

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**NUTRICIÓN POTÁSICA, Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE CHILE
PIMIENTO (*Capsicum annum L. Var. California Wonder*).**

POR

JUAN CARLOS PÉREZ DÍAZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

NUTRICIÓN POTÁSICA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE CHILE
PIMIENTO (*Capsicum annum L. Var. California Wonder*).

POR

JUAN CARLOS PÉREZ DÍAZ

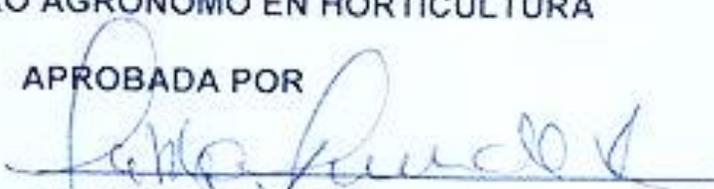
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

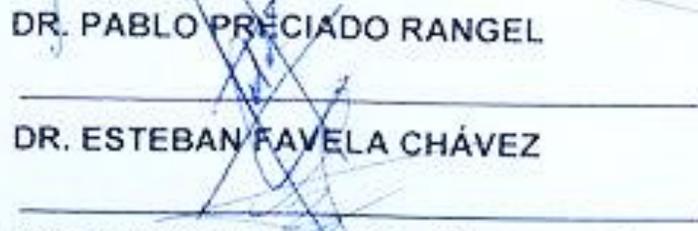
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

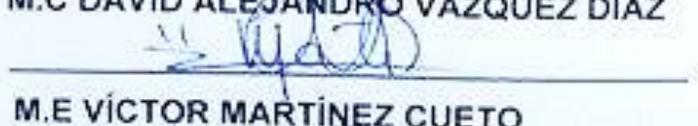
VOCAL:

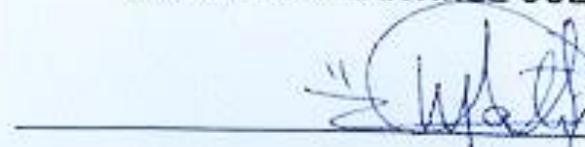

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

VOCAL:


M.C DAVID ALEJANDRO VÁZQUEZ DÍAZ

VOCAL SUPLENTE:


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

NUTRICIÓN POTÁSICA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE CHILE
PIMIENTO (*Capsicum annum L. Var. California Wonder*).

POR

JUAN CARLOS PÉREZ DÍAZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



DR. PABLO PRECIADO RANGEL

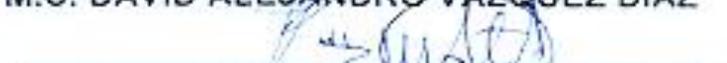
ASESOR:


DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

ASESOR:


M.C. DAVID ALEJANDRO VÁZQUEZ DÍAZ

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2017

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado fortaleza y guiado durante mi carrera profesional, sobre todo por haberme permitido a llegar a cumplir mi sueño con grandes enseñanzas y aprendizaje.

A Mis padres Lucas y Petrona por el apoyo incondicional, y su comprensión en los momentos difíciles en mi carrera, fueron mis motivos y ejemplo para seguir adelante cada día.

Al Dr. Pablo Preciado Rangel por su apoyo para llevar a cabo este proyecto y por sus ánimos para enfrentar y salir adelante ante cualquier circunstancia.

Dr. Esteban Favela Chávez por su apoyo para culminar este proyecto y por brindar todas las herramientas necesarias.

MC. David Alejandro Vázquez Díaz por su apoyo para realizar este proyecto y por sus ánimos para salir adelante.

A la UAAAN UL Mi “Alma Terra Mater” por brindarme la oportunidad de formar parte de ella, donde aprendí de mis maestros, amigos y compañeros, estaré eternamente agradecido de ti mi narro. “orgullosamente buitre”.

A mis amigos Margarito Cortez A. y Marco Antonio M. C. Y a todos mis amigos y compañeros que formaron parte en algún momento de mi vida, estaré siempre agradecido con ustedes, los llevare siempre en mis pensamientos y algunos que aprecio como hermanos los llevare siempre en mi corazón, bendiciones y éxito

DEDICATORIA

A mis padres:

Lucas Pérez Hernández y Petrona Díaz Díaz, por haberme dado esta oportunidad, por su confianza, consejos, y por el apoyo económico que me brindaron durante mi carrera, gracias a ustedes esto fue posible, no fue fácil, pero lo logre, estaré eternamente agradecido con ustedes papas.

A mis hermanos

Andrea, Margarita, Diego, Juana, María, Rosalía, Angelina y Miguel por estar conmigo en todo momento, sin ustedes esto no hubiera sido posible, por sus consejos y apoyo económico. Gracias a ustedes logre uno de mis sueños más grandes en mi vida.

A mis abuelos

Diego Pérez H. (†) Y Antonia Hernández H. (†) ustedes fueron mi mayor inspiración y ganas de salir adelante.

A mis sobrinos

Christian, Edgar, Tadeo, Giovanni, Guadalupe y Efraín a pesar de los difíciles momentos que enfrente, les dedico este éxito motivándolos a ser mejores y seguir siempre adelante.

A mi novia Cecilia Hernández Pérez gracias a ti por tu comprensión, paciencia y apoyo logre ser mejor persona, tú me inspiraste a realizar este trabajo por tus motivos y tus ganas de salir siempre adelante conmigo, gracias mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. General.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen e historia de chile pimiento (<i>Capsicum annum</i> L. Var. California Wonder)	4
2.2 Clasificación taxonómica	5
2.3 Características botánicas	5
2.3.1 Sistema radicular.....	5
2.3.2 Tallo	6
2.3.3 Hoja.....	6
2.3.4 Flor	7
2.3.5 Fruto.....	8
2.3.6 Semilla	9
2.4 Requerimientos climáticos.....	9
2.4.1 Temperatura.....	10
2.4.2 Humedad.....	10
2.4.3 Humedad del sustrato.	11
2.4.4 Luminosidad	11
2.5 Sustrato	12
2.5.1 Características físicas del sustrato.....	13
2.6 Fotosíntesis	14
2.6.1 Clorofila	15

2.7 Transpiración.....	16
2.8 Plagas y enfermedades.....	17
2.9 Tecnología de producción	17
2.9.1 Generalidades de las soluciones nutritivas.	17
2.9.2 El pH de la solución nutritiva	18
2.9.3 Presión osmótica.....	19
2.9.4 Relación mutua entre iones y cationes.....	20
2.9.5 Solución universal Steiner.....	20
2.9.6 Calidad del agua para solución nutritiva.....	21
2.9.7 Niveles de potasio en la solución nutritiva para la nutrición vegetal	22
.....	
3. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1 Localización y características del sitio experimental	24
3.2 Diseño experimental.....	24
3.3 Análisis del agua	25
3.4 Manejo del cultivo.....	27
3.4.1 Germinación de semillas	27
3.4.2 Trasplante	27
3.5 Preparación de la solución nutritiva	27
3.5.1 Riego y fertilización	28
3.5.2 Aplicación de micronutrientes.....	29
3.5.3 Tutorado.....	29
3.5.4 Polinización	29
3.5.5 Plagas y enfermedades.....	29
3.5.6 Cosecha	30
3.6 Variables evaluadas.	30
3.6.1 Altura de la plantas.....	30
3.6.2 Diámetro de tallo	30
3.6.3 Área foliar.....	31
3.6.4 Peso fresco del vástago	31
3.6.5 Peso seco del vástago y la raíz.....	31
3.6.6 Número de frutos.....	32
3.6.7 Peso, largo y ancho del fruto.....	32
3.6.8 Concentración de solidos solubles en el fruto	33
3.6.9 Análisis estadístico.....	33

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Variables Evaluadas	34
4.2 Altura de la Planta	35
4.3 Diámetro de Tallo	36
4.4 Área foliar	38
4.5 Peso fresco del vástago de la planta	39
4.6 Peso fresco de raíz.....	40
4.7 Peso seco del vástago	42
4.8 Peso seco de la raíz	43
4.9 Número de frutos	44
4.10 Peso, largo, ancho del fruto.....	45
4.11 Peso del fruto.	45
4.12 Longitud del fruto.....	47
4.13 Diámetro del fruto	48
4.14 Sólidos solubles totales.	49
5. Conclusiones	51
5. Literatura citada.	52

INDICE DE CUADROS

	Paginas
cuadro 1. De análisis de agua en el experimento.....	26
cuadro 2. Fertilizantes utilizados en los tratamientos para las soluciones nutritivas a evaluar.....	28

INDICE DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1. Altura promedio de la planta del pimiento por efecto de diferentes niveles de K, en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	35
Figura 2. Diámetro promedio del tallo de las plantas del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	37
Figura 3. Área foliar en plantas del pimiento por efecto de diferentes niveles de K. en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	39
Figura 4. Peso fresco promedio de vástago del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	40
Figura 5. Peso fresco de raíz de las plantas del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	41
Figura 6. Peso seco del vástago de planta del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	42
Figura 7. Peso seco promedio de raíz de la planta pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	43
Figura 8. Número de frutos promedio por planta de pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$)	44
Figura 9. Peso promedio del fruto del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).	46

Figura 10. Longitud del fruto del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$). **47**

Figura 11. Diámetro promedio de fruto del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$). **49**

Figura 12. Comparación de medias de °Brix del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$). **50**

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de potasio en solución nutritiva, sobre el crecimiento y calidad del fruto en el cultivo de chile pimiento (*capsicum annuum*) variedad California Wonder. Desarrollado en sistema hidropónico.

Los tratamientos consistieron en tres concentraciones de potasio: 7, 11, 14 me L⁻¹ de K⁺ en solución nutritiva, distribuidos en un diseño experimental completamente al azar. Las variables evaluadas en el experimento fueron: altura, diámetro de tallo, área foliar, peso fresco y peso seco de vástago, número de frutos y volumen de raíz, peso, largo y ancho del fruto y sólidos solubles totales.

Las variables evaluadas presentaron diferencia significativa en el programa (SAS): diámetro del tallo, peso fresco del vástago de la planta, peso fresco de raíz, peso seco del vástago de la planta, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto. Mientras tanto en: altura de la planta, área foliar, peso seco de raíz, número de frutos, sólidos solubles (°Brix) fueron estadísticamente diferentes.

El tratamiento en la solución nutritiva con 11 me L⁻¹ de K⁺ se obtuvieron valores mayores en: número de frutos y en peso del fruto. Y valores iguales en sólidos solubles se obtuvo en las concentraciones de 11 me L⁻¹ de K⁺ y 14 me L⁻¹ de K⁺.

En conclusión los resultados más viables para el número de fruto, peso del fruto y sólidos solubles para mejorar la calidad del fruto se obtuvieron en la concentración de 11 me L⁻¹ de K⁺. Para una buena calidad del fruto se requiere altos niveles de concentración de potasio en las soluciones nutritivas.

Palabras clave: *capsicum annuum*, solución nutritiva, potasio, calidad, variable.

1. INTRODUCCION

El chile pimiento morrón (*capsicum annum L*) es una de las hortalizas solanáceas con más importancia. En las últimas décadas, el pimiento se ha vuelto un importante cultivo de invernadero en Norte América y Europa. En Canadá, la producción de pimiento se ha incrementado en un 18% de los cultivo de invernadero en el 2001.(Resh, 2006.) La producción de pimiento morrón para comercialización es un negocio en pleno crecimiento para el mercado internacional. Una de las oportunidades de inversión más rentables y de mayor futuro en México, ya que cuenta con los primeros lugares de producción y exportación de pimiento.(Lucero Flores, 2012)

La tecnología de producción en invernadero ha incrementado el rendimiento por unidad de superficie. Los cultivos sin suelo ha cambiado la forma de optimizar la producción, su principal función es que los nutrientes estén siempre disponibles en el sustrato. Dentro de las soluciones nutritivas podemos encontrar los aniones: NO_3 , N_3PO_4 , SO_4 Y cationes: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} en cierto caso estos valores puedes cambiar.(Peada, 2001).

Según (Guzmán, 2004) Existen 16 elementos que son esenciales para el desarrollo y producción en la mayoría de las especies vegetales; ellos son: Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl).

Aquellos cultivos cuyo interés comercial está en la fase reproductiva, ya sea en la producción de flores o en la de frutos, la relación considerada entre N, K y P debe ser diferente a la utilizada para el desarrollo vegetativo. En el periodo de floración y fructificación se debe reducir la relación N/K y aumentar la de P/K. Estas alteraciones son más fáciles de hacer en cultivo hidropónico (Furlani, 2003). El rendimiento y la calidad del fruto de un cultivo están determinados por la producción de materia seca (MS) de los órganos de la planta y la concentración de nutrimentos (CN) en dichos órganos, como una función del tiempo. Las funciones únicas de MS y CN (ambas independientes de las propiedades del suelo) determinan el rendimiento y la calidad únicas del cultivo. El producto MS x CN define la función del consumo acumulado (CA). (Bar-Yosef, 1999)

Según (Marschner, 1995) La principal función del potasio es la de regular procesos celulares, incluyendo la síntesis de proteínas y existen más de 50 enzimas que dependen o son estimuladas por el potasio. El potasio interviene en el metabolismo glucídico y proteínico, equilibrio hídrico, apertura y cierre de estomas, mantiene la turgencia celular, absorción y reducción del nitrato, división celular, acumulación y translocación de carbohidratos. (Jones Jr *et al.*, 1991).

(Swietlik, 2003) Dice que el potasio es principal activador de muchas enzimas que son esenciales en el proceso de fotosíntesis y en la respiración, además activa enzimas necesarias para formar almidón y proteínas y es involucrado en el transporte de los fotoasimilados. Según (Black, 1975) el K⁺ además de dar firmeza a los tejidos y grosor a las paredes celulares; la deficiencia de potasio genera descomposición del tejido parenquimatoso

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar el efecto de dosis crecientes de potasio en la solución nutritiva en el cultivo de chile pimiento *Capsicum annuum L.*

1.2. Hipótesis

Los niveles altos de potasio aumentan la calidad del fruto en chile pimiento.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen e historia de chile pimiento (*Capsicum annuum* L. Var. California Wonder)

El chile pimiento pertenece a la familia solanácea cuyo nombre científico es *Capsicum annuum* L. El pimiento es originario de América del Sur, de la zona de Bolivia y Perú; al igual que otras especies hortícolas, rápidamente se incorporó al elenco de los productos saborizantes y de las hortalizas del Viejo Mundo (Vallespir *et al.*). El cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) es una de las actividades más importantes en el sector hortícola de México, pues en el año 2007 nuestro país ocupó el tercer lugar a escala mundial por superficie cultivada (93,000 ha) (del C Moreno Pérez *et al.*, 2011).

El pimiento se cultiva en invernadero en todo el mundo. En el Mediterráneo constituye uno de los cultivos principales que puede situarse inmediatamente después del tomate en la mayoría de los países, con la excepción de Túnez donde la paprika picante y el pimiento dulce representan un 55% de la superficie total de invernaderos (Baudoin *et al.*, 2002)

2.2 Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Capsiceae
Género:	Capsicum
Especie:	Capsicum annum

2.3 Características botánicas

2.3.1 Sistema radicular

El sistema radicular del pimiento está formado por una raíz principal de gran vigor rodeada por una cabellera de raíces laterales. La mayor parte de las raíces se sitúa en la zona superior del suelo (0-25 cm), pero también pueden profundizar

hasta 60-70 cm en un área de 50 cm de ancho. Después del trasplante el sistema radicular primario algo dañado desarrolla nuevas raíces adventicias, situándose el conjunto radicular resultante en zonas más superficiales. Cuando se practica el aporcado, pueden aparecer raíces adventicias en el tallo, pero este fenómeno es menos frecuente que en el tomate. La masa radicular es comparativamente pequeña en relación con el resto de la planta, siendo la proporción entre el peso de las raíces y el peso total de la planta más grande cuando la planta es joven (15-17%), que en la fase adulta (7-9%). hay ciertas especies silvestres que poseen un sistema radicular más profundo y extendido, lo que las hace interesantes por su mayor tolerancia a la sequía.(Baudoin *et al.*, 2002)

2.3.2 Tallo

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Esta planta posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, siempre una más gruesa que la otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que éstas se rompan con facilidad). Este tipo de ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (de sombrilla). (Orellana, 2003)

2.3.3 Hoja

La hoja es de forma oval, elíptica o lanceolada, de margen entero, glabra normalmente, aunque algunas veces más o menos cubierta de pelos. Es de color

verde claro u oscuro y en ocasiones de color violáceo. De una planta a otra vamos a encontrar enormes variaciones en las dimensiones y la cantidad de hojas, así la superficie de la hoja del pimiento paprika para pimentón es normalmente menor que la de los pimientos de fruto grande (Baudoin *et al.*, 2002)

2.3.4 Flor

Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación. Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeños (Orellana, 2003)

Las flores del pimiento son completas por tener pedúnculo, pétalos, sépalos, estambres y pistilo; pendulares al curvarse hacia abajo el pedúnculo durante la antesis o apertura de la flor, no obstante, dependiendo de su situación en la planta, a menudo se sustenta sobre un pecíolo o se sujeta entre dos brotes y permanece vertical o inclinada. Las flores de pimiento se desarrollan a partir de botones florales o ápices terminales y normalmente aparece una flor en la cruz del tallo que origina frutos gruesos. También se sitúan en el ápice de las ramificaciones, en la base de las axilas de las hojas, principalmente en las del tallo principal y en las bifurcaciones de las dicotomías, incluso en el mismo pecíolo de la hoja, cerca de la unión con el tallo. Las flores de pimiento son regulares y de corola tubulosa; monoica por poseer

los dos sexos en la misma flor, solitarias, pequeñas, de 2-3 cm de diámetro completamente abiertas, dependiendo de las variedades, y de color blanco lechoso y pétalos puntiagudos de 1 cm de longitud desde la base y 4 mm de ancho. En variedades de frutos picantes pueden aparecer agrupadas en racimos de 2-5 flores. Están unidas a la planta por un pedúnculo con una longitud de 1-1,5 cm y 2 mm de grosor. Cáliz tubular de una sola pieza, de 0,5 cm de longitud y superficie rugosa que se endurece según va creciendo, con una prolongación rematada en cinco o más dientes pequeños y persistente en el propio fruto. (Reche, 2010)

El pimiento, tiene fecundación autógama o autopolinización, ya que el estigma está por debajo de los estambres, es decir tiende a ser más corto que los estambres, lo que ocasiona un alto nivel de autógama. Sin embargo hay variedades de pimiento de carne gruesa y frutos largos y en las formas silvestres en las que el estigma sobresale de las anteras, y puede haber cierta alogamia, normalmente menor del 10 al 15%, por la intervención del viento y, principalmente, por los insectos. (Berrones Morales *et al.*, 2013)

2.3.5 Fruto

Los frutos tienen paredes rectangulares o cuadradas, ligeramente redondeadas o en forma de barril, con una taza de inserción pedúncular profunda. Son de alto peso y calibre (mayor a 100g/fruto) alto número de semillas (100-180

semillas/ fruto). Este es el tipo que predomina en el mercado por su presentación y firmeza de los frutos.(Cabrera y Salazar, 2004)

Son frutos con 7 a 10 cm de longitud y 6 a 9 cm de ancho. Son de pulpa gruesa y se diferencian del tipo lamuyo en que tienen cuatro hombros bien marcadas. También se les llama cuadrados(Casilimas *et al.*, 2012)

2.3.6 Semilla

Amarillentas, de forma lenticular u oval, aplanadas, de superficie lisa, de tamaño y forma diversa constituidas por el endospermo, el embrión y la cubierta. Al mirar con lupa no presentan vellosidad y sí contornos redondeados, A las 48 horas de puestas a germinar tienen contorno liso y redondeado. Las semillas están separadas de la carne, concentradas en la parte más gruesa del fruto, insertas en una placenta cónica en forma de huso, unidas a una expansión o prolongación del pedúnculo que penetra en el cáliz.(Reche, 2010)

2.4 Requerimientos climáticos

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa.

2.4.1 Temperatura

La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos. Las altas temperaturas provocan la caída de flores y frutitos. (infoafro, 2016)

No soporta las heladas. Es una planta que exige un clima cálido o templado. En otoño e invierno sólo es posible criarlo en invernaderos. Mínima para germinar y crecer, 15°C y para florecer y fructificar mínimo 18°C. Las temperaturas óptimas oscilan entre 20 y 26°C.(Reyes, 2012)

2.4.2 Humedad

El pimiento es muy sensible a los niveles de humedad relativa altos, siendo el nivel de humedad ideal del 70-75%. Niveles superiores favorecen los ataques de Botrytis y el aire más seco es perjudicial para el cuajado del fruto y provoca el aborto floral (Baudoin *et al.*, 2002)

2.4.3 Humedad del sustrato.

Bajo invernadero, los semilleros se pueden hacer con suelo, con sustratos orgánicos, con sustratos artificiales o con una mezcla apropiada de éstos. Siempre se debe lograr un sustrato con características físicas, químicas y biológicas propicias, que faciliten la germinación. (Ortega, 2010)

Debe tener la granulometría ideal, bien proporcionada y buen drenaje, los contenedores deberán considerar una buena profundidad, esto con el objeto de favorecer y permitir el desarrollo radicular. Hay que partir de que, no existe un “sustrato ideal” pero si un “manejo ideal” para cada sustrato, donde influye el volumen y hasta la geometría y disposición de los contenedores.(Olivera, 2014)

Varios sustratos se han utilizado solos en la producción de pimiento, Sin embargo, algunas mezclas de ellos han sido probadas con éxito, en diferentes proporciones. Así- por ejemplo, las proporciones 50% “peat moss” (musgo de turba) + 25% perlita + 25% vermiculita y 45% (peat moss) + 30% perlita + 25% composta, cumplen con los requisitos de un buen sustrato y han generado buenos resultados. (José Marín Sánchez, 2015)

2.4.4 Luminosidad

En cuanto a luz, en el cultivo del pimiento se requieren grandes dosis de luz con días largos, que son los propios de verano. Por eso en otoño e invierno, si se

cultiva en invernadero, se necesita una posición geográfica bastante al sur, con muchos días al año de sol y poca lluvia o cielo cubierto. (Agromatica, 2012)

Esta especie no es particularmente sensible a la duración de la luz aunque aparentemente la duración media del día favorece la formación de flores. Las exigencias en intensidad luminosa son bastante limitadas ya que sus hojas alcanzan el máximo de actividad fotosintética con una intensidad luminosa aproximadamente de $0,4 \text{ cal. cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$. (Baudoin *et al.*, 2002)

2.5 Sustrato

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (Infoagro, 2016)

Uno de los problemas más serios con los medios de crecimiento basados en suelo natural, es que éste puede contener toda una variedad de plagas y enfermedades, como hongos fitopatógenos, insectos y nematodos, además de semillas de malas hierbas. A causa de estos problemas, el suelo necesita ser esterilizado con productos químicos antes de que sea utilizado como medio de crecimiento. Sin embargo, no es tan recomendable debido al alto riesgo de

intoxicación, además de que contribuye al calentamiento global(Fortis-Hernández *et al.*, 2012)

Las propiedades físicas que usualmente se determinan son el espacio poroso total, capacidad de aireación, capacidad de retención de agua, densidad aparente y densidad real(Cruz-Crespo *et al.*, 2013)

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

Según sus propiedades.

Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

2.5.1 Características físicas del sustrato

Están directamente asociadas a la capacidad de proveer agua y aire al sistema de raíces. Un sustrato está constituido por partículas sólidas y espacios libres que dejan entre sí, denominados poros que conforman el espacio poroso total.

Por lo que un buen sustrato desde el punto de vista físico debe ser liviano, esponjoso y con buena capacidad de almacenar agua.(Martínez y Soriano, 2014)

(Rucks *et al.*, 2004) Considera que; La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes

2.6 Fotosíntesis

Los árboles utilizan la radiación solar incidente para sintetizar compuestos orgánicos a partir del CO₂ atmosférico, agua y nutrientes del suelo o retranslocados desde otros órganos de la planta, mediante el proceso de la fotosíntesis. Estos compuestos una vez sintetizados se utilizan para mantener los propios tejidos de la planta, para mantener las reservas de carbohidratos o para formar nuevos tejidos y crecer.(Castillo *et al.*, 2003)

Puesto que la luz solar proporciona la energía que impulsa la fotosíntesis, los organismos están, por ende, impulsados por el Sol. En las reacciones luminosas, la energía que absorbe la clorofila se utiliza para fabricar dos compuestos ricos en energía: ATP y NADPH.

2.6.1 Clorofila

Las clorofilas son los principales aceptores de luz en las plantas y están presentes invariablemente en cada organismo que realiza la fotosíntesis con absorción de dióxido de carbono y la evolución a oxígeno molecular. En las plantas, la clorofila se dispone en agrupaciones de unos pocos centenares de moléculas y su principal función es actuar como antena para captar la luz, mientras que en una pequeña proporción actúa como centro de reacción. (Val *et al.*, 1987)

Los pigmentos clorofílicos son con toda seguridad el pigmento biológico más abundante en la tierra y debe su color verde a su capacidad de absorber las fracciones roja y azul de la luz solar, transmitiendo los demás colores cuya mezcla apreciamos en diversos tonos de verde. Las hojas pueden llegar a contener hasta 1 g de clorofila m², aunque esta concentración es muy variable entre especies y sobre todo depende, entre otros factores, del estado nutricional, la edad o la historia lumínica previa de la planta. En las plantas vasculares las moléculas de clorofila están organizadas en estructuras captadoras de luz, denominados complejos antena, constituidos por pigmentos unidos a proteínas y que a su vez están conectados con sendos fotosistemas (PS I y PS II) a través de un centro de reacción y que contienen los aceptores y transportadores de electrones necesarios para llevar los electrones excitados por los fotones absorbidos hasta sus finales aceptores, las moléculas de NADP oxidado que pasarán a NADPH reducido. (Reol, 2003)

2.7 Transpiración

La transpiración es un determinante primario del balance energético de la hoja y del estado hídrico de la planta. Este proceso comprende la evaporación del agua desde las células superficiales en el interior de los espacios intercelulares y su difusión fuera del tejido vegetal principalmente a través de las estomas y en menor medida a través de la cutícula y las lenticelas. Junto al intercambio de dióxido de carbono (CO_2), determina la eficiencia de uso del agua de una planta. (Francisco Asqueo, 2016)

La pérdida de vapor de agua por las estomas de una hoja depende del gradiente de concentración de vapor de agua entre el aire en el mesófilo y la atmósfera, y de las resistencias a la transferencia del vapor de agua. Como los valores de presión de vapor de agua en la atmósfera son casi siempre mucho más bajos que los de la cámara subestomática, está claro que el vapor de agua tiende casi siempre a difundir desde la hoja hasta el aire circundante. Las interacciones entre el 37 gradiente de vapor de agua y las resistencias pueden ser complejas, complejidad que se incrementa por el hecho que la temperatura puede afectar tanto a la resistencia foliar (directa e indirectamente, como ya hemos visto) como al gradiente de vapor de agua entre la cámara subestomática y el aire que circunda la hoja. A su vez, la magnitud del flujo transpiratorio puede afectar la temperatura de la hoja. Para abordar este tema, comenzaremos por considerar los efectos de la temperatura sobre un sistema en el que la resistencia foliar se mantiene constante. (Facultad de Agronomía, 2016)

2.8 Plagas y enfermedades

Como todos los cultivos, el chile es susceptible de presentar daño por enfermedades bióticas y no bióticas en cualquier etapa de su desarrollo. Las enfermedades bióticas son causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. Las enfermedades no bióticas o no infecciosas son causadas por factores extremos como temperatura, luz, humedad del suelo y por desbalance nutricional.(Adrián *et al.*, 2008)

2.9 Tecnología de producción

2.9.1 Generalidades de las soluciones nutritivas.

La hidroponía es una tecnología para desarrollar plantas en solución nutritiva (SN) (agua y fertilizantes), con o sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca, etc.) para proveer soporte mecánico a la planta.(Herrera, 1999)

Es el conjunto de sales inorgánicas (fertilizantes) disueltas en el agua de riego, que origina una solución con nutrimentos asimilables y en proporciones adecuadas, de los elementos nutritivos requeridos por las plantas, como son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl). (sagarpa, 2016)

La solución nutritiva universal consiste de: NO_3^- , 12 me L^{-1} ; H_2PO_4^- , 1 me L^{-1} ; SO_4^{2-} , 7 me L^{-1} ; K^+ , 7 me L^{-1} ; Ca^{2+} , 9 me L^{-1} ; y Mg^{2+} , 4 me L^{-1} , cuando el potencial osmótico es -0.072 MPa y el pH es 6.5. Sin embargo, las necesidades nutrimentales de los vegetales dependen de factores como: especie, variedad, etapa fenológica y ambiente físico en que se desarrolla la planta, el cual afecta la tasa de absorción y la distribución de nutrimentos dentro de la misma, además de la tasa de crecimiento (Villegas-Torres *et al.*, 2005)

2.9.2 El pH de la solución nutritiva

La acidez o alcalinidad de una solución están determinadas por la concentración de H^+ . En la mayor parte de las sustancias naturales comunes, estas concentraciones son muy bajas y expresarlas en forma decimal o exponencial resulta engorroso, y con frecuencia es fuente de errores. En 1909, el danés Sørensen propuso una alternativa para expresar la concentración de H^+ . Sørensen sugirió que en lugar de usar números en forma decimal o exponencial, se empleara una transformación logarítmica de la concentración molar de protones a la que llamó pH. (Velásquez y Ondorica, 2016)

Las soluciones con pH menor que 4 o pH mayor que 9, no deben emplearse para la producción vegetal, porque o son muy ácidas o muy alcalinas

respectivamente. De esta forma es posible determinar el pH de los suelos agrícolas que son más apropiados para un determinado cultivo. (Barros, 1998)

Mantener el pH entre 5.8 y 6.1. Una formulación típica para pimientos

2.9.3 Presión osmótica

La respuesta de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva del cultivo hidropónico (Steiner, 1966) depende de varios factores, el más importante de éstos es la concentración total de iones, expresada como presión osmótica de la solución nutritiva, que es una propiedad fisicoquímica de las soluciones que depende de la cantidad de partículas, o solutos disueltos.(Hernández *et al.*, 2006)

La PO también influye en la absorción de agua y de los nutrimentos, pues a mayor PO, menor es la absorción; además, la absorción de nutrimentos se ve afectada de manera diferencial: la absorción de SO_4 es más restringida que la de NO_3 y H_2PO_4 ; el Ca más afectado que el Mg, y éste que el K, lo cual ocasiona un desbalance de la SN.(Steiner, 1973.)

El alto contenido de sales disueltas en la SN aumenta el efecto osmótico y disminuye la disponibilidad de agua fácilmente utilizable por la planta en el medio de cultivo, lo que afecta la absorción de Ca y da lugar a la pudrición apical de los frutos.(Rincon, 1997)

2.9.4 Relación mutua entre iones y cationes

La importancia del balance iónico comienza cuando las plantas absorben los nutrientes de la solución nutritiva diferencialmente.(Jones, 1997)

La razón de esta variación se debe a las diferentes necesidades de los cultivos (especie y etapa de desarrollo) y la diversidad de condiciones ambientales. La restricción de estos rangos, además de ser de tipo fisiológico, es química, lo cual está determinado principalmente por la solubilidad de los compuestos que se prepararon en Soluciones Nutritivas. El límite de solubilidad del producto de los iones fosfato y calcio es de 2.2 mmol L⁻¹, y del producto entre el sulfato y el calcio, de 60 mmol L⁻¹(Steiner, 1984)

2.9.5 Solución universal Steiner

(Steiner, 1984) Menciona que las altas concentraciones de NH₄⁺ inducen toxicidad en la planta, la cual se atribuye a la acidez de la zona radical, a la acumulación de NH₄⁺ y a la disminución en la absorción de cationes (K, Ca y Mg), lo que provoca desbalances en su interior, en general no causa ningún problema.

La formulación óptima de una SN depende de la especie y variedad; del estado de desarrollo de la planta, la parte de la planta que será cosechada, la época del año, la duración del día y clima y, por supuesto, del método de cultivo. Debido a

esta gran variabilidad de factores, no es posible diseñar una SN adecuada. Con base a lo anterior, Steiner estudió sistemáticamente el efecto de las SN sobre el desarrollo de los cultivos, para lo cual mezcló los nutrimentos de manera similar a como se encuentran en las plantas en condiciones normales de crecimiento.(Steiner, 1984)

2.9.6 Calidad del agua para solución nutritiva.

Los contenidos elevados de calcio o magnesio (mayores a 30 ppm en cada caso), obligarán a realizar correcciones en la formulación de la solución nutritiva. Por su parte, elementos como sodio o cloro en forma excesiva podrán ser tóxicos para la planta.(Gilsanz, 2007)

Según (Favela *et al.*, 2006) El análisis químico del agua es un pre-requisito para determinar las cantidades y tipos de fertilizantes que se deben utilizar en la preparación de la SN, ya que según sus propiedades químicas, se realizan los ajustes necesarios para que la SN tenga un adecuado pH, contenido de sales, PO y balance entre los iones. Las principales propiedades del agua que se deben tomar en cuenta para la preparación de la SN, son las siguientes: el pH, las sales disueltas, (aniones, cationes, micronutrientes y los elementos tóxicos).

El pH del agua no es un factor limitante, ya que se puede ajustar a las necesidades más apropiadas del cultivo con ácidos (pH 5.5).

El manejo apropiado del riego es esencial para asegurar un alto rendimiento y una alta calidad. Al aire libre, el pimiento puede necesitar hasta 4.500 m³/ha de agua, y en invernaderos hasta 8.000 m³/ha. (Berríos y Tjalling, 2007b)

2.9.7 Niveles de potasio en la solución nutritiva para la nutrición vegetal

Los roles esenciales del potasio se encuentran en la síntesis de proteína, los procesos fotosintéticos y el transporte de azúcares de las hojas a las frutas. Un buen suministro de potasio sustentará, por consiguiente, desde el principio la función de la hoja en el crecimiento de la fruta y contribuirá al efecto positivo del potasio en el rendimiento y en el alto contenido de sólidos solubles (más azúcares) en la fruta al momento de cosecha. Aproximadamente el 50% del potasio absorbido por la planta, se encuentra en la fruta. La acción del potasio en la síntesis de la proteína refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mayor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado. (Berríos y Tjalling, 2007a)

(Papadopoulos, 2004) Menciona que la relación que guardan los diferentes nutrientes dentro de la solución nutritiva, incide en la productividad de los cultivos debido a que interaccionan tanto aniones como cationes, puesto que la absorción de nutrientes efectuada por las raíces de las plantas es selectiva, y depende de factores climáticos, así como de la fase de crecimiento en que el cultivo se encuentre, además de las concentraciones disponibles de los nutrientes.

La relación entre Potasio y Nitrógeno da origen a las soluciones nutritivas de crecimiento y producción, ya que una relación $K/N=1$ de 200 ppm de Potasio y 200 ppm de Nitrógeno da como resultado una solución nutritiva de crecimiento, mientras que una relación de 300 ppm de Potasio y 200 ppm de Nitrógeno, y otra de 200 ppm de Potasio y 133 ppm de Nitrógeno dan la relación para producción $K/N=1.5$.(Manriquez, 2004)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y características del sitio experimental

El trabajo experimental se realizó bajo invernadero de 200 m² de superficie con cubierta plástica, piso de grava, con pared húmeda y dos extractores, en el ciclo otoño invierno del 2015, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL), departamento de horticultura, situada en 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste y los paralelos 25° 05' y 26° 54' de latitud norte en Torreón, Coahuila. Esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, tiene una altitud 1.139 m.s.n.m. y su temperatura media anual es de 18,6 °C., con el objetivo de evaluar diferentes relaciones de potasio en la solución nutritiva en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad California Wonder, fue sobre el crecimiento vegetativo-reproductivo y calidad bajo invernadero.

3.2 Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, teniendo 18 unidades experimentales, estas se establecieron en macetas de 10 litros de capacidad y en cada maceta contenía una planta de chile pimiento, a una distancia de 30 cm entre planta y 50 cm entre hileras.

Los tratamientos consistieron en una modificación de la solución nutritiva de Steiner (1984) y consistieron en incrementar los niveles del K al 7, 11, 14 en mmol

L⁻¹. Entonces las soluciones nutritivas, las concentraciones de los micronutrientes fueron (mg L⁻¹) 8 Fe, 0.865 B, 1.6 Mn, 0.023 Zn, 0.11 Ca y 0.5 Cu. Todas las SN fueron ajustados a un potencial osmótico de 0.073 MPa.

3.3 Análisis del agua

Se realizó el análisis de agua correspondiente para conocer la cantidad de sales y elementos minerales que contenía y tenerlos en cuenta en el momento de la preparación de la solución nutritiva, de los nutrimentos que se tienen que suplir se sacó la diferencia entre lo que se tiene que agregar y así restarle los resultados del análisis de agua que se presentan en el siguiente **cuadro 1**.

Parámetros	Valor
pH	7.40
CE	1.37
CATIONES SOLUBLES	
Ca (me L ⁻¹)	9.39
Mg (me L ⁻¹)	0.67
Na (me L ⁻¹)	4.22
K (me L ⁻¹)	0.35
∑ cationes	

ANIONES SOLUBLES	
CO ₃ (me L ⁻¹)	0.27
HCO ₃ (me L ⁻¹)	4.24
Cl(me L ⁻¹)	2.09
SO ₄ (me L ⁻¹)	6.55
∑ aniones	
SAL PREDOMINANTE	
RAS	6.24
Fosfatos(ppm)	
Nitratos(ppm)	7.30
CLASIFICACION	C3S1

Cuadro 1 De análisis de agua utilizado en el experimento.

Como siguiente paso fue el llenado de las bolsas de 10 kilos de capacidad utilizando arena al 70 % y perlita al 30 % como sustrato, se llenaron 18 bolsas para el experimento, posteriormente se saturó de agua las bolsas para eliminar otros elementos del sustrato.

3.4 Manejo del cultivo

3.4.1 Germinación de semillas

Se germinaron las semillas del chile pimiento variedad california wonder, se utilizó charolas de 200 cavidades, como sustrato peat-moss. Posteriormente se realizó un riego pesado para conseguir mayor humedad, después fue tapado con plástico negro para acelerar el proceso de germinación, se mantuvo un riego y cuidado constante hasta su trasplante.

3.4.2 Trasplante

Las semillas germinaron a los 7 días y a los 30 días se realizó el trasplante seleccionando las plantas más uniformes y vigorosas, se trasplantaron en las macetas con arena y perlita hasta completar su ciclo vegetativo.

3.5 Preparación de la solución nutritiva

Para la preparación de la solución nutritiva se utilizaron fertilizantes comerciales.

Cuadro 2. Fertilizantes utilizados en los tratamientos para las

Nombre	Formula	% de nutrientes que aporta				
		SO ₄	Ca	Mg	K	NO ₃
Sulfato de calcio	Ca(SO ₄)	18	20			
Sulfato de magnesio	Mg(SO ₄)	19.35		9.78		
Nitrato de potasio	K ₂ (NO ₃)	4			46	12
Nitrato de magnesio	Mg(NO ₃)			15		11
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	35%			Ø1.88	

Ø=Densidad

soluciones nutritivas a evaluar.

3.5.1 Riego y fertilización

El primer riego se realizó desde el día del trasplante, con solución nutritiva aplicando 500 ml por maceta en la mañana al igual por la tarde con un total de 1000ml al día, este riego se mantuvo hasta el día de la cosecha del pimiento.

3.5.2 Aplicación de micronutrientes

Los micronutrientes se empezó aplicar desde el principio antes de que este se manifieste como deficiencia, utilizando el 2.3g/ litro de solución de ultrasol® micro mix.

3.5.3 Tutorado

Para el tutorado se utilizó rafia para que la planta sea guiada y para un mayor soporte se utilizó varas de 70 cm, esto se mantuvo hasta el día de la cosecha.

3.5.4 Polinización

La polinización se hizo manual, realizando movimientos a mano dos veces al día de 12am a 2 pm.

3.5.5 Plagas y enfermedades.

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas tales como: mosquita blanca, trips, pulgones y ratones, las cuales no ocasionaron graves daños a excepción de las ratas.

Esto se controló con trampas y venenos caseros.

3.5.6 Cosecha

La cosecha se realizó cuando el fruto alcanzo su madurez fisiológico después de los 90 días, el fruto se cosecho en verde.

3.6 Variables evaluadas.

3.6.1 Altura de la plantas

Este variable se empezó a evaluar a los 90 días del trasplante, se midieron todas las repeticiones con cinta métrica. Los datos que se tomaron fueron registrados en cm.

3.6.2 Diámetro de tallo

Esto se realizó al momento de medir la altura de las plantas, al mismo tiempo se tomó el diámetro de tallo a una altura de 10 cm, utilizando un vernier. Los datos se registraron en cm.

3.6.3 Área foliar.

Para determinar el área foliar se tomaron el número de hojas por planta estos datos fueron registrados según la solución nutritiva que corresponde.

El área foliar del pimiento tiene un papel importante en la nutrición del mismo, el número de hojas se refleja en la calidad del fruto. Según (Hernández *et al.*) evaluó dos variedades de chile pimiento LIVAL y ESPAÑOL. Encontró que en las relaciones de tendencia de área foliar y peso seco entre ambas variedades pueden cambiar en el proceso de fructificación.

3.6.4 Peso fresco del vástago

Para determinar el peso fresco total de la planta se utilizó una balanza electrónica de las cuales se pesaron; el tallo, raíz. Estos datos fueron registrados en gramos.

3.6.5 Peso seco del vástago y la raíz

Para determinar el peso seco total de materia seca del tallo y raíz se utilizó una estufa del laboratorio, el material vegetativo se metió a la estufa a una

temperatura de 45 °C por 3 días (72 horas). Después se pesó la materia seca y se registraron los datos en gramos.

3.6.6 Número de frutos

El número de frutos se determinó hasta en la última cosecha, se sacó un concentrado por tratamiento.

3.6.7 Peso, largo y ancho del fruto.

Esta variable fue evaluada al momento de la cosecha, el fruto fue peso en una báscula digital, los datos fueron registrados en gramos. Para medir el largo y ancho de la fruta se utilizó un vernier, los datos fueron registrados en centímetros.

3.6.8 Concentración de sólidos solubles en el fruto

Para evaluar esta variable se utilizó un refractómetro, realizando un corte transversal en el chile, obteniendo dos gotas del jugo colocando en el aparato, posteriormente se obtuvieron los datos por tratamiento.

3.6.9 Análisis estadístico

En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar, los datos se analizaron mediante un análisis de varianza. Las diferencias de medias fueron determinadas por medio de la prueba de Tukey ($p < 0.05$), utilizando el software SAS 7.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables Evaluadas

Para realizar esta evaluación se tomaron plantas completamente al azar, durante la fase de crecimiento y desarrollo, posteriormente se determinaron los aspectos biométricos como el número de hojas, diámetro del tallo, número de flores y número de frutos por planta, longitud, diámetro y calidad del fruto (Escobedo, 2013)

4.2 Altura de la Planta

En los tratamientos evaluados no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la altura de la planta del pimiento, en los tres tratamientos la altura de la planta fueron estadísticamente iguales. (Figura 1), ya que, en términos numéricos la solución nutritiva con $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ se obtuvo mayor altura promedio 77.833 cm , seguido por el tratamiento $7 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ con altura promedio 77.222 cm , seguido por $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ se obtuvo un valor promedio menor 76.167 cm .

(Tremblay, 1988) Afirma, que las dosis relativamente altas de K incrementan el diámetro del tallo y la altura de planta, sin disminuir el peso seco de la raíz. Por lo tanto, en el tratamiento $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ de la investigación se obtuvieron plantas con mayor altura favoreciendo a la calidad del fruto.

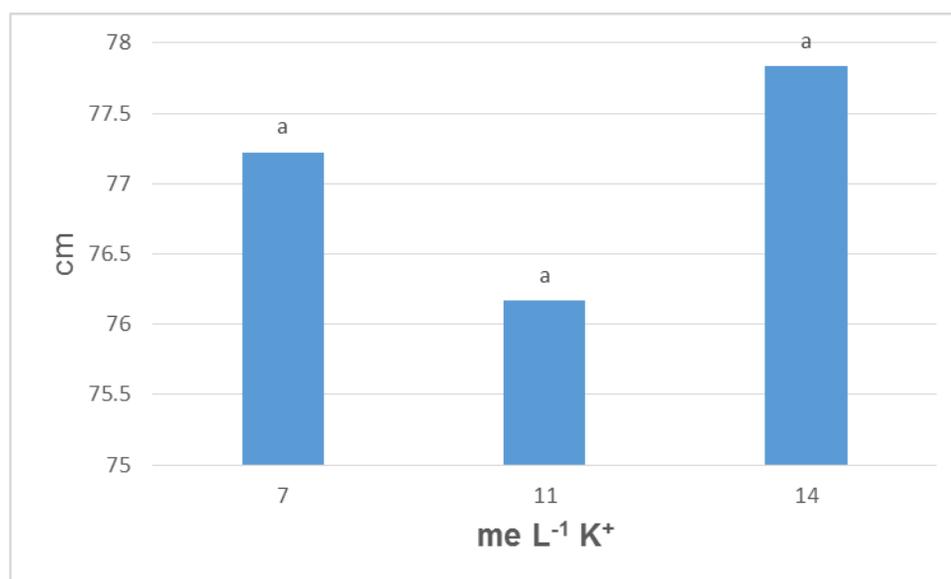


Figura 1. Altura promedio de la planta del pimiento por efecto de diferentes niveles de K, en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$)

4.3 Diámetro de Tallo

En los tratamientos evaluados se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en el diámetro del tallo (Figura 2), ya que en el diámetro del tallo de la planta en los tres tratamientos fueron estadísticamente diferentes. La solución nutritiva (SN) con $14 \text{ me L}^{-1} \text{K}^+$ presentó mayor diámetro de tallo con un valor de 3.16 cm, mientras tanto en los tratamiento con $11 \text{ me L}^{-1} \text{K}^+$ y $7 \text{ me L}^{-1} \text{K}^+$ presentaron el mismo diámetro de tallo de 2.61 cm.

(Acevedo, 2002) Dice que como consecuencia a un mayor diámetro de tallo, aumenta la capacidad de sostén y de transporte de fotosintatos (carbohidratos y otros compuestos que se producen durante la fotosíntesis) entre las raíces y las hojas. El diámetro de tallo es un buen indicador del vigor de las plántulas, ya que refleja directamente la acumulación de fotosintatos, los cuales posteriormente pueden trastocarse a los sitios de demanda. (Rangel *et al.*, 2002)

En el presente estudio con el chile pimiento se encontró diferencia significativa en el diámetro de tallo en los tres tratamientos se debe principalmente al alto contenido de potasio en la solución nutritiva.

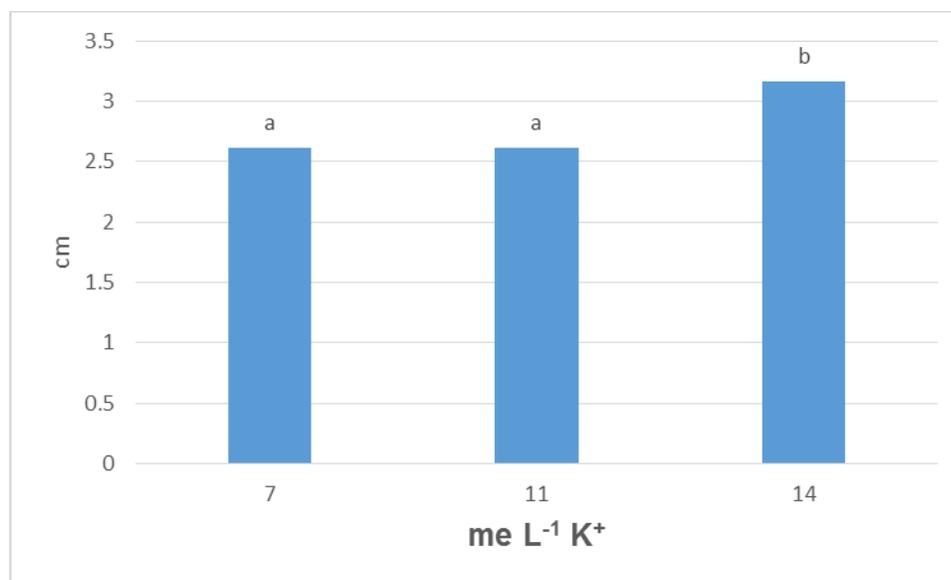


Figura 2. Diámetro promedio del tallo de las plantas del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).

4.4 Área foliar

Para un buen desarrollo del parte vegetativo de la planta requiere de mayor cantidad de N en la solución nutritiva esto favorecerá la transpiración y fotosíntesis así como el desarrollo de la planta. Según (Azofeifa y Moreira, 2008) observó que el K y el N fueron los nutrimentos más utilizados por las plantas. Estos llegaron a presentar cantidades muy superiores en comparación con los otros elementos.

En los tratamientos evaluados no se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en el área foliar (Figura 3), en los tres tratamientos estadísticamente fueron iguales. Sin embargo en términos numéricos la solución nutritiva con $14 \text{ me L}^{-1}\text{K}^+$ se obtuvo 41.88 cm^2 , mientras que el $11 \text{ me L}^{-1}\text{K}^+$ 37.88 cm^2 seguido de $7 \text{ me L}^{-1}\text{K}^+$ cm^2

Resultados similares obtuvo (Cardona, 2015) en el área foliar del cultivo de pepino afirmando que el área foliar es un parámetro modificable por factores externos.

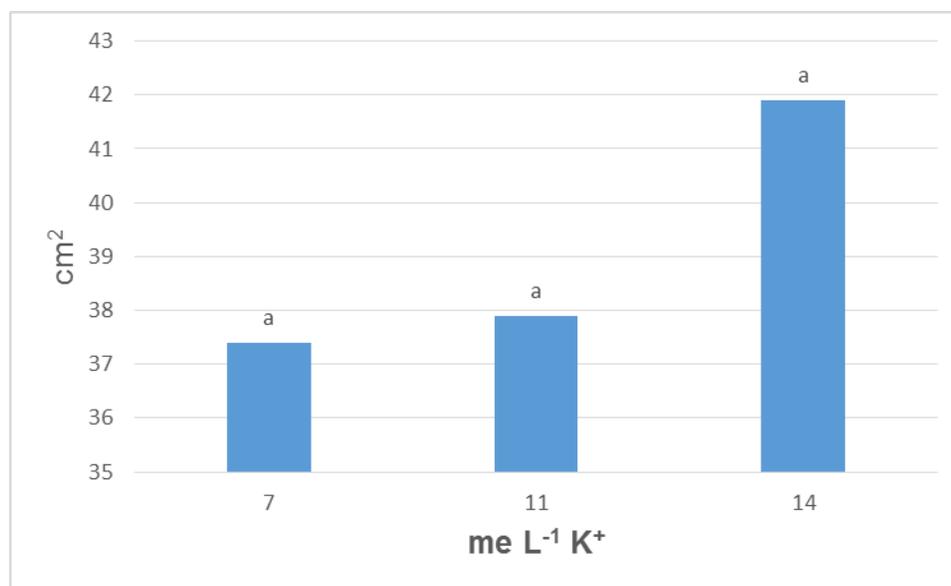


Figura 3. Área foliar en plantas del pimiento por efecto de diferentes niveles de K. en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).

4.5 Peso fresco del vástago de la planta

En esta variable estudiada de la materia fresca, en los tratamientos evaluados presento diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso del vástago de la panta de pimiento (Figura 4) ya que en los tres tratamientos fueron estadísticamente diferentes. En la solución nutritiva con $14 \text{ me L}^{-1} \text{K}^+$ presento mayor peso promedio

con 153.39 gr, seguido por el tratamiento 7 me L⁻¹K⁺ con 101.61 gr, y por último con un peso menos el tratamiento 11 me L⁻¹K⁺ con 122 gr.

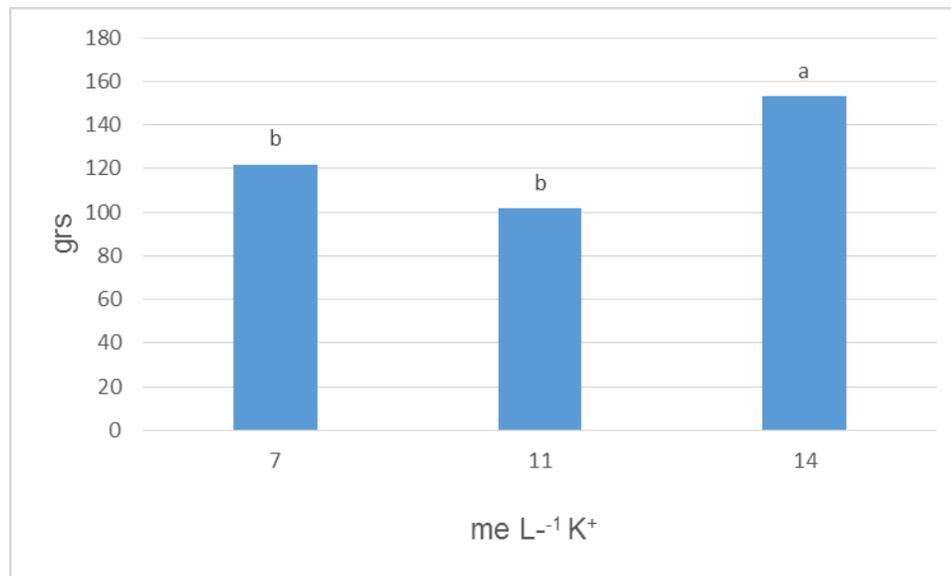


Figura 4. Peso fresco promedio de vástago del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, P < 0.05).

4.6 Peso fresco de raíz

En los tratamientos evaluados si presento diferencias significativas (p<0.05) en el peso fresco de raíz (Figura 5) ya que en los tres tratamientos fueron estadísticamente diferentes.

El tratamiento con mayor volumen de raíz fue la solución nutritiva de 14 me L⁻¹K⁺ con peso promedio de 46.61grs seguido por el tratamiento 7 me L⁻¹ K⁺ con 40.61 gr. El tratamiento con menor peso promedio fue la SN de 11 me L⁻¹ K⁺ con 35.55 gr.

Las altas concentraciones de K⁺ aumentan el peso de la raíz favoreciendo así la absorción de nutrientes y un buen desarrollo de la planta. Menciona (Kang y van Iersel, 2004) que las altas concentraciones de nutrientes en la solución nutritiva provocan incrementos en el crecimiento de raíz.

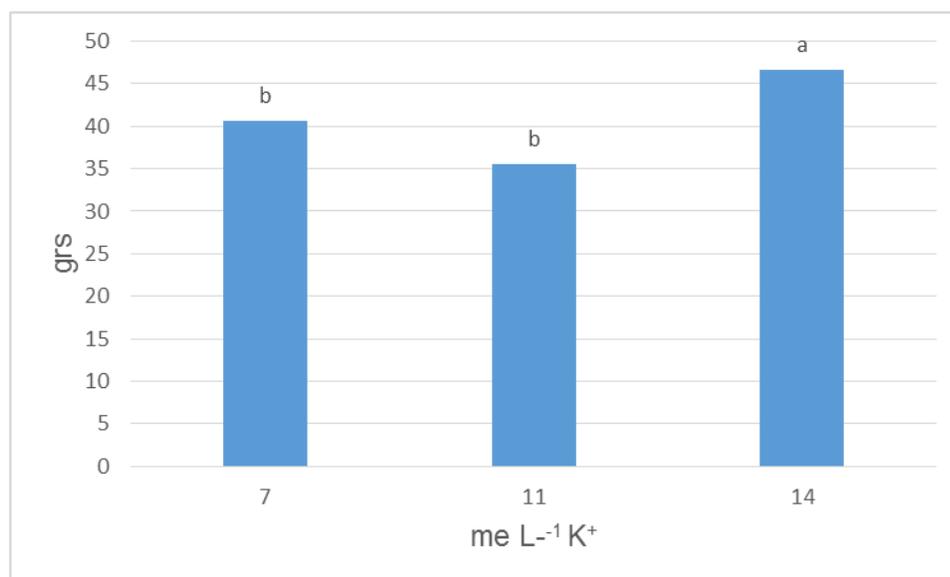


Figura 5. Peso fresco de raíz de las plantas del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, P < 0.05).

4.7 Peso seco del vástago

En los tratamientos estudiados para el peso seco del vástago si hubo diferencias significativas (Figura 6) en los tratamientos con mayor peso fue en la solución nutritiva de 14 me L⁻¹ K⁺ con un peso promedio de 41.55 gr, seguido por el tratamiento de 7 me L⁻¹ K⁺ con 36.22 y por último la solución nutritiva de 11 me L⁻¹ K⁺ que obtuvo el peso menor de 32.66 gr.

Los resultados indican que las altas concentraciones de K⁺ se obtienen mayor peso seco del vástago, dándole así un mayor desarrollo y vigor a la planta.

Según (Barra, 1999) El peso seco de la planta indica la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta y también para determinar el requerimiento interno para alcanzar el rendimiento máximo del cultivo.

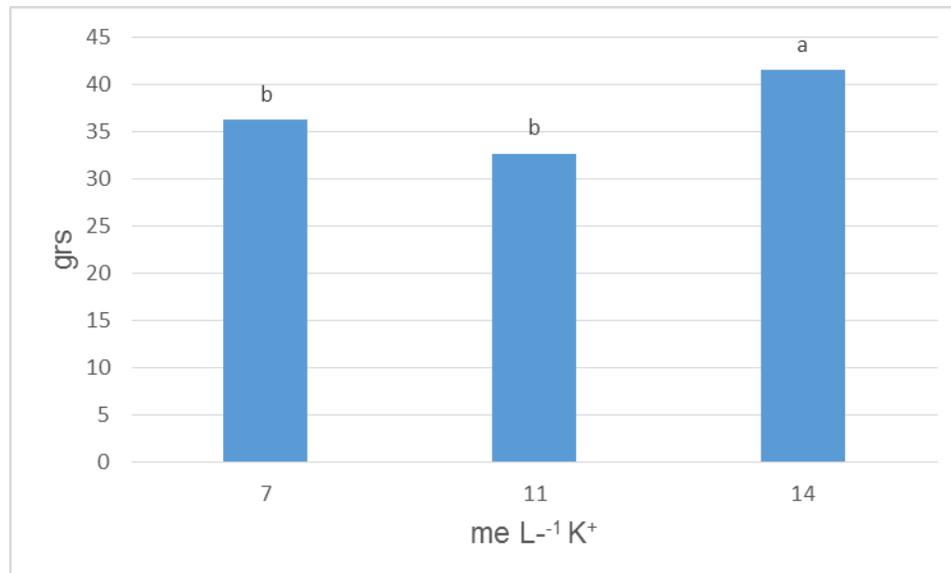


Figura 6. Peso seco del vástago de planta del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, P < 0.05).

4.8 Peso seco de la raíz

En los análisis de varianza para el peso seco de raíz no se encontró diferencias significativas. Sin embargo el tratamiento con mayor peso seco fue el tratamiento de 14 me L⁻¹ K⁺ con un peso promedio de 9.88 gr. Seguido por el tratamiento 11 me L⁻¹K⁺ con 8.27.

El tratamiento con menor peso seco de raíz de la SN de 7 me L⁻¹K⁺ con peso promedio de 8.11 gr.

Las concentraciones altas de K incrementan el diámetro del tallo y la altura de la planta, sin disminuir el peso seco de la raíz.(Tremblay y Senecal, 1988)

Los valores altos en peso seco de la raíz indican que las altas concentraciones de potasio favorecen en crecimiento radicular del cultivo garantizando una mayor absorción de agua y elementos nutritivos.

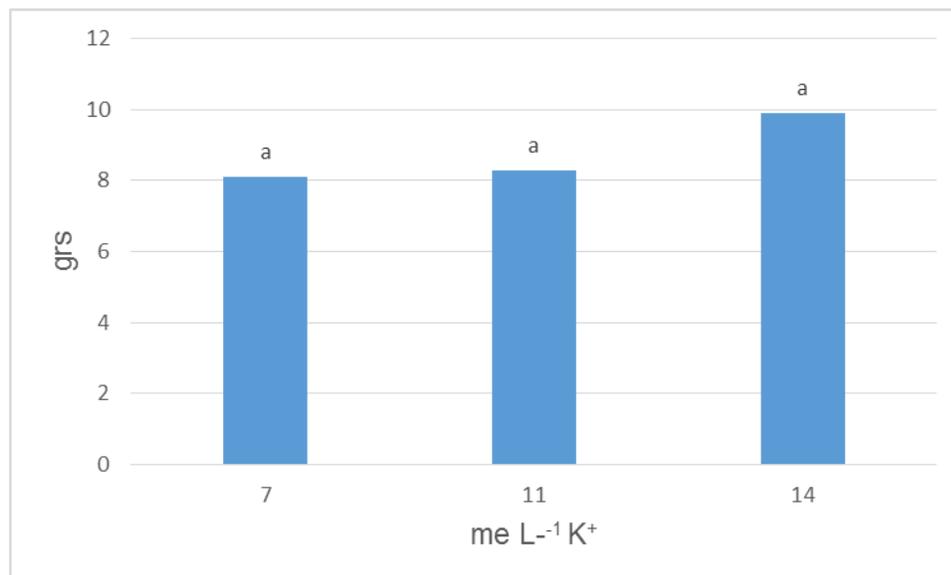


Figura 7. Peso seco promedio de raíz de la planta pimienta por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, P < 0.05)

4.9 Número de frutos

En los tratamientos evaluados para el número de frutos no se presentó diferencias significativas (Figura 8), sin embargo en términos numéricos el tratamiento con mayor número de frutos promedio en la solución nutritiva fue el de 11 me L⁻¹ K⁺ con 4.27 frutos, seguido por la SN de 7 me L⁻¹ K⁺ con número de frutos promedio de 4.11 frutos, por último el tratamiento 11 me L⁻¹ K⁺ con 4 frutos promedio.

En este experimento se observó que las altas concentraciones de potasio en SN no intervienen tanto en el rendimiento del fruto.

La cantidad de frutos (rendimiento) no influyen tanto a las altas concentraciones de potasio. (Mills *et al.*, 1996)

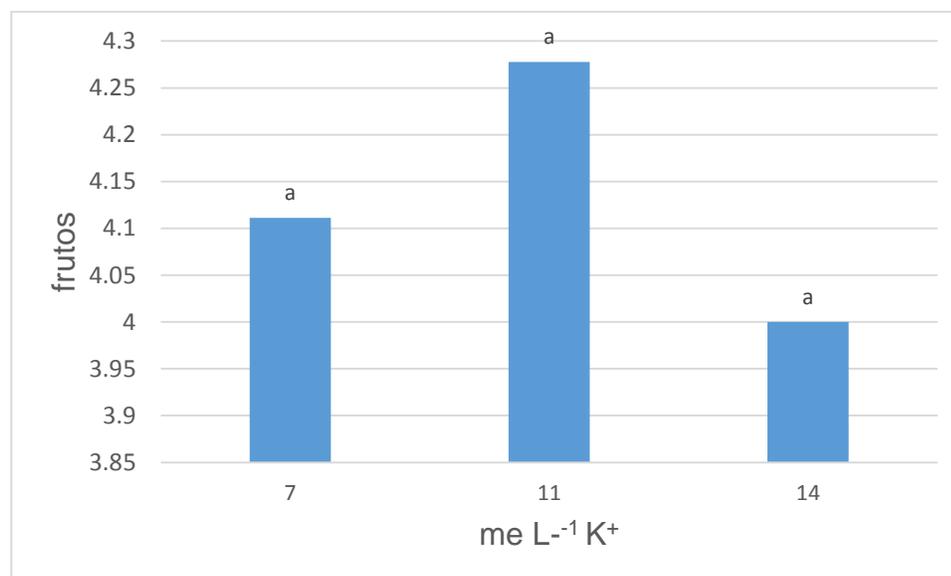


Figura 8. Número de frutos promedio por planta de pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, P < 0.05)

4.10 Peso, largo, ancho del fruto

Para conseguir la calidad, firmeza, color y tamaño de los frutos, se deben principalmente a las altas concentraciones de nutrientes. Según (Azofeifa y Moreira, 2008) Una buena parte de los nutrimentos son translocados a los frutos, que son los órganos comercializables, por lo que se deben considerar como salidas importantes del sistema de producción.

4.11 Peso del fruto.

En los tratamientos evaluados se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso del fruto (Figura 9) ya que el tratamiento que obtuvo mayor peso de fruto fue el de la solución nutritiva de $11 \text{ meL}^{-1} \text{K}^+$ con peso promedio de 113.44 gr, mientras tanto el tratamiento con mayor concentración de $14 \text{ me L}^{-1} \text{K}^+$ obtuvo un peso promedio de 113.05 gr, y por último el tratamiento con menor peso del fruto fue el de SN de $7 \text{ me L}^{-1} \text{K}^+$ con 104.44 gr de peso promedio.

En estos tratamientos indican que los niveles bajos de potasio disminuye el peso del fruto.

Una fertilización adecuada favorece al desarrollo del fruto, fortaleciendo así las defensas para enfermedades bióticas y no bióticas del fruto.(Rodríguez *et al.*, 2007)

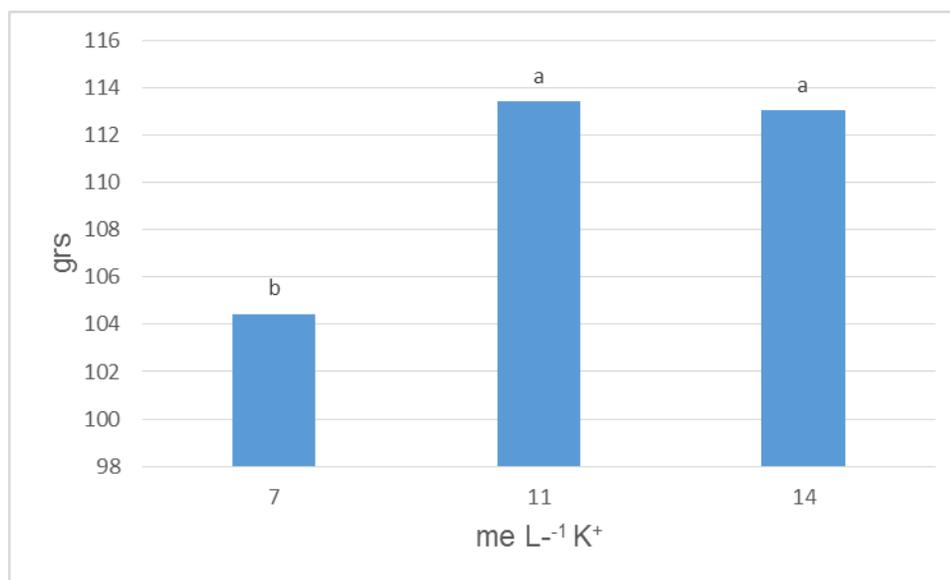


Figura 9. Peso promedio del fruto del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).

4.12 Longitud del fruto

En los tratamientos evaluados si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en la longitud de frutos de la planta de pimiento (Figura 10). El tratamiento con mayor longitud promedio de fruto el de SN de $7 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ con 9.05 cm, seguido por el tratamiento de $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ con 8.58 cm de longitud promedio, por último el tratamiento $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ obtuvo una longitud promedio de 8.35 cm.

Con los datos obtenidos indican que la menor concentración de k en la solución nutritiva pueden ser viables para la producción, sin embargo la concentración alta de potasio favorecen al peso del fruto.

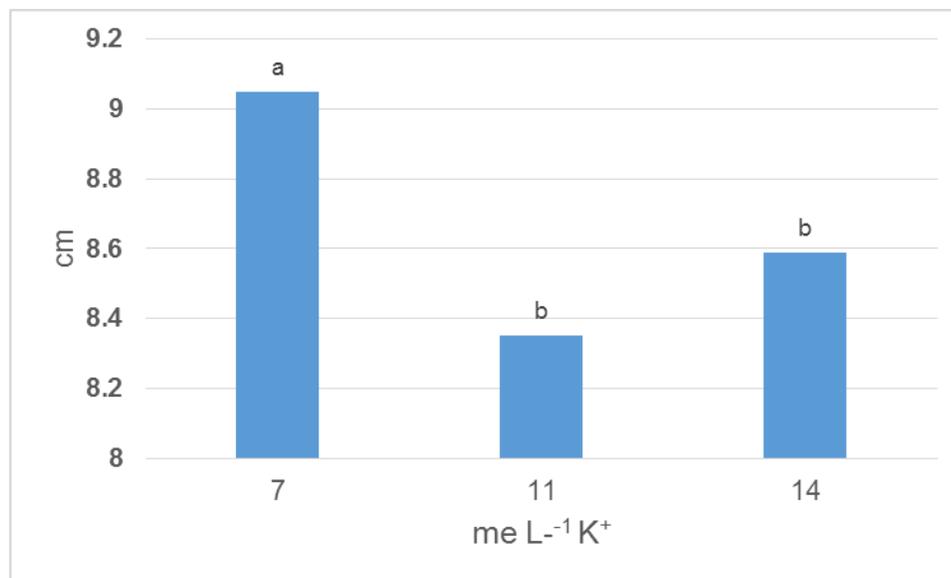


Figura 10. Longitud del fruto del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).

4.13 Diámetro del fruto

En los tratamientos evaluados si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en el diámetro de frutos de la planta de pimiento (Figura 11), ya que en los tratamientos el diámetro del fruto fueron estadísticamente diferentes. El tratamiento con mayor diámetro de fruto promedio fue el de la solución nutritiva de $7 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ con 7.18 cm, seguido por el de $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ con 6.81 cm, el tratamiento con menor diámetro de fruto promedio fue el de la SN $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ con 6.7 cm.

Analizando los resultados el potasio no interviene lo suficiente en el diámetro del fruto, sin embargo los niveles altos de K son más viables para la calidad del fruto.

El potasio interviene fisiológicamente en los principales procesos como: síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, interviene en la estimulación enzimática. (Rodríguez, 1992)

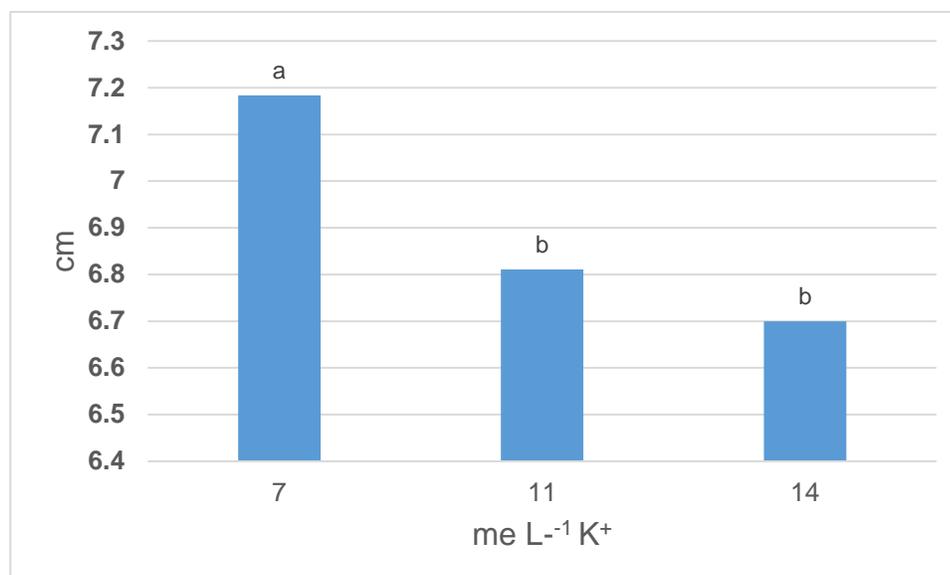


Figura 11. Diámetro promedio de fruto del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).

4.14 Sólidos solubles totales.

En los tratamientos evaluados no se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo en términos números el tratamiento de la solución nutritiva de 11 me L⁻¹ K⁺ y 14 me L⁻¹ K⁺ obtuvieron los datos iguales con 5.21 °Brix en el fruto, y el tratamiento con menor sólidos solubles promedio fue el de la SN 7 me L⁻¹ K⁺ con 5.15 °Brix.

En relación con los datos obtenidos los altos niveles de potasio en la solución nutritiva mejora el °Brix del fruto. Los valores obtenidos en la investigación se encuentran en los rangos que menciona (Anjanappa *et al.*, 2012).

Indicando que para el cultivo de pimiento la concentración adecuada de potasio esta entre los rangos $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ y $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$, ya que los niveles bajos de K^+ disminuye la concentración de solidos solubles en el fruto.

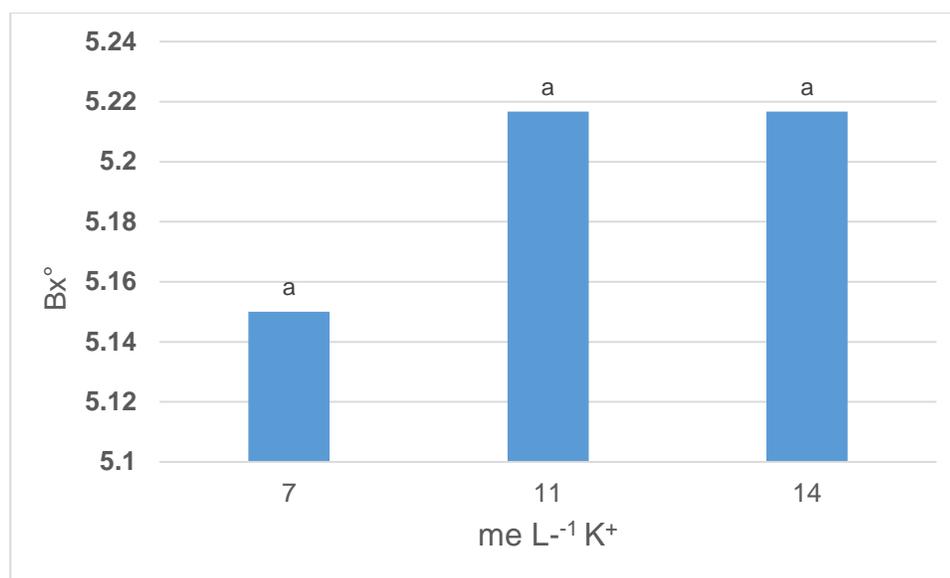


Figura 12. Comparación de medias de °Brix del pimiento por efecto de diferentes niveles de K en la solución nutritiva. Columnas de tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).

5. Conclusiones

La concentración de $14 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$ en la solución nutritiva favoreció la altura de la planta, área foliar, peso del vástago y peso de raíz.

Para el mayor rendimiento del pimiento se obtuvieron los mejores resultados en la SN de $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$.

El mayor peso de los frutos por planta se obtuvieron en la SN de $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$. Y para la mayor longitud y diámetro del fruto se estimula en la SN de $7 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$.

En los niveles de potasio en la nutritiva de 14 y $11 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$. Se obtuvieron las mayores concentraciones de sólidos solubles.

Para mejorar la calidad de fruto del cultivo pimiento se requiere altos niveles de potación en la SN.

5. Literatura citada.

- Acevedo, L. 2002. Caracterización y efectos del vermicompost como enmienda de sustrato sobre el crecimiento del lechoso (carica papaya l.). Trabajo presentado para optar al grado de Magíster Scientiarum.
- Adrián, V. P., J. D. Florencio, P. R. Miguel y C. M. J. Ileana. 2008. Principales enfermedades del chile (*capsicum annum* l.).
- Agromatica. 2012. Cultivo del pimiento en el huerto. Agromatica.
- Anjanappa, M., J. Venkatesha y B. S. Kumara. 2012. Growth, yield and quality attributes of cucumber (cv. Hassan local) as influenced by integrated nutrient management grown under protected condition. *Vegetable Science* 39(1): 47-50.
- Azofeifa, A. y M. A. Moreira. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño ("*capsicum annum*" l. Cv. Hot) en alajuela, costa rica. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas* 32(1): 19-29.
- Bar-Yosef, B. 1999. Advances in fertigation. *Advances in agronomy* 651-77.
- Barra, J. D. E. 1999. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. *Terra Latinoamericana* 17(3): 209-219.
- Barros, P. 1998. ¿ la hidroponía?.. Pero si es muy fácil. Red) Disponible en: <http://geocities.com/Heartland/Shores/1545>.
- Baudoin, W., A. Nisen, M. Grafiadellis, H. Verlodt, R. Jiménez, O. De Villele, G. La Malfa, V. Zabeltitz, P. Martínez y J. Garnaud. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. *Medios y Técnicas de Producción. Suelo y Sustratos. FAO. Roma* 143-182.
- Berríos, U. y H. Tjalling. 2007a. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad: Pimiento. SQM. México, DF 48.
- Berríos, U. y H. Tjalling. 2007b. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad: Pimiento. SQM. México, DF.
- Berrones Morales, M., E. Garza Urbina, E. Vázquez García y R. Méndez Aguilar. 2013. Producción de pimiento morrón en casa-malla para el sur de tamaulipas.
- Black, C. 1975. *Eua: Relaciones suelo-planta tomo ii*. Traducido por ing. Ag. Ms. Armando Robuffetti. Ur677.
- Cabrera, F. A. V. y É. I. E. Salazar. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Univ. Nacional de Colombia.
- Cardona, M. B. 2015. Efecto del potasio sobre la calidad y el rendimiento del cultivo de pepino (*cucumis sativus* l.) desarrollado en un sistema hidropónico.
- Casilimas, H. M., O. Bojacá, C. R. Gil, R. Villagrán, E. Arias, L. A. Fuentes y L. Stella. 2012. Manual de producción de pimentón bajo invernadero. 9587250990.
- Castillo, F. J., J. B. Imbert, J. A. Blanco, C. Traver y F. Puertas. 2003. Gestión forestal sostenible de masas de pino silvestre en el pirineo navarro. *Revista Ecosistemas* 12(3).

- Cruz-Crespo, E., A. Can-Chulim, M. Sandoval-Villa, R. Bugarín-Montoya, A. Robles-Bermúdez y P. Juárez-López. 2013. Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias* 2(2).
- del C Moreno Pérez, E., R. Mora Aguilar, F. Sánchez del Castillo y V. García-Pérez. 2011. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*capsicum annum* l.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 17(SPE. 2): 5-18.
- Escobedo, R. 2013. Análisis de crecimiento y dinámica nutrimental del chile miahuateco (*capsicum annum* l.)/por missael bonifacio romero escobedo. Facultad de Agronomía, U. 2016. Las plantas y el agua. *Fisiología Vegetal*.
- Favela, C. E., R. Preciado y B. Adalberto. 2006. Manual para preparar soluciones nutritivas. UAAAN. Págs 145145.
- Fortis-Hernández, M., P. Preciado-Rangel, J. L. García-Hernández, A. Navarro Bravo, J. Antonio-González y J. M. Omaña Silvestre. 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 3(6): 1203-1216.
- Francisco Asqueo, M. F. L. 2016. La transpiración m. P. E.
- Furlani, P. 2003. Nutrición mineral de las plantas en sistemas hidropónicos. *Boletín informativo*(21).
- Gilsanz, J. C. 2007. Hidroponia. Programa Nacional de Producción Hortícola9.
- Guzmán. 2004. Hidroponía en casa: Una actividad familiar Costa Rica: MAG.25.
- Hernández, L. G., N. J. A. Daza, A. L. Brito, M. Cabrera, J. F. Alonso, Z. P. Odio, M. J. M. Estévez y Y. O. Lemus. Relaciones funcionales área foliar/peso seco en plantas de pimiento (*capsicum annum*, l.) bajo condiciones de casa de cristal.
- Hernández, M. d. J. J., G. A. B. Castillo, L. A. A. Navarro, P. S. García, J. L. T. Torres y J. S. Castellanos. 2006. Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Interciencia* 31(4): 246-253.
- Herrera, A. L. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra* 17(3): 221-229.
- infoafro. 2016. El cultivo del pimiento (1ª parte). *The pepper growing*.
- Infoagro. 2016. Tipos de sustratos de cultivo (1ª parte) *Kinds of substratums*.
- Jones, J. J. B. 1997. *Hydroponics. A practical guide for soilles grower*. St. Lucie Press. USA207.
- Jones Jr, J., B. Wolf y H. Mills. 1991. *Methods of elemental analysis. Plant analysis handbook*. Micro-Macro Publ. Athens GA (USA)27-98.
- José Marín Sánchez, p. d. z. 2015. Opciones de sustratos para el pimiento. HORTALIZAS.
- Kang, J.-G. y M. W. van Iersel. 2004. Nutrient solution concentration affects shoot: Root ratio, leaf area ratio, and growth of subirrigated salvia (*salvia splendens*). *HortScience* 39(1): 49-54.
- Lucero Flores, J. M. S. V., C. 2012. Inteligencia de mercado de pimiento morrón verde. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC La Paz, Baja California Sur, México83.
- Manriquez, A. 2004. Efecto del ácido giberelico y la relación potasio-nitrógeno en fresas de la variedad camarrosa. Cultivadas por hidroponía. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua.

- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Institute of Plant Nutrition. Academic Press. London, Harcourt Brace & Company 889.
- Martínez, P. R. y F. A. R. Soriano. 2014. Propiedades físicas y químicas de los sustratos.
- Mills, H. A. J. J., A. COTTENIE, N. FAITHFULL, J. P. LARRAHONDO, J. FJ RAMIREZ, A. E. LOPEZ, A. J VARGAS, E. MALAVOLTA, G. SA VITTI y L. RITAS. 1996. Plant analysis handbook ii: A practical preparation, analysis, and interpretation guide. POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE.
- Olivera, L. M. 2014. Manual de producción de chile en invernadero.
- Orellana, b. E., bjc Morales de borja, aj Méndez de Salazar, is Cruz, vra castellón, hme. 2003. Guía técnica: Cultivo de chile dulce. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador.
- Ortega, M. L. D. 2010. Efecto de los sustratos en el cultivo del tomate (*lycopersicon esculentum mill*) bajo condiciones de invernadero.
- Papadopoulos, T. 2004. Manejo del ambiente y los factores nutricionales para la producción de tomate de alta calidad en invernaderos. In: Memorias del Congreso Internacional de Hidroponía
- Peada, P. H. L. 2001. La solución nutritiva, nutrientes comerciales, formulas completas. WALCO S.A.
- Rangel, P. P., G. A. B. Castillo, J. L. T. Torres, J. Kohashi-Shibata, L. T. Chavez y A. M. Garza. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra* 20(3): 267-276.
- Reche, M. J. 2010. Cultivo del pimiento dulce en invernadero. Estudios e informes técnicos. Consejería de Agricultura y pesca.
- Reol, E. M. 2003. Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis. *Revista Ecosistemas* 12(1).
- Resh, H. M. 2006. Pimientos hidropónicos. Curso Práctico Internacional de Hidroponía4.
- Reyes, G. D. B. T., Portilla Andrea. 2012. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa agroexportadora de pimiento hacia el mercado norteamericano en la provincia de imbabura.
- Rincon, S. L. 1997. Características y manejo de sustratos inorganicos en fertirrigacion. *Proceedings 3rd International Congress on Soilles Culture*.43-53.
- Rodriguez, R. 1992. Fertilizantes, nutricion vvegetal. AGT editor segunda reimpresion.
- Rodríguez, Y., T. Depestre y O. Gómez. 2007. Obtención de líneas de pimiento (*capsicum annum*) progenitoras de híbridos f1, resistentes a enfermedades virales, a partir del estudio de cuatro sub-poblaciones. *Ciencia e investigación agraria* 34(3): 237-242.
- Rucks, L., F. García, A. Kaplán, J. Ponce de León y M. Hill. 2004. Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay.
- sagarpa. 2016. Hidroponia rustica.
- Steiner, A. A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. *Proceedings 3rd International Congress on Soilles Culture*.43-53.

- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. Proceedings 6th International Congress on Soils Culture. Wageningen 633-650.
- Swietlik, D. 2003. Chapter, plant nutrition, in book "concise encyclopedia of temperate zone tree fruits". p 251-257. The Haworth Reference Press, Binghamton, NY. Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit.
- Tremblay, N. y M. Senecal. 1988. Nitrogen and potassium in nutrient solution influence seedling growth of four vegetable species. HortScience 23(6): 1018-1020.
- Tremblay, N. y M. S. 1988. Nitrogen and potassium in nutrient solution influence seedling growth of four vegetable species. HortScience23.
- Val, J., L. Heras y E. Monge. 1987. El cloroplasto: Composición, función y estructura. In: Anales de edafología y. agrobiología
- Vallespir, A. N., A. Milla, J. d. D. G. Díaz, A. L. A. Vera y M. G. Morató. El pimiento en el mundo.
- Velásquez, M. M. y V. M. Ondorica. 2016. Ácidos, bases, ph y soluciones reguladoras. URL disponible en: <http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoría/archivos/Unidad24.pdf> Accedido en fecha 26.
- Villegas-Torres, O., P. Sánchez-García, G. Baca-Castillo, M. Rodríguez-Mendoza, C. Trejo, M. Sandoval-Villa y E. Cárdenas-Soriano. 2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferente concentración de calcio y potencial osmótico. Terra: Organo Científico de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, AC.