor, porque la eliminación de las soluciones utilizadas presentan un grave problema al ser altamente contaminante y muy agresivo con el medio ambiente debido a la presencia del catión plata en el suelo y en las aguas subterráneas por periodos prolongados pudiendo pasar a los sistemas de agua potable llegando finalmente a ser absorbidos por los seres humanos, por ello su uso se ve limitado (Nell, 1992).

### **2.8.4. Toxicidad de la plata**

Si bien no se conocen en detalle los efectos tóxicos de la plata, se sabe que es un bactericida efectivo y que, consecuentemente, puede dañar organismos vivos. Los

niveles máximos permitidos en aguas municipales de los Estados Unidos, están en el intervalo 0,05-5,0 ppm (Baird, 1998).

## **2.9. Nitrato de plata en la agricultura**

El nitrato de plata se ha sido identificado como un efectivo inhibidor de etileno y ha logrado prolongar la conservación invitro de yuca (*Manihot esculenta*) por 18 meses (Mafla *et al*, 2000).

Recientemente mejorado inducción polen en plantas endogámicas gynoecious obtenidos mediante el uso de las aplicaciones foliares de nitrato de plata (Tolla y Peterson, 19979) o aminoetoxivinilglicina (Owens, Tolla y Peterson, 1980) en lugar de ácido giberélico, ha dado lugar a un creciente interés en el uso de gynoecious (G) x (G) híbridos. Si hermafrodita (H) los padres de polen se podrían desarrollar que confería rendimiento y la calidad adecuada, a continuación, un suministro de polen menos costoso podría ser utilizado en la producción de semilla híbrida. Esto y el hecho de que los híbridos T x H pueden ser sexualmente más estable hace que este una metodología atractiva.

Las aplicaciones foliares del nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) tiene un efecto positivo en cuanto a la vida útil en las flores de lilis así como también en la productividad y producción. Además aumentaron la duración en maceta e influyeron en la apertura floral (Alva, 2014).

Cabrera (2010) reporta que mediante la adición de nitrato de plata para las plantas de sandía era posible modificar el estado antioxidante total en frutos. El estado antioxidante se triplicó en las plantas expuestas a un  $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de concentración  $\text{AgNO}_3$ , la mayor parte de la plata absorbida por las plantas de sandía se encuentra en las raíces y se distribuye en menores cantidades en el tallo y las hojas.

Qin *et al.*, (2005) reporta que las concentraciones más bajas de  $\text{AgNO}_3$  inhibieron la producción de etileno y promovido la regeneración de brotes y el crecimiento. Se tenía un efecto estimulante significativo en la clorofila, el contenido de proteína soluble y las actividades enzimáticas antioxidantes. Actividades de clorofila y

contenido de proteínas solubles, superóxido dismutasa, peroxidasa y catalasa se incrementaron en presencia de  $\text{AgNO}_3$  y alcanzaron el máximo a  $1,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ AgNO}_3$ . Contenido de agua de raíz, los radicales libres superóxido el malondialdehído el contenido, la acumulación de prolina en las hojas aumentaron.

Luz (2008) reporta que la aplicación de  $\text{AgNO}_3$  modifica el valor nutrimental de los bulbos de cebolla incrementando la concentración °brix, y la concentración de nitrógeno se reduce expresadas como nitrógeno total.

## **2.10. Estándares de calidad en el pimiento**

### **2.10.1. Conceptos**

#### **➤ Calidad Suprema**

Un producto de calidad suprema es aquel cuyo consumo no representa un riesgo biológico, químico y físico para la salud humana, animal y vegetal. Estos productos no deberán de causar daños al medio ambiente general y laboral, y deberán ayudar a preservar los recursos naturales. Adicionalmente, es aquel producto que cuenta con un valor agregado debido al empaque, etiquetado y calidad por atributos como color, sabor, apariencia, textura, madurez, etc.

#### **➤ Características similares de variedad o tipo (uniformidad)**

Significa que los pimientos morrones en cualquier lote o muestra son similares en color y forma; por ejemplo, las variedades del tipo blocky (cuadrados) no deben ser mezcladas con las variedades de tipo lamuyo (alargadas). Se pueden mezclar colores diferentes (rainbow) en una misma caja siempre y cuando se haga el señalamiento correspondiente en la etiqueta o empaque del mismo.

#### **➤ Maduro**

Significa que el fruto ha alcanzado el estado de desarrollo que le permita resistir las condiciones normales de transporte y manejo.

➤ **Flojo**

Cuando el pimiento morrón presenta un exceso de flacidez o demasiado blando debido a magulladuras o madurez avanzada.

➤ **Firme**

Cuando los frutos son compactos al tacto. No deben estar blandos, arrugados o flácidos ni se deben deformar fácilmente al aplicar una ligera presión con la mano.

➤ **Limpio**

Cuando el pimiento morrón está prácticamente libre de tierra, polvo, hojas, ramas o cualquier otro tipo de materia extraña o producto químico (ejemplo: cobre).

➤ **Bien desarrollado**

Significa que los frutos presentan las características físicas de tamaño, firmeza, y color propias de la especie y variedad a la que corresponden. Pueden estar ligeramente curvados, marcados o deformes. Los pimientos de color, diferentes al verde, deben mostrar al menos un 50% de la superficie del fruto con la coloración típica de la variedad.

➤ **Apariencia**

La superficie de los frutos debe ser lisa y brillante, con ausencia de defectos tales como grietas, pudriciones y quemaduras de sol. Deben los frutos estar libres de daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.

➤ **Daño**

Se refiere a cualquier defecto específico descrito en ésta sección o de la variación de cualquier defecto o combinación de defectos que afecten ligeramente la apariencia y la calidad comercial o de consumo del pimiento morrón.

➤ **Daño severo**

Cuando el pimiento morrón presenta un defecto o grupo de defectos los cuales disminuyen seriamente su apariencia o calidad comestible.

➤ **Daño muy severo**

Cuando el pimiento morrón presenta un defecto o grupo de defectos los cuales disminuyen muy seriamente su apariencia o calidad comestible.

➤ **Defecto**

Es cualquier deterioro que afecte la apariencia o utilidad de la fruta. Puede ser causado por enfermedades, heridas, pudriciones o insectos u otras plagas.

➤ **Diámetro**

Es la medida de mayor dimensión del fruto tomada en ángulo recto al eje longitudinal.

➤ **Longitud**

Es la medida más larga del fruto tomada en una línea paralela al eje longitudinal desde la base del pedúnculo.

➤ **Materia Extraña**

Está constituida por la presencia de cualquier tipo de materia ajena al fruto, como tierra, tallos, ramas, hojas, insectos (adultos, larvas, ninfas y pupas), excrementos de animales, plumas de aves y otras impurezas.

➤ **Sanos**

Cuando los pimientos morrones están libres de enfermedades, heridas, pudriciones, daño por insectos u otras plagas, libres de insectos vivos o muertos.

*Lote:* Para fines de evaluación de la conformidad con respecto a este pliego de condiciones, el lote corresponderá a la totalidad de la carga de pimientos

morrones debidamente empacada, que se embarca en la caja de un trailer, con el propósito de transportarlo hacia el destino en donde dicho producto será distribuido o comercializado. Este lote de embarque a su vez podrá estar conformado por aquellos lotes o sub lotes (pallets o cajas) provenientes de los campos y que deberán estar plenamente identificados, para los casos en que se requiera llevar a cabo acciones de rastreabilidad.

### **2.10.2. Clasificación y designación**

#### **➤ Clasificación**

Los pimientos morrones objeto de este pliego de condiciones, solo tienen un grado de calidad: Calidad Suprema.

#### **➤ Designación**

El pimiento morrón de calidad suprema puede ser de forma cuadrada o blocky y alargado o lamuyo. Pueden ser de color verde, rojo, naranja, amarillo, morado u otro color siempre y cuando cumpla con las características definidas para este tipo de frutos.

La empresa que solicite la conformidad de acuerdo a este pliego de condiciones deberá presentar el certificado expedido por la autoridad competente.

En caso de que SENASICA no cuente con un esquema de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura para este producto, el organismo validará su cumplimiento hasta el momento en que SENASICA esté en posibilidades de emitir el certificado de cumplimiento con Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura.

### **2.10.3. Calidad por atributos**

#### **➤ Especificaciones sensoriales**

El producto objeto de este pliego de condiciones, debe cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales:

El pimiento morrón debe ser:

- Enteros y bien desarrollados (maduros).
- De aspecto fresco y sano.
- De consistencia firme.
- De sabor dulce, sin ningún grado de pungencia o picor.
- Bien formados (blocky o lamuyo) y color (rojo, amarillo, etc.) de acuerdo a la variedad.
- Limpios; prácticamente exentos de cualquier material extraño visible como tierra, humedad excesiva, etc.
- Exentos de pudriciones o deterioro.
- Libres de defectos de origen meteorológico (granizo, quemaduras de sol, daño por frío), mecánico, entomológico (insectos), microbiológico o genético-fisiológico. Se aceptan defectos siempre y cuando sean superficiales y muy leves y no afecten el aspecto general del producto (calidad, conservación y presentación del mismo).
- Exentos de cualquier olor y/o sabor extraño.
- Debe excluirse todo el producto que esté afectado por pudrición o deterioro, al grado que sea inadecuado para su consumo.

#### **2.10.4. Tamaños**

Los frutos de calidad suprema no deben ser menores de 64 mm (2.5 pulgadas) de diámetro y 64 mm (2.5 pulgadas) de longitud.

**Cuadro 2.** Número de frutos que deben incluirse en una caja de cartón del tamaño de 1 1/9 US Bushel. 1 US Bushel = 35.24 Litros de capacidad.

<b>Tamaño</b>	<b>No. Frutos / cajas de 11/9 bushel o 25 libras</b>
Chico	75-85
Mediano	65-74
Grande	60-65
Extragrande	54-60
Jumbo	45-50

### 2.10.5. Daños

**Cuadro 3.** Clasificación y severidad de los principales defectos en pimiento morrón. Las medidas son en mm o (pulgadas).

<b>Daño 1</b>	<b>Daño severo 2</b>	<b>Daño muy severo 2</b>
<b>Rajaduras</b>		
Dispersas en la superficie y no más de: Individual, hasta 10 mm (3/8) de diámetro. Acumuladas, hasta 16 mm (5/8) de diámetro.	Dispersas en la superficie y no más de: Individual, hasta 10 mm (3/8) de diámetro. Acumuladas, hasta 16 mm (5/8) de diámetro.	Dispersas en la superficie y no más de: Individual, hasta 19 mm (3/4) de diámetro. Acumuladas, hasta 25 mm (1) de diámetro.

<b>Quemaduras de sol</b>		
Cuando cause decoloración en un área acumulada no mayor del 5% de la superficie del fruto.	Cuando cause decoloración en un área acumulada no mayor del 15% de la superficie del fruto.	Cuando cause decoloración en un área acumulada no mayor del 25% de la superficie del fruto o exista muerte del tejido.
<b>Mancha bacterial</b>		
Cuando el área acumulada no sea mayor de 16 mm (5/8) de diámetro.	Cuando el área acumulada no sea mayor de 16 mm (5/8) de diámetro.	Cuando el área acumulada no sea mayor de 25 mm (1) de diámetro.
<b>Cicatrices (daño mecánico, etc)</b>		
Cuando el área acumulada no sea mayor de 10 mm (3/8) de diámetro.	Cuando el área acumulada no sea mayor de 10 mm (3/8) de diámetro.	Cuando la rajadura o punción atraviese la pared del fruto.

PC-022-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón (ISO 6659; CAC/RCP 44; USDA, 1989).

## **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Localización del experimento**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una nave del invernadero perteneciente al Departamento Forestal, el cual se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, localizada al sur de la ciudad de Saltillo, (a 10km) por la carretera a Zacatecas, entre los paralelos 25°21' y 25° 22' de Latitud Norte y los meridianos 101° 01' y 101° 03' de Longitud Oeste (Lara, 1996).

### **3.2. Establecimiento del experimento**

El experimento se estableció el día 11 de septiembre del año 2012, las plántulas fueron proporcionadas por la empresa **Valle Alto Produce** que se encuentra en el Valle de San Antonio de las Alazanas en Arteaga, Coahuila, México.

### **3.3. Material vegetal**

#### **3.3.1. Pimiento Variedad Orangela**

Este excelente pimiento de color anaranjado es reconocido por los productores de invernadero de alta tecnología por su excepcional calidad de frutos, alta producción, e intenso color (Syngenta, 2013).

#### **3.3.2. Características**

- Planta balanceada con amarre de frutos temprano
- Frutos de tamaño extra grande, calidad premium y color intenso que incrementan su atractivo en el mercado
- Alto rendimiento a lo largo de la temporada

#### **3.3.3. Beneficios**

- Su alto rendimiento y calidad de frutos generan la oportunidad de obtener un precio premium para el productor

- La pared gruesa protege la calidad de la fruta, aumentando su vida de anaquel
- Amarre de fruta constante permite cumplir de mejor manera con los contratos de producción

### 3.3.4. Datos técnicos

**Cuadro 4.** Datos de la variedad

<b>Madurez aproximada</b>	Intermedia.
<b>Manejo del cultivo</b>	Holandés.
<b>Características de la planta</b>	Amarre fácil y continuo, buen vigor de planta.
<b>Características del fruto</b>	Excelente calidad, forma uniforme.
<b>Color del fruto</b>	Anaranjado, bien definido.
<b>Tamaño promedio en ensayos</b>	Grande / Extra Grande.
<b>Resistencia a enfermedades</b>	RA: Tm: 0-2

### 3.4. Preparación del sustrato

En cuanto al sustrato utilizado se utilizó una mezcla de peeat moss y perlita para poder tener una mejor estructura, mejor drenaje y aeración para que el sistema radicular tenga un mejor desarrollo.

### 3.5. Descripción de los tratamientos

Cada uno de los tratamientos constó de nueve repeticiones.

**Cuadro 5.** Dosis de los tratamientos

Tratamiento	Dosis de AgNO <sub>3</sub> (mg/L <sup>-1</sup> )
Testigo (1)	0
2	30
3	60
4	90
5	120

### 3.6. Aplicaciones del Nitrato de Plata AgNO<sub>3</sub>

Para preparar el Nitrato de Plata primero se pesó en una báscula analítica de la marca OHAUS y después se hicieron soluciones concentradas a 50 ml con las dosis mencionadas en frascos de 500 ml, posteriormente se sellaron envolviendo cada frasco con papel aluminio para evitar la precipitación de la solución. Las aplicaciones se hicieron de manera foliar una vez por semana con la ayuda de un atomizador con capacidad de 1L, quedando toda la parte aérea de la planta mojada.

### 3.7. Variables evaluadas

#### 3.7.1. Peso

El peso de los frutos, se obtuvo con ayuda de una balanza semi-analítica (g).

### **3.7.2. Color**

Para determinar el color de los frutos se utilizó un equipo Colorímetro marca Minolta el cual se calibro.

Después de calibrar el equipo se realizaron cuatro lecturas de cada uno de los frutos cosechados de cada tratamiento y de diferentes partes de fruto esto se hizo para homogenizar las lecturas.

### **3.7.3. Diámetro**

Para esta variable se tomó medida del diámetro polar y el ecuatorial de cada uno de los frutos, esto datos se obtuvieron con la ayuda de un vernier el cual se reportó en mm.

### **3.7.4. Firmeza**

La firmeza de los frutos, se obtuvo con la ayuda de un penetrómetro manual calibrado en el sistema métrico ( $\text{kg/cm}^2$ ), para esto se utilizó una puntilla de 8 mm con la cual se tomaron dos lecturas por fruto.

### **3.7.5. Contenido de solidos solubles totales**

El contenido de solidos solubles totales se determinó por medio de un refractómetro marca OPL, para realizar esto únicamente se colocaba una gota de jugo del fruto en el sensor del refractómetro, y después se cerraba la tapa y se tomaba la lectura mirando por el lente del refractómetro en contra luz.

### **3.7.6. Potencial Redox**

El potencial redox se determinó con la ayuda de un potenciómetro (ORP) marca Hanna, para esto se utilizaron 3 frutos por tratamiento de los cuales se tomó una muestra la cual se metió en bolsitas de plástico para triturarlas con la ayuda de un mortero y evitar la contaminación de las muestras, por último se introdujo al sensor del potenciómetro unas gotas de la sustancia obtenida al triturar la muestra y se tomó la lectura.

### 3.7.7. Vitamina C

Para determinar esta variable se llevó acabo el siguiente formula:

$$\text{mg/100gr de vitamina C} = \frac{\text{VRT} * 0.088 * \text{VT} * 100}{\text{VA} * \text{P}}$$

Dónde:

VRT= volumen gastado en ml del reactivo de Thielmann

0.088 = miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielmann.

VT = Volumen Total en ml del filtrado de vitamina "C" en HCl

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada.

P = Peso de muestra en gramos.

### 3.7.8. Carotenoides

Para determinar esta variable se utilizó la siguiente formula:

$$\text{mg/100 g} = \frac{\text{Abs}_{454} * 3.857 * \text{V} * 100}{\text{P}}$$

Dónde:

Abs= Por ciento de absorbancia a una longitud de onda de 454

V = Volumen medido en la probeta en ml

P = Peso de la muestra en g

### 3.8. Modelo estadístico

El diseño estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar, con un análisis de varianza mediante Tukey al 95% de significancia con el software Statistical Analysis System versión 9.0.

### 3.9. Fertilización

Para la nutrición del cultivo se utilizó la solución Steiner con las siguientes fuentes de fertilizantes con las concentraciones de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo.

**Cuadro 6.** Fuentes de fertilizantes utilizados en la solución Steiner y la concentración de cada uno.

<b>Fertilizantes</b>	<b>Concentración mg/L<sup>-1</sup></b>
Nitrato de calcio	1062.000
Nitrato de potasio	303.000
Sulfato de magnesio	492.000
Sulfato de potasio	261.000
Fosfato de potasio	136.000
Quelato de hierro	50.000
Acido-etilien-diamin-dihidroxifenil	50.000
Ácido bórico	2.800
Sulfato de magnesio hidratado	2.170
Sulfato de zinc heptahidratado	0.390
Sulfato de cobre pentahidratado	0.079
Molibdato de sodio	0.090

**Cuadro 7.** Concentración de la solución Steiner de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo.

<b>mg a 25% en 1 litro</b>	<b>mg a 50% en 1 litro</b>	<b>mg a 75% en 1 litro</b>	<b>mg a 100% en 1 litro</b>
265.500	531	796.5	1062
75.750	151.5	227.25	303
123.000	246	369	492
65.250	130.5	195.75	261
34.000	68	102	136
12.500	25	37.5	50
12.500	25	37.5	50
0.700	1.4	2.1	2.8
0.543	1.085	1.6275	2.17
0.098	0.195	0.2925	0.39
0.020	0.0395	0.05925	0.079
0.023	0.045	0.0675	0.09

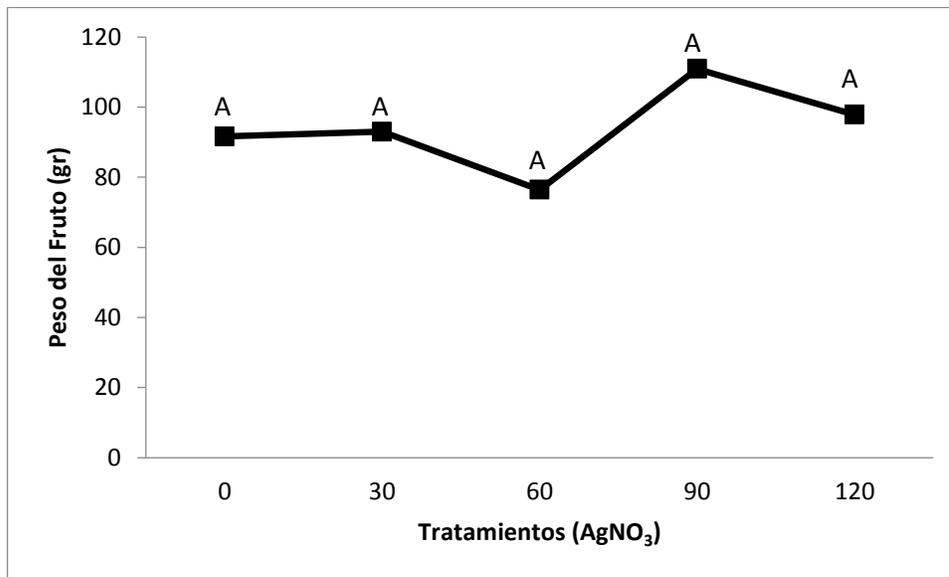
### **3.10. Riegos**

En riego se aplicaba cada que la planta lo necesitaba, por eso se revisaban las bolsas del diario para ver si había déficit de humedad y en caso de que lo hubiese se aplicaba el riego y cada 15 días se hacía un riego pesado para hacer un lavado de sales.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Peso del fruto

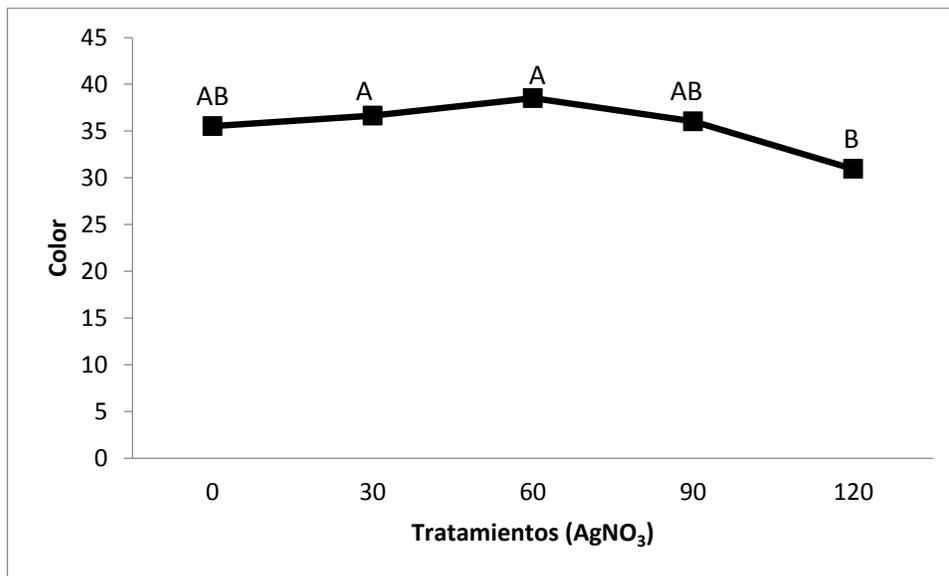
Para la variable peso fresco estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en la aplicación foliar del  $\text{AgNO}_3$  (Figura 1), lo cual de cierta manera coinciden con lo reportado por (Alva, 2014) ya que dice que las aplicaciones foliares de nitrato de plata no incrementa el peso fresco de las plantas de lilis.



**Figura 1.** Peso fresco del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata  $\text{AgNO}_3$ .

#### 4.2. Color del fruto

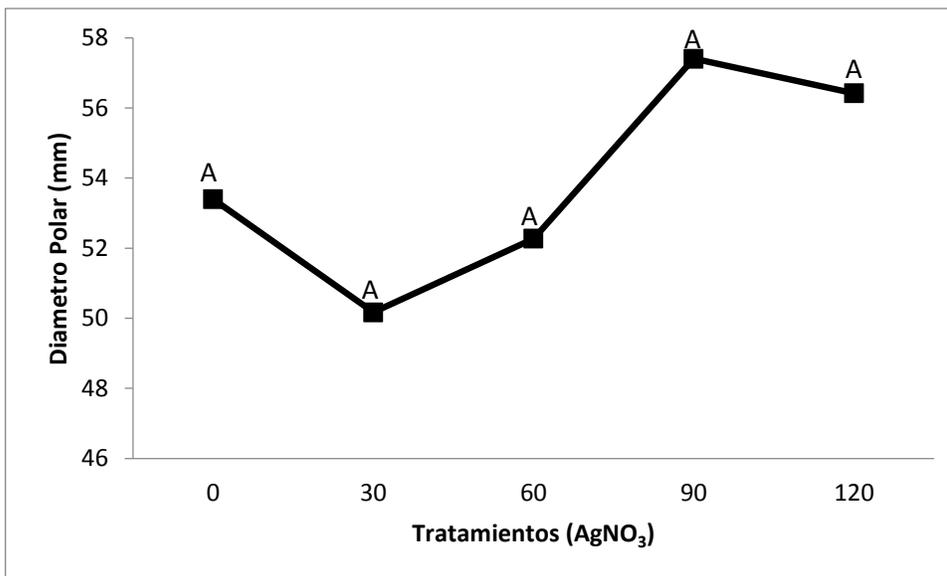
Para la variable color del fruto en pimiento morrón se demuestra que si estadísticamente si hay diferencia significativa y que las aplicaciones foliares de  $\text{AgNO}_3$  con dosis bajas tienden a incrementar el color en el fruto del pimiento morrón (Figura 2) lo cual concuerda con lo dicho por Qin *et al.* (2005) ya que dice que concentraciones más bajas de  $\text{AgNO}_3$  inhibieron la producción de etileno y tienen un efecto estimulante significativo en la clorofila, el contenido de proteína soluble y las actividades enzimáticas antioxidantes.



**Figura 2.** Color del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata  $\text{AgNO}_3$ .

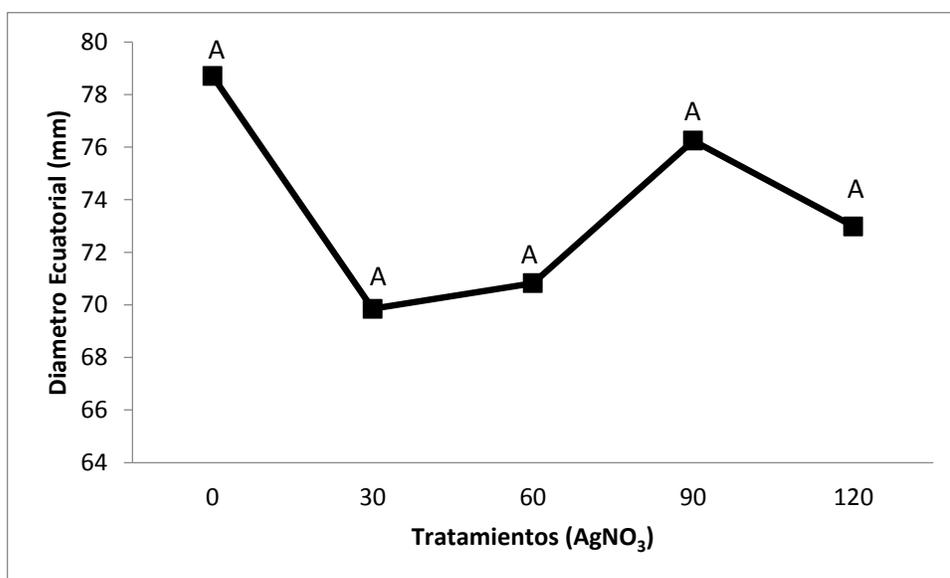
### 4.3. Diámetros del fruto

Para la variable diámetro polar estadísticamente no hubo diferencia significativa pero si numérica resultando el tratamiento 4 como el mejor (Figura 3), desafortunadamente no cumplen con los rangos exigidos por el Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón (PC) ya que no deben ser menores de 64 mm (2.5 pulgadas) de longitud y los resultados obtenidos por los tratamientos y testigos no superan los rangos exigidos por el PC-022-2005 (ISO 6659; CAC/RCP 44; USDA, 1989).



**Figura 3.** Diámetro Polar del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO<sub>3</sub>.

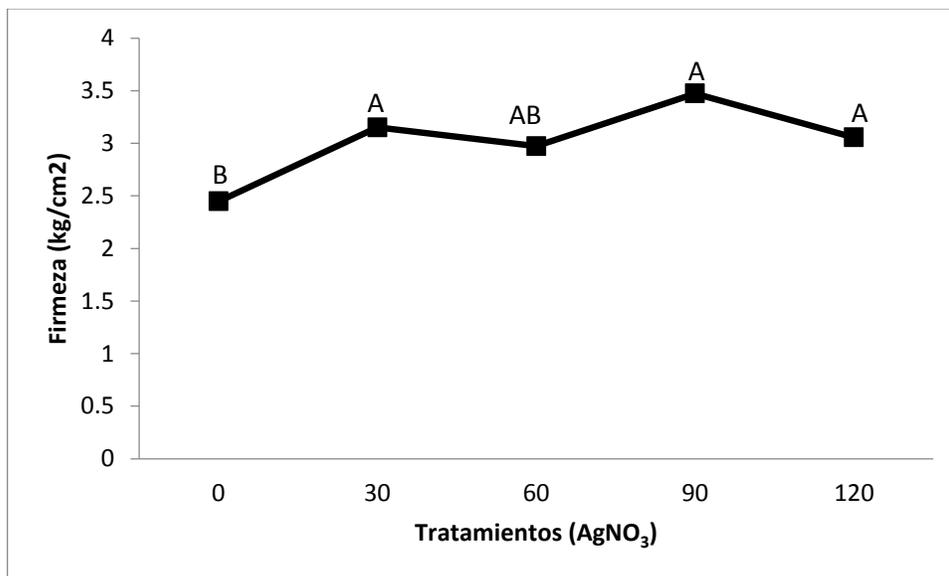
Para la variable diámetro ecuatorial estadísticamente no hubo diferencia significativa pero si numérica resultando como mejor el testigo (Figura 4) aun que los tratamientos cumplen con los rangos de PC Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón ya que no deben ser menores de 64 mm (2.5 pulgadas) de diámetro y los resultados obtenidos por los tratamientos y testigos superan los rangos exigidos por el PC-022-2005 (ISO 6659; CAC/RCP 44; USDA, 1989).



**Figura 4.** Diámetro Ecuatorial del fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO<sub>3</sub>.

#### 4.4. Firmeza

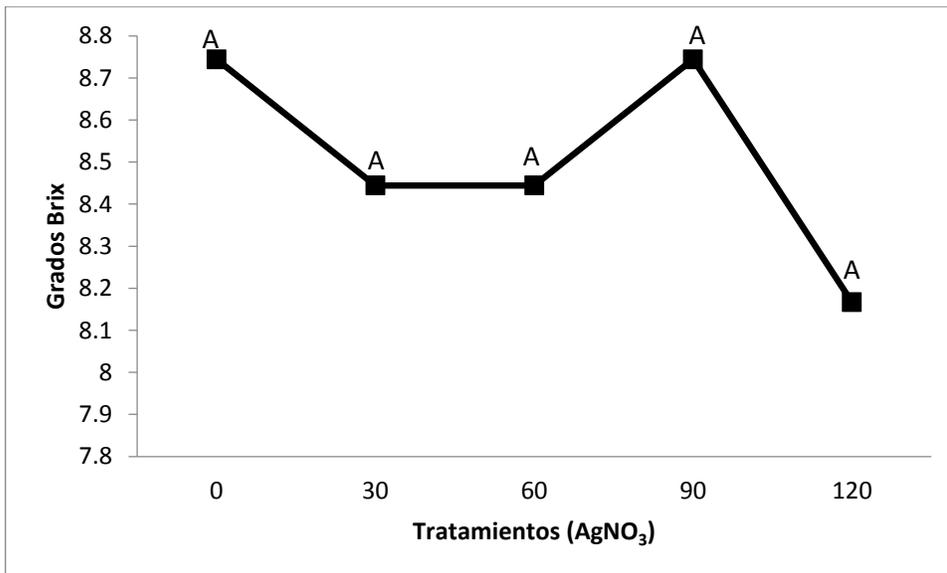
Para la variable firmeza del fruto si hubo diferencia significativa y esto quiere decir que el nitrato de plata tiene un efecto positivo al aumentar la firmeza del fruto en pimiento obteniendo la mayor firmeza con el tratamiento 4 en el cual se utilizó una fuerza  $3.4722 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$  en comparación del testigo que utilizó una fuerza de  $2,4467 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$  (Figura 5) y con estos resultados podemos deducir que el nitrato de plata aumenta la firmeza ya que es un inhibidor de etileno (Qin *et al.*, 2005) con lo cual retrasa la maduración y esto hace que los frutos sean más firmes.



**Figura 5.** Firmeza en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata  $\text{AgNO}_3$ .

#### 4.5. Contenido de solidos solubles totales

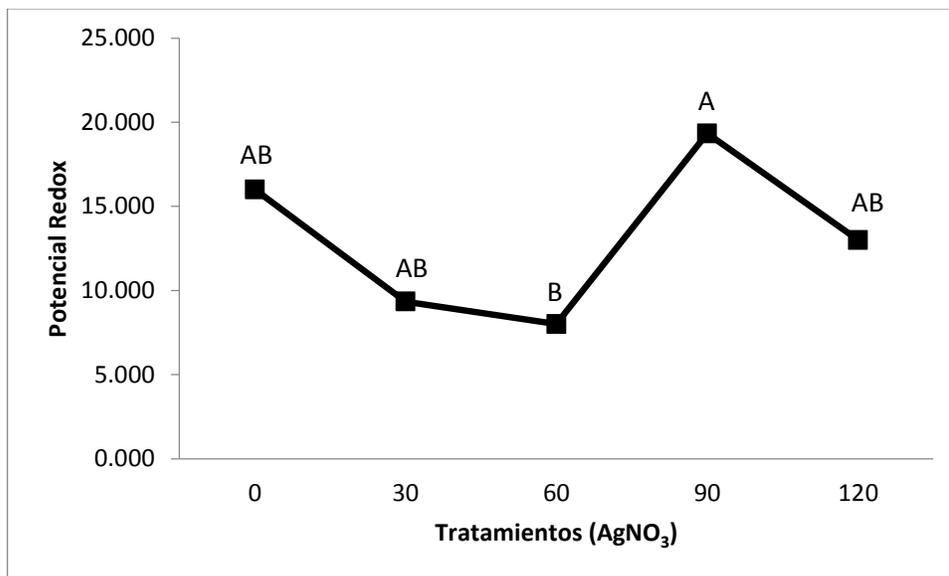
En las aplicaciones foliares de  $\text{AgNO}_3$  en la variable contenido de solidos solubles totales no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 6) esto concuerda con lo mencionado por Luz (2008) quien menciona que no hubo diferencia significativa en los  $^\circ\text{Brix}$  en el cultivo de la cebolla tratado con aspersiones foliares a diferentes concentraciones de  $\text{AgNO}_3$  a un que estas mismas concentraciones pero aplicadas a vía riego muestran diferencia significativa en los  $^\circ\text{Brix}$  obtenidos de los bulbos de la cebolla, obteniendo la mayor concentración de  $^\circ\text{Brix}$  la obtuvo con una aplicación de 40 mg·L de  $\text{AgNO}_3$ .



**Figura 6.** Contenido de Sólido Solubles totales en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata  $\text{AgNO}_3$ .

#### 4.6. Potencial Redox

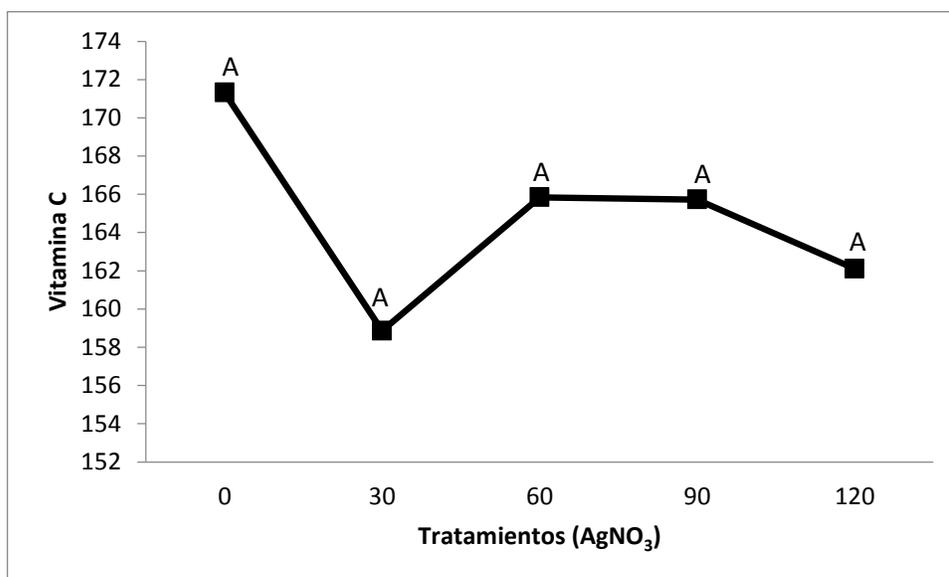
Para la variable potencial Redox si hubo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento 3 el mejor con una concentración de 60 mg de  $\text{AgNO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  ya que entre menor sean los milivoltios mayor es la concentración de los antioxidantes en el fruto (Figura 7) y esto concuerda con lo dicho por Cabrera (2010) ya que dice mediante la adición de  $\text{AgNO}_3$  para las plantas de sandía era posible modificar el estado antioxidante total en frutos. El estado antioxidante se triplicó en las plantas expuestas a un  $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de concentración  $\text{AgNO}_3$ .



**Figura 7.** Potencial Redox en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata  $\text{AgNO}_3$ .

#### 4.7. Vitamina C

Para la variable vitamina C en el fruto de la planta no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 8) lo cual no concuerda con lo dicho por Cabrera (2010) ya que con las aplicaciones de  $\text{AgNO}_3$ , con una dosis de 30 mg-L obtuvo la mayor cantidad de antioxidantes totales en el cultivo de la sandía y con dichas concentraciones de  $\text{AgNO}_3$  se modifica en contenido total de antioxidante.



**Figura 8.** Vitamina C en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata  $\text{AgNO}_3$ .

## **V.- CONCLUSIONES**

Las aplicaciones foliarles de nitrato de plata tienen un efecto positivo en los parámetros de calidad evaluados en fruto como es en el color, la firmeza, y el potencial Redox ya que mediante estas aplicaciones, aumenta significativamente la calidad comercial y nutracéutica en los frutos.

El nitrato de plata aplicado vía foliar no incide significativamente en cuanto al peso, grados brix, diámetro de frutos y contenido de vitamina C.

## VI.-BIBLIOGRAFIA

- Alpi. A. Tognoni F. 2000.** "Cultivo en invernadero". Científica y técnica. 3° edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 13-235 pp.
- Alva Martínez. 2014.** Efecto del Nitrato de Plata ( $\text{AgNO}_3$ ) en la Producción y Vida Útil de Lili Asiática (*Lilium sp*) Var. Navona en Condiciones de Invernadero. pp:32-42.
- Ashraf, M., Akram, N. A., Arteca, R. N. and Foolad, M. R. 2010.** 'The Physiological, Biochemical and Molecular Roles of Brassinosteroids and Salicylic Acid in Plant Processes and Salt Tolerance', *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29 (3): 162-190.
- Azooz, M. 2009.** Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11:343-350.
- Azooz, M., and Youseef, M. 2010.** Evaluation of Heat Shock and Salicylic acid treatments as inducers of drought stress tolerance in wheat. *American Journal of Plant Physiology*, 5 (2): 56-70.
- Baird. C. 1998.** "Environmental Chemistry", 1-557. Editorial Freeman and Co., New York, EEUU.
- Bosland, P. W.; Votava, E. J. 1999.** Peppers: vegetable and spice capsicum. *Crop Production Science in Horticulture* 12. Wallingford. Oxon. London.
- Brucher, H. 1989.** Useful Plants of Neotropical Origin and their Wild Relatives. Springer Verlag, Nueva York. pp: 165-172.
- Burns JJ 1957.** Missing step in man, monkey and guinea pig required for the biosynthesis of L-ascorbic acid. *Nature* 180: 552-552

- CAC/RCP 44-1995.** Codex Alimentarius. Código internacional recomendado de prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas.
- Candra, A., Anand, A. and Dubey, A. 2007.** Effects of salicylic acid of morphological and biochemical attributes in cowpea. *Journal of environment biology*, 28 (2): 193-196.
- Castaños, C. M. 1993.** Horticultura. Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Chaney, R.L., Malik, M., Li, Y.M., Brown, S.L., Brewer, E.P., Angle, J.S., Baker, A.J.M. 1997.** Phytoremediation of soil metals. *Curr. Opin. Biotechnol.* 8: 279-284.
- Chaudhuri CR & Chatterjee D. 1969.** L-Ascorbic Acid Synthesis in Birds - Phylogenetic Trend. *Science* 164: 435-436
- Chen, C y Chiang C. 2008.** Preparation of cotton fibers with antibacterial silver nanoparticles. *Mater Lett.* 62: 3607-3609.
- Cheng, D, Yang, J y Zhao Y. 2004.** Antibacterial materials of silver nanoparticles application in medical appliances and appliances for daily use. *Chin. Med. Equip. J.* 4: 26-32.
- Cohen, MS, Stern, JM, Vanni, AJ, Kelley, RS, Baumgart, E, Field, D, Libertino, JA y Summerhayes IC. 2007.** In vitro analysis of a nanocrystalline silver-coated surgical mesh. *Surg. Infect.* 8: 397-403.
- Cooper, H.D. and Clarkson, D.T. 1989.** Cycling amino-nitrogen and other nutrients between shoots and roots in cereals. A possible mechanism integrating shoot and root in the regulation of nutrient uptake. *Journal Experimental botany*, 40, 753-762.

- Cuadra Crespo. 2011.** Estrategias de fertilización foliar nitrogenada en pimiento. 48-49pp.
- Cunningham, S.D., Berti, W.R., Huang, J.W. 1995.** Phytoremediation of contaminated soils and sediments. En: *Bioremediation: Science and Applications* (eds. Skipper, H.D. y Turco. R.F.). pp. 145-56, Soil Sci. Soc. Am., Madison.
- Davey MW, Van Montagu M, Inzé D, Sanmartin M, Kanellis A, Smirnoff N, Benzie IJJ, Strain JJ, Favell D & Fletcher J 2000.** Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 825-860
- Davies, F. T., Olalde, P. V., Alvarado, M. J., Escamilla, H. M., Ferreracerrato, R. Y Espinosa, J. I. 2000.** Alleviating phosphorus stress of chile ancho pepper (*Capsicum annum* L. "San Luis") by Arbuscular mycorrhizal inoculation. *Journal of Horticultura Science & Biotechnology*. 75:655-661.
- Depestre, T., j. Espinosa, V. Camino y R. Gonzales. 1997.** Pimiento y berenjena. En. P. 20-22. *Memorias 25 Aniversario- La Habana*; Editorial Liliana. La Habana, Cuba.
- Drake P. L., Hazelwood K. J. et al., Occup. Hyg. 2005.** "Exposure-Related health effects of silver and silver compounds: a review". *Ann..*, 49 (7), 575-585.
- Ganmore N., R. and U. Kafkafi. 1980.** Root temperature and percentage NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup> effect on tomato plants. I Morphology and growth *Agron. J.* 72:758-761.
- Gardea T.,J.,E. Gomez, J.R.Peralta-Videa., J.G Parsons, H. Trolani y M.J. Yacaman 2003.** Alfalfa Sportus: A Natural source for the synthesis of silver Nanoparticles. *Langmuir* 19:1357-1361.
- Gil, Y. 1992.** Acquiring Domanin know ledge for planning by Experimentation. PhD Thesis. Carnegie Mellon University, school of computer science.

- Girling, R., Madison, R., Hassall, M., Poppy, G., and Turner, J. 2008.** Investigation into plant biochemical wound-responses pathways involved in the production of aphid-induced plant volatiles. *Journal of Experimental Botany*, 59 (11): 3077-3085.
- Gruda, N. 2005.** Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24, 227-247.
- Guenko G. 1983.** Fundamento de Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana Cuba.
- H. J. Klasen, Burns. 2000.** 26, 117-130. b) H. J. Klasen, *Burns*, 2000, 26, 131–138.
- Halliwell B & Gutteridge JMC 2000.** *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press, London
- Hayat, S. and Ahmad, A. 2007.** Salicylic acid, a plant hormone. Springer, 410 pp.
- He, Y. and Zhu, Z. J. 2008.** Exogenous salicylic acid alleviates NaCl toxicity and increases antioxidative enzyme activity in *Lycopersicon esculentum*. *Biol. Plant*, 2: 792–795.
- Heinig, C. F. 1993.** Research O3 or O2 an Ag. a new catalyst technology for aqueous phase sanitation. *Ozone: Science and Engineering*, Volume 15, Issue 6.
- Henriksen, G.H. and Spanswick, R.M. 1993.** Investigation of the apparent induction of nitrate uptake in barley (*Hordeum vulgare* L.) using NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - selective microelectrodes . *Plant Physiol.* 103: 885-892.
- Hormaetxe K, Hernández A, Becerril JM & García-Plazaola JI 2004.** Role of red carotenoids in photoprotection during winter acclimation in *Buxus sempervirens* leaves. *Plant Biology* 6: 325-332

- Hunziker, A.T. 1979.** South American Solanaceae: a synoptic survey. In J.G. Hawkes, R.N. Lester, and A.D. Skelding (eds.). The biology and taxonomy of the Solanaceae. *Linnean Society Symposium*. Series 7, 49-85. Academic presss, London
- Ibar, L. Y Juscafresa b. 1997.** “Tomates, Pimientos, Berenjenas”. Editorial Aedos.Barcelona. 75-116 pp.
- Imas, P., B. Bar-Yosef, U. Kafkafi and R. Ganmore-Neumann. 1997.** Release of carboxylic anions and protons by tomato roots in response to ammonium nitrate ratio and pH in nutrient solution. *Plant and Soil* 191: 27-34.
- Interne1.**[http://aesam.msssi.gob.es/AESAM/cadena\\_alimentaria/subdetalle/nitratos.shtml](http://aesam.msssi.gob.es/AESAM/cadena_alimentaria/subdetalle/nitratos.shtml) (22/04/2014)
- ISO 6659:1981.** Sweet pepper – Guide to refrigerated storage and transport.
- Jerez-Urriolagoitia Mónica Marcela. 2006.** “Efecto bactericida de nanopartículas de plata sobre microorganismos resistentes a los antibióticos”. (Fac. de Cs. Biológicas, UANL).
- Karlidag, H., Yildirim, E., and Turan, M. 2009.** Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 66 (2): 180-187.
- Khan, N., Syeed, S., Masood, N., Nazar, R., and Iqbal, N. 2010.** Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *International Journal of Plant Biology*, 1 (1), DOI: 10.4081/pb.2010.e1
- Khodary, S.E.A. 2004.** Effect of salicylic acid on growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *Intl. J. Agric. Biol.*, 6: 5–8.

- Kubota, C.; Thomson, C. A. 2006.** Controlled environments for production of value-added food crops with high phytochemical concentrations: Lycopene in tomato as an example. *Hortsci.* 54, 441-448.
- Laborde C. J. A. y O. Pozo Compodónico. 1982.** Presente y Pasado del Chile en México. SARH-INIA México, D.F. páginas 36-39.
- Laborde, J. A. y O. Pzo Compodónico. 1984.** Presente y pasado del Chile en México. SARH. México.
- Lee, H, Park, HK, Lee, YM, Kim, K y Park SB. 2007.** A practical procedure for producing silver nanocoated fabric and its antibacterial evaluation for biomedical applications. *Chem. Commun.* 28: 2959-2961
- Lippert, L.F, P. G. Smith & B.O. Bergh. 1966.** Cytogenetics of the vegetable crops, garden pepper, *Capsicum* sp. *Bot. Rev.*, 32: 24-55.
- Mafla, G., Roa, J.C. Guevara, C.L. 2000.** Advances in the invitro growth control of cassava, using silver nitrate. In: "Casava Biotechnology", Carvalho, L., Thro, A.M., Vilanrinhos, A.D. (eds.), Empresas Brasileiras de Pesquisa Agropecuaria, Brasilia, Brasil, pp.439-446
- Mateo, A., Funck, D., Mühlenbock, P., Kular, B., Mullineaux, P. and Karpinski, S. 2006.** Controlled levels of salicylic acid are required for optimal photosynthesis and redox homeostasis. *Journal of Experimental Botany*, 57 (8): 1795-1807.
- Métrauz, J. 2002.** Recent breakthroughs in the study of salicylic acid biosynthesis. *Trends in Plant Science*, 7 (8): 332-334.
- Miller, A.J. and Smith, S.J. 1996.** Nitrate transport and compartmentation in cereal root cells. *Journal Experimental Botany* 47, 843-854.
- Moreno, V.; Moreno, V. A.; Ribas, F. E.; Cabello, M. J. 2004.** Extracto de Artículo de la Revista Agricultura. Pag. 476-480.

- Mustafa, N., Kin, H., Choi, Y. and Vepoorte, R. 2009.** Metabolic changes in salicylic acid-elicited *Catharanthus roseus* cell suspension cultures monitored by NMR-based metabolic. *Biotechnol Lett*, 31: 1967–1974.
- Naik PS, Chanemougasoundharam A, Khurana SMP & Kalloo G. 2003.** Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants. *Current Science* 85: 1423-1430
- Najafian, S., Khoshkhui, M., Tavallali, V., and Saharkhiz, M. 2009.** Effect of Salicylic Acid and Salinity in Thyme (*Thymus Vulgaris* L.): Investigation on Changes in Gas Exchange, Water Relations, and Membrane Stabilization and Biomass Accumulation. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (3): 2620-2626.
- Nell, T. 1992.** taking silver safely out of the longevity picture. *Groven talks magazine*. June 92.P. 2326.
- Noreen, S. and Ashraf, M. 2009.** Assessment of variation in antioxidative defense system in salt treated pea (*Pisum sativum*) and its putative use as salinity tolerant markets. *Journal of Plant Physiology*, doi:10.1016/j.jplph.2009.05.005
- Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. 2003.** “El cultivo de pimientos chiles y ajíes”. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ohkawa, k., kasahara, Y. and sut, J.N. 1999.** Mobility and effects on vase life of silvercontaining compounds in the cut rose flowers. *Hort Sci*.34:112-113.
- Owens, KW, GE Tolla, y CE Peterson. 1980.** La inducción de flores estaminadas en pepino gynoecious por aminoetoxivinilglicina. *HortScience* 15:256-257.
- Pacheco J, Pat-Canul R, Cabrera A. 2002.** Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. *Ingeniería*, 6: 73-81.

- Palevitch, D.; Craker, L. E. 1995.** Nutritional and medicinal importance of red pepper (*Capsicum* spp.) *J. Herbs Spices Med. Plants.* 3, 55-83.
- Panyman, J y Labhasetwar V. 2003.** Biodegradable nanoparticles for drug and gene delivery to cells and tissue. *Adv Drug Delivery Rev.* 55: 329-347.
- Pérez, G. M., et al. 1997.** Mejoramiento genético de hortalizas. Imprenta Universitaria de la UACh. Chapingo, México.
- Prieto, M., J. Penalosa, M.J. sarro, P. Zornoza Y A. Garate. 2003.** Growth and nutrient uptake in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) as affected by the growing season. pp 362-365. In: Proc Int Fert Soc & Dahlia Greidinger Symposium "Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems." Izmir, 7-10.
- Purcarea, C., and Cachita-Cosma, D. 2010.** Studies regarding the effects of salicylic acid in maize (*Zea mays* L.) seedling under salt stress. *Studia Universitat, Seria tiin ele Vie ii.*, 20 (1): 63-68.
- Qin, Y., S. Zhang., L. Zhang., D. Zhu., y S. Asghar. 2005.** Response of in vitro strawberry to silver nitrate AgNO<sub>3</sub>. *Hort Science.* 40:3:747-751.
- Ramírez, G. O. 2005.** "Efecto simbiótico de la micorriza arbuscular sobre el crecimiento del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de salinidad". Tesis de licenciatura. Programa educativo Ingeniero Agronomo, Campus Xalapa. Universidad Veracruzana.
- Russell, A. D. 1994.** Anttimicrobial Activity an Action of Silver. *Progress in Medicinal Chemistry*, Volume 31.
- Salisbury, F.B.,R. y Cleon W. 1994.** Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. Mexico. 759p.

- Serrano, Z. Z. 1979.** Tomate, Pimiento y Berenjena en Invernadero. Publicación de Extensión Agrícola. N. 27. Madrid, España.
- Shaw, A. 1990.** Heavy metal tolerance in plants:evolutionary aspects. CRC Press, Boca raton, Florida.
- Sinarefi. 2009.** Macroredes. Hortalizas; Red de Chile. URL: <http://www.sinarefi.org.mx/chile.html> (Cons. 11.09).
- Smith, P.G. 1966.** Los ajíes cultivados del Perú. Raleigh, N.C. University, Agricultural misión to Perú, Bulletin 306.
- Sobрино I. E. Y sobрино E. V. 1989.** Tratado de horticultura herbácea hortalizas de flor y fruto.
- Somos, A. 1984.** The paprika. ISBN. 963-05-32aa-9. 302pp
- Telfer A, Dhami S, Bishop SM, Phillips D & Barber J. 1994.** Beta-carotene quenches singlet oxygen formed by isolated photosystem-II reaction centers. *Biochemistry* 33: 14469-14474
- Tolla, GE y CE Peterson. 1979.** Comparación de GA 4/17 y nitrato de plata para la inducción de flores estaminadas en una línea de pepino gynoecious. *HortScience* 14:542-544
- Treviño, H. N. E. 1993.** Avances de investigación, facultad de agronomía de la UANL.
- Uda,A., Koyama, Y. and Fukushima,K.1995.** Efectt of silver thiosulfate solution (STS) having different ratios of AgNO<sub>3</sub> and Na 25203.5H<sub>2</sub>O on Ag absorption and distribution, and vase life of cut carnations. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64:927-933.
- USDA, 1989.** Estándares de calidad para pimiento dulce en los Estados Unidos de Norteamérica. Departamento de Agricultura.

- Valadez López A. 1998.** Producción de Hortalizas. Quinta reimpresión. Editorial limusa.
- Vanderslice, J. T.; Higgs, D. J.; Hayes, J. M.; Block, G. 1990.** Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of food-as-eaten. *J. Food Compos. Anal.* 3, 105-118.
- Vidmar,J.J.; Zhuo,D.; Siddiqui, M.Y.; Schjoerring,J.K.; Touraine,B. And Glass,A.D.M. 2000.** Regulation of high-affinity nitrate transporter genes and high-affinity nitrate influx by nitrogen pools in roots of barley. *Plant Physiol.* 123, 307-318.
- Wang, L. and Li, S. 2005.** Salicylic acid induced heat or cold tolerance in relation to Ca homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. *Plant Science*, 170: 685-694.
- Wang, L., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Lui, J., Cheng, J., Luo, H. and Li, S.2010.** Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves. *Plant Biology*, 10:34.
- Watts agro. 1999.** El cultivo del Chile. [www.wattsagro.com](http://www.wattsagro.com)
- Yalpani, N., León, J., Lawton, M. and Raskin, I. 1993.** Pathway of salicylic acid biosynthesis in healthy and virus inoculated tobacco. *Plant Physiology*, 103: 315-321.
- Yamamoto, S., and Nawata, E. 2005.** *Capsicum frutescens* L, in Southeast and East, Asia, and its dispersal routes to Japan. *Economic Botany* 50; 18-28.
- Yildirim, E., Turan, M., and Guvenc, I. 2008.** Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 31 (3): 593-612.

**Yusuf, M., Hasan, S., Ali, B., Hayat, S., and Fariduddin, Q. 2008.** Effect of salicylic acid on salinity-induced changes in *Brassica juncea*. Journal of Integrative Plant Biology. 50 (9):1096-1102.

**Zapata, N. M. et al. 1992.** El pimiento para pimentón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

**Zhang, Y y Sun J. 2007.** A study on the bio-safety for nano-silver as anti-bacterial materials. Chin J Med Instrumen. 31: 35-38.

## VII.- APENDICE

**Tabla 1A.** Análisis de varianza del peso fresco del fruto en pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	5551.25022	1387.81256	1.61	0.1917
<b>Error</b>	40	34571.76222	864.29406		
<b>Total</b>	44	40123.01244			

**Tabla 2A.** Pruebas de rango múltiple del peso fresco del fruto en pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	91.63	A
<b>2</b>	92.97	A
<b>3</b>	76.40	A
<b>4</b>	110.90	A
<b>5</b>	97.84	A

**Tabla 3A.** Análisis de varianza del potencial Redox en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	262.4000000	65.6000000	3.74	0.0412
<b>Error</b>	10	175.3333333	17.5333333		
<b>Total</b>	14	437.7333333			

**Tabla 4A.** Pruebas de rango múltiple del potencial Redox en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	16.000	AB
<b>2</b>	9.333	AB
<b>3</b>	8.000	B
<b>4</b>	19.333	A
<b>5</b>	13.000	AB

**Tabla 5A.** Análisis de varianza de la firmeza en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	4.98294667	1.24573667	6.53	0.0004
<b>Error</b>	40	7.63613333	0.19090333		
<b>Total</b>	44	12.61908000			

**Tabla 6A.** Pruebas de rango múltiple de la firmeza en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	2.4467	B
<b>2</b>	3.1500	A
<b>3</b>	2.9722	AB
<b>4</b>	3.4722	A
<b>5</b>	3.0556	A

**Tabla 7A.** Análisis de varianza del diámetro polar en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	319.007489	79.751872	0.78	0.5443
<b>Error</b>	40	4084.869556	102.121739		
<b>Total</b>	44	4403.877044			

**Tabla 8A.** Pruebas de rango múltiple del diámetro polar en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	53.398	A
<b>2</b>	50.169	A
<b>3</b>	52.268	A
<b>4</b>	57.403	A
<b>5</b>	56.418	A

**Tabla 9A.** Análisis de varianza del diámetro ecuatorial en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	496.286378	124.071594	2.25	0.0808
<b>Error</b>	40	2206.678600	55.166965		
<b>Total</b>	44	2702.964978			

**Tabla 10A.** Pruebas de rango múltiple del diámetro ecuatorial en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	78.707	A
<b>2</b>	69.851	A
<b>3</b>	70.826	A
<b>4</b>	76.247	A
<b>5</b>	72.981	A

**Tabla 11A.** Análisis de varianza del contenido de sólidos solubles totales en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	2.12755556	0.53188889	0.72	0.5862
<b>Error</b>	40	29.72888889	0.74322222		
<b>Total</b>	44	31.85644444			

**Tabla 12A.** Pruebas de rango múltiple del contenido de sólidos solubles totales en el fruto de pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	8.7444	A
<b>2</b>	8.4444	A
<b>3</b>	8.4444	A
<b>4</b>	8.7444	A
<b>5</b>	8.1667	A

**Tabla 13A.** Análisis de varianza del contenido de vitamina C en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	260.958585	65.239646	0.51	0.7290
<b>Error</b>	10	1275.042903	127.504290		
<b>Total</b>	14	1536.001488			

**Tabla 14A.** Pruebas de rango múltiple del contenido de vitamina C en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	171.321	A
<b>2</b>	158.860	A
<b>3</b>	165.839	A
<b>4</b>	165.726	A
<b>5</b>	162.110	A

**Tabla 15A.** Análisis de varianza del color en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>tratamiento</b>	4	283.1114306	70.7778577	4.66	0.0035
<b>Error</b>	40	608.0668109	15.2016703		
<b>Total</b>	44	891.1782415			

**Tabla 16A.** Pruebas de rango múltiple del color en el fruto del pimiento morrón con aplicaciones foliares de Nitrato de plata.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupamiento</b>
<b>1</b>	35.508	AB
<b>2</b>	36.629	A
<b>3</b>	38.508	A
<b>4</b>	36.025	AB
<b>5</b>	30.933	B

**Tabla 17A.** Medias del contenido de carotenoides.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
<b>1</b>	6928.845
<b>2</b>	4398.24
<b>3</b>	5751.9
<b>4</b>	5844.3
<b>5</b>	4864.86