



# Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

091

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Horticultura
Programa de Investigación:	Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida				
Línea de investigación:	Calidad Nutricional de Hortalizas				
Título del proyecto:	Fisiología y Compuestos Nutraceuticos en el fruto de pimiento injertado y cultivado con Nanopartículas de óxido de Zinc				
Presupuesto solicitado (Máximo \$120,000)	100,000.00	El proyecto es:	Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	Continuación
Tipo de investigación:	Básica	Aplicada	<input checked="" type="checkbox"/>	Tecnológica	e-mail del responsable
Vinculación:	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	Fondos concurrentes:	\$ 70,000.00
Cooperante(s):	CIQA				
Entidad (es):	Coahuila	Municipio (s):	Saltillo		
Localidades:	Saltillo				
A realizar durante el año(s):	2018				
Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma	
Responsable	Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente	Horticultura	3864		
Colaborador:	Dr. Adalberto Benavides Mendoza	Horticultura	3303		
Colaborador:	Dr. Alberto Sandoval Rangel	Horticultura	3177		
Colaborador:	Dr. Valentín Robledo Torres	Horticultura	3031		
		Nivel estudios	Matrícula	Firma	
Tesista:					
Programa Docente:					
	Vo. Bo.		Autoriza		
Firma y sello					
Nombre					

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

## Introducción

El incremento de la demanda de alimentos de calidad, tanto comercial como nutraceutica, ha llevado a la implementación de nuevas formas de producción en los cultivos hortícolas, tal es el caso del pimiento, que es una de las hortalizas de consumo en fresco más demandadas, donde se han reportado un total de 640,671 toneladas de pimiento exportadas de México a Estados Unidos (Flores, 2012). De acuerdo a las estadísticas de consumo, del servicio de investigación económica, del departamento de agricultura, el consumo per cápita de pimiento en 2012 fue de 5 kg en Estados Unidos de Norteamérica. Para lograr cumplir con las exigencias de los consumidores es necesario darle un buen manejo al cultivo y una buena nutrición, las cuales en la mayoría de los casos son de manera química, lo que incrementa el nivel de contaminantes.

La hidroponía es un sistema de producción el cual incluye una solución nutritiva y puede tener o no un medio físico de soporte para la planta (Bastida, 2012). Este método de producción se encuentra clasificado en dos sistemas uno abierto y uno cerrado. En el sistema cerrado se aplica la solución nutritiva a la raíz pero no es reusada y en el sistema cerrado la solución se aplica a la raíz y el excedente se recicla logrando así un óptimo aprovechamiento de los recursos (Lara-Herrera, 2012).

En las últimas décadas se ha optado por el uso de injertos como una alternativa para evitar el estrés debido a la salinidad, se aprovechan además otras cualidades del porta injerto como lo es mejorar el vigor de la planta y de esta manera lograr un aumento en la producción (Chew, 2012).

Recientemente, se han incorporado adicional al injerto, nuevas tecnologías que buscan hacer más eficientes los sistemas productivos hortícolas, tal es el caso de la nanotecnología que constituye uno de los mayores avances en los tiempos actuales, esta consiste en la producción y uso de nuevos materiales a escalas en las cuales muestran efectos y propiedades distintos a los normalmente observados a escalas convencionales (Liu et al., 2000). Las nanopartículas (NPs) en particular han mostrado tener una especial resistencia, una mayor reactividad química y mejor eficacia en campos como medicina, farmacéutica, electrónica y recientemente en la agricultura Bhattacharyya y colaboradores (2010).

La tendencia mundial va orientada hacia la producción de estos alimentos funcionales en gran parte debido a la preocupación de la población por tener una calidad de vida en la cual puedan obtener buena salud con la dieta de todos los días y de la misma manera aumentar la esperanza de vida (Pérez-Leonard *et al.*, 2006).

Los países que encabezan la producción de estos alimentos en el mundo son Estados Unidos y Japón los cuales clasifican a estos productos en tres niveles de funcionalidad a partir de sus propiedades nutraceuticas. Los primarios son aquellos que nos ayudan a mantener la vitalidad corporal a corto y largo plazo, los secundarios nos brindan el sabor y el aroma otorgando una satisfacción sensorial, y los terciarios ayudan en la fortificación y modulación del sistema fisiológico (Pérez-Leonard *et al.*, 2006).

Por lo anterior es necesario buscar alternativas de manejo de los cultivos mediante las cuales podamos producir alimentos de buena calidad en sistemas de producción agrícola que se adapten a las restricciones de agua y escasas de tierra actuales.

## Objetivo General

Evaluar el efecto del injerto y las nanopartículas de óxido de zinc en el cultivo del pimiento en sistema NFT.

## Objetivos específicos

- Evaluar la interacción sobre el método de aplicación de las nanopartículas y el injerto en la producción y productividad del cultivo.
- Determinar el comportamiento fisiológico durante el ciclo productivo.
- Evaluar la calidad nutracéutica de los frutos del pimiento al momento de la cosecha

## Hipótesis

La producción y calidad nutracéutica son modificados positivamente por el injerto y el uso de nanopartículas de óxido de zinc y el injerto en el pimiento en sistema NFT.

## Revisión de Literatura

### Origen e Importancia del cultivo

El pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) es originario de México y de Sudamérica (Bolivia y Perú) donde se encontraron 4 especies diferentes del género *Capsicum*. Posteriormente fue distribuida por Cristóbal Colón en 1493 a Europa, de ahí se extendió por Asia (Fernández, 2012). El género *Capsicum* se cultiva en las regiones tropicales, subtropicales y templadas de México. Los principales estados productores son Puebla, Morelos y Querétaro, es donde se encuentra la mayor diversidad de chiles cultivados y además también se encuentran una gran variedad de chile silvestre (Teodoro *et al.*, 2007).

El pimiento es una de las principales hortalizas de consumo en fresco, ya que en los últimos años su demanda y producción se ha aumentado considerablemente tan solo en el periodo de 1999-2009 según la FAO aumento un 46.68% su producción obteniendo un total de 19, 417,763 toneladas en el mundo en 1999 y para 2009 se registraron 28, 843,822 toneladas en el mundo. Los principales países productores en el mundo son China en primer lugar con un total de 14, 520,301 toneladas en el 2009, otros países productores son México, Turquía, Indonesia y España. Por otra parte los principales países importadores de pimiento son Estados Unidos con 26 % del total con 346,654 t valoradas en US\$ 513.7 millones, en segundo lugar Alemania con 23%, lo que es igual a 254,276 t por un valor de US\$ 351.1 millones y otros países con el 16%, 216,365 t valoradas en US\$ 295.7 millones (Cachote, 2014). Las razones por las que este cultivo es tan importante son por su alto nivel antioxidante y nutracéutico que aporta al ser humano, además de ser rico en minerales y vitaminas, en el cuadro 1 se muestra la composición del pimiento morrón rojo.

En los pimientos existe una gran variedad de formas de frutos (alargados, de 3 o 4 picos, cuadrados, achatados), colores (verde, rojo, amarillo) y sabores (variedades dulces o variedades picantes), pero no todos son utilizados para el consumo sino que también existen pimientos ornamentales (Morales, 2004). Los tipos de frutos de pimientos son: cuadrados, cuadrado americano, cuadrado holandés, cuadrado italiano, rectangular (1/2 largo, 3/4 largo), rectangular largo, pimientos codiformes o acorazados, dulce italiano, cuerno picante (Higón, 2002).

### Etapas Fenológicas

La fenología comprende el estudio de los diversos fenómenos biológicos vinculados a diferentes fases y está relacionado con el clima del lugar donde se está desarrollando el organismo. Para describir el crecimiento y desarrollo de los cultivos, debemos determinar las funciones de diferentes procesos que se llevan a cabo durante el ciclo de vida de la planta, dentro de la determinación se debe identificar las fases y etapas y su duración de cada una de ellas en el pimiento comprende 4 fases fenológicas que son: emergencia, crecimiento vegetativo, floración y madurez. La duración de cada etapa fenológica se basa en el periodo que transcurre entre cada una de ella (Mundarain *et al.*, 2005).

### **Emergencia**

El periodo de preemergencia varia de entre los 8 a los 12 días, dependiendo las condiciones climáticas se puede alargar o acortar este periodo de tiempo La aparición de la radícula es el principio de la germinación de la semilla, para que esto ocurra deben interactuar varios factores como son temperatura, agua, oxígeno y la presencia de luz. Para que la planta esté lista para trasplantarse tiene una duración de entre 35 a 40 días, una vez completado este tiempo la planta es apta para ser trasplantada, pero para ser trasplantadas deben de tener como mínimo de entre 12-15 cm de alto con un 5-7 mm de grosor y con al menos 4 hojas verdaderas (Moreno *et al.*, 2010).

### **Crecimiento Vegetativo**

Esta fase ocurre en los primeros 40 a 45 días después del trasplante y finaliza con el comienzo de floración. Una vez de la formación de la sexta u octava hoja, el crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente, pero al contrario el ritmo de crecimiento del follaje y los tallos aumenta, las hojas alcanzan el máximo tamaño y el tallo principal comienza a bifurcarse y a medida que continua el crecimiento los 2 tallos se ramifican. La tasa máxima de crecimiento dura solo un pequeño periodo después disminuye gradualmente a medida que la planta entra a la etapa de floración y posteriormente fructificación, esto es debido a que los frutos comienzan a demandar más fotoasimilados y ya no se dirigen hacia los puntos de crecimiento (Berríos *et al.*, 2007).

### **Floración y Fructificación**

La floración 60-150 días después del trasplante, iniciando con la inducción floral que es generada por varios factores tanto internos como externos de la planta. Entre los factores externos el principal factor determinante es la temperatura, especialmente las nocturnas, cuando es sometida a temperaturas de 6-12°C durante 2-4 semanas, esto estimula la floración temprana de las plantas. Según las variedades, luego de 8 a 10 horas aparece la primera flor, en crecimiento vegetativo, con la aparición de la primera flor se inicia la bifurcación del tallo principal. La fructificación comienza con la polinización y desarrollo del fruto. El pimiento emite una gran cantidad de flores, pero solo del 8-25% de las flores cuajan, el fenómeno de que las flores se caigan se llama abscisión floral. La causa de la caída de las flores se debe a que el crecimiento del fruto reduce el cuaje de las próximas flores, ya que todas las reservas se las lleva el fruto (Pino, 2015).

### **Madurez**

La madurez fisiológica y de cosecha se logra en promedio a los 120-180 días en invernadero. La cosecha continua, durante un cierto periodo de tiempo a menos que se presente una condición climática desfavorable para el cultivo (helada) o si el mercado ya no es redituable (Berríos *et al.*, 2007).

## **Características ecogeográficas**

### **Temperatura**

El pimiento es considerado como una planta exigente de temperaturas ya que influye sobre su crecimiento, fertilidad, tamaño de fruto. Las temperaturas mínimas para que fructifique son de 15°C, estando el cero biológico a los 11°C, por debajo de este rango el pimiento comienza a sufrir daños irreversibles que dan lugar a un crecimiento raquítico y además ocasiona caída de frutos, flores y necrosis en las hojas. Las temperaturas óptimas para la germinación son el rango de entre 25-30°C, considerando un rango diurno de entre 14-25°C y nocturno de entre 20-21°C, esto asegura un buen crecimiento vegetativo en los primeros estadios de desarrollo. Posterior del trasplante las raíces solo se

desarrollaran a temperaturas del suelo de entre 22-24°C. Durante la floración no son recomendadas temperaturas superiores a los 35°C ya que puede ocasionar aborto floral (FAO, 2002).

### **Humedad**

La humedad relativa óptima para el desarrollo del ciclo del cultivo oscila de entre el 50-70%. Humedades superiores a las óptimas y vegetación excesiva en el cultivo se propicia que la floración y la fecundación se vea dificultada, además que en la parte aérea es más propicio al desarrollo de enfermedades fungosas como es el caso de *botritis*. Al contrario con humedades relativas bajas y altas temperaturas puede ocasionar la caída de las flores y frutos recién amarrados (Serrano, 2011).

### **Luminosidad**

Las plantas requieren un rango de 400-700 nm y lo utilizan como energía para la fotosíntesis. El pimiento requiere una buena iluminación, es considerada planta de día corto, ya que si se presenta una alta influencia de la luz prolonga el ciclo vegetativo del cultivo (Gómez, 2003). El cultivo del pimiento tiene una alta tasa de saturación lumínica superando los 1000 mmol q.<sup>m-2</sup>.s<sup>-1</sup> por lo cual no debemos superar este rango.

### **Suelo**

El cultivo se adapta a una gran variedad de suelos, pero en especial los suelos francos o francos arenosos, profundos, con buena retención de humedad y drenaje, ya que el encharcamiento del agua produce la caída de las hojas. Requiere una pendiente del 1% para facilitar el riego y evitar la erosión y lograr una máxima producción. El pH óptimo es de entre 6.5 a 7.0 ligeramente ácido (González, 2008).

### **Injerto**

El injerto en plantas es la unión de una porción de tejido vegetal viviente de dos plantas distintas para que se desarrollen como una sola planta (De Miguel y Maroto, 2007). El principio del porta injerto es sencillo, en primer lugar porque las raíces del porta injerto son resistentes contra enfermedades del suelo, mediante un porta injerto se evita que los patógenos penetren en la variedad. En segundo lugar, el porta injerto ofrece más vigor a la planta durante su crecimiento. Las plantas injertadas contribuyen a incrementar la calidad del cultivo y la tolerancia a enfermedades del suelo, tanto en cielo abierto, casas sombra e invernaderos (Jiménez- Borjas, 2009).

Adicionalmente, en la actualidad con el desarrollo de las ciencias de los alimentos se ha incrementado la preocupación por la alimentación de las personas creándose de esta manera una estrecha relación entre la medicina y la alimentación, por tal motivo nacen los llamados alimentos funcionales que son aquellos que nos proporcionan los elementos esenciales para un buen funcionamiento del cuerpo pero que además incluyen aquellos no nutricionales, que se ha demostrado que contribuyen de manera positiva a prevenir y retardar enfermedades crónico degenerativas (Bojórquez *et al.*, 2012), dichas características se han obtenido mediante el uso de injerto en algunas especies y con la implementación de la nanotecnología en otras.

### **Calidad nutracéutica**

De entre las utilidades alimentarias de las hortalizas, destacan el aprovechamiento nutricional de diversos compuestos bioquímicos inherentes a su composición. Las características generales de las hortalizas son su elevado contenido en vitaminas A y C, y ácido fólico, entre otras, reconocidas como poderosos antioxidantes para el ser humano, y reguladoras de ciertos procesos metabólicos, y por ello recomendadas para la prevención de diversas patologías como son algunos tipos de cánceres y enfermedades cardiovasculares, que constituyen las principales causas de muerte en nuestra sociedad. Además, las hortalizas son fuente de elementos minerales de alto valor nutricional, como cobre, hierro, fósforo, cinc, manganeso y fibra dietética.

La reciente introducción de numerosas plantas hortícolas injertadas, constituye una respuesta a las exigencias de mayor productividad, vida útil más amplia, y mejor aceptación por parte del consumidor. No obstante, el gran número de variedades de hortalizas de reciente creación no ha venido acompañado de un conocimiento nutritivo de las

mismas. Este conocimiento se plantea como necesario, debido a la gran oscilación que pueden sufrir los compuestos nutritivos en función de la variedad de la hortaliza.

## Procedimiento Experimental

### Ubicación del experimento

El experimento se realizará a en condiciones de invernadero en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### Material vegetal

Se tiene planeado realizar injertos en plántulas de pimiento, utilizando como portainjerto un tomate híbrido a fin de evaluar el comportamiento del cultivo en sistema NFT adicionando nanopartículas de óxido de zinc de manera foliar. Se utilizará pimiento variedad Baselga de la casa semillera Rijkz zwaan, el cual es un pimiento de color amarillo de cosecha precoz.

### Producción de la plántula

Se tiene considerado el establecimiento, ejecución y desarrollo del proyecto destinado para la producción de plántulas, realización del injerto y producción de las plántulas de pimiento, el cual se instalará en condiciones de invernadero de mediana tecnología, el cual se ubica en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La variedad se sembrará en el mes de Febrero del 2018 a los 6 días posteriores el patrón, la realización de la práctica del injerto se llevara a cabo a los 30 días de la emergencia y cuando la planta cuente con un tallo de 3 mm de diámetro procederemos a realizar el injerto que será de tipo empalme y posteriormente las plantas injertadas serán conservadas durante 4 días en un cámara de prendimiento con una humedad relativa del 95% y una temperatura de 28°C, a los 8 días después de haber realizado el injerto las plantas serán trasplantadas

### Establecimiento del cultivo

Las plantas de tomate se establecerán en un sistema NFT que consiste en una película de nutrientes en la cual se encuentran sumergidas las raíces y que se recircula constantemente mediante una tubería de pvc de 6" en forma rectangular conocidos como canales de cultivo sobre los cuales se hacen 18 agujeros y se colocaran plantas con y sin injerto que serán sostenidas en unas canastillas perforadas que ayudan en el soporte y libre desarrollo de la raíz, los canales de cultivos se pondrán sobre unos soportes de madera a una altura de 50 cm sobre el nivel del piso con una ligera pendiente (10%) que facilitara la circulación de la solución. La circulación de la solución nutritiva se lograra con la ayuda de una bomba sumergible la cual se colocara en el fondo de la tina con solución y se le pondrá una manguera que subirá el agua al inicio de la tubería para que circule entre las raíces logrando de esta manera la oxigenación del agua, al final del sistema en la parte inferior de los tubos se colocará un tapa que se cortara de manera horizontal a una altura de 5cm con la finalidad de mantener una película constante de agua y de esta manera el resto de la solución será recolectada y almacenada en la tina donde se encuentra la bomba para ser recirculada de nuevo y así obtener un sistema cerrado de la solución nutritiva.

### Manejo nutricional

El desarrollo del cultivo será mediante la solución nutritiva Steiner (1961) respecto al método universal adicionada con diferentes láminas de riego y de acuerdo a su etapa fenológica:

Etapa	Concentración
Inicio de crecimiento vegetativo	25%
Crecimiento vegetativo pleno	50%
Floración y crecimiento de frutos	75%
Llenado de frutos y cosecha	100%

### Diseño de los tratamientos

Para el diseño de los tratamientos tomaremos en cuenta dos factores que son plantas con y sin injerto y cuatro niveles de nanopartículas. Los tratamientos serán evaluados mediante un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2X4, con 16 unidades experimentales por tratamiento totalizando en 64 unidades experimentales.

Tratamientos	Descripción
1	Pimiento injertado + 0.0 mg NPs ZnO
2	Pimiento injertado + 10 mg NPs ZnO
3	Pimiento injertado + 20 mg NPs ZnO
4	Pimiento injertado + 30 mg NPs ZnO
5	Pimiento sin injerto + 0.0 mg NPs ZnO
6	Pimiento sin injerto + 10 mg NPs ZnO
7	Pimiento sin injerto + 15 mg NPs ZnO
8	Pimiento sin injerto + 20 mg NPs ZnO

### Variables a evaluar

**Productividad:** Biomasa total, tasa de asimilación neta (biomasa acumulada en función del área foliar y el tiempo), tasa de crecimiento relativo, tasa de crecimiento del cultivo, índice de área foliar, relación de área foliar todo esto haciendo uso de las fórmulas de índices de crecimiento en vegetales según Hunt (1978).

Índice de crecimiento	Nombre	Formulas valor instantáneo	Fórmulas para valor medio	Unidades
Tasa relativa de crecimiento	TRC	$\frac{d(LNW)}{dT}$	$\frac{LNW2 - LNW1}{T2 - T1}$	Peso*Peso <sup>-1</sup> *Tiempo <sup>-1</sup>
Tasa de asimilación neta	TAN	$\frac{1}{AF} * \frac{dW}{dT}$	$\frac{W2 - W1}{T2 - T1} * \frac{LN AF2 - LN AF1}{AF2 - AF1}$	Peso*Area <sup>-1</sup> *Tiempo <sup>-1</sup>
Índice de área foliar	IAF	$\frac{AF}{As}$	$\frac{AF2 - AF1}{As}$	Adimensional
Relación de área foliar	RAF	$\frac{AF}{W}$	$\frac{(\frac{AF2}{W1}) + (\frac{AF2}{W2})}{2}$	Area-Peso <sup>-1</sup>
Tasa de crecimiento del	TCC	$\frac{1}{As} * \frac{dW}{dT}$	$\frac{1}{As} * \frac{W2 - W1}{T2 - T1}$	Peso*Area <sup>-1</sup> *Tiempo <sup>-1</sup>

cultivo

Duración del DAF  
área foliar

No existe

$$\frac{IAF1 + AF2)(T2 - T1)}{2}$$

Tiempo

Estos índices permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca, la cual depende del tamaño del área foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Tekalign, 2005).

**Calidad comercial:** Firmeza, sólidos solubles totales, peso, número y tamaño de frutos.

**Componentes Nutracéuticos:** La determinación de antioxidantes totales. Método ORAC. 175 µl del extracto de la muestra o del blanco se mezclan con 120 µl de PBS pH 7.4 75 mM, 205 µl de una solución de AAPH 53 mM y 3 ml de una solución de fluoresceína 48 mM. La fluorescencia se registra hasta que llega a cero (longitud de onda de excitación 493 nm, longitud de onda de emisión 515 nm) en un espectrofotómetro de fluorescencia equipado con una célula termostaticada a 37°C. Los resultados se calculan usando las diferencias de áreas bajo la curva entre el blanco y la muestra y se expresan como equivalentes de Trolox.

Las determinaciones de antioxidante total, cuantificación de quercetinas, clorofilas y ácido ascórbico en frutos será determinado en el laboratorio de Fisiología de Hortalizas, ubicado en el Departamento de Horticultura de la UAAAN, la técnica de análisis del ácido ascórbico por muestra será mediante HPLC, dicha actividad será realizada en el laboratorio de Fisiología de hortalizas en muestras provenientes de los órganos de interés comercial las cuales serán liofilizadas previamente para su toma de lectura posterior. Las variables de firmeza, brix, peso y tamaño de frutos, serán analizadas en el laboratorio de poscosecha de hortalizas y serán cuantificadas al momento de la cosecha.

Contenido de clorofila unidades (SPAD): Para la medición de esta variable se utilizará in situ mediante un equipo de medición de clorofila: Minolta Spad 502 al término de la estación de crecimiento y al término de la etapa de desarrollo y se tomara la lectura de la hoja joven completamente desarrollada.

#### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizara un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 2x4, se aplicará un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).



## Productos Esperados

- 1 Ponencia en congreso nacional
- 1 Tesis de Postgrado
- 2 Tesis de Licenciatura
- 1 Artículo para publicación

## Cronograma de Actividades

Actividad a realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno	X											
Preparación de camas de siembra		X										
Establecimiento del Sistema de Riego		X										
Siembra de porta injerto y variedad		X	X									
Realización del injerto			X	X								
Trasplante				X								
Aplicación de los Tratamientos				X								
Labores Culturales				X	X	X	X	X				
Toma de datos de Productividad				X		X		X				
Cosecha							X	X				
Toma de Datos de Calidad Comercial							X	X				
Análisis de Compuestos Nutracéuticos									X	X		
Análisis e Interpretación de Resultados					X		X		X	X	X	
Publicación de Resultados en Congreso												X

- Bastida, O. A. (2012). Métodos de cultivo hidropónico de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero basados en doseles escaleriformes, 110.
- Berríos U.M., Arredondo B.C., Tjalling H.H., 2007. CropKit. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento. }
- Bhattacharyya, A., Bhaumik, A., Usha, R. P., Mandal, S., Ependi, T. (2010). Nanoparticles: a recent approach to insect pest control. *Afr J Biotechnol* 9(24):3489–3493.
- Bojorquez, R. M. C., Gallego, J. G., & Collado, P. S. 2012. Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutricion Hospitalaria*, 28(1), 6–15.
- Cachote D.C 2014. Elaboración de conservas de pimiento en aceite de girasol y determinación de sus características físico-químicas y antioxidantes por el método de DPPH. Universidad de Guayaquil.
- Carper, J., Alimentos medicina milagrosa. Que comer y que no comer para prevenir más de 100 enfermedades y problemas., 5a ed., Barcelona- España., Amat., 2008., Pp. 444-447
- Chew, Y., Gaytán, A., Espinoza, J. de J., Reta, D., Reyes, I., Chew, R., & Ramírez, R. (2012). Planta de tomate injertada bajo condiciones de invernadero: rendimiento y calidad del fruto. *Agrofaz*.
- De la Peña, I. 1980. Salinidad de los suelos agrícolas: su origen, clasificación, prevención y recuperación. SARH. Boletín técnico #10.
- De Miguel, A, y J. V. Maroto. 2007. Introducción. En Injerto de Hortalizas. Ed. De Miguel A., y M. Martín. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. España. Cap 1: 17-19.
- ECONOMISTA. 2011. Jitomates, un éxito agrícola en México, <http://economista.com.mx/industrias/2010/06/17/jitomates-exito-agricola-mexico>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2000. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. FAO. Land and Plant Nutrition Management. Rome, Italy.
- FAO 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas. Dirección de producción y protección vegetal. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. ISBN 92-5-302719-3. Pp.206.

- Fernández, Maihual y Martínez 2012. Evaluación de tres cepas de *Trichoderma Spp.*, Como alternativa de biocontrol contra *Phytophthora capsic L.* En plántulas de pimiento morrón bajo invernadero, Saudi Med J, 33, 3-8
- Flores J. M., Sánchez C. 2012. Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo, inteligencia de mercado de pimiento morrón verde. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C. mar bermejo No. 195 Col. Playa Palo de santa rita. La paz, Baja California Sur, México. Artículo.
- Gómez H.J., 2003. Tesis de grado. Efecto del acolchado plástico de varios colores sobre algunos aspectos fisiológicos en pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) Var. Caspistrano. Tesis.
- Gonzalez S.V., 2008. Tesis de grado: evaluación agronómica de cuatro materiales de chile (*Capsicum frutescens*) en campo abierto en una localidad en el municipio se Copan Ruinas, Honduras. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro universitario de oriente agronomía.
- Higón N 2002. El cultivo de pimiento. Un catálogo técnico el Pimiento. Horticultura Internacional. Pp.78-83.
- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, London. 67 p.
- Jiménez-Borjas, J. 2009. Manejo integral del cultivo de tomate en Invernadero. Ed. Universidad UNIVER del Pacífico NUEVA HORTITEC FERTRI Invernaderos y Casas sombras. Primera Edición
- Lara-herrera, A. (2012). Calcium in the Nutrient Solution on Tomato Hydroponic Production, (2003), 223–228.
- Liu, C., Zou, B., Rondinone, A. R. and Zhang, Z.J. (2000). Chemical Control of Superparamagnetic Properties of Magnesium and Cobalt Spinel Ferrite Nanoparticles through Atomic Level Magnetic Couplings, J. Am. Chem. Soc., 122: 6263-6267.
- Morales, Jesús y María Fernanda 2004. Pimiento (*Capsicum annuum*) consultado en <http://www.bolsamza.com.ar/mercados/horticola/pimiento/capsicum.pdf> el 13/10/2015 a las 05:10 pm
- Moreno P.E., Mora A.R., Sánchez C.F., García P.V., 2010. Artículo: Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) cultivados en hidroponía. Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.
- Mundarai S., Coa M., Cañizares A. 2005. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens L.*) Revista UDO Agrícola 5(1): 62-67..
- Pérez-Leonard, & Heidy. (2006). Nutraceuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. ICIDCA.

*Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar, XL(3), 20–28.*

Pino M., 2015. Guía didáctica: cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) horticultura y floricultura.

FCA y F. UNLP.P.p132.

Serrano C.Z., 2011. Prontuario del cultivo del pimiento Ingeniero Técnico en hortofloricultura Perito Agrícola

Diplomado de producción de plantas ornamentales. ISBN: 978-84-615-3521-7

Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired compositions.

*Plants and soil*, 134-154

Teodoro-Pardo, Claudia V. De; García-Velázquez, Armando; Corona-Torres, Tarsicio 2007. Polimorfismo cromosómico en *Capsicum annuum* L. (Solanaceae) en recolectas de Puebla, Morelos y Querétaro, México. *Agrociencia*, vol. 41, núm 8, pp 873-881. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.