

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Por:

**OSCAR MANUEL COSÍO JIMÉNEZ**

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

Crecimiento Y Calidad De Plántulas De Pepino Irrigadas Con Cloruro De Sodio  
En Un Sistema De Riego Por Capilaridad

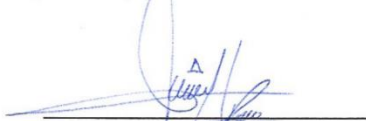
Por:

**OSCAR MANUEL COSÍO JIMÉNEZ**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



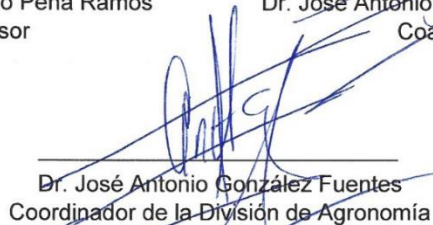
Dr. Armando Hernández Pérez  
Asesor Principal



Dr. Fidel Maximiano Peña Ramos  
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes  
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 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, 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



Oscar Manuel Cosío Jiménez

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a **Dios** por haberme dado el mejor regalo que solo tú puedes dar: la vida, y coraje para terminar este proyecto para hacer de este sueño una realidad, porque nunca me dejas solo y siempre guías mis pasos.

A mi querida “**Alma Terra Mater,**” Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios en sus instalaciones. Gracias por ser mi casa durante este tiempo y otorgarme las facilidades para crecer.

**A mi Abuela Oliva Ruiz Ruiz (†)** y tía **María Feliciano Cosío Ruiz (†)** por regalarme tantos momentos de alegría, por todo su amor y sabios consejos que me han dado.

A ti tía **Carmela Cosío Ruiz,** por sus consejos, esas pequeñas palabras de ánimo que siempre me dabas en cada visita, fueron uno de los motivos para seguir adelante. ¡GRACIAS!

**Al Dr. Armando Hernández Pérez** por el apoyo brindado en la realización de esta investigación, por sus consejos, observaciones y enseñanzas, así como por su dedicación, que me han permitido aprender y alcanzar las metas propuestas para este trabajo.

## DEDICATORIA

Con Dedicatoria especial a mis Padres **Elizabeth Jiménez Reyes y Epifanio Guillermo Cosío Ruiz**. Mami te doy mis más sinceros agradecimientos por tú apoyo, realmente no me alcanzaría la vida para pagarte todas las oraciones y bendiciones que siempre me diste. Muchas gracias por confiar en mí, por estar conmigo en mis momentos de tristeza y darme ánimos cuando algo no va bien. Eres la persona más importante para mí te admiro y respeto. Te amo madre. Dios siempre esté contigo. Papá a través de estas pequeñas líneas quiero expresarte mi más sincero agradecimiento por todo el cariño y apoyo que me has brindado, eres una persona de admirar, siempre confiaste en mi sin dudarlo, te lo agradezco infinitamente.

**Hermanos;** Le agradezco a Dios por haberlos mandado a formar parte de mi vida, en realidad ustedes son muy importantes para mí: Flor Esmeralda y Cesar Iván, gracias por confiar siempre en mí y por todo el amor que me tienen.

Con mucho amor para ti **Miriam Fajardo Cisneros**, te agradezco por estar apoyándome siempre, los sueños que hemos planeados juntos confío en Dios poder lograrlos. ¡TE AMO!

**A la M.C Diana Rodríguez** Durón, gracias por la motivación que me brindo, agradezco a dios por darme la oportunidad de conocerla, es una persona de gran corazón y de admirar.

A mi segunda familia la **Sra. Alma Guadalupe Ramírez Vargas y el Sr. Juan Luis Valenzuela Moreno** por permitirme entrar a su hogar, por brindarme tanto cariño, por todos sus consejos y confianza que en mi se depositó. Siempre los llevare en lo más profundo de mi corazón.

# INDICE

Contenido	
AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIA .....	II
RESUMEN .....	VII
I.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 OBJETIVOS GENERALES.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	2
1.3 HIPOTESIS .....	2
II.- REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Origen y causas de la salinidad .....	3
2.2 Impacto de la salinidad en la agricultura .....	4
2.3 Elementos involucrados en la salinidad .....	4
2.4 Toxicidad ion específico .....	4
2.5 Efectos del cloro .....	5
2.6 Efecto del sodio .....	6
2.7 Antagonismo con otros iones .....	7
2.8 Importancia del pepino .....	8
2.9 Descripción del cultivo .....	9
2.10 Índice de calidad de plántulas .....	9
III.- MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1 Localización del sitio experimental .....	11
3.2 Descripción del material genético .....	11
3.3 Preparación de la solución .....	11
3.4 Preparación del sustrato e instalación del sistema de riego.....	11
3.5 Siembra .....	12
3.6 Tratamientos .....	12
3.7 Manejo del cultivo .....	13
3.7.1 Riego .....	13
3.7.2 Control de plagas y enfermedades .....	13
3.7.3 Ajuste de pH y medición de la CE .....	13
3.8 Variables evaluadas .....	14
3.8.1 Altura de la plántula (cm) .....	14

3.8.2 Diámetro (mm) .....	14
3.8.3 Longitud de raíz (cm) .....	14
3.8.4 Peso fresco de la parte aérea (g) .....	14
3.8.5 Peso fresco de la raíz (g) .....	14
3.8.6 Volumen de raíz (ml) .....	15
3.8.7 Peso seco de la parte aérea y peso seco de raíz (g) .....	15
3.8.8 Peso seco total (g) .....	15
3.9 Diseño del experimento y análisis estadístico .....	15
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
4.1 Altura de la plántula (ALT) .....	16
4.2 Diámetro de tallo (DIAM) .....	17
4.3 Longitud de raíz (LDR) .....	17
4.4 Peso fresco aéreo (PFA) .....	18
4.5 Peso fresco de la raíz (PFR) .....	19
4.6 Volumen de raíz (VDR) .....	20
4.7 Peso seco de la raíz (PSR) .....	21
4.8 Peso seco aéreo (PSA) .....	22
4.9 Peso seco total (PST).....	23
V.- CONCLUSIÓN .....	25
VI.- LITERATURA CITADA .....	26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre la altura de la plántula. ANOVA $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	16
<b>Figura 2.</b> Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el diámetro de la plántula. ANOVA $p \leq 0.0107$ . Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.....	17
<b>Figura 3.</b> Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre la longitud de la raíz. ANOVA $p \leq 0.0163$ . Las letras a, ab y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	18
Figura 4. Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso fresco aéreo. ANOVA $p \leq 0.0001$ . Las letras a, y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	19
<b>Figura 5.</b> Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso fresco de la raíz. ANOVA $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	20
<b>Figura 6.</b> Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el volumen de la raíz. Anova $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	21
<b>Figura 7.</b> Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso seco de la raíz. ANOVA $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b, c y d son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	22
<b>Figura 8.</b> Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso seco aéreo. ANOVA $p < .0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	23
Figura 9. Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso seco total. ANOVA $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ....	24



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> Volumen de producción de las principales entidades productoras de pepino en México .....	8
<b>Cuadro 2.</b> Descripción de los tratamientos .....	12

## RESUMEN

El estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área de invernaderos del Departamento de Fitomejoramiento en Saltillo, Coahuila, México, en el mes de marzo 2020. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de NaCl en el crecimiento y calidad de plántulas de pepino variedad Poinsett. Se evaluaron cinco concentraciones de NaCl (0, 15, 30, 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup>) con 3 repeticiones cada una, dando un total de 45 plántulas por tratamiento. El diseño utilizado fue completamente al azar. Se realizaron las aplicaciones en un sistema de riego de recirculación por capilaridad después de la emergencia. Las variables evaluadas fueron: altura de la plántula, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso fresco aéreo y de raíz, volumen de raíz, peso seco de la parte aérea, de raíz y total. La altura de las plántulas de pepino presentó un efecto tóxico al ser estresadas con concentraciones de 30, 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl mostrando una disminución en la altura, mientras que aplicaciones de 0 y 15 meq·L<sup>-1</sup> esta fue mayor. Las raíces presentan una tolerancia al NaCl a la concentración de 15 meq·L<sup>-1</sup> y superior a esta disminuye su crecimiento. El peso seco total es mayor al ser irrigadas con concentraciones de 0 a 15 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl, pero, al aplicar una concentración superior a estas muestras un efecto tóxico, disminuyendo la biomasa seca. Las plántulas de pepino presentan una alta sensibilidad al NaCl, pues, al ser irrigadas a una concentración superior a 15 meq L<sup>-1</sup> de esta sal reduce drásticamente su crecimiento.

**Palabras claves:** *Cucumis sativus*, toxicidad, conductividad eléctrica, salinidad.

## I.- INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una especie de hortaliza con gran importancia en la familia de las cucurbitáceas, cultivados extensamente en zonas con climas cálidos con temperatura superior de 20°C para su crecimiento, requiere de suficiente luz para un buen crecimiento y desarrollo. Sus frutos se consumen fresco en ensaladas o como pepino encurtido en etapa inmadura (Sharma *et al.*, 2018). El método más común de propagación de pepino es por medio de plántulas, este es el primer eslabón del ciclo productivo, que incluye la selección y propagación del material vegetal. Una buena plántula para trasplante debe ser vigorosa, libre de patógenos y con buen desarrollo radicular. Una vez trasplantada, debe tolerar los cambios ambientales y de manejo para lograr un óptimo desarrollo (Casilimas *et al.*, 2012). En la actualidad, la producción de plántulas es realizada por empresas que poseen infraestructura y tecnología especializada que permite el crecimiento más homogéneo de las plantas, sin embargo, muchos agricultores aún emplean semilleros tradicionales para producir sus plántulas.

Por otro lado, existen diversos tipos de estrés ambiental, de tal manera que se ve afectado los cultivos que son de sustento para el hombre. La sequía, la salinidad y las temperaturas extremas son los principales tipos de estrés que causan efectos adversos en el crecimiento y la productividad de los cultivos.

La salinidad es uno de los principales problemas conocido en la agricultura desde la antigüedad este problema se incrementa año tras año en regiones áridas y semiáridas del mundo como consecuencia de bajas precipitaciones y en respuesta a un mal manejo del agua de riego y fertilizantes. Por su parte, los cultivos responden de manera particular a la salinidad, algunos producen crecimientos aceptables a altas concentraciones, mientras que otros son susceptibles a bajas concentraciones. La presencia de cloruro de sodio induce disminución en contenido relativo de agua y minerales como potasio, calcio y proporción potasio/sodio en plantas de pepino, así como aumento en la concentración de sodio en el tejido y, consecuentemente, estrés oxidativo (Ramírez *et al.*, 2017).

## **1.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de las concentraciones de NaCl en el crecimiento y calidad de plántulas de pepino.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Obtener una concentración de NaCl que mantenga un crecimiento normal de la parte aérea de la plántula.
- Obtener una concentración de NaCl que mantenga un crecimiento normal de la raíz de la plántula.
- Determinar el efecto toxico en el crecimiento de las plántulas de pepino.

## **1.3 Hipótesis**

Al menos una de las concentraciones de NaCl permitirá un crecimiento normal de las plántulas de pepino Poinsett 76, así como un efecto toxico en otras

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen y causas de la salinidad

El origen de la salinidad puede ser explicado por dos vías: La primera es natural, ya sea por la cercanía y la altura sobre el nivel del mar, la intemperización y la existencia de sales también son causas primarias de salinidad que se agudizan en condiciones heterogéneas de microtopografía y las propiedades físico-químicas del perfil del suelo, como son: la textura, la estructura, la porosidad, la permeabilidad, la capacidad de retención de humedad y de intercambio catiónico juegan un papel importante. La segunda causa, es el resultado de las incorrectas prácticas agrícolas del suelo y el mal manejo del agua para el riego, lo cual permite la movilidad de las sales dentro del suelo y el transporte de las mismas a nuevos sitios (Piedra y González, 2013).

El estrés salino causa reducción en el crecimiento y en el desarrollo de las plantas porque estas pueden sufrir cuatro tipos de estrés. Estos son detallados a continuación:

1. Inducción de estrés hídrico.
2. Toxicidad ion específica, debido la alta concentración de sodio y cloruro.
3. Desbalance nutricional, debido a los altos niveles de sodio y cloruro que reducen la captación de  $K^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$  etc.
4. Incremento de la producción de especies reactivas de oxígeno que dañan las macromoléculas.

## **2.2 Impacto de la salinidad en la agricultura**

La salinidad es un factor abiótico con alto impacto en las actividades agrícolas, que se caracteriza por la reducción del potencial osmótico y gran aumento de la actividad iónica de la solución del suelo. En síntesis, la salinidad induce cambios en la expresión génica, en el incremento y en la actividad de complejos proteicos, estas a su vez inducen alteraciones en los procesos metabólicos energéticos, teniendo como consecuencia, la atenuación del impacto directo, por cambios en el potencial osmótico y en la actividad de los iones; a largo plazo, las plantas buscan adaptarse al estrés, como resultado de la expresión de genes y cambios estructurales, bioquímicas y fisiológicas de las células, reflejándose en cambios en su crecimiento y desarrollo (Kosová *et al.*, 2013).

## **2.3 Elementos involucrados en la salinidad**

Se debe tomar en cuenta que cualquier elemento puede ser tóxico para la planta si se utilizan en concentraciones altas, o bien si se encuentran en desequilibrio con otros elementos. Los elementos que más frecuentemente pueden encontrarse en la solución del suelo en niveles perjudiciales para las plantas son cloro, boro y sodio, en algunos casos se presentan en menor extensión toxicidades por magnesio, litio, sulfates y elementos traza, residuos de pesticidas y contaminantes provenientes de desechos industriales, el daño puede ser causado por un ion individualmente o en combinación con otros, sobre todo en zonas áridas y semiáridas, aunque en determinadas condiciones pueden abundar también en regiones más húmedas (García, 2012).

## **2.4 Toxicidad ion específico**

Según Nawas *et al.* (2010) la toxicidad se produce como resultado de la absorción y acumulación de ciertos iones tóxicos del agua de riego dentro de un cultivo. Estos

iones tóxicos en el caso específico de la salinidad incluyen principalmente el sodio ( $\text{Na}^+$ ), el cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y el sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). La toxicidad por iones puede reducir la productividad de los cultivos y eventualmente causan el fracaso total de las cosechas.

Aunque la mayoría de las plantas responden a la salinidad como una función del potencial osmótico total, hay otras que son susceptibles a ciertos iones en forma específica. Un problema de toxicidad difiere de uno de salinidad en que su efecto ocurre dentro de la planta misma y no se debe a un déficit de agua. Generalmente las plantas absorben los iones y los acumulan en los tejidos foliares; cuando esta acumulación excede ciertos niveles se presenta el daño, la magnitud del cual depende de la concentración, del tiempo, de la sensibilidad del cultivo y el uso de agua por la planta (García, 2012).

La sal tomada por la planta se concentra en las hojas más viejas, resultando en muy altas concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . La causa de la lesión es probablemente debido a la carga de sales excediendo la habilidad de la célula de compartimentar sales en vacuola. Por esto, se asocian al efecto iónico, daños como disminución o inhibición de la actividad enzimática o alteraciones en la funcionalidad de la membrana, inhibición de la fotosíntesis, repercusión en los mecanismos de transporte y selectividad, y derivación de parte de la energía metabólica de la planta para su inversión en procesos distintos al crecimiento (Munns 2005; Piedra y González 2017).

## **2.5 Efectos del cloro**

Este aparece como anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ). El  $\text{Cl}^-$  es indispensable para el desarrollo de la planta, ya que actúa en procesos vitales como la fotosíntesis, transporte de cationes, apertura y cierre de estomas y división celular. sin embargo, el  $\text{Cl}^-$  es el principal anión en la mayoría de los suelos salinos y una alta concentración de este en el suelo puede provocar relaciones extremas entre iones afectando el rendimiento de los cultivos (García, 2012; Gat Fertilizados, 2017). Por su parte,

INTAGRI (2018) señala que al igual que el sodio, el efecto negativo que causa el cloro en el follaje es de manera directa cuando se emplea riego por aspersión que cuando se utiliza riego por goteo o gravedad.

Daños que puede provocar el cloruro:

- Necrosis de las puntas de las hojas, que avanza con la acumulación de cloruros, en casos de toxicidad excesiva a menudo es acompañada por defoliación.
- Quemazón o secamiento de los tejidos foliares que se inicia por los ápices y se extiende a lo largo de los márgenes a medida que la severidad de la toxicidad aumenta.
- En casos graves aparecen necrosis también en las puntas de las ramas.
- Caída de hojas, flores y frutos.
- Reducción de la conductividad de las estomas.
- Reducción del potencial hídrico de las hojas.
- Reducción de la fotosíntesis.
- Fruta pequeña y baja producción.
- Inhibición del crecimiento de las plantas.
- Inhibición del crecimiento de las raíces.

## **2.6 Efecto del sodio**

El sodio (Na) causa un daño estructural en los suelos, también puede causar toxicidad en el cultivo ya que compite con otros iones, como  $K^+$  durante la absorción de nutrientes por las raíces y al acumularse en las hojas de algunos cultivos. Se debe tomar en cuenta los cultivos a establecer debido a que cada uno de ellos tiene un grado de tolerancia distinta al Na. Así mismo, debe tomarse en cuenta el sistema



de riego, puesto que en los sistemas por aspersión el sodio tiene un efecto tóxico directo sobre la hoja (INTAGRI, 2018).

Por otra parte, el Na resulta ser un micronutriente esencial para un gran número de plantas C4, de acuerdo con Subbarau *et al.* (2003) han definido que el Na debe categorizarse como un nutriente funcional, definido como un requisito para el crecimiento máximo de la biomasa para todas las plantas.

El incremento de Na dentro de las plantas tiene un efecto tóxico en la germinación de las semillas, principalmente afecta las relaciones hídricas de la planta o a través del desplazamiento de  $\text{Ca}^{2+}$  por  $\text{Na}^+$  de los sitios de ligamiento de la pared celular que podría romper la síntesis de la pared celular e inhibir el crecimiento de la planta (Xue *et al.*, 2004). Los síntomas de toxicidad incluyen quemazones, encrespamiento de la hoja y muerte de tejidos (necrosis) lo cual ocurre inicialmente en los bordes externos y a medida que la severidad de la toxicidad aumenta, progresa en los tejidos intervenales. Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas y se diferencian de la toxicidad por cloruros en que esta se inicia en el ápice de la hoja (García, 2012; Gat Fertilizantes, 2017).

## **2.7 Antagonismo con otros iones**

Altas concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en el medio afectan la absorción de N, P, K, Ca, S y Zn mediante interacciones de antagonismo y afectan la capacidad selectiva de las membranas (Hussain *et al.*, 2015). Una evidencia del efecto antagónico de las altas concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en las plantas ha sido mostrado por Parra (2016) en tomate Polaris e ISIS, donde los resultados indican que soluciones nutritivas de baja salinidad ( $\text{CE} < 2.5 \text{ dS m}^{-1}$ ), con alta proporción de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  provocaron desbalances nutrimentales debido al antagonismo  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Na}^+ - \text{Mg}^{2+}$  que alteraron las concentraciones de los cationes  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  en hojas y tallos de plántulas de tomate.

## 2.8 Importancia del pepino

De acuerdo a los datos reportados por el SIAP (2020) México ocupa en 5° lugar en producción pepino a nivel mundial con una producción de 826,485 toneladas, el 61.0% de la producción se concentró en tres entidades principalmente: Sinaloa, Sonora y Michoacán. Con un consumo anual per cápita de 139 gramos, participando en la producción nacional de hortalizas con el 5.1%. China es el referente internacional de la producción de pepino, aunque en los mercados de compra-venta externa Estados Unidos y México son los líderes. Con los países de Norteamérica se efectúa la mayor parte del comercio externo de pepino mexicano. Significativa es la escala de compra anual de Estados Unidos, la cual ya superó las 800 mil toneladas, mientras que la de Canadá ronda las 6 mil. En las ventas externas del fruto se comercializan dos categorías: los de mesa para rebanar y los pepinillos para encurtir. En México, alrededor de 10% son del segundo tipo (Cuadro 2).

**Cuadro 1** Volumen de producción de las principales entidades productoras de pepino en México

<b>Rank</b>	<b>Entidad Federativa</b>	<b>Región</b>	<b>Volumen (Toneladas)</b>	<b>Variación (%) 2018-2019</b>
	<b>Total nacional</b>		<b>826,485</b>	<b>-22.9</b>
1	Sinaloa	Noreste	268,878	-25.0
2	Sonora	Noreste	152,457	-39.9
3	Michoacán	Centro-Occidente	67,653	-34.6
4	Morelos	Centro	52,103	6.1
5	Guanajuato	Centro-occidente	43,539	-13.6
6	Yucatán	Sur-Sureste	36,062	-0.5
7	Baja california	Noreste	29,622	-40.3
8	San Luis Potosí	Centro-occidente	27,530	21.9
9	Zacatecas	Noreste	22,679	-16.3
10	Jalisco	Centro-occidente	20,454	-4.1

## 2.9 Descripción del cultivo

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es un fruto en baya procedente de una planta herbácea trepadora que recibe el mismo nombre. Su tallo principal es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador, con hojas de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino. Sus flores tienen pétalos de color amarillo. Hoja simple de largo pecíolo y gran limbo acorazado. Pertenece a la familia de las cucurbitáceas. (SIAP 2020).

Es una planta medianamente tolerante a la salinidad ya que si el contenido de sales es alto la planta presenta dificultad para absorber el agua de riego, provocando un crecimiento lento, el tallo se debilita y las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos serán torcidos. Si la concentración de sales es baja traerá como resultado plantas muy frondosas ocasionando sensibilidad a enfermedades.

## 2.10 Índice de calidad de plántulas

Gómez et al., (2011) mencionan que las demandas de hortalizas en los mercados formales, en especial los supermercados, exigen actualmente de una producción sostenida de productos frescos de calidad en forma semanal. Para poder responder a esa demanda los productores orientan la producción en una forma escalonada y para contribuir al fortalecimiento de este modo de producir se recomienda la producción de plántulas sanas y vigorosas en invernadero, por las siguientes razones:

- Producir plántulas en invernadero para reducir el estrés después del trasplante y bajando la mortalidad hasta en un 90%.
- Sustratos de crecimiento el cual facilite que las raíces de las plántulas se introduzcan y fijen en él.
- Desinfectar las bandejas para la germinación de las semillas.
- Nutrición de las plántulas ya que requieren nutrientes de fácil asimilación

- Muestreo durante la etapa de plántula, según el cultivo y su edad. Se debe supervisar la calidad con que se están desarrollando las plántulas y tomar las medidas de corrección.
- La implementación de bitácoras o registros ayuda a mejorar el control de calidad, facilitando la comprobación y el cumplimiento de las prácticas de certificación orgánica, y facilitan el cálculo de costos.

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del sitio experimental**

La presente investigación se realizó en el ciclo primavera-verano del 2021 dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campus Buenavista, Saltillo, Coahuila, México en el área de invernaderos del Departamento de Fito mejoramiento.

#### **3.2 Descripción del material genético**

Se utilizó semilla de Pepino variedad Poinsett esta variedad se caracteriza por ser moderadamente vigorosa y adaptable a diversas condiciones climáticas. Frutos monoicos, de forma cilíndrica, de color verde oscuro, buen tamaño y de buen sabor.

#### **3.3 Preparación de la solución**

Para la preparación de la solución nutritiva se utilizó un análisis de agua proporcionado por el Departamento de Horticultura donde se tomó como base para preparar los cinco tratamientos a la solución propuesta por Steiner al 80%, agregando las cantidades de cloruro de sodio de 0, 15, 30, 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> mostrándose un rango de 1.8 ds/m a 8 ds/m de conductividad eléctrica.

#### **3.4 Preparación del sustrato e instalación del sistema de riego**

Se utilizó una estructura de madera cubierta con un plástico para evitar que el agua drenara, se dividió en cinco cavidades, cada cavidad con una capacidad de 60 litros de agua.

La mezcla de sustrato que se utilizó fue a base de Peat moss de la marca Premier y perlita (70% Peat moss y 30% perlita), mezclándose y humedeciéndose perfectamente, colocando 1 gramo de cal dolomita por litro del sustrato preparado

con el fin de regular el pH, en seguida se rellenaron las charolas y posteriormente se les colocó las semillas.

### 3.5 Siembra

La siembra se realizó el 14 de mayo del año 2021, se seleccionaron las mejores semillas posteriormente se sembraron en charolas germinadoras de unicel teniendo un total de 5 charolas, obteniéndose 3 repeticiones de 15 semillas cada una, con un total de 45 semillas por charola mismas que se acomodaron al azar en la estructura dentro del invernadero. En seguida se le dio el primer riego respetando la solución de cada tratamiento para mantener la humedad.

### 3.6 Tratamientos

Los tratamientos considerados en aplicaciones de 0, 15, 30, 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl modificado bajo la solución Steiner al 80%, el riego se realizó con el uso de bombas sumergibles para la recirculación de la SN, esto con ayuda de 5 toneles con una capacidad de 60 litros de agua, una por tratamiento, para mantener una buena humedad se le agregaron 20 litros de la solución a la estructura donde estaban colocadas las charolas con un tiempo de 10 minutos por tratamiento.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos

---

Tratamientos	NaCl (meq L <sup>-1</sup> )	Descripción
T1	0	Aplicación de la SN modificada a diferentes concentraciones de NaCl a los 7 días de emergencia de la semilla cumpliendo un riego frecuente durante un periodo de 25 días
T2	15	
T3	30	
T4	45	
T5	60	

---

## **3.7 Manejo del cultivo**

### **3.7.1 Riego**

Los riegos se realizaron por capilaridad con ayuda de bombas sumergibles marca AQUA3W, para tener un proceso de recirculación de la SN, con una capacidad de volumen de 20 litros de agua por estructura para cada charola, esto fue diariamente debido a las elevadas temperaturas que se mantenía dentro del invernadero, solamente se necesitó preparar 2 veces la SN modificándola con el NaCl ya que el pH y la CE aumentaron de acuerdo a los datos calculados.

### **3.7.2 Control de plagas y enfermedades**

Durante el experimento no se presentaron problemas de plagas y enfermedades, pero se realizó una aplicación preventiva de extracto de canela en la hora fresca del día, ya que este cumple como un insecticida y repelente para ácaros como la araña roja, así mismo impide el desarrollo de hongos y bacterias.

### **3.7.3 Ajuste de pH y medición de la CE**

Para las medidas del pH y la CE, se utilizaron un conductivímetro y un potenciómetro la marca LAQUAtwin, la solución se manejó a un pH de 6.2 para cada uno de los tratamientos, este dato se midió diariamente debido al contenido de NaCl que contenían las soluciones, ajustándose cuando esta aumentara, agregándole ácido sulfúrico ( $0.33 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ ). en el caso de la CE fue necesario volver a preparar la SN, ya que este aumento.

### **3.8 Variables evaluadas**

Para cuantificar las variables consideradas, se seleccionaron 5 plántulas por repetición, obteniendo un total de 15 plántulas por tratamiento en la evaluación de las variables siguientes:

#### **3.8.1 Altura de la plántula (cm)**

Para medir la altura de la plántula fue necesario hacer un corte desde el cuello de la raíz, después con ayuda de una cinta métrica se procedió a medir desde la base del tallo hasta la parte más alta de las hojas, los datos se expresaron en centímetros.

#### **3.8.2 Diámetro (mm)**

Para medir el diámetro basal del tallo, una vez separado la plántula de la raíz y con ayuda de un vernier marca Steren se procedió a medir inmediatamente el diámetro expresando los datos en milímetros

#### **3.8.3 Longitud de raíz (cm)**

La raíz una vez separada de la parte aérea y estando totalmente limpia, con ayuda de una cinta métrica se midió en centímetros desde el cuello hasta el extremo libre de la raíz.

#### **3.8.4 Peso fresco de la parte área (g)**

Terminado el ciclo del cultivo se retiró la plántula de la charola, separando la parte aérea desde el cuello de la raíz y se procedió a pesarse de inmediato, esto con una báscula marca Rhipo con capacidad de 3 kilos.

#### **3.8.5 Peso fresco de la raíz (g)**

Cuando el ciclo del cultivo termino y habiendo retirado la plántula del sustrato se separó la raíz del resto de la plántula, se limpió con agua, tratando de quitar el sustrato atrapado en la raíz, quedando totalmente limpia y con ayuda de una báscula marca Rhipo con una capacidad de 3 kilos se obtuvo el peso fresco de la raíz.



### **3.8.6 Volumen de raíz (ml)**

Para determinar el volumen de raíz, con ayuda de una probeta con una capacidad de 25 ml, teniendo las raíces totalmente limpias, se procedió a separar por grupos de 5 raíces de acuerdo a cada repetición, utilizando el método por desplazamiento, y al sumergirla se desplazó el volumen conocido que corresponde al de la raíz interpretados en mililitros.

### **3.8.7 Peso seco de la parte aérea y peso seco de raíz (g)**

Una vez concluido las medidas de las plántulas tanto raíz como parte aérea, estas fueron introducidas a bolsas de papel estraza, indicadas por su tratamientos y repetición respectivas, después se introdujeron a un horno de secado a 65°C durante 72 h, cuando se deshidrataron por completo con ayuda de una balanza analítica marca ohaus se obtuvo el peso seco de cada tratamiento.

### **3.8.8 Peso seco total (g)**

Una vez obtenido los datos del peso seco de la parte aérea y de la raíz, se realizó una suma aritmética obteniendo así el peso seco total expresado en gramos.

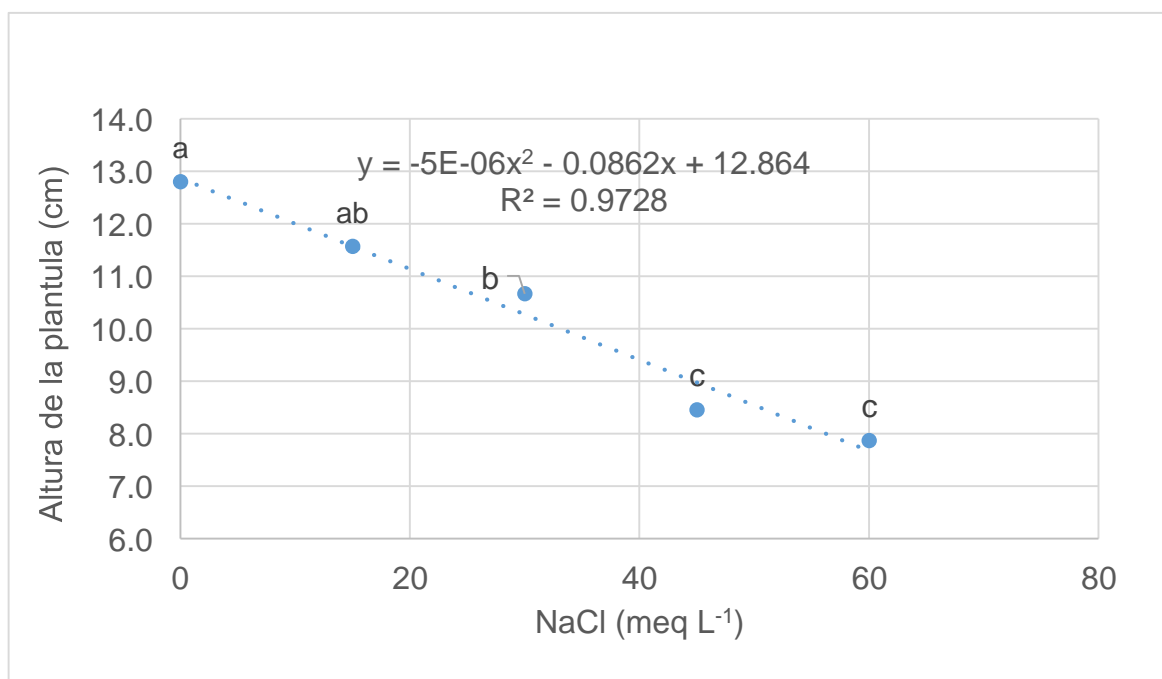
## **3.9 Diseño del experimento y análisis estadístico**

El diseño del experimento fue completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los datos obtenidos se sometieron en un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de rango múltiple Tukey (0.05) con el software estadístico SAS (Statistical Analysis Systems) versión 9.0.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de la plántula (ALT)

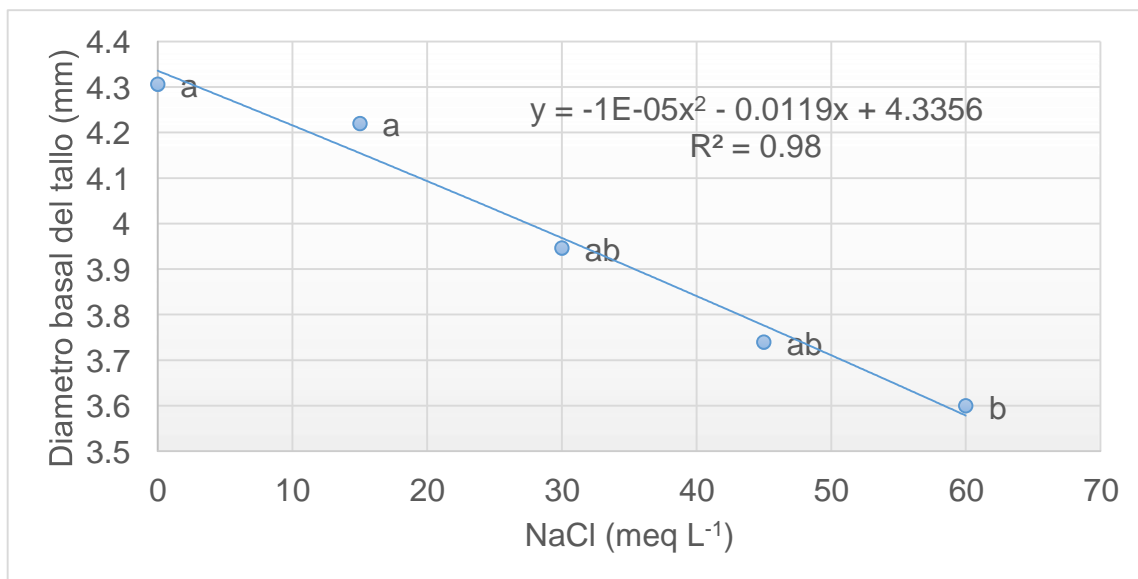
De acuerdo a los resultados al utilizar una concentración de 0 y 15 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl la ALT se ve afectada positivamente puesto que se obtuvo una mayor altura (13.4 y 11.9 cm respectivamente), concentraciones superiores a estos la altura tiende a disminuir (Figura 1), ajustándose a un modelo lineal. Al suministrar SN con 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl la ALT disminuye 41.01% en comparación con las plántulas testigo. El estudio demostró que el crecimiento de las plántulas de pepino fue afectado negativamente por el estrés de NaCl. Se ha encontrado resultados similares con Zhu, Bie y Yana (2010) pues indican, que las plántulas de pepino de dos cultivares al ser tratadas con niveles de concentración de 25, 50 y 75 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl la altura disminuye significativamente. Nuestros resultados también demuestran similitud a lo que indican Sangoquiza *et al.* (2021) ya que al aplicar NaCl a niveles de sales igual a 2.5 ds/m<sup>-1</sup> obtuvieron resultados favorables en la altura de las plántulas de maíz, pero a partir de 4, 6, y 8 ds/m<sup>-1</sup> está tiende a disminuir.



**Figura 1.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre la altura de la plántula. ANOVA  $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.2 Diámetro de tallo (DIAM)

El mayor DIAM basal del tallo se presentó en las plántulas irrigadas con concentraciones de 0 y 15 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl en la SN, sin embargo, cuando fueron tratadas con 30 y 45 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl los datos demostraron una similitud a los anteriores, observándose una moderada tolerancia a la salinidad (Figura 2). El menor DIAM se presentó en las plántulas irrigadas con 60 mEq L<sup>-1</sup> de NaCl en la SN. De acuerdo con Zhu (2010) mostraron, que al evaluar tolerancias a la salinidad en plántulas de pepinos injertadas con un control de 0 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl no hubo diferencias significativas en el diámetro. Sin embargo, esta disminuyó a medida que aumentaba las concentraciones superiores a 50 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl.

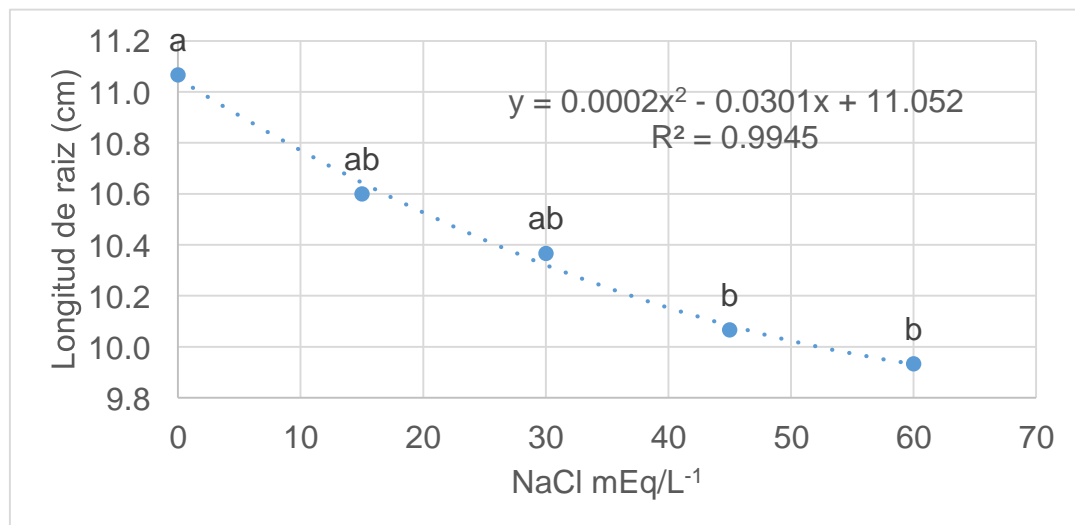


**Figura 2.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el diámetro de la plántula. ANOVA  $p \leq 0.0107$ . Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05

#### 4.3 Longitud de raíz (LDR)

Al utilizar concentraciones de 0 y 15 meq·L<sup>-1</sup> la LDR aumenta, en comparación con aquellas que recibieron una concentración mayor de NaCl. Las plántulas que fueron irrigadas con una concentración de 45 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl, la LDR fue mucho menor

que en aquellas que fueron irrigadas con  $30 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$  de NaCl, ajustándose estos resultados a un modelo polinomial cuadrático (Figura 3). Esta reducción puede ser debido a que las raíces son los primeros tejidos que se encuentran directamente con el estrés salino pues, Nakamura *et al.* (2020) indican que las plántulas de trigo al ser sometidas en condiciones de estrés salino observaron una reducción notablemente mayor en la longitud de raíz, demostró que las raíces eran más sensibles que los brotes al efecto supresor del crecimiento de la sal durante la etapa temprana de plántulas en el trigo. Datos similares con Ramírez, Urdaneta y Pérez (2017), mencionan que, al aplicar las soluciones salinas de NaCl a partir de 2.5 y 3  $\text{ds}\cdot\text{m}^{-1}$  en las plántulas de guayabo mostraron una tolerancia a la condición salina, conductividades eléctricas iguales o superiores a 4  $\text{ds}\cdot\text{m}^{-1}$  afectaron la longitud de la raíz. El crecimiento de las raíces presenta un efecto negativo al ser sometidas a elevadas concentraciones de NaCl ocasiona toxicidad en la planta, de acuerdo con Ferdose *et al.* (2015) al experimentar diferentes resistencias a la salinidad en plántulas de cultivares de arroz, concentraciones de a partir de 50  $\text{mMol}$  de NaCl la longitud de las raíces presenta un efecto negativo en la reducción de la su longitud.

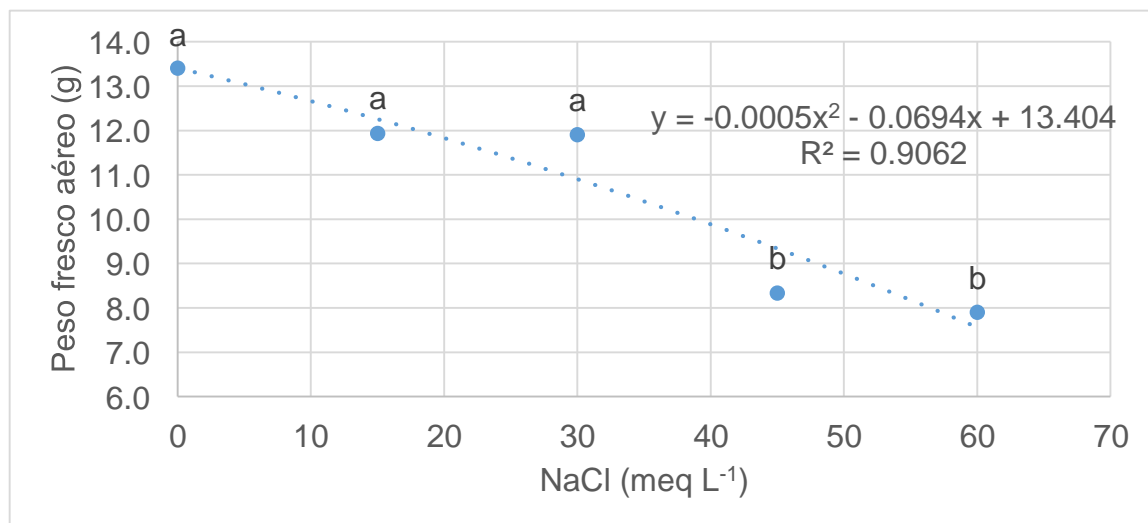


**Figura 3.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre la longitud de la raíz. ANOVA  $p \leq 0.0163$ . Las letras a, ab y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.4 Peso fresco aéreo (PFA)

Al utilizar concentraciones 0, 15 y 30 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl en la SN no se encontró diferencia significativa, es decir que bajo estas concentraciones el PFA no se ve afectado pues la plántula de pepino mostro moderadamente resistencia a la salinidad encontrándose valores de 13.4, 11.93 y 11.90 g respectivamente (Figura 4). Al utilizar 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl en la SN el PFA disminuye 37.8% y 41.0% respectivamente en comparación con las plántulas testigos.

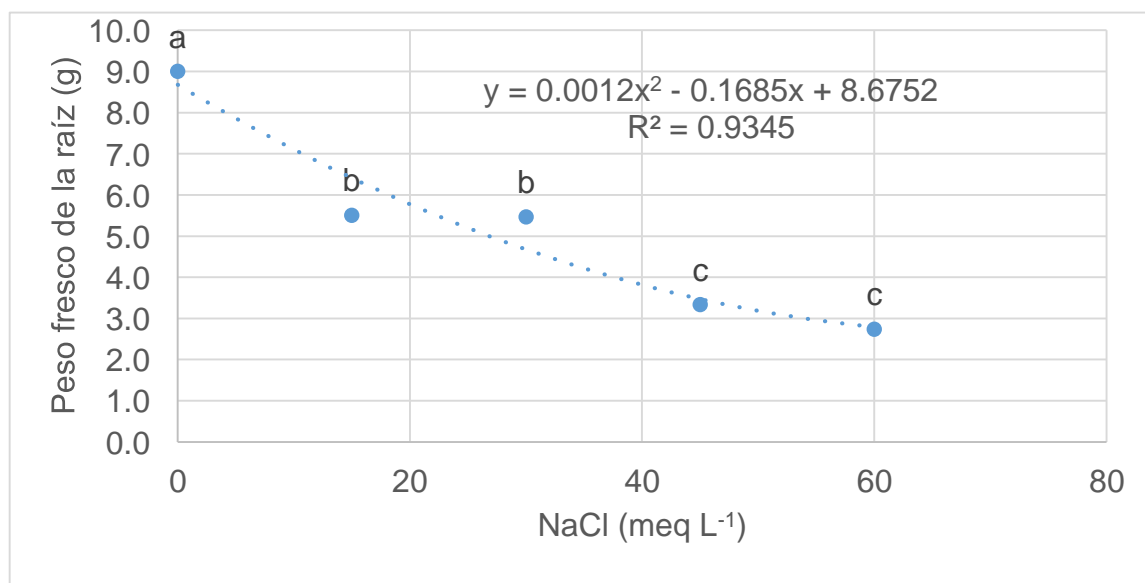
El fuerte vigor y el rápido crecimiento con una mayor tolerancia a estrés salino son rasgos deseados para los cultivadores de pistaches de acuerdo con Heydar *et al.* (2020), pues mencionan que al trabajar con híbridos *Akbari* se mostraron una mayor tolerancia a la salinidad. El número de hojas, el peso fresco y seco del híbrido en los tratamientos de salinidad fue mayor que el de otros dos cultivares tratados. De igual manera, con lo reportado por Zhu, Bie y Li (2010) al someter dos cultivares de pepino a estrés por NaCl (25, 50 y 75 mmol), el área foliar de Jinchun y Zaoduajia disminuyó respectivamente.



**Figura 4.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso fresco aéreo. ANOVA  $p \leq 0.0001$ . Las letras a, y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.5 Peso fresco de la raíz (PFR)

El mayor PFR se obtuvo en las plántulas que fueron irrigadas con la SN que contenía 0 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl con valor promedio de 9.0 g. Al agregar NaCl en la SN el PFR tiende a disminuir, ajustándose estos resultados a un modelo polinomial cuadrático (Figura 5). La disminución de PFR puede ser debido al estrés de NaCl en las que fueron sometidas pues de acuerdo con, Nakamura *et al.* (2020) indican que, el área de la superficie de la raíz se reduce al ser tratados bajo concentraciones de NaCl superiores a 25 mmol L<sup>-1</sup>, como una respuesta al estrés salino.

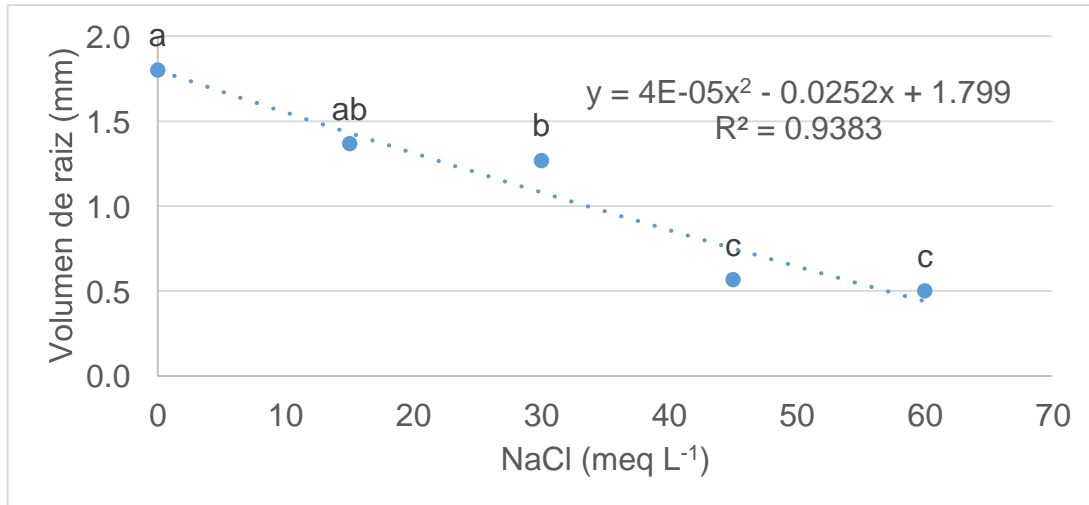


**Figura 5.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso fresco de la raíz. ANOVA  $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.6 Volumen de raíz (VDR)

Al irrigar las plántulas con una concentración de 0 y 15 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl se obtuvo el mayor VDR. Al utilizar las concentraciones de 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl disminuyeron en un 68.3% y 72.2% respectivamente, en comparación con las plántulas testigos (0 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl) (Figura 6). El VDR pudo ser afectado debido a un alto contenido de sales en la solución, causando una toxicidad en las plántulas, reduciendo su densidad de raíz pues, Kafi y Rahimi (2011) mencionan que al

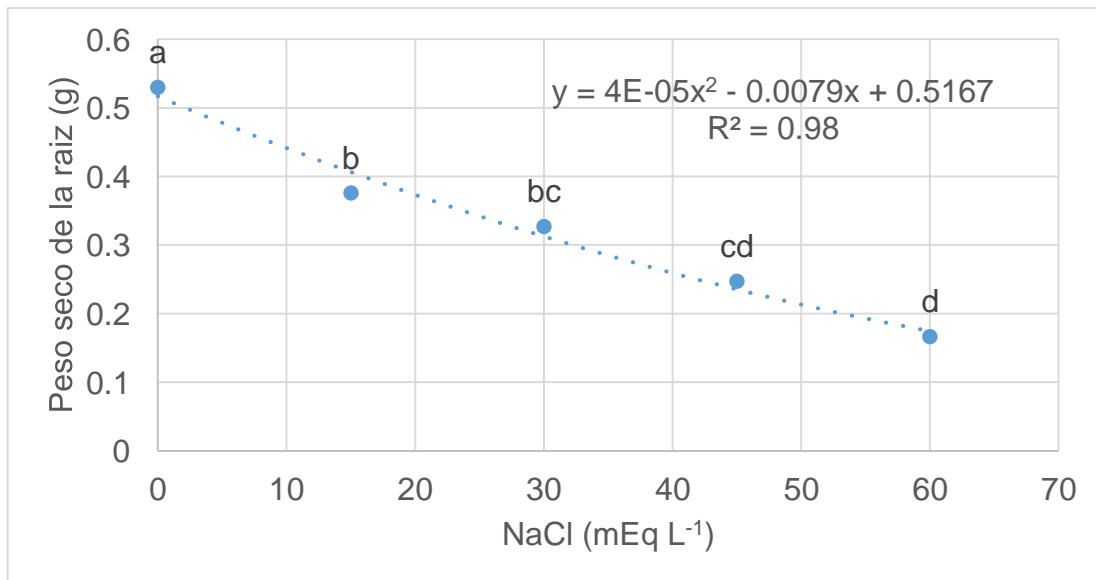
someter a un estrés salino plantas de verdolagas, asignando niveles de salinidad de 0, 120 y 240 mmol L<sup>-1</sup>, los resultados indicaron una reducción en el volumen de la raíz.



**Figura 6.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el volumen de la raíz. Anova  $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.7 Peso seco de la raíz (PSR)

El mayor PSR se obtuvo al utilizar la SN que contenía 0 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl, al incorporar NaCl en la SN en las diferentes concentraciones utilizadas el PSR tiende a disminuir ajustándose este comportamiento a un modelo polinomial cuadrático (Figura 7). Estos resultados son similares a lo reportado por Zhen *et al.* (2010) pues mencionan que los pesos secos de las raíces de las plántulas de pepino injertados se vieron afectados significativamente, ya que al aumentar las concentraciones a partir de 0 a 100 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl el PSR disminuye.

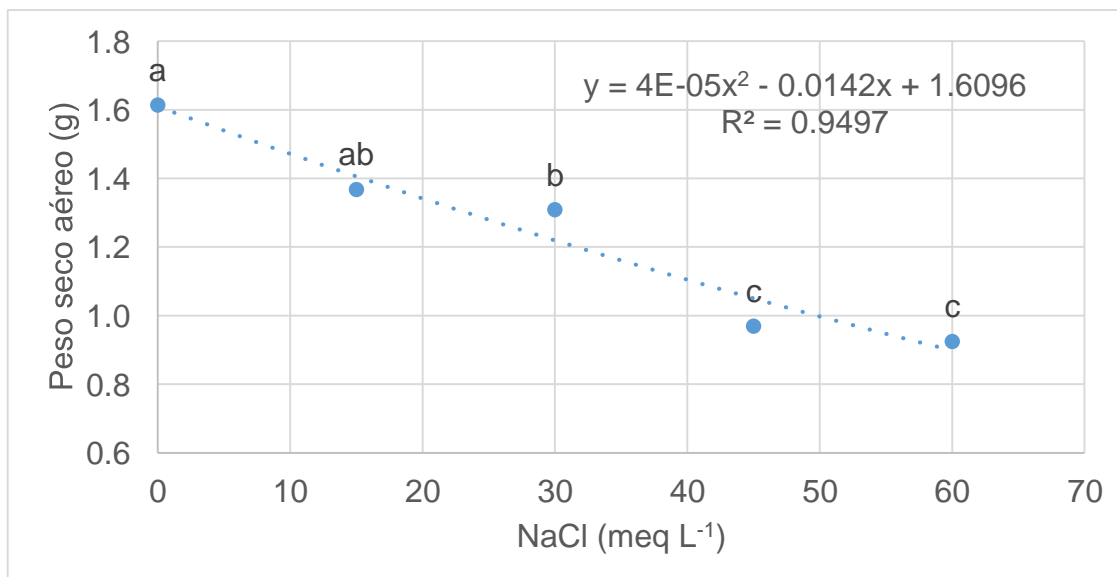


**Figura 7.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso seco de la raíz. ANOVA  $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b, c y d son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.8 Peso seco aéreo (PSA)

El aumento de las concentraciones de NaCl afectó significativamente el PSA de las plántulas, al ser tratadas con una concentración de 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl el PSA disminuyó en un 39.4% y 42.5% respectivamente, comparado con las plántulas testigo. El mayor PSA se presentó en las plántulas testigo (0 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl) con un valor promedio de 1.6 g (Figura 8). La salinidad es un importante factor de reducción del rendimiento de los cultivos pues Reza (2011) reporta que al exponer las plántulas de arroz a diferentes concentraciones de NaCl (25 y 50 mmol L<sup>-1</sup>) las plántulas logran desarrollar sus hojas secundarias, pero mostraron una reducción en el peso seco mucho menor que el control.





**Figura 8.** Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso seco aéreo. ANOVA  $p < .0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

#### 4.9 Peso seco total (PST)

El mayor PST se presentó en las plántulas que fueron nutridas con la SN que contenía 0 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl. Se observó que a altas concentraciones de NaCl ocasionaron toxicidad en las plántulas en vista de que al aplicar 45 y 60 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl, el PST fue menor que aquellas que fueron irrigadas con 15 y 30 meq·L<sup>-1</sup> de NaCl (Figura 9). La disminución del PST puede ser debido al estrés salino, provocando desbalances nutricionales e hídricos en las plántulas, de acuerdo con Fatoumata *et al.* (2016) mencionan que, las plántulas de *S. robustus* al ser expuestas a concentraciones crecientes de NaCl (0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 mM) el peso seco total disminuye gradualmente con el aumento de las sales. La salinidad es uno de los estreses abióticos graves que tienen efectos adversos en el crecimiento de las plantas, de acuerdo con Tanveer *et al.* (2019) mencionan que las plantas de tomates al ser expuestas a NaCl se muestra una reducción en el peso seco. Con base a lo reportado por Troncoso y Aponque (2020) a partir de los resultados obtenidos mencionan que a mayor salinidad la especie de *Limnobium*

*laevigatum* presenta un menor rendimiento. Esto se puede deberse a que la salinidad disminuye el potencial hídrico del medio, el aumento de cloro y sodio produce toxicidad y genera una competencia directa en la absorción de otros iones esenciales para el crecimiento y metabolismo de la planta como el K; el exceso de sodio inhibe el funcionamiento enzimático

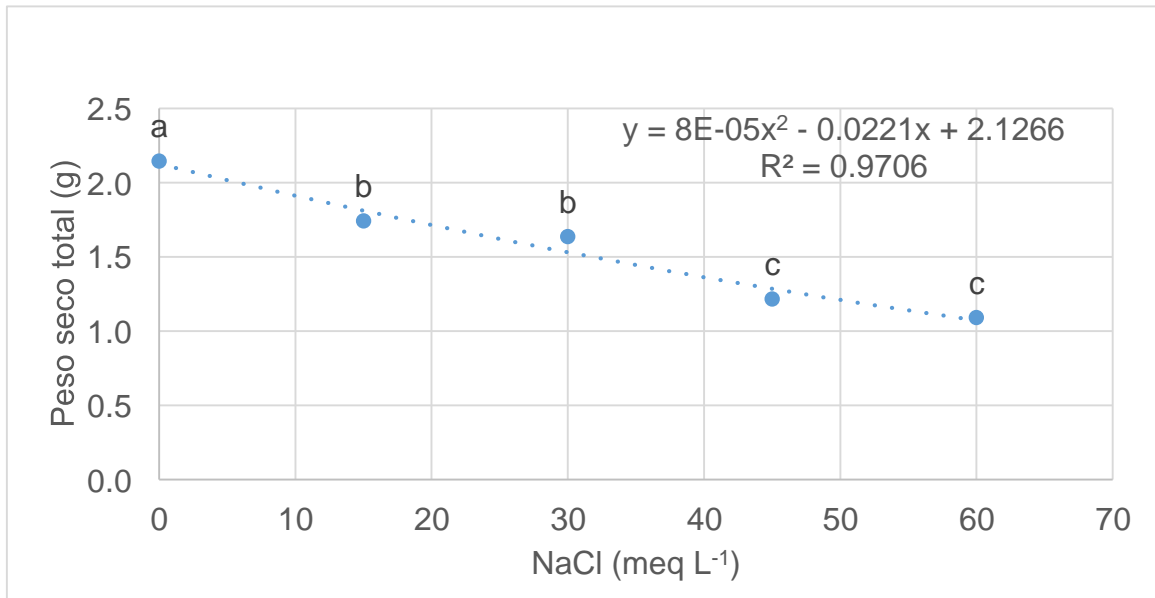


Figura 9. Efecto de la aplicación de cloruro de sodio sobre el peso seco total. ANOVA  $p \leq 0.0001$ . Las letras a, b y c son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05.

## V.- CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos las plántulas de pepino variedad Poinsett 76, son sensibles a la toxicidad del NaCl a concentraciones de 30, 45 y 60 meq L<sup>-1</sup>, pues disminuye drásticamente la producción de biomasa seca total, así como es crecimiento de las plántulas.

Las plántulas irrigadas con una concentración de 15 meq L<sup>-1</sup> presento una ligera tolerancia a la salinidad, ya que fue donde se obtuvo similar crecimiento y mejores raíces de las plántulas junto con el testigo (0 meq L<sup>-1</sup>).

El riego por capilaridad probablemente crea mayor agresividad el NaCl a las plántulas, ya que, otros trabajos de investigación realizados sugieren en promedio que a partir de 60 meq L<sup>-1</sup> de NaCl provoca una disminución drástica en el crecimiento de las plantas. Por lo que se sugiere realizar más estudios bajo este sistema de riego.

## VI.- LITERATURA CITADA

Casilimas G. Monsalve O., Bojacá C., Villagrán G., Fuentes S. 2012. Manual de producción de pepino. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 22-61.

Fatoumata et al 2016  
Growth and physiological responses of *Sporobolus robustus* kunth seedlings to salt stress Arid Land Research and Management. 31 (1): 46-56.

Ferdose J, Kawasaki M, Taniguchi M. y Miyake H 2015. Differential Sensitivity of Rice Cultivars to Salinity and Its Relation to Ion Accumulation and Root Tip Structure. Plant Production Science, 12 (4): 453-461.

García A. 2012. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego segunda parte. Chair Person Soil Fertility and Plant Nutrition Commission, 26-34.

Gat Fertiliquidos. 2017. Salinidad en cultivos agrícolas. España: Departamento agronómico. 5 (1): 1539-1563.

Gómez D., Vázquez M., Rodríguez I., Posas F. y Matute D. 2011. Producción orgánica de hortalizas de clima templado. [004 Producción de plántulas \(metrocert.com\)](#). (noviembre 23, 2021).

Heydari M, Sharafi Y., Jalal T., and Hokmabadi H. 2020. How Pistachio Hybrid “P. Integerrima × P. Vera “grows and responses to NaCl salinity. International journal of fruit science, 21 (1): 133-146.

Hussain, R. A., R. Ahmad, E. A. Waraich, and F. Nawaz. 2015. Nutrient uptake, water relations, and yield performance of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. J. Plant Nutr. 38 (13): 2139-2149.

INTAGRI. (2018). Clasificación de aguas para riego agrícola. Serie agua y riego (20), 5.

- Kosová, K., Vitámvás, P., Oldrich Urban, M., y Prásil, I. T. 2013. Plant proteome responses to salinity stress - comparison of glycophytes and halophytes. *Functional Plant Biology*. 40, 775-786.
- Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*. (167), 645-663.
- Nakamura et al 2020. High sensitivity of roots to salt stress as revealed by novel tip bioassay in wheat seedlings. *Biotechnology y Biotechnological Equipment*. 35 (1): 246-254.
- Nawaz, K.; Hussain, K.; Majeed, A.; Khan, F.; Afghan S. y Ali, K. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. *African Journal of Biotechnology*. 2010. 9 (34): 5475-5480.
- Parra T. 2016. Cloruro/aniones y sodio/cationes en soluciones nutritivas y composición mineral de cultivares de tomate. *Terra Latinoamericana* 34 (2):219227.
- Piedra A. y González M. 2013 La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos tropicales*. 34. (4): 31-42.
- Ramírez M. Urdaneta A. y Pérez E. 2017. Germinación del guayabo tipo “criolla roja” bajo condiciones de salinidad por cloruro de sodio. *Bioagro* 29 (1): 65-70.
- Reza M., 2011. Efecto del estrés del NaCl sobre las propiedades fisiológicas del arroz. *Archivos de fitopatología y protección fitosanitaria*. 45 (2): 228-243.
- Sharma, S., Kumar, R., Chatterjee, S., & Sharma, H. R. 2018. Correlation and path analysis studies for yield and its attributes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 6 (2): 2045-2048.
- SIAP. 2020. Panorama Agroalimentario 2020. [Atlas-Agroalimentario-2020.pdf \(inforural.com.mx\)](https://inforural.com.mx).
- Subbarao G. 2003 V.; Ito O.; Berry W. L. y Wheeler R. M.2003. Sodium - A functional plant nutrient. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 22 (5): 391-416.

Tanveer K., Hussain Z., Ishaq, M. y Ilyas N. 2019. Effect of salt stress on tomato plant and the role of calcium Journal of Plant Nutrition. 43 (1): 28-35.

Troncoso G. y Aponque H. 2020. Influencia de la salinidad y aereacion en el crecimiento de *Limnobium laevigatum* (Humb y bonpi. Ex Willd) Heine. Ecología aplicada. 19 (1): 1-7.

Xue, Z. Y.; Zhi, D. Y.; Xue, G. P.; Zhang, H.; Zhao, Y. X. y Xia, G. M. 2004 Enhanced salt tolerance of transgenic wheat (*Triticum aestivum* L.) expressing a vacuolar Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter gene with improved grain yields in saline soils in the field and a reduced level of leaf Na<sup>+</sup>. Plant Sci. 167, 849-859.

Zhen A., Bie Z., Huang Y., Liu Z. y Li Q. 2010. Effects of scion and rootstock genotypes on the anti-oxidant defense systems of grafted cucumber seedlings under NaCl stress, Soil Science & Plant Nutrition. 56 (2): 263-271.

Zhu J., Bie Z. y Li Y. 2010. Physiological and growth responses of two different saltsensitive cucumber cultivars to NaCl stress. Soil Science and Plant Nutrition. 54 (3): 400-407.

Zhu J., Bie Z., Huang Y. y Han X. 2010. Effect of grafting on the growth and ion concentrations of cucumber seedlings under NaCl stress, Soil Science and Plant Nutrition. 54 (6): 895-902.

Kafi O. y Rahimi Z. 2011. Effect of salinity and silicon on root characteristics, growth, water status, proline content and ion accumulation of purslane (*Portulaca oleracea* L.), Soil Science and Plant Nutrition. 57 (2): 341-347,