

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



La Concentración De La Solución Nutritiva y Fibra De Coco En El Medio De Crecimiento Afecta El Rendimiento De Frutos De Las Plantas De Fresa

Por:

**LIZBETH YURITZZI LÓPEZ RAMÍREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

La Concentración De La Solución Nutritiva y Fibra De Coco En El Medio De  
Crecimiento Afecta El Rendimiento De Frutos De Las Plantas De Fresa

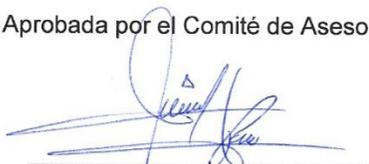
Por:

**LIZBETH YURITZZI LÓPEZ RAMÍREZ**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

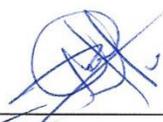
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Armando Hernández Pérez  
Asesor Principal



Dr. Alonso Méndez López  
Coasesor



Dr. Valentín Robledo Torres  
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre, 2021

### **Declaración de no plagio**

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para ´recenterla como propia: omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente , así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Lizbeth Yuritzzi López Ramírez

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***A Dios***

por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este punto tan importante de mi formación profesional, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

### ***A mi Alma Mater***

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, No me cansaré de agradecer a mi universidad por haberme permitido ser parte de esta gran casa de estudio. Por ayudarme a formarme como profesionista y darme las herramientas necesarias para poder enfrentarme al campo laboral, porque en ella pude compartir dificultades, retos, desveladas, secretos, alegrías y experiencias que sin duda alguna quedaran guardadas para siempre. ¡La mejor universidad de agronomía!

### ***A mis amigos***

Siempre he dicho que la mayoría de las personas son pasajeras, pero a lo largo del camino en esta gran experiencia pocas personas se consideran amigos o compañeros de vida, gracias a todas esas personas que conocí y que me hicieron ver que la amistad sincera existe, y que no solo son amigos de fiesta o borracheras, sino que también se puede contar con ellos, en aquellos momentos difíciles, así como también momentos de locura, alegría y buenas experiencias formando parte de una segunda familia.

### ***A todos mis profesores:***

Que me compartieron sus conocimientos desde el primer día de clases, que sin duda alguna hubo materias que fueron todo un reto, pero gracias al empeño, esfuerzo y dedicación se completaron exitosamente. Les doy las gracias y espero sigan forjando por muchos años más, grandes ingenieros que puedan ser competentes en el campo laboral de México.

Y en especial Al Dr. Armando no me queda, más que agradecer por todo su conocimiento compartido y todo el apoyo que me ha brindado que más que ser un profesor, se convirtió en un gran amigo en que se puede confiar.

## DEDICATORIA

### *A mis padres*

**María Teodora Ramírez García y Vicente Rufino López Sánchez** porque sin ellos no hubiera sido posible culminar mi profesión como Ing. Agrónomo en Horticultura el apoyo y confianza fueron fundamentales para haber estudiado lo que más me apasiona en esta vida. Y ahora puedo regresar a casa después de tiempo con un título en mano, que sin ellos no hubiese sido posible, solo me queda agradecerles eternamente todo lo que han echo por mí. LOS AMO!!

### *A mis hermanos*

**Nallely López Ramírez, Jonatan López Ramírez, Giobani López Ramírez y Brenda Yulizza López Ramírez**, porque confiaron en mí desde un inicio, nunca me negaron su apoyo y siempre estuvieron al pendiente, mis queridos hermanos gracias por todo, pues aun cuando ya no estemos juntos, los cinco nacimos de un mismo árbol, y aunque nuestras ramas crezcan en diferentes direcciones, siempre nos unirán nuestras raíces.

### *A mis sobrinos*

**Cristofer Jaday Quevedo López, Snaidjer Yael López Mojica, Tadeo Quevedo López, Britani Yaretzzi López García y Ian Ecxael Gaspar López.**

Porque siempre serán un impulso más para seguir adelante, sin embargo no pude verlos crecer como me hubiera gustado, pero siempre los querré, y aunque crezcan no olviden que su tía los quiere y desea con todas sus fuerzas que siempre cumplan todos sus sueños.

### *A mis padrinos.*

**Tomasa García Giménez y Vacilo López Espinoza.** Porque para mí siempre han sido unos segundos padres, en los que encuentro apoyo incondicional y sé que siempre puedo contar con ustedes, pues en ningún momento me han dejado sola y le doy gracias a dios y la vida que ustedes hayan estado, y estén presente a lo largo de mi vida, pues mejores padrinos como ustedes. No hay!

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIA .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE CUADROS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general.....	2
Objetivo específico.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen e historia del cultivo.....	3
Producción nacional y mundial .....	3
Importancia económica social.....	3
Agricultura protegida.....	4
Tipos de sustratos .....	4
Características físicas, químicas y biológicas.....	6
Combinaciones de sustratos.....	6
Respuesta del cultivo a los sustratos.....	7
Fertilización y nutrición .....	7
Importancia de los elementos esenciales .....	8
Formas y fuentes de suministro.....	8
Soluciones nutritivas.....	9
PH.....	10
C.E.....	10
Respuesta de los cultivos a soluciones nutritivas .....	11
Respuesta de los cultivos al PH .....	11
Respuesta de los cultivos a CE .....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13

Localización del área experimental.....	13
Material vegetativo.....	13
Instalación del experimento .....	13
Tratamientos.....	14
Manejo del cultivo .....	14
Riego .....	14
Fertilización: .....	14
Podas: .....	15
Control de plagas y enfermedades:.....	15
Variables evaluadas .....	15
Longitud de fruto.....	15
Diámetro de fruto:.....	15
Peso promedio de fruto: .....	15
Conductividad Eléctrica .....	15
Peso total de fruto. ....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
Diámetro del fruto (DF) .....	19
Longitud de fruto (LF) .....	20
Peso promedio de fruto (PPF) .....	21
Conductividad Eléctrica (CE).....	22
Rendimiento del fruto (RF).....	23
CONCLUSIÓN .....	24
LITERATURA CITADA.....	25



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Tipos de sustrato según Martínez y Roca (2011). .....	<b>5</b>
<b>Cuadro 2.</b> Tipos de sustratos según Cruz et al., (2013) .....	<b>5</b>
<b>Cuadro 3.</b> Fertilizantes multinutrientes -rango de contenidos d nutrientes.....	<b>9</b>
<b>Cuadro 4.</b> Algunos fertilizantes con micronutrientes importantes.....	<b>9</b>
Cuadro 5. Combinaciones de sustratos. ....	13
<b>Cuadro 6.-</b> Tratamientos evaluados en el cultivo de la fresa cv. San Andreas.	14
<b>Cuadro 7.</b> Efecto las soluciones y fibra de coco en las variables de rendimiento y conductividad eléctrica del sustrato en plantas de fresa cv. San Andreas. ....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en el diámetro de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.....	19
<b>Figura 2.</b> Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en la longitud de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.....	20
<b>Figura 3.</b> Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en el peso promedio de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.....	21
<b>Figura 4.</b> Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en la conductividad eléctrica del sustrato. Las barras indican el error estándar de la media. ....	22
<b>Figura 5.</b> Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en el rendimiento de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.....	23

## RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto entre las diferentes concentraciones de la solución nutritiva y de las combinaciones de sustratos con respecto al rendimiento en fresa cv. San Andreas, se evaluaron tres concentraciones de la solución nutritiva (60%, 80% y 100%) y cuatro diferentes combinaciones de sustratos. La combinación de estos factores dio origen a 12 tratamientos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial de 3x4 con 5 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: diámetro de fruto, longitud de fruto, peso promedio de fruto, conductividad eléctrica del sustrato y peso total de fruto. Los resultados mostraron que tanto el diámetro como longitud y peso promedio de fruto tienen relación directamente con el porcentaje de sustrato utilizado y la concentración de solución nutritiva, ya que al aumentar la conductividad eléctrica el diámetro, longitud y peso de fruto tienden a disminuir. De la misma forma la conductividad eléctrica aumenta. Esto sugiere que el sustrato a usar y la concentración de la solución nutritiva influye directamente en el rendimiento de frutos.

**Palabras clave:** solución nutritiva, combinación de sustratos, CE, rendimiento.

## INTRODUCCIÓN

Existe una gran cantidad de especies de fresa a través del mundo. Aunque no se sabe bien su origen, se indican dos zonas de procedencia, una en Europa y otra en el sur de América en Chile (Avila, 2015).

En México el cultivo de fresa es importante desde el punto de vista socioeconómico, debido a que genera empleo y divisas por ser producto de exportación para su consumo en fresco, congelado y procesado (SIAP, 2018). Además, México se ubica entre los tres principales productores y exportadores a nivel mundial, siendo Michoacán el principal productor seguido de Baja California, y Guanajuato. Estas tres entidades representan el 98.1% de la producción nacional (SIAP, 2021).

En los últimos años la producción de fresa a estado incrementando, debido a que la agricultura protegida que presenta ventajas competitivas en comparación con la agricultura en campo abierto; mismo que multiplica la capacidad de producción y de proteger los cultivos contra cambios bruscos del clima, se requiere la contratación de menor cantidad de jornaleros, lo que impacta en las utilidades de los productores (Rodríguez et al., 2018).

Así mismo el uso de sustratos representa un componente importante en la agricultura moderna, específicamente en los sistemas semi-hidroponicos, según Cruz *et al.* (2013) señala que, existe una gran diversidad de materiales que pueden utilizarse como sustratos agrícolas, pero se tienen que tomar en cuenta criterios que deben considerarse para su elección. Al utilizar un sustrato el uso de soluciones nutritivas es necesario, ya que, ayudará crucialmente con la nutrición de la planta, sin embargo, se deben tomar en cuenta diferentes factores para que tenga éxito cualquier cultivo. El pH en el medio de crecimiento afecta la disponibilidad de nutrientes, especialmente micronutrientes. La conductividad eléctrica es una medida de la concentración de sales disueltas en un sustrato de crecimiento.

## **Objetivo general**

- Evaluar el efecto entre las diferentes concentraciones de la solución nutritiva y de las combinaciones de sustratos con respecto al rendimiento en fresa cv. San Andreas.

## **Objetivo específico**

- Comparar el efecto de las proporciones de la solución nutritiva y sustratos en las variables de rendimiento de frutos de fresa cv. San Andreas.
- Encontrar la mejor interacción entre solución nutritiva y combinación de sustrato que permitan incrementar el rendimiento de frutos de fresa cv. San Andreas.

## **Hipótesis**

- Al menos una de las combinaciones entre la solución nutritiva y sustratos mejorara el rendimiento de frutos de fresa cv. San Andreas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen e historia del cultivo

La fresa es una planta herbácea perteneciente a la familia de las rosáceas y al género *Fragaria*. Existe una gran cantidad de especies de fresa a través del mundo. Aunque no se sabe bien su origen, se indican dos zonas de procedencia, una en Europa y otra en el sur de América en Chile ( Avila, 2015).

Hay numerosas especies en estado silvestre (entre ellas la *Fragaria vesca*, la fresa común silvestre y la *Fragaria viridis*). Las más extendidas que se cultivan actualmente derivan de un cruce espontáneo de dos especies, *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis*, importadas entre los siglos XVII y XVIII del nuevo continente (Bianchi, 2018).

### Producción nacional y mundial

México se ubica entre los tres principales productores y exportadores a nivel mundial. En 2019, 14 estados reportaron una producción de fresa en el país de 861 mil 337 toneladas, siendo Michoacán el principal productor seguido de Baja California, y Guanajuato. Estas tres entidades representan el 98.1% de la producción nacional (SIAP, 2021).

Los principales países productores de fresa son China, Estados Unidos de América, México, Turquía y Egipto, los cuales en conjunto aportan más del setenta por ciento del volumen total de la producción de fresa en el mundo (Padrón *et al.*, 2020).

### Importancia económica social

La producción de la fresa en México ocupa un lugar de importancia, tanto por su valor comercial, así como también por su valor social, ya que es un cultivo que ofrece empleo a un elevado número de jornales en campo y en el procesamiento del producto (Padrón *et al.*, 2020). Desde el punto de vista económico este cultivo

es imparte para el país por ser producto de exportación para su consumo en fresco, congelado y procesado (SIAP, 2018).

Actualmente México es uno de los principales exportadores de fresa a los Estados Unidos, con un valor de 93 millones de dólares, y se espera que esas exportaciones sigan creciendo en los próximos años (Coronado, 2014).

### **Agricultura protegida**

La agricultura protegida se define como el uso de toda estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes o semitransparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas (Santos, 2010), de esta manera es posible incrementar la cantidad, calidad y oportunidad comercial de los productos hortícolas. Presenta más ventajas competitivas en comparación con la agricultura en campo abierto; además de multiplicar la capacidad de producción y de proteger los cultivos contra cambios bruscos del clima, se requiere la contratación de menor cantidad de jornaleros, lo que impacta en las utilidades de los productores (Rodríguez *et al.*, 2018).

De acuerdo con Kuss *et al.*(2016) el crecimiento de la agricultura protegida se debe principalmente al incremento de las exportaciones a EE.UU., al aumento de los precios internacionales y a la devaluación del peso mexicano, pero también a la alta incidencia de plagas y enfermedades, los altos costos de producción, la escasa disponibilidad de agua y a los fenómenos meteorológicos que afectan la producción a cielo abierto.

### **Tipos de sustratos**

En la actualidad los sustratos representan un componente importante en la agricultura moderna, específicamente en los sistemas semi-hidroponicos, según Cruz *et al.*, (2013) existe una gran diversidad de materiales que pueden utilizarse como sustratos agrícolas, pero existen criterios que deben considerarse para su elección como: requerimientos de las plantas, que se ajuste en lo posible a las características ideales de un sustrato, así como efecto en el medio ambiente.

El termino sustrato aplicado a la horticultura se puede describir de diversas formas, por ejemplo: Burés, (1997) señala que, un sustrato es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores, donde se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga altura limitada. Por otra parte, Abad *et al*, (2004) señalan que sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, 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, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta.

Existen diferentes criterios de clasificación de sustratos, sin embargo, de acuerdo a Martínez y Roca (2011) clasifican a los sustratos de la siguiente manera:

**Cuadro 1.** Tipos de sustrato según Martínez y Roca (2011).

Clasificación	Sustratos
Químicamente inertes	Arena silíceo o granítica, grava, roca volcánica perlita, etc.
Químicamente activos	Turbas rubias y negras, orujos residuos de la industria etc.
según su origen (naturales)	Turbas rubias y negras, fibra de coco
Según su origen (sintéticos)	Polímeros de la industria de los plásticos no biodegradables.
Minerales	Arenas, gravas, gravas volcánicas (puzolanas, zeolitas), etc.
Tratados	Proceden de rocas y minerales tratados industrialmente por procedimientos físicos en general, por ejemplo: perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida etc.

Por otra parte Cruz *et al.*( 2013) clasifican a los sustratos como materiales orgánicos e inorgánicos.

**Cuadro 2.** Tipos de sustratos según Cruz et al., (2013)

Clasificación	Sustrato
---------------	----------

Materiales orgánicos	Turba o peat most. subproductos de diferentes actividades mediante un proceso de compostaje o vermicompostaje.
Inorgánicos	Rocas o minerales de origen diverso como: tezontle, piedra pómez, arena, grava, perlita, vermiculita, arcilla expandida y lana de roca.

### **Características físicas, químicas y biológicas**

Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad. Dado que el volumen de una maceta es limitado, el sustrato y sus componentes deben de poseer características físicas y químicas que, combinadas con un programa integral de manejo, permitan un crecimiento óptimo (Cabrera, 1998). Las características físicas de los sustratos, o medios de crecimiento son cruciales para su uso efectivo y en gran medida condiciona el potencial productivo del cultivo, pues constituyen el medio en el que se desarrollan las raíces, las cuales tienen gran influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Medina *et al.*, 2016). Entre las características químicas de los sustratos debe considerarse contenido de nutrimentos, capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, CE, relación C/N y contenido de elementos fitotóxicos (Puerta *et al.*, 2012).

Las propiedades biológicas se evalúan en los sustratos orgánicos porque son susceptibles de sufrir descomposición previa a ser empleados o durante su permanencia en la bolsa en vivero. Por esta razón, es importante determinar las características biológicas de los mismos, tales como población microbiana y su relación con la presencia de sustancias reguladoras y evolución del CO<sub>2</sub> como un indicador de la velocidad de descomposición, las cuales aportarán mayor garantía de calidad al sustrato (Villasmil, 2008).

### **Combinaciones de sustratos**

Los sustratos para la producción de cultivos deben de cumplir con ciertos requerimientos en propiedades físicas y químicas. Para tener las propiedades idóneas en éstos se ha recurrido a la mezcla de materiales, inorgánicos u

orgánicos, procedimiento que se ha llevado a cabo con base en el acierto y error (Cruz *et al.*, 2010)

El uso de diferentes sustratos busca solucionar problemas como: acidez, alta erosión o problemas de tipo fitosanitario que impiden la siembra de forma directa en el suelo. Un buen sustrato debe de estar acorde con las exigencias de nutrientes, agua y aire de la especie a propagar. Normalmente es difícil que un solo material reúna las características ideales para el desarrollo de los cultivos (Medina *et al.*, 2016). Por lo cual la combinación de sustratos puede lograr un efecto conjunto de las mejores características de estos y así buscar mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de la especie cultivada.

### **Respuesta del cultivo a los sustratos**

García *et al.* (2010), mencionan que las plantas de petunia cultivadas en polvo de coco retardaron su crecimiento siendo una ventaja, porque las plantas altas ocasionan volcamiento del contenedor sin embargo esto no afecta a la calidad de flor. Tchoa *et al.* (2016) y Mensah *et al.* (2017), reportan que, con el manejo de distintas mezclas de sustrato a base de cascarilla de arroz, aserrín y materiales orgánicos como fuente de carbono, se logró mayor desarrollo de yemas, proliferación de raíces y vigor de plántulas de musáceas.

Gutiérrez *et al.* (2011) en sus resultados de investigación mencionan que, con una mezcla de fibra de coco con piedra pómez o tezontle a razón de 75:25 (v/v %) respectivamente se generaron condiciones que favorecieron el desarrollo radicular de lechuga, lo que permitió mantener la integridad del cepellón y su fácil extracción del contenedor, obteniendo así la mejor calidad de plántula.

### **Fertilización y nutrición**

La nutrición en un cultivo es muy importante, ya que se relaciona directamente con la calidad de fruto, en términos de tamaño, apariencia, textura, sabor, aroma, valor nutritivo y propiedades funcionales (López *et al.*, 2016). Así mismo Mengel y Kyrkby, (2000) definen que la nutrición es el suministro y absorción de compuestos químicos necesarios para el crecimiento y el metabolismo de una planta.

Mas sin en cambio Arturo y Velasco (2000) mencionan que la nutrición mineral de las plantas, es considerada como un factor exógeno, y puede manejarse fácilmente. En comparación a la nutrición, la fertilización busca mantener o aumentar la materia orgánica, nutrientes en el suelo y la resistencia de las plantas a condiciones de estrés como la incidencia de plagas, enfermedades, y sequias (Sadeghian y González, 2012).

De igual manera Lerna *et al.* (2011) mencionan que la fertilización tiene la función de suministrar nutrimentos a los cultivos que no son aportados de manera natural por el suelo. Para una buena producción en términos de cantidad y calidad.

### **Importancia de los elementos esenciales**

Los nutrientes esenciales son aquellos imprescindibles para la vida del organismo vegetal y cuya función en la célula es tan específica que no pueden ser reemplazados por otros ( Beldrano y Gimenez, 2015). Los elementos nutritivos más importantes para el crecimiento de las plantas se clasifican, según su concentración en: macronutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), macronutrientes secundarios (calcio, azufre y magnesio) así como micronutrientes (hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno) (Kyrby y Rómbeld, 2011).

Los macronutrientes son requeridos en grandes cantidades, sin embargo, los micronutrientes se necesitan en pequeñas cantidades. No obstante, se debe siempre recordar que a pesar de que los micronutrientes están presentes en bajas concentraciones tienen la misma importancia que los macronutrientes en el crecimiento de los cultivos, a la falta de uno estos micronutrientes por más reducido que sea puede afectar el desarrollo de las plantas (Piaggese, 2004; Navarrete, 2020).

### **Formas y fuentes de suministro**

El manejo nutrimental debe de realizarse de forma eficiente y práctica para activar la disponibilidad y accesibilidad de fuentes de nutrientes para la planta, con el fin de optimizar la productividad de los cultivos (Gutiérrez *et al.*, 2015).

La agricultura intensiva utiliza todos los medios para maximizar los rendimientos (Figuroa *et al.*, 2011), de tal manera que las formas de suministro de nutrientes juegan un papel importante para lograr dicho objetivo.

**Cuadro 3.** Fertilizantes multinutrientes -rango de contenidos d nutrientes.

Tipo de fertilizante		% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O
Fertilizantes NPK		5 - 26	5 – 35	5 – 26
Fosfatos amónicos	DAP	16 - 18	42 - 48	–
	MAP	11	52	–
Nitrofosfatos	NP	20- 26	6 - 34	–
Fertilizantes PK	PK	–	6 - 30	6 – 30

Fuente: (FAO, 2002).

**Cuadro 4.** Algunos fertilizantes con micronutrientes importantes.

Portador de micronutrientes	(fórmula)	Micronutrientes
Sulfato ferroso	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Hierro (Fe)
Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Cobre (Cu)
Sulfato de zinc	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Zinc (Zn)
Sulfato de manganeso	MnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Manganeso (Mn)
Bórax	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O	Boro (B)
Molibdato de sodio	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .10H <sub>2</sub> O	Molibdeno (Mo)

Fuente: (FAO, 2002).

### Soluciones nutritivas

El uso de una solución nutritiva determinada repercute en la cantidad total de fertilizantes utilizados, así como el cuidado de los recursos naturales. Existen diferentes formulaciones de soluciones nutritivas, como la universal de Steiner y la de Hoagland, entre otras (Gómez y Sánchez., 2003; cruz *et al.*, 2014).

Lacarra y García (2011) argumentan que la solución nutritiva debe tener seis macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Estos pueden ser aportados por medio de tres sales inorgánicas: nitrato cálcico, fosfato

potásico y sulfato magnésico. También es necesaria la presencia de siete micronutrientes: hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro. Los mismos autores indican que la cantidad de nutrientes que requieren las plantas depende de la especie, variedad, etapa fenológica y condiciones ambientales.

Es importante aclarar que los cultivos difieren en sus demandas nutricionales, lo que significa que requieren de soluciones nutritivas distintas. En la actualidad, las soluciones nutritivas pueden ser tan específicas y es importante tomar en cuenta las condiciones climáticas y métodos de cultivo, que influyen directamente en la formulación de soluciones nutritivas y deben indiscutiblemente ser considerados (Castellanos, 2009).

## **PH**

El ph indica la concentración de iones hidrogeno en una disolución, se trata de una medida de la acidez de la disolución, así como también se expresa a menudo en términos de concentración de iones hidrogeno (Rivera *et al.*, 2018). Es una medida de acidez (pH bajo=ácido) o alcalinidad (pH alto=básico), la escala de pH varía entre 0 a 14 y determina si los nutrientes van a estar o no disponibles para su absorción. Según, Cruz *et al.* (2014) el rango óptimo es de 5.5 a 7, en este rango se mantiene disponible todos los elementos nutritivos en la solución nutritiva. Por otra parte, la planta es capaz de modificar el pH del entorno radicular por la absorción diferencial de los iones presentes en la disolución. Si la planta toma más cationes que aniones, baja el pH y si toma más aniones que cationes, sube el pH (Domínguez y Nogueroles, 2012).

## **C.E**

La CE se define como la capacidad que tiene una solución de transportar o conducir electricidad por unidad de área. La CE se mide en S/cm<sup>2</sup> (donde S = Siemens, la unidad del sistema internacional para la conductancia) o mhos/cm. Esta nos da una idea de la cantidad de sales disueltas en la solución. La misma se debe mantener en un rango de 1.8 – 2.3 mmhos/cm. Si no se mantiene este balance puede afectar la disponibilidad de los nutrientes (Beltrano y Giménez, 2015).

La salinidad es causada por la interacción de varias sales como cloruro de sodio y sulfato de magnesio en zonas costeras; o de bicarbonato de sodio, cloruro de sodio y sulfato de magnesio en suelos sódicos (Ríos *et al.*,2010). Este factor es muy importante en el diseño de una solución nutritiva ya que, en ciertas fases del cultivo, interesa obtener una CE diferente de la óptima para el crecimiento, producción o determinado interés que se quiere conseguir (Ríos y Santos, 2012).

### **Respuesta de los cultivos a soluciones nutritivas**

Para cubrir las necesidades nutrimentales de las plantas cultivadas en sustratos se utilizan soluciones nutritivas. Existen diferentes formulaciones que se utilizan con la finalidad de mejorar la producción y calidad de los cultivos debido a que la demanda nutrimental difiere con la especie (Cruz *et al.*, 2017). La planta no absorbe nutrimentos de la misma cantidad durante todo su ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la solución nutritiva se adapta al ritmo de absorción de la planta (Alpízar, 2006).

Un exceso o deficiencia de uno o más de los nutrientes requeridos por la planta expresa diferentes síntomas, los cuales son de suma importancia ya que nos permite identificar dicho desorden de forma física. La clorosis y a necrosis en los tejidos de las plantas suelen ser las características generales de un desorden nutricional (Resh, 2006; Gómez, 2015).

### **Respuesta de los cultivos al PH**

Una planta sembrada en un buen suelo, de condiciones óptimas, pH con cantidad adecuada de nutrientes, dará como resultado frutas o cosechas de calidad, sin embargo existen muchos factores que pueden afectar el pH y con ello la disponibilidad de nutrientes, actividades realizadas principalmente por la mano de ser humano (Rivera *et al.*, 2018). La mayoría de las especies cultivadas crecen en medios ligeramente ácidos en un rango de pH de 5.8-6.5. Si no se mantiene un rango de pH adecuado algunos elementos pueden precipitar, lo que ocasionaría que no estén disponibles para la planta y eventualmente se presentarían síntomas de deficiencia (Beltrano y Giménez, 2015).

## **Respuesta de los cultivos a CE**

Lo que conduce a altos valores de conductividad eléctrica en el suelo, tiene un efecto negativo en el crecimiento y rendimiento de la mayoría de las plantas cultivadas. La respuesta de diferentes especies vegetales ante la salinidad varía considerablemente en función de su genética y tolerancia inherente: sin embargo, la generalidad de los cultivos hortofrutícolas es muy sensible (Goreta *et al*, 2007). La salinidad afecta de dos formas principales a la planta, una por efecto del daño osmótico, que implica un desabastecimiento de agua al interior celular con la consecuente disminución del crecimiento y la otra por la toxicidad que el exceso y desbalance de iones genera en las hojas (Saqib *et al*,. 2006).

Cuando un cultivo crece en condiciones de salinidad en niveles que exceden su tolerancia, la planta disminuye su tasa de crecimiento, el número de hojas, el área foliar y la producción de frutos (Garriga *et al*, 2015). En el cultivo de fresa con una CE de 2.7 ds m<sup>-1</sup> disminuyo la concentración de P y Mg en un 50% pero provoco un aumento de K en un 88% y del S en un 117%, en tanto que el contenido de compuestos antioxidantes como flavonoides, antocianinas y actividad antioxidante disminuyo, pero la vitamina C incremento hasta un 34% sin afectar los rendimientos ni parámetros comerciales del fruto (Gonzales *et al*, 2020).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área experimental

El trabajo de investigación se realizó en un invernadero tipo gótico, del Departamento de Horticultura, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Que se encuentra ubicada entre los 25° 23' 42" de latitud norte y 100° 50' 57" de longitud oeste, a una altura de 1742 msnm, en Saltillo, Coahuila, México. Dicho trabajo se realizó en el semestre agosto-diciembre 2020.

### Material vegetativo

Se utilizaron plántulas de fresa (*Fragaria x ananassa*) de la variedad san Andreas. Una variedad muy popular, de día neutro, excelente calidad de fruta, buen sabor, con poca necesidad de frío en vivero y resistente a enfermedades.

### Instalación del experimento

Se utilizaron 60 bolsas de polietileno negro con una capacidad de 3 L, las cuales fueron llenadas con las siguientes mezclas de sustrato (base volumen) que se ilustra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 5. Combinaciones de sustratos.

No.	Fibra de coco (%)	Peat moss (%)	Perlita (%)
1	75	0	25
2	50	25	25
3	25	50	25
4	0	75	25

El trasplante se realizó el día 18 de agosto del 2020 y en el transcurso de esa semana se colocó el sistema de riego utilizando 3 toneles de 200 L para preparar las 3 diferentes concentraciones de la solución nutritiva propuesta por Steiner 1961.

## Tratamientos

Se evaluaron tres concentraciones de la solución nutritiva (60%, 80% y 100%, respectivamente) y cuatro diferentes combinaciones de sustratos (Cuadro 5), dando un total de 12 tratamientos con cinco repeticiones, obteniendo un total de 60 unidades experimentales

**Cuadro 6.-** Tratamientos evaluados en el cultivo de la fresa cv. San Andreas.

Tratamiento	Solución nutritiva (%)	Fibra de coco (%)	Perlita (%)	Peat moss (%)
T1	100	75	25	0
T2	100	50	25	25
T3	100	25	25	50
T4	100	0	25	75
T5	80	75	25	0
T6	80	50	25	25
T7	80	25	25	50
T8	80	0	25	75
T9	60	75	25	0
T10	60	50	25	25
T11	60	25	25	50
T12	60	0	25	75

## Manejo del cultivo

### Riego

Se efectuaron mecánicamente por medio de un taimar, según las necesidades hídricas de las plantas, aplicando un volumen suficiente para mantener de un 25% a 30% de drenaje dividido en 3 riegos al día. A la semana después del trasplante se iniciaron los riegos con la solución nutritiva correspondiente a cada uno de los tratamientos.

### Fertilización:

Se prepararon tres soluciones nutritivas al 60%, 80% y 100%. Estas fueron preparadas en tambos de 200 L, se disolvió cada uno de los fertilizantes uno por uno después de acidificar el agua en un rango de PH en 5.5 a 6.5 empezando por los fosfatos, sulfatos, nitratos y micros, con una CE acorde a cada concentración de solución nutritiva utilizada.

**Podas:**

Poda de flor. El primer racimo que broto fue eliminado para que la planta acumule mayor cantidad de reservas. En el transcurso del experimento se realizaron podas de sanidad ya que se eliminaron hojas viejas, enfermas o dañadas por algún insecto plaga.

**Control de plagas y enfermedades:**

Durante el ciclo del cultivo se aplicaron preventivos para araña roja (*Tetranychus urticae*) con productos a base de abamectina como ingrediente activo, se realizó la primer aplicación cuatro semanas después del trasplante y de ahí se repetía la aplicación cada 2 semanas, la dosis que se utilizo fue la misma de la recomendada del producto de 0.5 a 1 ml/L. En el momento que se presentó esta plaga, la aplicación se hacía cada semana y se reforzaba con un producto orgánico a base de extracto de higuera.

**Variables evaluadas****Longitud de fruto**

Se obtuvo con ayuda de un vernier digital, al momento de que el fruto estuviera en estado de maduración y ser cosechado.

**Diámetro de fruto:**

De igual manera se obtuvo con ayuda de un vernier digital, al momento de que el fruto estuviera en estado de maduración y ser cosechado.

**Peso promedio de fruto:**

Para esta variable se utilizó una báscula de marca Rhino con la que se pesó cada futo de fresa después de ser cosechado.

**Conductividad Eléctrica**

La conductividad se midió con un conductímetro marca Horiba, esta variable fue tomada del lixiviado o drenado de cada tratamiento, se realizó 2 veces por semana.

**Peso total de fruto.**

El peso todos los frutos obtenidos, se sumaron para obtener el peso total de fruto por planta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los componentes de rendimiento y la conductividad eléctrica de sustrato (CEs) fueron afectados significativamente por la concentración de la solución nutritiva (SN) y por el porcentaje de fibra de coco (%FC) utilizado en el medio de crecimiento de las plantas de fresa. La concentración de la SN no tuvo efecto significativo en el diámetro de fruto (DF), mientras que el %FC presenta diferencias significativas y la interacción de estos factores no fue significativo (Cuadro 7). El mayor DF se obtuvo al utilizar 0 % de FC en comparación a los niveles de FC utilizado, pues este al formar parte como componente del medio de crecimiento disminuye el DF (Cuadro 7). La concentración de SN tuvo efecto significativo en la longitud de fruto (LF), ya que la mayor LF se obtuvo al utilizar una SN al 100% con respecto a las demás concentraciones, y se obtuvo mayor LF al utilizar 0% de FC en comparación a los niveles de FC utilizado, pues, al aumentar el %FC la LF tiende a disminuir (Cuadro 7).

La concentración de SN no tuvo efecto significativo en el peso promedio de fruto (PPF), similar efecto se observa con en cuanto a las proporciones de FC, sin embargo, la interacción entre estos dos factores presenta diferencia significativa (Cuadro 7).

Las soluciones tuvieron efecto significativo en la CE ya que, al aumentar la concentración de SN, la CE incrementa. De igual manera en el %FC existe diferencia significativa, al aumentar constantemente este en el medio de crecimiento, la CE fue mayor, la interacción entre estos dos factores fue significativa (Cuadro 7).

El rendimiento de fruto por planta se registra diferencia significativa, pues con una SN al 100% fue mayor con respecto a los demás SN, Asimismo, el %FC presenta diferencias significativas ya que, el mayor rendimiento se obtuvo cuando es utilizado 0 o 25% de FC en el medio de crecimiento, Finalmente la interacción entre estos factores afecta significativamente.

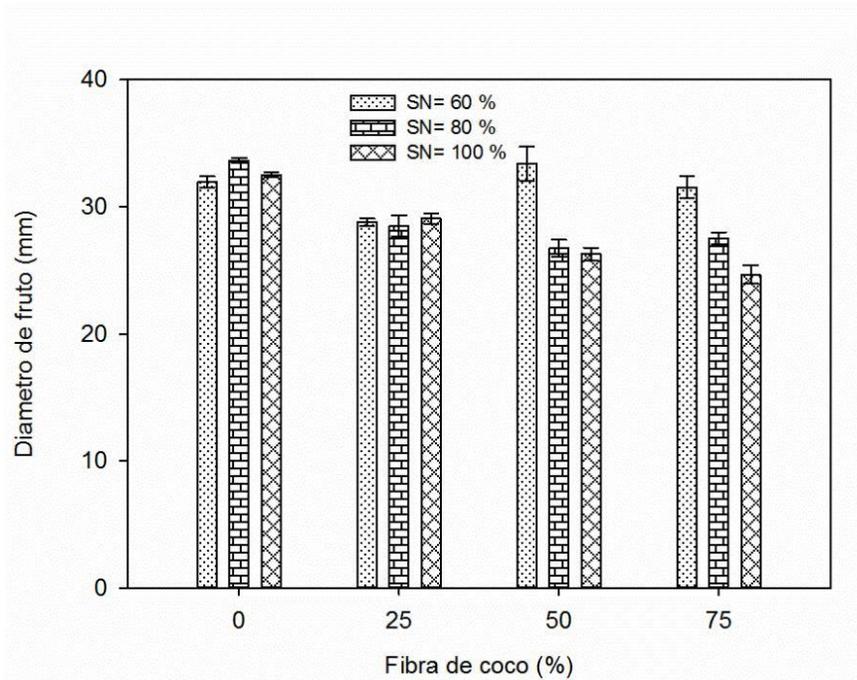
**Cuadro 7.** Efecto las soluciones y fibra de coco en las variables de rendimiento y conductividad eléctrica del sustrato en plantas de fresa cv. San Andreas.

Solución nutritiva (%)	Diámetro del fruto (mm)	Longitud del fruto (mm)	Peso promedio de fruto (g)	C.E (ms/cm)	Rendimiento de fruto (g/planta)
60	28.745 A	38.859 B	18.909 A	2.062 C	141.357 B
80	28.356 A	38.859 B	18.847 A	2.298 B	147.695 B
100	30.680 A	41.967 A	20.691 A	2.773 A	200.142 A
ANVA p≤	0.0534	0.0024	0.0563	<.0001	<.0001
<b>Fibra de coco (%)</b>					
COCO 0	32.712 A	42.688 A	20.930 A	2.301 B	178.443 A
COCO25	28.777 B	39.063 B	18.702 A	2.305 B	178.544 A
COCO50	28.830 B	38.929 B	19.400 A	2.426 A	160.842 B
COCO75	26.724 B	38.485 B	18.897 A	2.479 A	134.428 C
ANVA p≤	0.0002	0.0028	0.1064	<.0001	<.0001
Interacción p≤	0.0555	0.0024	0.0004	0.011	<.0001
CV (%)	8.043	5.799	10.267	2.118	6.393

ANVA= Análisis de varianza; CV= Coeficiente de variación: Interacción= solución nutritiva \* porcentaje de fibra de coco.

### Diámetro del fruto (DF)

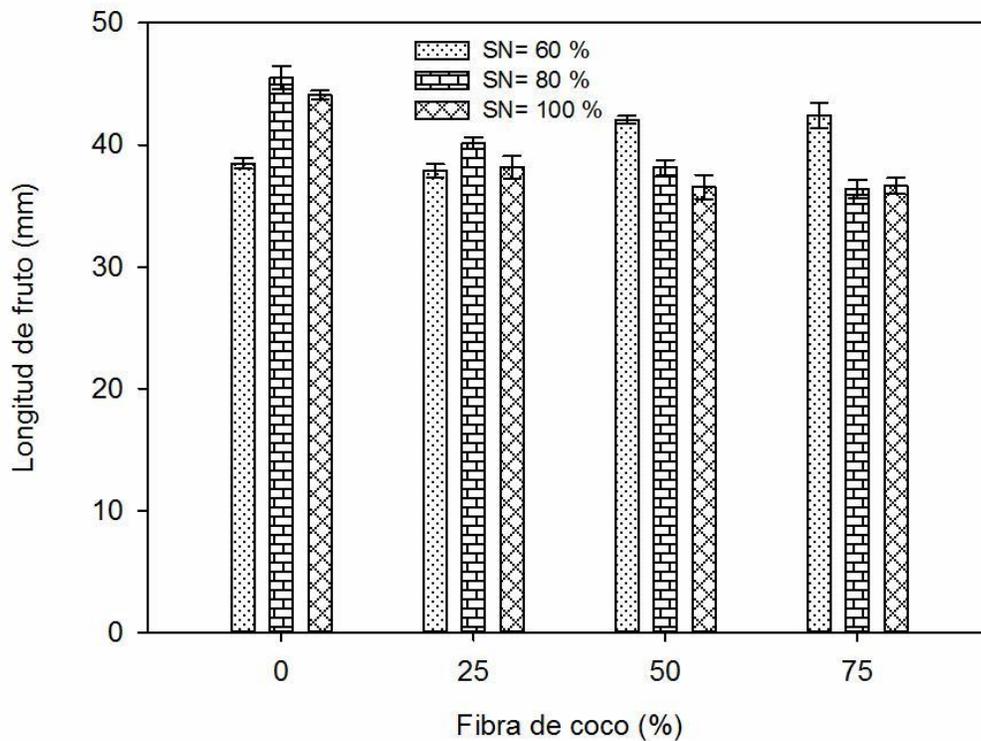
El mayor DF se observa en aquellas plantas que no contenían FC en el medio de crecimiento y al ser irrigadas con las tres concentraciones de SN muestran un comportamiento similar. Así mismo las plantas que se desarrollaron con un 50% y 75% de FC siendo irrigadas con una SN al 60% también muestran un mayor DF (Figura 1). Los resultados se vieron afectados posiblemente por el contenido de sales en los sustratos, pues, Casierra y García (2005) y Guerrero (2020) señalan que, el diámetro ecuatorial de los frutos de las plantas de fresa se reduce al ser sometidos a altas salinidades, provocando frutos de menor diámetro. También, Gonzales *et al.* (2020) pudo observar que el diámetro del fruto en zarzamora disminuyó a partir de una CE 2.8 y 3.0 ms/cm.



**Figura 1.** Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en el diámetro de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.

## Longitud de fruto (LF)

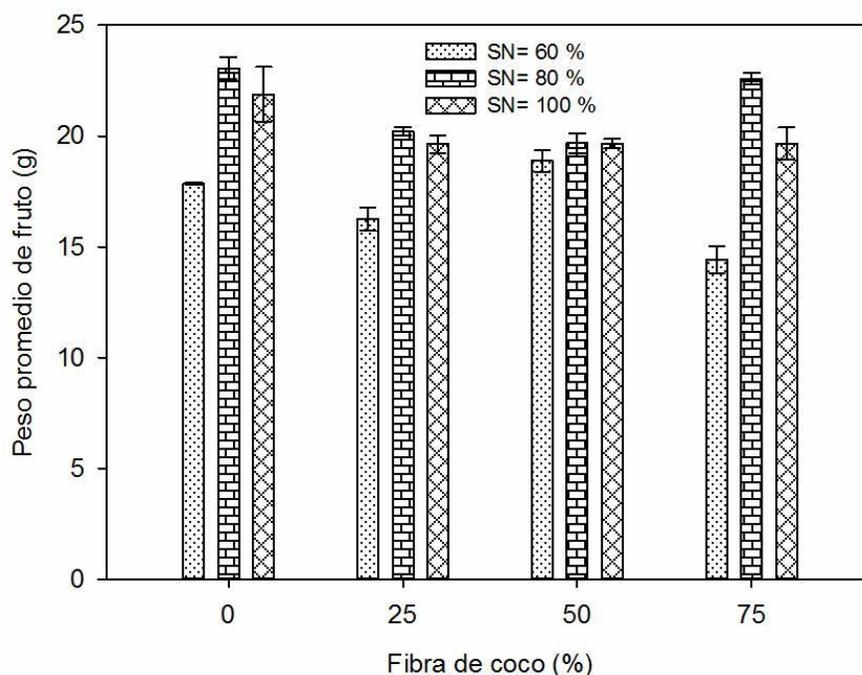
Se registra mayor LF en aquellas plantas que no contenían FC en el medio de crecimiento y al ser irrigadas con soluciones al 80% y 100% (Figura 2). Sin embargo, al aumentar los niveles de FC decrece la LF cuando la SN sea superior al 60% (Figura 2). Por otra su parte Gonzales (2020) menciona que, al utilizar como medio de crecimiento una combinación de cascarilla de arroz y fibra de coco la longitud del fruto de fresa tiende a disminuir conforme la CE aumenta.



**Figura 2.** Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en la longitud de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.

### Peso promedio de fruto (PPF)

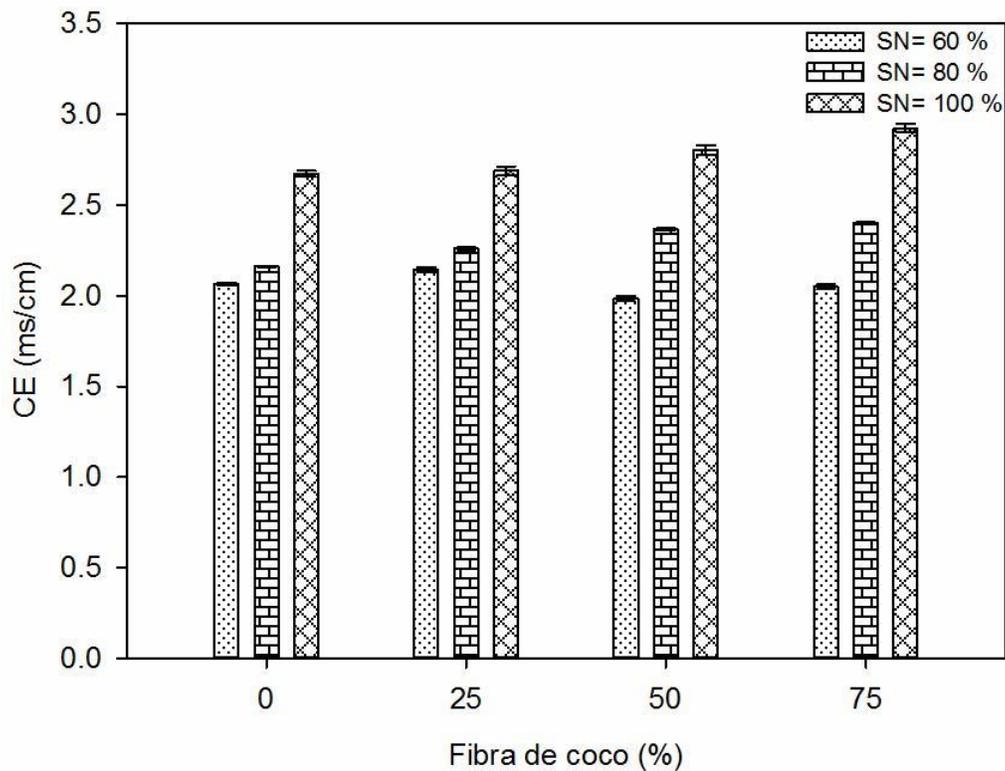
Los frutos que obtuvieron mayor peso fueron aquellas plantas desarrolladas en 0% de FC, similar efecto se observa al 75% de FC e irrigados con una solución al 80% (Figura 3). Por otra parte, las plantas irrigadas con una SN al 60% presentaron menor PPF con 0%, 50% y 75% de FC (Figura 3). Molina (2018) reporta resultados similares, pues señalan que, el aumento de la salinidad proporcionó un menor peso del fruto, pero, produjo un aumento en los °Brix, la firmeza del fruto y en la conservación. Gonzales *et al.* (2020) mencionan que la salinidad moderada (CE de 2.0 a 2.7 dS m<sup>-1</sup>) aplicada en fresa cv. Festival cada cuatro días a partir de la etapa de floración provoca disminución en la acumulación del peso fresco y seco de la planta.



**Figura 3.** Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en el peso promedio de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.

### Conductividad Eléctrica (CE).

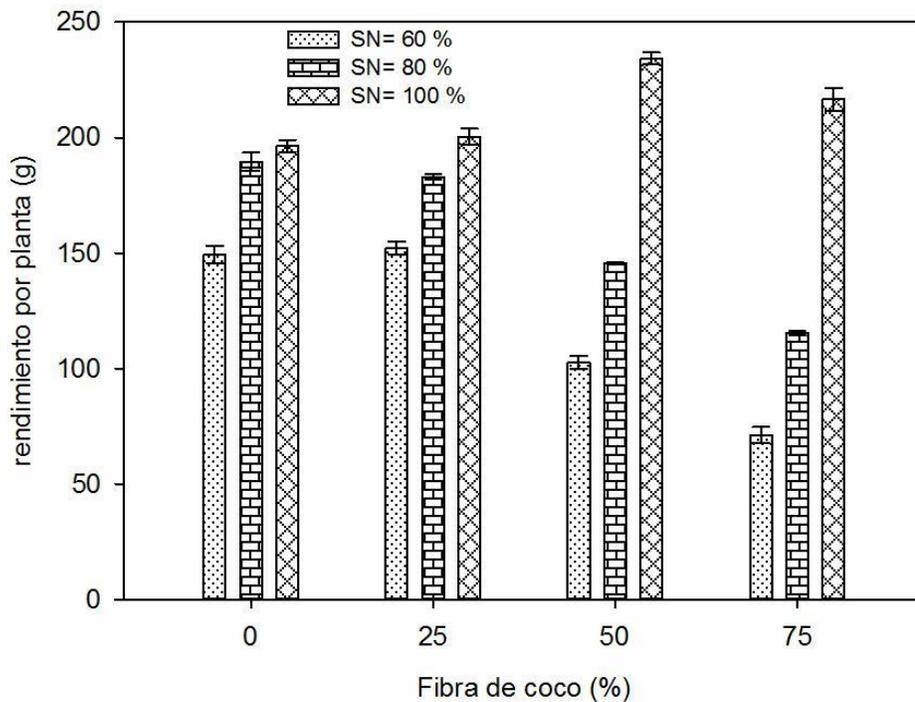
El comportamiento de la CE del sustrato fue de forma creciente al ir aumentando el % de FC y de la concentración de SN. Es decir, al utilizar una SN al 100% la CE aumenta conforme se incrementó el % de FC en el medio de crecimiento, al igual que utilizar una solución al 80% (Figura 4). Mientras que al utilizar una SN al 60% la CE se mantiene sin importar el % de FC en el medio de crecimiento (Figura 4). Terrazas (2019) señala que, la CE mide la concentración total de sales en una solución, pero esta no indica que sales están presentes, por su parte, Crespo (2012) menciona que, la FC retiene fácilmente sales y por consecuencia un aumento en la CE.



**Figura 4.** Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en la conductividad eléctrica del sustrato. Las barras indican el error estándar de la media.

## Rendimiento del fruto (RF)

El mayor RFF se presentó al utilizar una SN al 100% con un 50% de FC, mientras que, al utilizar una SN al 60% la producción disminuye conforme se aumenta el % de FC, este mismo efecto se observa con la SN al 80%. La SN al 100% y el aumentando del % de FC en el medio de crecimiento incrementa el RF (Figura 5). El resultado es contrario a lo reportado por Molina (2018) pues señalan que, la fresa es un cultivo sensible a la salinidad, pudiendo originar una reducción en la producción de fruto. Sin embargo, la salinidad puede proporcionar una mayor producción calidad organoléptica y/o funcional del fruto. Por otra parte, Gonzales *et al.* (2020) reporta que, en el cv. Festival no fue afectado la producción al aumento de la CE. López (2005) menciona que, la mezcla de sustrato 75% tezontle y 25% fibra de coco fue la que obtuvo mejores resultados en dos variedades de fresa (oso grande y Chandler).



**Figura 5.** Interacción entre la concentración de la solución nutritiva y porcentaje de fibra de coco en el rendimiento de fruto de fresa cv. San Andreas. Las barras indican el error estándar de la media.

## **CONCLUSIÓN**

El efecto de la concentración de la SN depende del porcentaje de FC que esté presente en el medio de crecimiento de la plata, pues, la SN al 60% o 80%, presentaron un mayor diámetro y longitud de fruto, siempre y cuando el % de FC sea nulo o en bajas concentraciones (25%). El peso promedio de fruto disminuye al aumentar la concentración de SN y el incremento del % de FC. El rendimiento de fruto fue mayor en plantas nutridas con la solución al 100% y con el 50% de FC en el medio de crecimiento.

## LITERATURA CITADA

- Abad. B. M., Munrray. N. P., Carrion. B. C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Mundi prensa. 113-158.
- Alpiza. A. L. 2006. Hidroponía: cultivo sin tierra. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Pp. 126-342.
- Arturo. V. y Velasco. V. 2000. Papel de la nutrición en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Role of mineral nutrition on plant disease tolerance.102 (2): 113-131.
- Bianchi. P. G. 2018. guía completa del cultivo de fresas. Editorial de Becchi. p.72.
- Bures. S.1997. Sustratos. Ediciones Agras técnicas. 342p
- Cabrera. R. L. 1998. Propiedades uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta/propiedades, use and management of growing media for container planta production.114: 223-235
- Castellanos. J. Z. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Editorial INTAGRI.México.132-133.
- Cruz. C. E., Sandoval. V. C., Robles. B. M. R y López. J. 2013. Sustratos en la horticultura/ substrates in horticulture. pp 12-14
- Domínguez. E. y Nogueroles. C .2012. Fertirrigación Calidad y sostenibilidad en el cultivo de la platanera en Canarias. pp. 115-126.
- Gómez. V. M. 2015. Soluciones nutritivas y fertilizantes organominerales en la producción de plántula de crucíferas. pp. 43-45.
- Kuss. E., Flores. D., Y Harrison. T. 2016. Mexico Tomato Annual: Mexico Continues To Expand Greenhouse Tomato Production. P. 231
- Martínez. P. F. y Roca D. 2011. Sustratos para el sin suelo materiales, propiedades y manejo. Universidad nacional de Colombia. 33-77

Ríos. D y Santos. B. 2012. Manejo práctico del riego en cultivo sin suelo. Información Técnica. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife. P.6.

Padrón L.I. C. 2020. Análisis De Los Indicadores De Competitividad De Las Exportaciones De Fresa Mexicana. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, 11(4), 815–125.

Rivera E., Sanchez M., Y Dominguez H. 2018. Ph Como Factor De Crecimiento En Plantas. *Revistas.Utp.Ac.P.* 4.

Rodríguez L. C., Valencia P. L. R., Peña A. J. M., Rodríguez L. C. y Valencia P. L. R. 2018. Aplicación De Las TI's A La Cadena De Valor Agrícola Para Productores De Agricultura Protegida. Revista Tecnología En Marcha, 31(1), 178–189.

Santos B. M., Obregón O. H. A. y Salamé D. T. P. 2010. Producción De Hortalizas En Ambientes Protegidos: Estructuras Para La Agricultura Protegida 1 generalidades de la agricultura protegida. pp: 179-202

SIAP. (2021). Las Fresas, Frutas En Forma De Corazón Que Tienen Un Gran Impacto Nutricional | Financiera Nacional De Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal Y Pesquero Gobierno Gob.Mx. <https://www.gob.mx/fnd/articulos/las-fresas-frutas-en-forma-de-corazon-que-tienen-un-gran-impacto-nutricional?idiom=es>. Consultado 20 de nov. 2021

Mengel y Kyrkby. 2000. principios de la nutricion vegetal. Basilea/Suiza: Instituto Internacional del Potasio

Arana C. J. J. 2014. El sector de la fresa en México, costos de transacción económicos y gestión de cadenas de abastecimiento

Bienlinski M. S. A., Obregon. O., y Salame. D. T. 2010. .produccion de hortalizas en ambientes protegidos: Estructuras para la agricultura protegida . UF, University of Florida, IFAS Extencion.

García S. E. I., Vargas C. J. M., Palacios R. M. I. y Aguilar A. J. 2018. Sistemas de innovación como marco analítico de la agricultura protegida en la región centro de México. *Cuadernos de desarrollo rural* , 15(81), 1-24.

Padrón L. C. 2020. Análisis de los indicadores de competitividad de las exportaciones. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 815

Santos B. M., Obregón H. A. y Salame D. T. P. 2010. Producción de hortalizas en ambientes protegidos: estructuras para la agricultura protegida. Departamento de horticultura. P 56

García S. E. I., Vargas C. J. M., Palacios R. M. I. y Aguilar A. J. 2018. Sistema de innovación como marco analítico de la agricultura protegida en la región centro de México. *Cuadernos de desarrollo rural*, 15 (81), 1-24.

SIAP, Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. 2018. anuario estadístico de la producción agrícola, servicio de información agroalimentaria y pesquera, secretaria de agricultura y desarrollo rural. Ciudad de México. <https://Infosiap.siap.gob.mx:8080/agricolasiap.gob.mx/avancenacionalcultivo.do>. Consultado 27 agosto 2021.

Rios G. R., Salas G. A., Monroy A. y Solano E. 2020. Salinity effect on *Prosopis laevigata* seedlings. *Terra latinoamericana*. 28:99-107

Goreta S. B., Bucevic P. M. y Pavela V. J. 2007. Salinity-induced changes in growth, superoxide dismutase activity, and ion content of two olive cultivars. *Journal of plant nutrition and soil science*. 170:398-403.

Saquib M. C. y Zorb S. S. 2006. Salt-resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress. *Journal of plant nutrition and soil science* 169:542-548.

Garriaga M. C. A., Muñoz P. D. S. y Caligar J. B. 2015. Effect of salt stress on genotypes of commercial (Fragaria x Ananasa) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Scientia Horticulturae* 195:37-47.

Gonzales J. S. L., Castillo G. A. M., Garriaga M. M. R., Valdez A. L. A., Ibarra M. C. y Ativa G. E. 2020. Respuesta de fresa cv festival a la salinidad. Revista fitotecnia mexico, 43(1) 53-60.

Medina B. J. S., Pinzon S. E. H. y Celyi G. E. 2006. Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*fragaria sp*) cv "Albion" bajo condiciones de campo. Revista ciencia y agricultura, 13(2), 19-28.

Gómez H.T. y Sánchez C.F. 2003. Soluciones nutritivas diluidas para a producción de jitomate a un racimo. Terra latinoamericana, 21: 57-63.

Cruz C. E., Can C. A., Bugarin M. R., Pineda E. J., Flores C. R., Juárez L. P. y Alejo, S.G. 2004. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. Revista fitotecnia mexicana, 37(3): 289-295.

Gutiérrez C. E. V., Gutiérrez C. M. C. y Ortiz S.A.S. 2015. Manejo de nutrientes en sistemas agrícolas intencivos: revision. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 6(1): 201-215.

Figuroa V. U., Delgado J. A., Cueto W. J. A., Nuñez H. G., Reta S. D. G. y Barbaryck K. A. 2011. A new nitrogen index to evaluate nitrogen losses in intensive forage systems in Mexico. Agric. Ecosist. Environ., 142(3-4): 352-362.

Puerta A. C. E., Russian L. y Ruiz C. A. S. 2012. Producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. Revista científica UDO Agric, 12:298-306.

García A. J. C., Trejo L. I. T., Velázquez H. M. A., Ruiz B. F. C. y Gómez M. C. 2010. Crecimiento de petunia en respuesta a las diferentes proporciones de composta en sustrato. Revista chapingo serie horticultura, 16: 107-113.

Mensah E., Dezomeku W., Amoako P., Owuso S. y Dapaah H. 2017. Sucker multiplication in plantain using chicken manure as a substrate supplement. Africa journal of plant science, 11(5): 168-175.

Tchoa K., Andre S., Zona C., Siaka T., Daoudo K., y Mongomake K. 2016. Effects of substrates, weight and physiological stage of suckers on massive propagation of plantain. *Musa paradisiaca*, internacional journal of reeseach, 4(1): 1-13.

Gutierrez C. M. C., Hernández E.J., Ortiz S. C. A., Anicua S. R. y Hernández L. M. E. 2011. Relación porosidad-retención de humedad en mezclas de sustratos y su efecto sobre variables de respuesta en plantas de lechuga. *Revista chapingo serie horticultura*, 17(3): 183-196

Gonzales J. S. L., Castillo G. A. M., García M. M. R., Valdez A. L. A., Ybarra M. C. y Avita G. E. 2020. Respuesta de la fresa cv. Festival a la salinidad. *Revista fitotecnia mexico*, 43(1) 53-60.

Lerna A., Pandino G., Lombardo S. y Mauromicale G. 2011. Tuber yield, wáter and fertilizer productivity in early potato as affeted by a combination of irrigation an fertilización. *Agricultura wáter management*, 101: 35-41.

Lopez M. J. D., Vazquez D. A. D., Esparza R. R. J., Garcia L. J., Construita A S M. y Preciado R. P. 2016. Yield and nutraceutical quality of tomato fruit produced with nutrient solutions prepared using organic materials. *Revista fitotecnia mexicana*, 39: 409-414

Navarrete S. K. L. 2020. Optimización de la fertilización de macronutrientes en el cultivo de moringa (moringa oleífera). p.14.

Piaggese A. 2004. Los micro elementos en la nutrición vegetal. Valagro spa. Italia, p. 10-57.

Kyrby E. y Rombeld V. 2011. Micronutrientes en la fisiología de las plantas, funciones, absorción y movilidad, p. 4-10

Cruz C. E., Sandoval V. M., Volke H. V., Ordaz C. V., Tirado T. J. L. y Sánchez, E. J. 2010. Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. *Terra latinoamericana*, 28(3): 219-229

Beltrano J. y Gimenez O. D. 2015. Cultivo en hidroponía. Editorial de la universidad de la plata. P. 91-93

Cruz C. E. A., Can C. L. J., Loera R. G., Aguilar B. J., Pineda J., y Bagarin R. M. 2017. Extracción de N-P-K en *Coriandrum sativum*. Pakistán en hidroponía. Revista mexicana de ciencias agrícolas 8: 355-367.

Lacarra A. y García C. 2011. validación de cinco sistemas hidropónicas para la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y lechuga (*Lactuca sativa* L) en invernadero, P. 38-40

Crespo C. E., Chulim C. A., Villa S. M., Montoya B. R., Bermúdez R. A., López J. P. 2012. Sustratos en la horticultura. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. 10 p.

Molina f. 2018. Efecto de la salinidad sobre la calidad de la fresa y su evolución en poscosecha: fertirriego de un cultivo de fresa en la provincia de Huelva.

Canales sectoriales. Disponible en:

<https://interempresas.net/Horticola/Articulos/206060-Efecto-salinidad-calidad-zfresa-evolucion-poscosecha-fertirriego-cultivo-fresa-provincia.html>. 26 de noviembre 2021.

Garriga M., C. A. Muñoz P. D. S. Caligari and J. B. Retamales (2015). Effect of salt stress on genotypes of commercial (*Fragaria x ananassa*) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Scientia Horticulturae* 195:37-47,

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.036>

Guerrero G. M.E. (2020). Evaluación de sustrato bajo un sistema hidropónico en el cultivo de fresa con variables de calidad. *Informador técnico*, 85(1), 52-63.

Gonzales J.S.L., Castillo G. A. M., García M. M. R., Valdez A. L. A., Ybarra M. C. y García A. E. (2020). Respuesta de zarzamora (*Rubus* spp.) cv. Tupy a la salinidad. *Rev. Fitotecnia México*. 43(3) 299-306.