

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Niveles de Conductividad Eléctrica en la Solución Nutritiva Afectan la Producción  
de Frambuesa (*Rubus idaeus* L.)

Por:

**VICTOR SAMUEL VARGAS CASTRO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Niveles de Conductividad Eléctrica en la Solución Nutritiva Afectan la  
Producción de Frambuesa (*Rubus idaeus* L.)

Por:

**VICTOR SAMUEL VARGAS CASTRO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

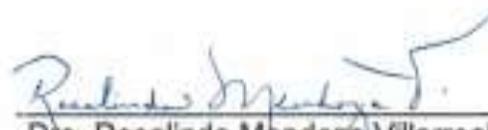
Aprobada por el Comité de Asesoría:



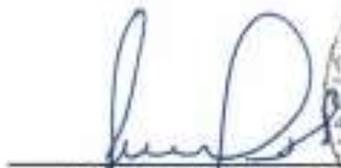
Dr. Armando Hernández Pérez  
Asesor Principal



Dr. Valentín Robledo Torres  
Coasesor



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal  
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
Marzo 2023

## 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 presentarla 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, gráficas, 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



---

Victor Samuel Vargas Castro

Nombre y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios:** Le agradezco a Dios por nunca dejarme solo, por acompañarme, darme el valor, la fuerza, y salud brindada a lo largo de mi vida, también durante mi carrera como profesional, por los aprendizajes y sobre todo las buenas experiencias en mi universidad.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** (Mi Alma Mater) por brindarme la oportunidad de ser parte de esta honorable institución, forjarme como un profesional competente y con muchos valores adquiridos en mi estancia en la universidad, y por las buenas amistades obtenidas durante mi carrera.

**Al Dr. Armando Hernández Pérez:** Por el apoyo, conocimientos, y consejos brindados durante mi estancia como estudiante, al igual que en este proyecto, además de agradecer su paciencia, recibimiento brindado a mis compañeros y a mí.

**Al MC. Felicito Ausencio Díaz Vázquez:** Agradecer sus consejos de vida, su amistad y apoyarme en mi formación profesional.

**Al MC. Gerardo Sánchez Martínez:** Por darme sus consejos que me ayudaron a ingresar a esta universidad, por ayudarme a comprender el significado y el sacrificio que es salir de casa.

**A mis amigos:** Por acompañarme y brindarme su apoyo durante esta hermosa etapa: Carlos Pérez, Mario Rodríguez, Alexis Delgado, Jesús Aguilar, Deni Ballinas, Aarón Rodríguez, Jairo Vargas, Luis Soria, Noel Sánchez, Alberto Pérez, Jonathan Granados, Ignacio Vázquez, Jonathan Madrigal, Oscar Rodríguez, Manuel Barrientos, Fernando García, Ernesto Hernández, Manuel López, Adán Montero, Mario Gerónimo, Miguel (Miki), Balamquitze Mejía, Rigoberto Gonzales y todos los que me apoyaron durante mi estancia en la universidad.

## DEDICATORIA

**A mis padres:** Quienes a pesar de los obstáculos que se presentaron durante el camino, me supieron guiar de la mejor manera, inculcándome valores, principios y ética para poder superar este logro que no solo es mío, si no de ellos también.

**A mis hermanos:** Esther Vargas y Martín Vargas, con quienes crecí y me crie, además de agradecer la unión incondicional que tenemos.

**A mis primos:** Osar Vargas, Antonio Vargas, Manuel Vargas, José Vargas, quienes veo como mis hermanos, con quienes también me crie y aprendí muchas cosas, además de tener grandes experiencias en el campo de la agricultura trabajando.

**A mis tíos y abuelos:** Por los consejos brindados, con los cuales fui formando mi carácter y mi forma de pensar, gracias a mi abuelo Gumersindo por heredar a mi padre y a mí, la pasión por la agricultura y el campo.

**A mi tía Ruth** quien en mi estancia en la preparatoria vio mi potencial y me alentó a seguir estudiando y prepararme profesionalmente.

**A mi cuñado Pablo** por ser un integrante más de la familia, por estar al pendiente de cómo estaba durante mi estancia en la universidad.

**A Rosy Saldaña** por tu apoyo incondicional, además de ayudarme emocionalmente, hacerme ver mis errores, por cambiar mi forma de pensar y ver el mundo, gracias por ser mi compañera de vida durante esta etapa de mi vida y primero Dios así seguirá.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Antecedentes del cultivo.....	3
2.2 Importancia del cultivo en México y en el Mundo .....	3
2.3 Clasificación taxonómica .....	4
2.4 Composición nutricional.....	5
2.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	6
2.5.1 Suelo.....	6
2.5.2 Riego.....	6
2.5.3 Clima.....	6
2.6 Cultivares.....	7
Remontantes.....	7
No remontantes .....	7
2.7 Conductividad eléctrica y salinidad.....	7
2.7.1 Salinidad y absorción de nutrientes .....	7

2.7.2	Potencial osmótico .....	8
2.7.3	Impacto fisiológico de la salinidad.....	8
2.8	Impacto de la salinidad en el crecimiento y rendimiento.....	9
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
3.1	Localización del experimento .....	10
3.2	Material vegetal .....	10
3.3	Tratamientos.....	10
3.4	Diseño experimental .....	11
3.5	Labores y preparación de sustrato.....	11
3.5.1	Trasplante .....	11
3.5.2	Deshoje .....	11
3.5.3	Tutorado .....	12
3.5.4	Riego .....	12
3.5.5	Fertilización .....	12
3.5.6	Cosecha .....	12
3.5.7	Manejo de plagas y enfermedades.....	13
	Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	13
	Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ).....	13
	Pudrición del fruto ( <i>Botrytis cinerea</i> ) .....	13
3.6	Variables evaluadas .....	14
	Diámetro de tallo (DT).....	14
	Altura de planta (AP).....	14
	Longitud de raíz (LR) .....	14
	Volumen de raíz (VolR).....	14
	Peso seco de raíz (PSR).....	14

Peso seco de hoja (PSH).....	14
Peso seco de tallo (PST) .....	15
Peso seco total (PSTo) .....	15
Diámetro polar del fruto (DPF) .....	15
Diámetro ecuatorial del fruto (DEF) .....	15
Sólidos solubles totales (SST) .....	15
Peso promedio de fruto (PPF) .....	15
Rendimiento (R).....	16
3.7 Análisis estadístico .....	16
<b>IV. CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>24</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Composición nutricional de la frambuesa.....	5
Tabla 2. Cantidad de iones por tratamiento según el nivel de conductividad eléctrica aplicada.....	10
Tabla 3. Efecto de los niveles de conductividad eléctrica en las variables de crecimiento de la frambuesa cv. Adelita.....	18
Tabla 4. Efecto de los niveles de conductividad eléctrica en la biomasa seca de los órganos y biomasa seca total en plantas de frambuesa cv. Adelita.....	19
Tabla 5. Efecto de los niveles de conductividad eléctrica en el rendimiento y calidad de fruto de las plantas de frambuesa cv. Adelita.....	22

## RESUMEN

La salinidad es el principal estrés abiótico limitante de la producción de los cultivos en general. El objetivo de este trabajo experimental fue determinar el efecto de los distintos niveles de CE en el crecimiento y rendimiento de del cultivo de frambuesa. Se utilizó una solución Steiner modificada a distintos niveles de CE, los cuales fueron T1=0.8 mS cm<sup>-1</sup>, T2=1.0 mS cm<sup>-1</sup>, T3=1.2 mS cm<sup>-1</sup>, T4=1.4 mS cm<sup>-1</sup> y T5=1.6 mS cm<sup>-1</sup>. Las plantas fueron irrigadas de forma continua según el tratamiento. Se usó un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos y 6 repeticiones de cada tratamiento. Se midió el diámetro de tallo, altura de planta, longitud de raíz y volumen de raíz, así como, el peso seco de hoja, tallo, raíz y peso seco total. Las variables de calidad y rendimiento fueron: diámetro polar y ecuatorial del fruto, peso promedio de fruto, sólido solubles totales y rendimiento por planta. El DT aumentó 10.4% en las plantas irrigadas con SN de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE, comparado con las de SN de 1.6 mS cm<sup>-1</sup>. La mayor AP se obtuvo en plantas con 0.8 mS cm<sup>-1</sup> de CE en la SN con un incremento de 14.2 %, comparado con las de 1.6 mS cm<sup>-1</sup>. El VolR fue mayor en plantas nutridas con 0.8 y 1.0 mS cm<sup>-1</sup> de CE, destacando 37.7 % comparado las que se trataron con 1.6 mS cm<sup>-1</sup>. El PSTo se incrementó en las plantas irrigadas con 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE aumentando 18.94 %. El rendimiento de fruto fue mayor en un 56.57 % en plantas con SN de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE comparado con la SN de 1.6 mS cm<sup>-1</sup>. Los SST incrementaron hasta 49 % con la SN de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE. Una CE de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> en la SN promueve el crecimiento y rendimiento fruto de las plantas de frambuesa.

**Palabras clave:** salinidad, estrés, rendimiento, calidad, tolerancia.

## I. INTRODUCCIÓN

La salinidad se define como la presencia elevada de sales en el suelo o agua que afectan las plantas debido al efecto tóxico, también disminuyen el potencial osmótico del suelo por lo cual es más difícil a las plantas tomar los nutrientes del suelo (Lamz y Gonzales, 2013). Las plantas son afectadas de manera significativa su fisiología, desarrollo y rendimiento, además de que las sales suelen acumularse en la superficie del suelo. Alrededor de 800 millones de hectáreas de tierra arable se ven afectadas en todo el mundo, con un costo de más de 12 000 millones de dólares al año. Actualmente más del 74% de los suelos agrícolas del mundo sufren este gran problema de salinización (Agüero, 2018).

La salinidad del suelo se incrementa constantemente en las regiones áridas y semiáridas del mundo, esto es efecto de la baja precipitación y manejo inadecuado del agua para riego, además este problema también es causado por el hombre y su mal manejo de las sales fertilizantes. La acumulación de sales es generada por una serie de diversos problemas que la provocan, favoreciendo así la acumulación de solutos en un suelo determinado. El efecto más común en las plantas se debe a una disminución en el potencial osmótico del medio de crecimiento, lo que reduce su potencial hídrico y resulta en un desarrollo más lento debido a que a la planta gasta mucha energía para absorber el agua y los nutrientes de la solución del suelo; la toxicidad iónica a menudo se asocia con un exceso de absorción de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  y debido a que los iones de sal interfieren con la absorción de nutrientes esenciales requeridos por la planta resultando en desequilibrios nutricionales (Martínez *et al.*, 2011).

Por otra parte, las sales en el suelo también alteran el metabolismo de los organismos y reducen la fertilidad del suelo, además, hacen que el suelo sea más impermeable, haciendo que la tierra no sea apta para los cultivos, este proceso conduce a la desertificación, causando graves problemas que ponen en peligro la economía agrícola. Se estima que en un futuro se intensificará la salinización debido al cambio climático y el incremento del nivel del mar con impacto en las costas, con

temperaturas más cálidas que posteriormente aumentarán la evaporación, lo que conducirá a la salinización (Anaya, 2015).

En México, la salinidad en los suelos también es un problema muy alarmante, ya que alrededor de 500, 000 ha de las 29,3 millones dedicadas a la agricultura son improductivas debido a la alta salinidad, aunque algunas de estas son productivas se ven afectadas reduciendo el rendimiento de los cultivos o simplemente que ciertas plantas no puedan ser cultivadas en esos suelos (Partida *et al.*, 2006).

En la actualidad México se ha convertido en uno de los principales productores de frambuesa del mundo, con alrededor de 120 mil ton cosechadas por año, exportando más del 60% de su producción total, principalmente a Estados Unidos de Norte América. Una de las principales ventajas de la frambuesa es la capacidad de la planta madre de producir nuevos brotes e hijuelos siendo más fácil el manejo de los años posteriores al trasplante, se ha hecho muy popular teniendo alta comercialización y consumo por sus atributos nutricionales (Ramírez, 2020).

### **1.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de los distintos niveles de C.E en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frambuesa.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Obtener las variaciones en el crecimiento del cultivo de la frambuesa por efecto de la conductividad eléctrica.
- Evaluar el efecto de los diferentes niveles de conductividad eléctrica sobre la productividad de la frambuesa.

### **1.3 Hipótesis**

Al menos un valor de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva promueve mayor crecimiento y rendimiento del cultivo de la frambuesa.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes del cultivo

La frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) se originó en estado salvaje en el monte Ida en Creta (Grecia), por lo que Linneo llamó *idaeus* a la especie. No obstante, otros autores creen que la especie se propagó desde las montañas de Ida en Turquía. La primera descripción de la planta se inició alrededor siglo I d. C. por Plinio el Viejo, pero el primer registro escrito de la domesticación de la frambuesa fue realizado por el agricultor romano Paladio en el siglo IV d. C. (García., *et al* 2015).

El subgénero *Idaeobatus* entre las cuales se encuentra la frambuesa roja, se encuentra principalmente en el norte de Asia, aunque también se puede encontrar en algunas partes de Australia, África, Europa y Norteamérica. En América del Norte se introdujeron muchos cultivares comerciales provenientes de Europa teniendo una gran distribución en poco tiempo. Con el tiempo, se seleccionó el mejor material para obtener nuevas variedades mejor adaptadas a estas condiciones (Aguirre, 2020).

### 2.2 Importancia del cultivo en México y en el Mundo

La frambuesa tuvo una producción de 895,771 toneladas que fueron cosechadas en una superficie aproximada de 112,167 hectáreas alrededor del mundo, con un rendimiento aproximado de 8 toneladas por hectárea. Los principales productores fueron la federación de Rusia tomando el primer lugar con 182,000 t, seguido por México con 146,350 t y Polonia con 121,700 t, estos países generaron alrededor del 50.2% de la producción alrededor del mundo (FAOSTAT, 2020).

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2021) señala que, en el año 2021, la superficie sembrada en México fue de 8,742.21 hectáreas, con una producción de alrededor de 165, 676.62 toneladas cosechadas. Esta producción se vio reflejada en los estados de Jalisco con 104,080 t, Michoacán con 28,895 t, Baja California con 10,221 t, Guanajuato 2,219 t, Puebla con 794.6 t, México con 85.3 t, Colima con 25.5 t, Tlaxcala con 18 t, Ciudad de México con 9.5 t, etc.

En México, en la mayor parte de cultivos de frambuesa se aprovecha la capacidad de la planta para producir nuevos brotes de las cañas o los hijuelos que vienen desde el suelo, ya sea cada temporada o cada año, lo que evita volver a plantar, debido a que las plantaciones son muy costosas. Muchas variedades de frambuesa se han adaptado de manera conveniente a las regiones agrícolas de México, algunas de estas debido al bajo requerimiento en horas frío. Además de que ha aumentado la producción en México debido a que la mayoría de la producción va con destino a Europa y Estados Unidos de América (Ramírez, 2020).

El rápido crecimiento de la producción y alta tasa de comercialización de la frambuesa a nivel mundial, se caracterizan por la gran rentabilidad económica, rápido retorno de la inversión, generación de mano de obra, mercado destino de exportación, atractivas propiedades organolépticas, beneficios a la salud y sus atributos biológicos, por lo anterior se considera como un alimento funcional o un superalimento y por lo tanto tiene un alto valor comercial en el mercado mundial (Trujano *et al.*, 2017).

### **2.3 Clasificación taxonómica**

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Rosales*

Familia: *Rosacea*

Subfamilia: *Rosoidae*

Tribu: *Rubeae*

Género: *Rubus*

Especie: *idaeus L.*

Nombre Común: Frambuesa

(Rosas, 2021)

## 2.4 Composición nutricional

Comer frutas y verduras puede reducir el riesgo de distintas enfermedades, porque contienen altas cantidades de sustancias bioactivas. Las frambuesas tienen gran aporte de sustancias nutraceuticas, con un potencial alto de antioxidante (Tabla 1). Muchas investigaciones han afirmado las propiedades benéficas de las frambuesas para la salud humana, por ejemplo, inhiben el daño hepático, tienen alta actividad antioxidante, antiinflamatoria, antibacteriana, neuroprotectora, antiangiogénica y anticancerígena (Trujano *et al.*, 2017).

**Tabla 1.** Composición nutricional de la frambuesa.

Tipo	Nutriente	Contenido
<b>Proximales</b>	Calorías (Kcal)	52
	Agua (g)	85.75
	Proteína (g)	1.20
	Lípidos totales (g)	0.65
	Carbohidratos totales (g)	11.94
	Fibra dietaria (g)	6.5
	Azúcares (g)	4.42
	Sacarosa (g)	0.2
	Glucosa (g)	1.86
	Fructosa (g)	2.35
<b>Minerales</b>	Calcio (mg)	25
	Hierro (mg)	0.69
	Fosforo (mg)	22
	Potasio (mg)	29
	Sodio (mg)	151
	Zinc (mg)	1
	Cobre (mg)	0.42
	Manganeso (mg)	0.090
	Vitamina C (mg)	0.670

<b>Vitaminas</b>	Tiamina (mg)	26.2
	Riboflavina (mg)	0.032
	Niacina (mg)	0.038
	Ácido pantoténico (mg)	0.598
	Vitamina B6 (mg)	0.329
	Colina (mg)	0.055
	Betaína (mg)	12.3
	Vitamina E, $\alpha$ -tocoferol (mg)	0.87

(Rao y Snyder, 2010)

## 2.5 Requerimientos edafoclimáticos

### 2.5.1 Suelo

Las frambuesas se adaptan a muchos tipos de suelo, pero se desarrollan mejor en suelos profundos y que tengan buen drenaje. La profundidad mínima recomendada es de 70 cm. Se adapta bien a suelos arcillosos a arenosos, se desarrolla mejor en suelos francos a francos arenosos y se desarrolla mejor en suelos con alta materia orgánica (Díaz, 2020).

### 2.5.2 Riego

La demanda de agua del cultivo de frambuesa varía según el tipo de suelo y la capacidad de retener esa agua, en suelos arcillosos y pesados se consigue retener el triple de agua que en los suelos menos profundos o arenosos. No obstante la frambuesa es una planta que resiste sequías, pero no debe haber déficit de agua en el cultivo debido a que se ve limitada su productividad, la estimación de consumo de agua para la planta va desde los 10,000 a 12,000 m<sup>3</sup> (Merlet, 2016)

### 2.5.3 Clima

Las frambuesas es un cultivo bastante resistente a las bajas temperaturas en invierno y las altas en invierno. Es mejor para su desarrollo temperaturas constantes

pero no demasiado bajas en invierno y veranos respectivamente frescos, especificados por ciertas oscilaciones térmicas entre día y noche. Cada variedad difiere entre 700-1200 de horas frío. Durante la floración, las frambuesas son muy sensibles a las bajas temperaturas en primavera, aguantando botones florales cerrados a  $-1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , flores abiertas a  $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  y frutos recientemente formados a  $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Si bien puede soportar temperaturas máximas altas, la temperatura óptima para obtener buenos rendimientos está entre  $15\text{-}22\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Reyes, 2020).

## **2.6 Cultivares**

### **Remontantes**

Pueden producir dos cosechas en un mismo año en diferente estación, en estos cultivares florecen cañas e hijuelos Dependiendo de la técnica de cultivo utilizada, se pueden obtener dos cosechas o una cosecha en el mismo año (García *et al.*, 2015).

### **No remontantes**

En estos cultivares solo se producen primordios florales en las cañas, principalmente solo presentan solo una cosecha por año o por temporada. (Morales *et al.*, 2017).

## **2.7 Conductividad eléctrica y salinidad**

La salinidad hace referencia a las sales que están contenidas en la solución del suelo, estas dichas sales se pueden determinar mediante la medición de conductividad eléctrica (CE), indirectamente nos indica las sales existentes en el medio, aunque no en que cantidades cada una, entre mayor sean los niveles de CE mayor serán las concentraciones de sales o salinidad (Ramírez, 2022).

### **2.7.1 Salinidad y absorción de nutrientes**

La salinidad afecta el crecimiento al alterar la absorción de agua por las raíces, desequilibrios de iones plantas también son causados por absorción excesiva de

$\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , lo que puede tener efectos secundarios como toxicidad y problemas nutricionales asociados con la absorción de iones necesarios para el desarrollo de las plantas. En los efectos nutricionales, las altas concentraciones de  $\text{Na}^+$  en la solución, conducen a una disminución de las concentraciones de  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$  en los tejidos vegetales. Estas disminuciones podrían deberse al antagonismo de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  en los sitios de absorción de la raíz, los efectos del  $\text{Na}^+$  en el transporte al xilema o la inhibición de los procesos de absorción (Goykovic y Saavedra, 2007)

### **2.7.2 Potencial osmótico**

El potencial osmótico significa el efecto de los solutos disueltos en una solución sobre el potencial hídrico. La presencia de soluto reduce el potencial hídrico. Independientemente del tipo de soluto, un aumento en la concentración resulta en una disminución del potencial hídrico (Giménez *et al.*, 2018).

El potencial osmótico sufre una disminución al acumularse sales en la solución del suelo, consigo también se ve disminuido el potencial hídrico, esto ocurre alrededor de las raíces. La sales se acumulan y a pesar de la humedad en el suelo, las plantas no podrán extraer la sales porque se inhibe la absorción de agua, lo que provoca desequilibrios de nutrientes, toxicidad y estrés hídrico, ya que el equilibrio hídrico de la planta sufre una afección (Anaya, 2015).

### **2.7.3 Impacto fisiológico de la salinidad**

La salinidad provoca distintos tipos de estrés en las plantas. La Inducción del estrés hídrico, consiste en el aumento de la salinidad en la solución del suelo disminuyendo el potencial osmótico, que lleva consigo una afección en el balance del potencial hídrico haciendo más difícil la absorción de agua y en ocasiones perdiéndola generando consigo pérdida de la turgencia. Otro tipo de estrés es el iónico, por la toxicidad, debido a las relaciones altas de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Cl}^-$  en el tejido, que altera dramáticamente el metabolismo general de la célula, lo que da lugar a una cascada de alteraciones, en actividades enzimáticas, deficiencias en los procesos metabólicos y la nutrición mineral, afectando también la fotosíntesis (Lamz y Gonzales, 2013).

Los diferentes problemas derivados por la salinidad combinados a largo plazo, trae consigo desequilibrios metabólicos que llevan a un estrés oxidativo en las plantas, lo cual resulta en la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Eitel, 2021). Muchos autores han propuesto la presencia de especies reactivas de oxígeno (ROS) como  $H_2O_2$  (peróxido de hidrógeno),  $O_2^-$  (superóxido) y  $\cdot OH$  (radical hidroxilo) en condiciones salino-alcálinas, que pueden provocar reacciones fitotóxicas en las plantas, como la lípido peroxidación, degradación de proteínas y mutación del ADN.

## 2.8 Impacto de la salinidad en el crecimiento y rendimiento

Una reacción más común ocasionada por la salinidad a las plantas es un estrés salino, además de otras alteraciones fisiológicas que ocasionan déficit de crecimiento en general, afectando el rendimiento y calidad, es por eso que este problema se considera un limitante a nivel mundial en la producción de los cultivos (Ramírez, 2022).

De la tierra cultivable del mundo cerca del 7% del mundo está afectada por la salinidad, y se espera que su crecimiento siga aumentando y supere el 20% en los próximos años, por lo que la salinidad es considerada uno de los problemas agrícolas más importantes a nivel internacional e internacional (López *et al.*, 2018). Los cultivos se clasifican de acuerdo a la tolerancia que estos tienen a la salinidad. **Sensibles:** cebollas, fresas, frambuesas, frijol, zanahoria. Moderadamente sensibles: ajo, berenjena, calabaza, lechuga. **Moderadamente tolerante:** alcachofa, apio, brócoli, nabo. **Tolerante:** acelgas y espárragos. Cada cultivo tiene su rango de tolerancia, al sobrepasar ese rango comienzan los problemas, afectando el crecimiento y rendimiento, viéndose afectado el rendimiento de 10% hasta 50% dependiendo la tolerancia del cultivo y la concentración de sales (Gratan, 2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Localización del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo durante el periodo de Julio-Diciembre 2021. En un invernadero de investigación tipo gótico, del Departamento de Horticultura, con ventilación manual, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo, Coahuila. Geográficamente ubicada a 25° 21' 47" Norte, 101° 02' 07" oeste y 1763 m.s.n.m.

### 3.2 Material vegetal

El material utilizado fue plántula de frambuesa (*Rubus ideaus* L.), variedad Adelita. La variedad tiene una caña robusta o gruesa, de tamaño mediano y distribución piramidal, produciendo de 12 a 16 rebrotes laterales muy prolíficos que, además de tener un gran potencial de retoños, cubren completamente el surco, lo que permite varios caudales de producción al año, el fruto grande cónico, rojo brillante.

### 3.3 Tratamientos

Se emplearon diferentes niveles de CE en la solución balanceada Steiner, empleando para T1=0.8 mS cm<sup>-1</sup>, T2=1.0 mS cm<sup>-1</sup>, T3=1.2 mS cm<sup>-1</sup>, T4=1.4 mS cm<sup>-1</sup> y T5=1.6 mS cm<sup>-1</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2.** Cantidad de iones por tratamiento según el nivel de conductividad eléctrica aplicada.

CE (mS cm <sup>-1</sup> )	Aniones (mEq L <sup>-1</sup> )			Cationes (mEq L <sup>-1</sup> )		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
0.8	4.8	0.4	2.8	2.8	3.6	1.6
1.0	6	0.5	3.5	3.5	4.5	2.0
1.2	7.2	0.6	4.2	4.2	5.4	2.4
1.4	8.4	0.7	4.9	4.9	6.3	2.8
1.6	9.6	0.8	5.6	5.6	7.2	3.2

### 3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento, con un total de 30 plantas (unidades experimentales).

### 3.5 Labores y preparación de sustrato

Para este experimento se utilizaron bolsas negras de polietileno de 15 L de capacidad, se utilizó una mezcla de sustrato; 70% Peat Moss y 30% perlita (70/30) (v/v), las cuales se saturaron teniendo un 30% de lixiviación de agua previa al trasplante.

#### 3.5.1 Trasplante

Se realizó el 8 de julio del 2021, se hizo una selección de plántulas con aproximadamente 20 cm de altura y se colocó una planta por contenedor.

#### 3.5.2 Deshoje

En el manejo cultural se realizaron distintas actividades después del trasplante, se comenzó con deshoje de hojas viejas de la parte baja de la planta,

aproximadamente 30 cm de la parte baja, para permitirle aireación y evitar que se acumule plaga, en este caso araña roja (*Tetranychus urticae*).

### **3.5.3 Tutorado**

El tutorado de la planta se comenzó cuando alcanzaron 30-40 cm, en los extremos donde se encontraban las plantas se instaló hilo (rafia) de extremo a extremo por los dos lados ya que eran dos líneas de plantas, se acomodaron 5 líneas de hilo en horizontal a 15 cm entres si, en el cual la planta se fue guiando entre hilos en zigzag para sostenerla, además, se colocó alambre por encima de las plantas para sostener la carga de frutos y evitar que estas se quebraran o se acamaran.

### **3.5.4 Riego**

El riego se realizó de manera manual, aplicando 1 L por planta, después del trasplante y en la etapa vegetativa, buscando siempre un 30% de lixiviación, conforme fue el desarrollo de la planta se incrementó a 3 L por plantas unas semanas antes de los primeros botones florales. El riego se realizó con una solución Steiner balanceada previamente calculada, con pH de 6.0 y distintas concentraciones de C.E dependiendo del tratamiento evaluar.

### **3.5.5 Fertilización**

La fertilización se aplicó vía riego, mediante una solución nutritiva Steiner calculada a distintas niveles de CE, como se explicó anteriormente en los tratamientos, además de la incorporación de Ultrasol Micromix como fuente de micronutrientes.

### **3.5.6 Cosecha**

La cosecha comenzó a principios de noviembre y terminando a mediados de diciembre, se realizó de manera manual, cosechando cada tercer día, en ocasiones dependiendo de la cantidad de frutos maduros que había en las plantas se realizaba la recolecta y medición de los frutos, tomado de referencia un color rojo total debido a que solo así la fruta salía completa, estando no maduras se desborona el fruto.

### **3.5.7 Manejo de plagas y enfermedades**

#### **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

También conocida como araña de dos puntos, es un ácaro que provocan manchas o moteado blanquecino en las hojas, además de deformación en las mismas. También pudrición de las bayas, en casos severos defoliación y muerte de las plantas. Se tuvo incidencia de esta plaga en el mes de agosto cuando las plantas tenían un poco más de un mes después del trasplante. El método de control fue el monitoreo que consiste en revisar el envés de las hojas, el problema se tuvo en la parte baja de las hojas, se le aplicó de manera foliar toda la parte aérea enfocando el envés de la hoja una solución de Acequinocyl con  $1 \text{ ml L}^{-1}$  con modo de acción de contacto y estomacal, a la semana se aplicó Bifenazate  $3 \text{ g L}^{-1}$  con modo de acción de contacto y residual mediante la ingestión, se dejó reposar y posteriormente se realizó un deshoje a 30 cm de la parte baja de todas las plantas, teniendo un control del 95%.

#### **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Su daño es producido por larvas y adultos al alimentarse de la planta o al ovopositar, el daño se ve mayormente afectado en el fruto y hojas, dejando raspones plateados blanquecinos. Se tuvo incidencia al inicio de la floración, se le dió prevención y control con extracto de ajo y extracto de canela  $1 \text{ ml L}^{-1}$ . Cuando el umbral económico empezó a ser mayor se hizo una aplicación de z-cipermitrina  $2.5 \text{ ml L}^{-1}$  con acción de contacto e ingestión.

#### **Pudrición del fruto (*Botrytis cinerea*)**

Con la alta humedad se favorece su desarrollo, puede penetrar la fruta sin herir y la fruta sana puede contaminarse con esporas de otras frutas infectadas durante la cosecha. Se tuvo incidencia al inicio de la cosecha, en la base se los frutos, no fue tan severo el problema debido a las aplicaciones semanales de Captán  $1 \text{ ml L}^{-1}$  modo de acción de contacto multisitio foliarmente y en los frutos, fue un control de un 90%.

### **3.6 Variables evaluadas**

#### **Diámetro de tallo (DT)**

Con ayuda de un vernier marca Lux Sany se tomó el diámetro del tallo (mm) específicamente a unos 10 cm sobre la base del sustrato.

#### **Altura de planta (AP)**

Con ayuda de una cinta métrica marca Stanley, se midió la altura de la planta (cm), se tomó referencia desde la base de la planta donde termina la raíz hasta la parte apical de la planta.

#### **Longitud de raíz (LR)**

Con ayuda de unas tijeras de podar marca Truper, se cortó la raíz del tallo, se retiró de la maceta con todo y sustrato para su posterior lavado con agua hasta la eliminación completa del sustrato y quedando solamente la raíz, con ayuda de una cinta métrica se midió de la longitud de la raíz de punta a punta.

#### **Volumen de raíz (VoIR)**

Después del procedimiento de medir la longitud de la raíz, con ayuda de una probeta de 1000 mL, se le agrego 600 mL de agua, se sumergieron totalmente las raíces y los mL que aumento fue el dato del volumen de raíz.

#### **Peso seco de raíz (PSR)**

Después de medir el volumen de raíz, se dejó las raíces unos días para que perdieran algo de humedad, después se introdujeron en bolsas de papel, para posteriormente meterla a una estufa de secado por 72 horas a 65 °C, pasado el tiempo se pesaron en una báscula digital.

#### **Peso seco de hoja (PSH)**

Con ayuda de unas tijeras de podar marca Truper, se cortaron todas las hojas y se guardaron en bolsas de papel, para posteriormente meterla a una estufa de secado por 72 horas a 65 °C, pasado el tiempo se pesaron en una báscula digital.

### **Peso seco de tallo (PST)**

Con ayuda de unas tijeras de podar marca Truper, se cortó el tallo de la raíz y se guardó en bolsas de papel, para posteriormente meterla a una estufa de secado por 72 horas a 65 °C, pasado el tiempo se pesaron en una báscula digital

### **Peso seco total (PSTo)**

Para la obtención de este parámetro fue mediante una suma aritmética del peso seco de raíz, peso seco tallo y peso seco de hojas.

### **Diámetro polar del fruto (DPF)**

Con ayuda de un vernier milimétrico marca Lux Sany se midió el diámetro polar del fruto, para esta variable se tomaron 2 frutos de cada cosecha, midiendo de la punta del fruto y la base.

### **Diámetro ecuatorial del fruto (DEF)**

Con ayuda de un vernier milimétrico marca Lux Sany se midió transversalmente cada fruto durante la etapa de cosecha, para esta variable se tomaron 2 frutos de cada cosecha.

### **Sólidos solubles totales (SST)**

Para esta variable se usó un refractómetro manual Daigger REF103/113/103bp, se obtuvo tomando dos frutos de cada cosecha, exprimiendo manualmente el fruto.

### **Peso promedio de fruto (PPF)**

Esta variable se calculó dividiendo el rendimiento sobre el número de frutos, el resultado se expresó en gramos (g).

### **Rendimiento (R)**

Manualmente se cosecharon los frutos, en una báscula digital marca Noval se pesaron los frutos en cada cosecha y al final se sumó para así obtener el rendimiento por planta, el resultado se expresó en gramos (g).

### **3.7 Análisis estadístico**

Los datos de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias de acuerdo por Tukey ( $p \leq 0.05$ ). este análisis se realizó mediante el paquete estadístico SAS versión 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de la parte aérea y sistema radicular de las plantas de frambuesa fueron afectados por las diferentes conductividades eléctricas (CE) de las soluciones nutritivas (SN). Altura de planta (AP), longitud de raíz (LR) y volumen de raíz (VolR) registraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ), mientras que, el diámetro del tallo (DT) solo fue significativo ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 3).

El DT de las plantas nutridas con una SN que contenía  $1.2 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE se incrementó un 10.4% comparado con la SN de  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE. La mayor AP se observó en aquellas plantas irrigadas con SN de una CE igual a  $0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  y  $1.0 \text{ mS cm}^{-1}$  en comparación a la CE  $1.2$ ,  $1.4$  y  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  respectivamente, pues las plantas crecidas bajo estas CE registraron menor altura. La LR tuvo mejor crecimiento con SN de  $1.2 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE, superando 30.76% a la SN de  $1.0 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE. El VolR de las plantas tratadas con  $0.8$  y  $1.0 \text{ mS cm}^{-1}$  fueron similares, destacando 37.7% comparado las plantas irrigadas con  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE en la SN (Tabla 3). Estos resultados muestran que a mayor CE el crecimiento de la parte aérea y sistema radicular se vieron desfavorecidas, la LR disminuyó a menor nivel de CE, pero el VolR fue menor al suministrar mayor CE. Por su parte Serrano (2015) afirma que, en plantas de tomate el diámetro del tallo a altas concentraciones de sales los tejidos no se desarrollan adecuadamente, por lo que tallo fue menor. También menciona que se ve afectada la altura, debido a un aumento de salinidad, esto afecta los tejidos, haciendo que haya menor turgencia en estos. Al respecto Goykovic y Saavedra (2007) mencionan que, la salinidad, o en este caso el incremento de CE en la solución nutritiva, producen diferentes efectos en las plantas, muchos de estos no son favorables, afectando estados fenológicos de las plantas, un bajo crecimiento de raíces, de igual manera se ve afectado el crecimiento de la planta, esto es debido a que la absorción del agua se ve disminuida, al igual que los nutrientes, provocando un desbalance entre nutrientes y agua. Así mismo Anaya (2015) reporta que cuando se acumulan las sales en la solución del suelo, el potencial osmótico de la planta sufre una disminución, en

cambio el potencial osmótico del suelo sube, limitando la entrada de agua y nutrientes, también generando un estrés hídrico en las plantas limitando su desarrollo y crecimiento en general.

**Tabla 3.** Efecto de los niveles de conductividad eléctrica en las variables de crecimiento de la frambuesa cv. Adelita

CE (mS/cm <sup>-1</sup> )	DT (mm)	AP (cm)	LR (cm)	VolR (ml)
0.8	13.40ba	161.75a	55.75bc	210.00a
1.0	12.56b	160.20a	52.00c	210.00a
1.2	13.80a	144.80b	68.00a	170.00b
1.4	12.78ba	144.60b	56.75bc	197.50a
1.6	12.50b	141.60b	63.50ba	152.50b
ANOVA	0.017	0.001	0.002	0.001
CV (%)	4.81	3.96	7.72	4.63

ANVA= Análisis de varianza, CV= Coeficiente de variación. Las letras a, b y c son las categorías obtenidas mediante la comparación de medias por Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

La biomasa seca de los distintos órganos de las plantas de frambuesa fue afectada por los diferentes niveles de CE en la SN. El peso seco de la hoja (PSH), peso seco de tallo (PST), peso seco de raíz (PSR) y peso seco total (PSTo) registraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) al ser irrigadas por los diferentes niveles de CE (Tabla 4).

El PSH tuvo un incremento de 24.58 % en plantas nutridas con SN de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE, en relación con las que se trataron a niveles de 1.6 mS cm<sup>-1</sup> de CE en SN. El PST fue mayor en plantas irrigadas con SN de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE superando un 16.42 % a las plantas tratadas con SN de 1.4 mS cm<sup>-1</sup> de CE. El PSR incremento un 35.28 % sobre las plantas irrigadas con SN de 1.6 mS cm<sup>-1</sup> de CE respectivamente. El PSTo fue mayor en plantas que se trataron con niveles de 1.2

mS cm<sup>-1</sup> de CE en la SN aumentando 18.94 % con respecto del tratamiento con niveles de 1.6 mS cm<sup>-1</sup> de CE en la SN (Tabla 4). Casierra y Hernández (2018), afirman que, en plantas de mora tratadas con distintas concentraciones de salinidad, se vio afectado el crecimiento foliar, por lo tanto, una baja producción de materia seca de los distintos órganos, así como la biomasa total. Lo cual concuerda con el presente trabajo. Casierra y García (2006) indican que, la salinidad incita alteraciones en la forma de acumulación de materia seca en los distintos órganos de las plantas de fresa, siguiendo una reducción de esta a altas concentraciones de salinidad, lo cual se debe a la disminución de la fotosíntesis, es decir una reducción del CO<sub>2</sub> que se encuentra disponible, al igual que al cierre de estomas y de distintos componentes como carbohidratos, proteínas, pigmentos fotosintéticos etc.

**Tabla 4.** Efecto de los niveles de conductividad eléctrica en la biomasa seca de los órganos y biomasa seca total en plantas de frambuesa cv. Adelita.

CE (mS cm <sup>-1</sup> )	PSH (g)	PST (g)	PSR (g)	PSTo (g)
0.8	106.57b	72.20b	80.65ba	259.42ba
1	112.30b	81.85a	82.32a	276.47ba
1.2	128.45a	83.30a	71.62bac	283.00a
1.4	103.85b	71.55b	69.70bc	245.10bc
1.6	103.10b	73.97b	60.85c	237.92d
ANOVA	0.001	0.001	0.003	0.001
CV (%)	5.91	3.24	6.86	3.12

ANOVA= Análisis de varianza, CV= Coeficiente de variación, las letras a, b, c y d son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

El rendimiento y calidad de los frutos de las plantas de frambuesa fueron afectados por las diferentes conductividades eléctricas (CE) de las soluciones nutritivas (SN). El diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), rendimiento (R), peso promedio de

frutos (PPF) y sólidos solubles totales (SST) arrojaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) con los tratamientos empleados de CE (Tabla 5).

El DP del fruto aumentó en plantas regadas con  $1.2 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE en la SN, diferenciando un 10.28 % con relación al tratamiento con SN de  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE. Mientas que, el DE se obtuvo mayor aumento del 10.68 % en plantas tratadas con SN de  $0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE, comparado con las plantas irrigadas con niveles de  $1 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE en la SN, y un aumento de 7.2 % sobre las tratadas de  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE. Las plantas que recibieron una SN de  $1.2 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE tuvo mayor rendimiento con respecto de los demás tratamientos, superando 56.57 % a las plantas irrigadas con SN de  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE. El PPF fue mayor en las plantas tratadas con SN de  $1.2 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE, comparado con las que se les aplicó SN de  $1.6 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE en el riego, ya que, estas plantas fueron las que presentaron menor PPF. A mayor CE se vio reflejada una disminución del peso promedio, DP y DE del fruto, además se vio afectado directamente el rendimiento por planta. Los resultados obtenidos se ven corroborados con los de Gonzales et al. (2020) quienes reportan que, en zarzamora el rendimiento por planta sufrió una reducción del 60% usando una conductividad de  $3.0 \text{ mS cm}^{-1}$ , comparado de un testigo ( $2.0 \text{ mS cm}^{-1}$ ). Esto se concuerda y se ve explicado con el trabajo de Amalfitano *et al.*, (2017) pues indican que, con alto nivel de CE, la absorción de agua en la planta y en los frutos se ve disminuida, esto derivado de una alta concentración de iones en la rizosfera, por lo tanto, la expansión celular se ve afectada en el fruto cuando está en crecimiento, reflejado en el peso y tamaño de este. La alta CE en SN induce una disminución del potencial osmótico, por lo tanto, se limita la absorción de agua y nutrientes, en especial los que se absorben por flujo de masas, como el Ca, afectando la división celular (Parra et al., 2008). Al respecto Álvarez *et al.*, (2015) afirman que, en el cultivo de uchuva, el  $\text{Ca}^{2+}$  afecta en el tamaño de los frutos, con un incremento hasta cierto valor de Ca, aumenta el tamaño de frutos. El  $\text{Ca}^{2+}$  es un elemento importante y estructural en las plantas, porque forma parte de la lámina media, al igual que membranas de las células, además, participa en la división y elongación celular, afecta la compartimentación celular y regula la acción de

hormonas de señalización, estabilizan la pared celular y contribuye al equilibrio iónico de la célula (Díaz *et al.*, 2008).

Los SST en el fruto obtuvieron un incremento de 11.49 % en niveles de 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE en la SN, comparando con los frutos de plantas irrigadas con niveles de 0.8 mS cm<sup>-1</sup> de CE. Estos resultados indican que con 1.2 mS cm<sup>-1</sup> de CE en SN se obtiene mayor SST. Por su parte Juárez *et al.* (2013) reportan un aumento de 5.89 % en el valor de SST, lo que en parte indica un aumento en el sabor y una disminución en el contenido de humedad, que es una de las consecuencias del desarrollo del proceso de maduración del fruto. Por otra parte, Martínez *et al.* (2018) señalan que, con la aplicación de distintos niveles de CE en la SN Steiner no se ve afectado el comportamiento de los sólidos solubles totales. Así mismo, Díaz *et al.* (2023) reportan que la CE no se considera un factor determinante para SST, pero afirma que el Mg y P en la solución del suelo si les afecta, debido a que el Mg participa en procesos como formación de clorofila, fotosíntesis, por lo tanto, en la absorción de CO<sub>2</sub>, así mismo, la alta ingesta de fosfatos inorgánicos aumenta la movilización de fosfoglicerato y triosa fosfato, aumentando así la síntesis de sacarosa y otros carbohidratos importantes dentro de los SST.

**Tabla 5.** Efecto de los niveles de conductividad eléctrica en el rendimiento y calidad de fruto de las plantas de frambuesa cv. Adelita.

CE (mS cm <sup>-1</sup> )	DPF (mm)	DEF (mm)	R (g planta <sup>-1</sup> )	PPF (g)	SST (°Brix)
0.8	20.61a	21.44a	354.65cd	3.81ba	9.92b
1	20.23a	19.37c	395.78b	3.95a	10.40ba
1.2	20.59a	20.87ba	508.18a	4.15a	11.06a
1.4	20.05a	20.91ba	446.12b	3.89ba	10.620ba
1.6	18.67b	20.00bc	324.56d	3.46b	10.58ba
ANVA <i>P</i> ≤	0.001	0.001	0.0001	0.01	0.004
CV (%)	3.21	2.34	7.33	6.28	3.61

ANVA= análisis de varianza, CV= coeficiente de variación, las letras a, b, c y d son las categorías obtenidas a partir de la comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

#### **IV. CONCLUSIONES**

El aumento de la conductividad eléctrica en la solución nutritiva hasta cierto punto se vio favorecido el crecimiento, la acumulación de materia seca y los sólidos solubles totales pues con una alta CE estos disminuyen.

Con la aplicación de  $1.2 \text{ mS cm}^{-1}$  de CE de la solución nutritiva se obtuvo mayor tamaño y peso de frutos, por lo tanto, un incremento en el rendimiento. En general, la planta de frambuesa es sensible a la salinidad tal y como se observó en los resultados obtenidos.

## V. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero-Fernández, Y. (2018). Hongos micorrízicos arbusculares como mitigadores del estrés salino: respuesta fisiológica, bioquímica y crecimiento de variedades de albahaca. [Tesis Doctoral, Centro de Investigación Biológicas del Noreste].
- Aguirre-Macías, D. A. (2020). "Producción y calidad de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) bajo túnel de polietileno y campo abierto. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua].
- Álvarez-Herrera J. G., & Vélez-Sánchez J. E. (2015). Producción de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes láminas de riego, frecuencias de riego y dosis de calcio. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9(February 2016): 222–33.
- Analfitano, C., Del Vacchio, L., Somma, S., Cuciniello, A. & Caruso, G. (2017). Effects of cultural cycle and nutrient solution electrical conductivity on plant growth, yield and fruit quality of 'friariello' pepper grown in hydroponics. *Horticultural Science* 44(2), 91–98.
- Anaya-Flores, R. (2015). Modelado de la salinidad del suelo en los negritos, Villamar, Michoacán. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional].
- Casierra-Posada, F. y García-Riaño, N. (2006). Producción y calidad de fruta en cultivares de fresa (*Fragaria sp.*) afectados por estrés salino. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 59(2) 3527–3542.
- Casierra-Posada, F. y López-Hernández, H. (2006). Evapotranspiración y distribución de materia seca en plantas de mora (*Rubus sp*) bajo estrés salino. *Revista UDCA*, 9, 85–95.
- Díaz-Pérez, Y. M. (2020). Crecimiento y rendimiento del cultivo de frambuesa (*Rubus Ideaus* L.) a la aplicación de estimulantes. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Díaz-Vázquez. F. A., Cabrera-De la Fuente, M., Benavides-Mendoza, A., Robledo-Torres, V., Juárez-Maldonado, A., García-León, Á., Sandoval-Rangel, A. (2023). Influencia de cuatro concentraciones de solución Steiner sobre los nutrientes en la solución del suelo y productividad en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*, 41, 1–12.
- Díaz A., Cayón G., Jairo Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto de banano: Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 280–87.

- Eitel-Canales, C. (2021). Efecto del estrés salino en la producción y calidad de semillas de tomate. [ Tesis de maestría, Pontifica Universidad Catolica de Chile].
- FAO/STAT. (2020). *Producción Mundial de Frambuesa*.
- García-Rubio, J. C., García-González de Lena, G., Ciordia-Ara, M. (2014). *El Cultivo Del Frambueso*. 1st ed. España.
- Jiménez, D. O., Simontacchi, M., Luquez, V., Ruscitti, M. y Tambussi, E. (2018). *Economía del agua*. Argentina.
- González-Jiménez, S. L., Castillo-González, A. M., Garcia-Mateos, M. R., Valdez-Aguilar, L. A., Ybarra-Moncada, C. y Avitia-Garcia, E. (2020). Respuesta de zarzamora (*Rubus Spp.*) cv. Tupy a la salinidad. *Fitotecnia Mexicana*, 43(3), 299–306.
- Goykovic-Cortés, V. y Saavedra-Del Real, G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *Idesia (Arica)*, 25(3), 47–58.
- Grattan Stephen, R. (2018). Consejo sobre la sequía: La tolerancia del cultivo a la sal. *ANR*, 2(8630), 1–7.
- Juárez-López, P. y Medina-Torres, R. (2014). Effect of electrical conductivity of the nutrient solution on fruit quality of three native tomato genotypes (*Lycopersicon Esculentum* Var. *cerasiforme*). *Acta Horticulturae*, 1034, 505–8.
- Lamz-Piedra, A., González-Cepero, M. C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: La mejora vegetal, una Solucion inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(0258–5936), 31–42.
- López-Sánchez, R. C., Gómez-Padilla, E., Campos-Posada, R., Eichler-Löberman B., Rodríguez-Larramendi, L. A., Guevara-Hernández, F. y Gongora-Mora, G. 2018. Afectaciones en el rendimiento de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) provocado por salinidad. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 74–80.
- Martínez-Damian, M. T., Rodríguez-Pérez, J. E., Cruz-Alvarez, O. y Colinas-León, M. T. B. (2018). Rendimiento y calidad fisicoquímica en líneas experimentales de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* cultivadas con diferentes niveles de conductividad eléctrica. *Agro-Ciencia*, 34(2), 152–64.
- Martínez-Villavicencio, N., López-Alonzo, C. V., Basurto-Sotelo, M. y Pérez-Leal, R. 2011. Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Tecnociencia Chihuahua*, 5(3), 156–61.
- Merlet, H., Navarro, A. y Rosales, C. (2016). *Manual técnico productivo y económico*. 1st ed. Chile.
- Morales, C. G., Riquelme J., Hirzel J., France, A., Pedreros, A., Uribe, H. y Abarca,

- P. (2017). *Manual de manejo agronómico del frambueso*. 1st ed. Santiago, Chile.
- Parra-Terreza, S., Villarreal Romero, M., Sánchez-Peña, P., Corrales-Madrid, J. L. y Hernández-Verdugo, S. (2008). Efecto del calcio y potencial osmótico de la solución nutritiva en la pudrición apical, composición mineral y rendimiento de tomate. *Interciencia*, 33(6), 449–56.
- Partida-Ruvalcaba, L., Velázquez-Alcaraz, T. J., Acosta-Villegas, B., Angulo-Gaxiola, C. E. (2006). Extractos vegetales y su efecto en la conductividad eléctrica de dos suelos salinos y de soluciones. *Terra Latinoamericana*, 24(1), 83–89.
- Ramírez-Rodríguez, J. (2022). Crecimiento sigmoidal del fruto y producción de tomate injerto y cultivado en NFT bajo estrés salino. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Ramírez-Rojas, K. M. (2020). Evaluación de *Bacillus subtilis* en la promoción de crecimiento vegetal de frambuesa en campo. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional].
- Rao, A. V. y Snyder, D. M. (2010). Raspberries and human health: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 3871–83.
- Reyes-Justo, E. (2018). Ensayo comparativo del uso de distintas fuentes de fertilización en el rendimiento del cultivo de frambuesa (*Rubus Idaeus* L.) en condiciones agroecológicas de Chavinillo, Yarowilca. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco].
- Rosas-Rojas, M. A. (2021). Regeneración in vitro y descripción morfológica de genotipos de frambuesa (*Rubus idaeus* L.). [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].
- Serrano-Tejada, E. (2015). Efecto del calcio y potasio en las respuestas al estrés por boro, alcalinidad y salinidad en el crecimiento vegetativo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cultivo hidropónico. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- SIAP. 2021. *Producción Nacional de Frambuesa En México*.
- Trujano-Fragoso, D. E., Trinidad-Santos, A., López-Romero, R. M., Velasco-Cruz, C., Becerril-Román, A. E., Cortés-Penagos, C. J. (2017). Características pomológicas, capacidad antioxidante y ácido elágico en frambuesa (*Rubus idaeus* L.), 40(3), 261–69.