



UNIVERSIDAD DEL PAPA LOAPAN
Campus Loma Bonita

INGENIERÍA AGRÍCOLA TROPICAL

**EFFECTO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS Y DOS PODAS DE
PRODUCCIÓN EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
PEPINO PERSA (*Cucumis sativus* L.)**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA TROPICAL**

PRESENTA:

ITAMAR CHAREO BENÍTEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HIPÓLITO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO.

2022



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA “**EFEECTO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS Y DOS PODAS DE PRODUCCIÓN EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus* L.)**”, PRESENTADA POR LA PASANTE **ITAMAR CHAREO BENÍTEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL **DR. HIPÓLITO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**, HA SIDO APROBADA POR LA COMISIÓN REVISORA Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE **INGENIERA AGRÍCOLA TROPICAL**.

COMISIÓN REVISORA

DR. HIPÓLITO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE TESIS

DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEAÑEZ
REVISOR

DR. JOSÉ ANTONIO YAM TZEC
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2022



Universidad del Papaloapan

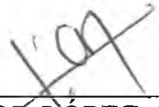
FECHA:	02 de Febrero del 2022
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/024/2022
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. ITAMAR CHAREO BENITEZ
P R E S E N T E:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“EFECTO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS Y DOS PODAS DE PRODUCCION EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus* L.)”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. Hipólito Hernández Hernández.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú


MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres Jefe de Carrera de la Ing. Agrícola Tropical
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. Dr. Hipólito Hernández Hernández. Director de Tesis.
C.c.p. Archivo.



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

CAMPUS LOMA BONITA

Oficio No. JCIAT/07/22

Loma Bonita, Oaxaca a 03 de febrero de 2022

M.E. YESENIA BARRIENTOS ARENAL
JEFA DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE

Por este medio le comunico que la Jefatura de Carrera a mi cargo ha designado como jurado del proyecto de tesis titulado **"EFECTO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS Y DOS PODAS DE PRODUCCIÓN EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus* L.)"**, para examen de titulación de la egresada **C.ITAMAR CHAREO BENITEZ**, a los profesores:

Presidente: Dr. José Antonio Yam Tzec
Secretario: Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez
Vocal: Dr. Hipólito Hernández Hernández

Como suplentes:
Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres
Dra. Maribel Reyes Osornio

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"Terra Uberima, mens aperta"
Bou Lo tama, Chi Ji Jú

Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres
Jefe de la Carrera de Ingeniería Agrícola Tropical



Vo.Bo

M.C. Héctor López Arjona
Vice-Rector Académico

c.c.p. Archivo

Universidad del Papaloapan. **Campus Loma Bonita**, Av. Ferrocarril s/n, Col. Cd. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca.
C.P. 68400. Tel: 01 (281) 87 2 92 30
www.unpa.edu.mx



AGRADECIMIENTOS

A la **UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN, Campus Loma Bonita**, por brindarme la mejor educación durante estos cinco años y donde gracias a Dios pude realizar mis estudios profesionales.

Al **Dr. Hipólito Hernández Hernández**, por brindarme su apoyo en todo momento, durante la realización de esta investigación, además de transmitirme sus conocimientos que sin duda han sido y serán de gran apoyo durante mi desarrollo profesional, por su amistad, paciencia y confianza.

A la **Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez**, gracias por su completa disposición en la revisión de este documento, por su amistad, apoyo y consejos antes y durante esta investigación.

Al **Dr. José Antonio Yam Tzec**, gracias por su completa disposición en la revisión y aportación de este documento, por su amistad, las enseñanzas y apoyo en todo momento.

Al **Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres**, por sus enseñanzas y conocimientos brindados durante mi desarrollo profesional.

A **Giovani y Daniela**, por su amistad, experiencia, paciencia y apoyo en el proceso de establecimiento y toma de datos de mi experimento.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme regalado la vida, salud y fuerza para poder salir adelante. Por permitirme lograr una meta más en vida, por permitirme tener a mi familia conmigo en cada momento.

A Mi madre: Ofelia Benítez Conde, por darme la vida, por el amor, cariño, paciencia y dedicación desde que nací hasta el día de hoy. Gracias a ti y tus sacrificios he logrado este paso tan importante en mi vida, has sido mi mayor inspiración para salir adelante. Gracias por las enseñanzas, valores, principios, así como por enseñarme el amor a Dios nuestro señor.

A Mis padres: Miqueas Chareo Zetina y Daniel Nape Xolo, a mi papá mico por darme la vida y apoyarme incondicionalmente, y a mi papá dani por cuidarme, criarme y apoyarme en todo, además del cariño.

A Mi familia en general, mis hermanos hermanas, tíos, mi abuelita y las personas que siempre me apoyaron en todo. En especial a mi tío Sergio y mi tía Karen.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
CONTENIDO	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
3. HIPÓTESIS	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Origen del pepino	6
4.2. Clasificación taxonómica	6
4.3. Descripción botánica del pepino persa	7
4.3.1. Planta.....	7
4.3.2. Raíz	7
4.3.3 Tallo	7
4.3.4. Hoja.....	7
4.3.5. Flor.....	8
4.3.6. Fruto.....	8
4.3.7. Semilla	8
4.4 Requerimientos edafoclimáticos	8
4.4.1. Requerimientos climáticos	8
4.4.2. Requerimientos edáficos	9
4.5. Producción mundial y nacional del pepino.....	9
4.6. Soluciones Nutritivas	10
4.7. Sistema de podas	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1. Localización del experimento.....	12

5.2. Clima del lugar de estudio	12
5.3. Infraestructura	12
5.4. Descripción del material vegetal	13
5.5. Siembra	13
5.6. Descripción de los sustratos	14
5.6.1. Fibra de Coco	14
5.6.2. Tezontle.....	14
5.7. Llenado de macetas	14
5.8. Trasplante.....	15
5.9. Riego y solución nutritiva	15
5.10. Podas	16
5.11. Tutorio	16
5.12. Control de plagas y enfermedades.....	17
5.13. Cosecha.....	17
5.14. Registro de temperaturas mínimas y máximas (°C) y humedad relativa (%).....	18
5.15. Variables de crecimiento evaluadas	19
5.15.1 Altura de planta	19
5.15.2 Diámetro de tallo	19
5.15.3 Número de hojas.....	19
5.15.4 Área foliar	19
5.16. Variables de rendimiento evaluadas	20
5.16.1. Número de frutos.....	20
5.16.2. Rendimiento por planta	20
5.16.3. Longitud de fruto.....	20
5.16.4. Diámetro de frutos.....	20
5.16.5. Peso promedio del fruto.....	20
5.16.6. Peso seco de la hoja.....	21
5.16.7. Peso seco del tallo	21
5.16.8. Contenido de N, K, Ca, pH y CE en Savia del peciolo	21
5.16.9. Contenido de N, K, Ca, pH y CE de frutos	21
5.16.10. °Brix.....	22
5.17. Diseño experimental y análisis estadístico	22
6. RESULTADOS	23
6.1. Crecimiento en etapa de floración	23
6.2. Crecimiento en etapa de fructificación	25

6.3. Biomasa seca.....	28
6.4. Componentes de rendimiento	30
6.5. Concentración de nutrientes en savia del peciolo en etapa de floración	34
6.6. Concentración de nutrientes en savia del peciolo en etapa de fructificación	36
6.7. Concentración de nutrientes en los frutos.....	39
7. CONCLUSIONES.....	42
8. LITERATURA CITADA	43
9. ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del pepino persa (<i>Cucumis sativus</i> L.).	6
Cuadro 2. Soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de Nitrógeno y Calcio.	15
Cuadro 3. Lista de fertilizantes para preparar las soluciones nutritivas.....	16

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento de pepino persa en etapa de floración.	24
Tabla 2. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento en etapa de floración de los híbridos de pepino persa.....	25
Tabla 3. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento de pepino persa en etapa de fructificación.	26
Tabla 4. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento en etapa de fructificación de los híbridos de pepino persa.....	27
Tabla 5. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre el contenido de materia seca.	29
Tabla 6. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre el contenido de materia seca.	30
Tabla 7. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre las componentes de rendimiento de pepino persa.	32
Tabla 8. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre las componentes de rendimiento de los híbridos de pepino persa.....	33
Tabla 9. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de floración.....	35

Tabla 10. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de floración de los híbridos.	36
Tabla 11. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de fructificación.	37
Tabla 12. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de fructificación de los híbridos.	38
Tabla 13. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en los frutos de pepino.	39
Tabla 14. Efectos de la interacción de las podas y soluciones nutritivas en la concentración de nutrientes de los frutos de los híbridos.	41
Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas, promedio (°C) y humedad relativa (%) del sensor.	18

EFFECTO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS Y DOS PODAS DE PRODUCCIÓN EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus* L.)

ITAMAR CHAREO BENÍTEZ
GRADO: Ingeniero Agrícola Tropical
Universidad del Papaloapan, 2022

RESUMEN

La producción de pepino en invernadero es considerada una de las mejores alternativas para un adecuado manejo de este cultivo, por lo que es importante estudiar el manejo de la solución nutritiva y podas para mejorar el rendimiento y calidad de frutos. El objetivo de esta tesis fue evaluar dos soluciones nutritivas y dos tipos de poda de producción sobre el crecimiento y rendimiento en dos Híbridos de Pepino persa bajo condiciones de invernadero. Para este experimento se utilizó un arreglo factorial (2x2x2) completamente al azar. El primer factor son los dos híbridos de pepino (H1: Cruz, H2: Bereket), el segundo factor son las dos soluciones nutritivas (S1: solución alta, S2: solución baja) y el tercer factor son los dos tipos de poda de producción (P1: Eliminando los brotes axilares, P2: Dejando un brote lateral). Los resultados muestran que el H2 con S1 y P2 presentó mayor altura de planta (108 %), área foliar (28 %), peso seco del tallo (114 %), número de frutos (69 %), peso promedio de frutos (10 %) y rendimiento (87 %) en comparación con el H1. Además, la aplicación de solución nutritiva alta en nitrógeno y calcio aumentó el contenido de Nitratos y Calcio en la savia del peciolo de la hoja, así como el contenido de azúcares en los frutos.

Palabras clave: Híbridos, Pepino persa, podas, Soluciones nutritivas.

EFFECT OF TWO NUTRIENT SOLUTIONS AND TWO PRODUCTION PRUNINGS ON THE GROWTH AND YIELD OF PERSE CUCUMBER (*Cucumis sativus* L.)

ITAMAR CHAREO BENÍTEZ
GRADUATE: Tropical Agricultural Engineer
University of Papaloapan, 2022

ABSTRACT

Cucumber production in greenhouses is becoming one of the best alternatives for an adequate management of this crop, so it is important to study the management of the nutrient solution and pruning to improve yield and fruit quality. The objective of this thesis was to evaluate two nutrient solutions and two types of pruning on the growth and fruit yield of Perse cucumber under greenhouse conditions. A completely randomized factorial arrangement (2x2x2) was used for this experiment. The first factor is the two cucumber hybrids (H1: Cruz, H2: Bereket), the second factor is the two nutrient solutions (S1: high solution, S2: low solution) and the third factor is the two types of production pruning (P1: Removing axillary buds, P2: Leaving a lateral bud). The results show that H2 with S1 and P2 presented higher plant height (108%), leaf area (28%), stem dry weight (114%), number of fruits (69%), average weight of fruits (10 %) and yield (87%) compared to H1. The application of nutrient solution high in nitrogen and calcium increased nitrate and calcium content in leaf petiole sap, as well as sugar content in fruits.

Keywords: hybrids, Persian cucumber, pruning, nutrient solutions,

Revision by: Cheryl Lynn Gad
Jefa Del Centro De Idiomas
Date: 07/12/2021

1. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas de mayor demanda en el mercado agrícola debido a sus características organolépticas y los distintos usos alimenticios y agroindustriales. Existe una gran diversidad de formas y tamaños de pepinos, de los cuales se pueden clasificar en pepinos largos (mayor a 25 cm), medianos (20-25 cm) y cortos (10-18 cm). El pepino persa también llamado mini pepinos o pepinillos está clasificado como pepino corto, son de coloración verde muy oscuro a verde claro, tienen una piel delgada que no requiere pelarse para ser consumido, pueden alcanzar un peso entre 70 y 300 g (Intagri, 2021). Este tipo de pepino produce frutos sin semillas, y es una característica que lo hace atractivo para el consumidor (Zamora, 2017). El pepino persa se utiliza principalmente para consumo en fresco, y en algunos casos como encurtidos conocidos comúnmente como pepinillos (Pino, 2013). Es una de las hortalizas mayormente exportadas en todo el mundo, lo cual lo hace de gran valor económico. Por lo anterior la demanda ha incrementado notablemente en los últimos años, así como el incremento en la exportación a Estados Unidos, posicionando a México como uno de los principales exportadores de pepino (FAOSTAT, 2018). De acuerdo con SIAP (2020) a nivel nacional se cosecharon 410 ha de pepino persa, de las cuales se obtuvo una producción de 58,232.06 toneladas, la producción de pepino bajo invernadero se encuentra concentrada en Baja California (149.35 ha), seguido por Guanajuato (7.35 ha). En el estado de Oaxaca la siembra de pepino es más convencional y la superficie sembrada es de (46.5 ha) de pepino americano, de la variedad persa no se encuentran registros.

La producción de pepino en invernadero es una de las mejores alternativas para un adecuado manejo de este cultivo. Hoy en día se utilizan nuevas tecnologías para aumentar el rendimiento y calidad de este cultivo, estas incluyen la hidroponía, la cual utiliza el riego por goteo para aplicar fertilizantes de alta solubilidad. En estos sistemas de producción intensiva se aprovechan al máximo los insumos, aumenta la producción y se reducen las pérdidas (Jones, 2004; Sonneveld and Voogt, 2009; Terabayashi *et al.*, 2004). Es muy importante conocer los requerimientos nutrimentales del cultivo, ya que es posible mantener las cantidades de minerales en óptimas proporciones en la planta y aplicarlos a través de una solución nutritiva, y así tener una planificación adecuada de la fertilización (Carmona *et al.*, 2015).

Por lo anterior, es de vital importancia evaluar la presencia de Nitrógeno en las plantas, así como saber qué porcentaje de este requiere la planta para alcanzar su máximo desarrollo y aprovechamiento de la solución nutritiva. El Nitrógeno participa en los procesos de crecimiento como componente estructural y funcional, cabe destacar que es un elemento esencial para los seres vivos, pues forma parte de aminoácidos, aminoenzimas, ácidos nucleicos, clorofila y alcaloides. El Nitrógeno tiene una gran influencia en la floración del cultivo, así como en la fructificación y, por lo tanto, en el rendimiento del mismo (Mengel & Kirkby, 1987; Perdomo *et al.*, 1994). Otro de los factores importantes que influyen en el crecimiento y rendimiento de las plantas es la poda. De tal forma que la poda es una práctica que se utiliza para regular la capacidad vegetativa y reproductiva de las plantas (Ojer *et al.*, 2011), la cual consiste en retirar los órganos vegetativos no deseados en las plantas, esta debe comenzar durante la primera temporada de crecimiento de la planta, lo que se pretende es guiar la planta y promover el desarrollo de tallos y hojas vigorosas (San Martín, 2010). El objetivo principal de esta, es

obtener la mejor producción posible (Ojer *et al.*, 2011). Existen diferentes tipos de podas, las cuales están relacionadas con las características de cada cultivo, las podas de formación se utilizan para formar la planta acorde con el número de guías que se desea, en algunas hortalizas se inicia desde el semillero, con esta se pretende facilitar, las labores culturales, tratamientos, cosecha y facilidad de tutorado. La poda de producción o fructificación es otra de las más utilizadas, la cual tiene como objetivo mantener la forma de la planta, regulando su producción para que sea abundante y de calidad (Ulloa *et al.*, 2016). Una vez retiradas las partes vegetativas no deseadas los nutrientes se concentran en los frutos, lo que hace que se obtenga una mejor calidad (Reche, 1995). Por lo tanto, en la presente tesis se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar dos soluciones nutritivas y dos tipos de poda de producción sobre el crecimiento y rendimiento de fruto de pepino persa (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de dos concentraciones de Nitrógeno y Calcio en la solución nutritiva y dos tipos de poda de producción sobre el crecimiento, rendimiento de dos híbridos de pepino persa bajo invernadero.
- Determinar el pH y la concentración de Nitratos, Potasio y Calcio de la extracción celular de peciolo de la hoja de dos híbridos de pepino persa irrigados con dos soluciones nutritivas diferentes y dos tipos de poda de producción.

3. HIPÓTESIS

La concentración de Nitrógeno y Calcio en la solución nutritiva y las dos podas de producción pueden afectar el crecimiento y rendimiento de dos híbridos de pepino persa bajo invernadero en Loma Bonita, Oaxaca.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen del pepino

El género *Cucumis* descrito por Carlos Linneo en su obra *Species Plantarum* en 1753, se refiere a las plantas de tallos postrados o trepadores, que cuentan con múltiples zarcillos, normalmente uno en cada nudo, flores pequeñas o medianas y un fruto indehiscente (Nannfeld, 1953). La familia cucurbitácea cuenta con 90 géneros y más de 750 especies, el género *Cucumis* consta de 40 especies entre las cuales se encuentra el pepinillo (Haifa, 2014).

El pepino persa (*Cucumis sativus* L.), pepinillo o mini pepino, es cultivado en regiones tropicales y subtropicales. El pepino es originario del sur de Asia en específico de la india, aunque algunos autores señalan que es originario de África tropical. Fue introducido a Norte América en el siglo XVI (Kristkova *et al.*, 2003).

4.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del pepino según López (2003) se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del pepino persa (*Cucumis sativus* L.).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitácea
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>C. sativus</i> L.

4.3. Descripción botánica del pepino persa

4.3.1. Planta

El pepino es una planta anual de tallo herbáceo que puede alcanzar hasta 6 a 7 meses de vida, pertenece a la familia de las cucurbitáceas, la altura de la planta es variable pudiendo oscilar entre 3 a 4 m (FAO, 2021).

4.3.2. Raíz

El sistema radicular es denso, fibroso, extenso y superficial, consta de raíz principal. No desarrolla raíces adventicias, por lo que no puede ser trasplantado a raíz desnuda, el tamaño depende de la edad de la planta y características del suelo (FAO, 2021).

4.3.3 Tallo

El tallo poligonal es herbáceo, anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador de tal forma que si se le coloca un tutor puede ir trepando por medio de los zarcillos. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo (FAO, 2021).

4.3.4. Hoja

Presenta un pecíolo largo, gran limbo, es de forma acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino (Infoagro, 2020).

4.3.5. Flor

Las flores son femeninas por lo que es una planta ginóica, pedúnculo corto y pétalos amarillos, produce un racimo de flores en cada nudo, dependiendo de la variedad pueden ser dos, tres, o hasta siete flores se producen en cada nudo (Burt, 2007).

4.3.6. Fruto

Los frutos son cortos en longitud, de color verde oscuro, sabor dulce y tienen una piel delgada que no requieren pelarse para ser consumidos y carecen de semillas. Tienen un tamaño de entre 12 y 14 cm o entre 17 y 20 cm de largo con un diámetro de 4 cm (Intagri, 2021).

4.3.7. Semilla

Las semillas son lisas, alargadas y ovaladas, la testa es de color amarillento. Su tamaño es de entre 8-10 mm por 3-5 mm (Intagri, 2021).

4.4 Requerimientos edafoclimáticos

4.4.1. Requerimientos climáticos

El pepino persa es un cultivo tolerante tanto a bajas como a altas temperaturas, y altitudes que van de los 0 hasta los 1300 msnm (Haifa, 2014).

Temperatura: La temperatura óptima para el desarrollo del pepino persa oscila entre 22 y 34 °C, temperaturas arriba de 40 °C y debajo de 14 °C pudieran ser muy desfavorables (Burt, 2007).

Humedad: Las plantas pueden desarrollarse con una humedad relativa entre 65 y 85 % (Burt, 2007).

Luminosidad: El pepino es una planta que se desarrolla con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), pero también soporta elevadas intensidades luminosa, esto quiere decir que, a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Burt, 2007).

4.4.2. Requerimientos edáficos

El pepino persa como cultivo puede ser producido bajo varios tipos de suelos con perfil profundo y un pH entre 5.5 y 7.5. El suelo debe drenar bien ya que el pepino no tolera el exceso de agua. La temperatura del suelo debe estar entre los 18-20 °C. La temperatura mínima debe estar comprendida entre los 12-14 °C. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (FAO, 2021).

4.5. Producción mundial y nacional del pepino

La producción de pepino y pepinillos a nivel mundial se encuentra concentrada en China que produce alrededor de 70,288,130 toneladas (t) por año, seguido por Turquía con 1,916,645 t (FAOSTAT, 2018). A nivel nacional, en cuanto a la producción de pepino persa, el estado de Sonora ocupa el primer lugar con 28,696.93 t ha⁻¹, seguido por Baja California con 21,461.55 t ha⁻¹ y en tercer lugar Guanajuato con 468 t ha⁻¹ (SIAP, 2020). En el año 2020 se registraron superficies sembrada (ha) de esta hortaliza en México bajo invernadero en el estado de Baja California con 144 ha, seguido por Guanajuato con 7.35 ha. Mientras que en malla sombra, Sonora ocupa el primer lugar con 229 ha, seguido por Baja California con 18 ha y en tercer lugar Puebla con 6.5 ha (SIAP, 2020).

4.6. Soluciones Nutritivas

Las soluciones nutritivas están formadas por una mezcla fertilizantes que van disueltos en agua, las cuales llegan directamente al cultivo mediante el sistema de riego (Santos y Ríos, 2016). Los principales nutrimentos que se aplican son los llamados macronutrientes, entre los cuales destacan el Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio, de igual manera se agregan los micronutrientes como el Hierro, Manganeso, Cobre Zinc, Boro y Molibdeno (Intagri, 2021). Es de vital importancia conocer las concentraciones adecuadas de las soluciones, no existe una solución nutritiva ideal ya que esta depende de muchas variables ambientales que no se pueden controlar. Cabe mencionar que la especie, variedad y etapa fisiológica también influyen en el nivel de concentración de macronutrientes (Steiner, 1968). No todos los cultivos tienen las mismas exigencias nutrimentales, ya que para lograr un máximo crecimiento y rendimiento se debe conocer sus requerimientos específicos. Una vez conocidos, es posible mantener las cantidades de minerales en óptimas proporciones en la planta y aplicarlos a través de una solución nutritiva, y así tener una planificación adecuada de la fertilización (Carmona *et al.*, 2015). Por lo tanto, la evaluación del estado nutricional de la planta se convierte en una valiosa herramienta para intentar predecir el crecimiento, desarrollo, productividad y calidad de los pepinos (Silva *et al.*, 2011).

4.7. Sistema de podas

Hoy en día se ha optado por implementar el establecimiento de hortalizas bajo invernadero utilizando un sistema de podas, debido a que utilizando sistemas como este se incrementa el crecimiento y desarrollo de las plantas y de esta forma aumentar el nivel de producción. De acuerdo con Reche (1995), este sistema de podas se trata de eliminar

brotos y chupones de la planta, así como dejar uno o dos tallos, de esta forma los nutrientes se concentran en los frutos, y así obtener mejor calidad. El utilizar un sistema de podas de forma equilibrada, mejora las prácticas culturales, incrementa la iluminación y aireación en las plantas, lo que ayuda a evitar el riesgo por plagas y enfermedades, para así obtener frutos de mayor calidad y sobre todo sanos (Reche, 1995). De acuerdo con Hochmuth (2001), la forma más utilizada en poda de pepino, consiste en remover todos los brotes que salgan por debajo de los 40 cm del tallo, de igual forma también podar todos los frutos, hojas y flores que ya estén creciendo en esa zona. Después de esto, se eliminan los brotes que emerjan en el tallo principal, hasta que la planta llegue al punto superior donde esté delimitado. Aguirre (2017), evaluó tres sistemas de podas en pepino, planteó que cuando la poda se dirigió en dejar emerger un eje por tallo principal, el número de frutos cosechados por planta fue menor y su diámetro fue mayor. Menciona que cuando la poda se dirigió en dejar emerger más de dos ejes, el diámetro del fruto tiende a disminuir, debido que cuando se inicia el crecimiento vegetativo, más es el consumo energético en las partes vegetativa que en los frutos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad del Papaloapan (UNPA), ubicada en Av. Ferrocarril s/n, CD. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca. El municipio de Loma Bonita Oaxaca se localiza en la parte norte de la región del Papaloapan con las coordenadas 95° 53' longitud oeste y 18° 06' latitud norte, a una altura de 30 metros sobre el nivel del mar (INAFED, 2019).

5.2. Clima del lugar de estudio

El clima es cálido, con oscilación térmica anual corta. Lluvias abundantes durante el otoño y principios de invierno, en este último periodo se deben fundamentalmente a la influencia del norte, su temperatura promedio oscila entre los 25 °C mientras que presenta una precipitación promedio de 1845.2 mm (INAFED, 2019).

5.3. Infraestructura

Este experimento se realizó en un invernadero tipo cenital con cubierta de polietileno de carga de 504 m² del cual se utilizó un área de 120 m², con 4 metros de altura al travesaño y 3.5 m del travesaño a la ventila cenital, presenta 2 naves de 8 m de ancho por 31.5 m de largo de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita. Sistema de riego por goteo a 50 cm de separación, además cuenta con un sistema de riego por goteo con 10 líneas regantes con miniválvula y goteros de 4 lph con 4 salidas a base del tubing y estaca, 2 tinacos verticales de 1200 litros para la preparación de la solución nutritiva.

5.4. Descripción del material vegetal

Para la realización de este experimento se utilizaron dos híbridos de la empresa Hazera Seeds of Growth. El híbrido Bereket se caracteriza por cuajar más de un pepino por entrenudo. El fruto mide entre 17 y 19 cm, la piel es lisa, verde oscuro y brillante. La planta es fuerte para cultivo largo especialmente en invernadero y presenta una resistencia intermedia al virus del mosaico del pepino (Magric, 2020). Mientras que el híbrido Cruz produce frutos de longitud uniforme que miden entre 14 y 17 cm, de color verde oscuro y textura crocante. La planta es fuerte y tolerante a estrés por calor y al virus amarillamiento de las nervaduras (Hazera, 2020).

5.5. Siembra

La siembra se realizó el 02 de noviembre del 2020 en charolas de poliestireno de 98 cavidades, se usó como sustrato el peat moss, el cual se depositó en una carretilla y se le agregó agua para humedecerlo, posteriormente se colocó en las charolas. Se hizo un orificio de aproximadamente 0.5 cm en cada cavidad, en donde se depositaron las semillas, por último, se tapó la semilla nuevamente utilizando el sustrato peat moss. Las charolas fueron colocadas en una estructura elevada dentro del invernadero y se taparon con bolsas negras para inducir la germinación. Se realizaron riegos dos días después de la siembra, estos se realizaron durante la mañana y la tarde, se aplicó un riego con nitrato de Potasio a una dosis de 1 g/L.

5.6. Descripción de los sustratos

5.6.1. Fibra de Coco

La fibra de coco se caracteriza por la capacidad de retener más de dos veces su propio peso en agua, cuenta con una alta porosidad, de forma más ligera y estable, que presenta valores de pH y conductividad eléctrica dentro de los parámetros permitidos y adecuados para la mayoría de cultivos (Nelson, 2003; Takane *et al.*, 2013).

5.6.2. Tezontle

El tezontle es considerado un sustrato inerte, con valores de pH cercanos a la neutralidad, con una capacidad de intercambio catiónico baja, presenta buena aireación, y con capacidad de retención de humedad que depende del diámetro de la partícula (Bastida, 1999).

5.7. Llenado de macetas

Se utilizaron macetas negras de polietileno de 7.5 L de capacidad. Las macetas se llenaron con una mezcla de sustrato fibra de coco y tezontle a razón de 1:1 (v/v). Se colocó un plástico en el suelo para poder realizar la mezcla de los sustratos, se agregaron, un total de 513 L de tezontle y 513 L de fibra de coco (mezcla de fibras cortas y polvillo), posteriormente se mezclaron los sustratos con ayuda de una pala hasta obtener una mezcla homogénea y se procedió al llenado de macetas. El total de macetas utilizadas fueron 144.

5.8. Trasplante

El trasplante se realizó a los 19 días después de la siembra, cuando las plántulas presentaron una altura de 15 a 18 cm de altura y 1 o 2 pares de hojas verdaderas y un buen cepellón. Antes de colocar las plántulas dentro de las macetas, se realizó un riego pesado y se hizo un orificio en el centro de la maceta de aproximadamente 10 cm de profundidad para recubrir bien el cepellón. Como medida preventiva para el control de mosquita blanca se sumergió el cepellón en una cubeta de 5 L con insecticida imidacloprid a una dosis de 0.5 ml/L.

5.9. Riego y solución nutritiva

Se evaluaron dos soluciones nutritivas con diferentes cantidades de Nitrógeno y Calcio (Cuadro 2), preparadas con las fuentes de fertilizantes descritas en el Cuadro 3. La frecuencia de riego fueron tres riegos por día, el primer riego a las 9 de la mañana, el segundo riego a las 12 del mediodía y el tercer riego a las 4 de la tarde, el tiempo de riego fue de 30 minutos por cada solución nutritiva. La concentración del 75% se suministró un día después del trasplante hasta la prefloración y el 100% se suministró a partir de la floración y hasta la cosecha (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de Nitrógeno y Calcio.

Solución Nutritiva	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻
	mg L ⁻¹					
Solución 1: trasplante	615	96.75	156	161.25	22.5	144.75
Solución 2: trasplante	540	96.75	156	137.25	22.5	144.75
Solución 1: floración-producción	898	129	208	215	50	212
Solución 2: floración-producción	798	129	208	183	50	212

Basado en Maboko *et al.*, (2017)

Cuadro 3. Fertilizantes utilizados para preparar las soluciones nutritivas, utilizadas en el experimento.

Fuentes de Fertilizantes	Solución 1	Solución 2	Solución 1	Solución 2
	trasplante	trasplante	floración- producción	floración- producción
	g 1000 L de agua			
Nitrato de Calcio	952.5	810	1270	1080
Sulfato de Magnesio	230.25	230.25	307	355
Nitrato de Potasio	187.5	187.5	250	250
Nitrato de Magnesio	0	0	160	160
Sulfato de Potasio	97.5	97.5	130	130
Fosfato Monopotásico	138.75	138.75	185	185
Ultrasol MicroMix	37.5	37.5	50	50

5.10. Podas

La poda de formación de ambos híbridos se realizó a un solo tallo a partir de una semana después del trasplante y durante todo el ciclo del cultivo. Se evaluaron dos tipos de poda de producción, en la poda 1 se eliminaron los brotes axilares y en la poda 2 se dejaron crecer los brotes axilares y se cortó el brote apical en el segundo nudo. Las hojas más viejas se eliminaron para tener una mejor aireación.

5.11. Tutoreo

El tutoreo consistió en sujetar la base del tallo con un anillo plástico, y sujeta al sistema de carga del invernadero, que consiste en cables galvanizados colocados a 5m del suelo. Se le colocó una rafia agrícola desde la base del tallo hasta el ápice, manteniéndola de forma erguida. El sistema de tutoreo fue a doble hilera con una separación de 30 cm entre cada planta.

5.12. Control de plagas y enfermedades

Se utilizaron trampas de color amarillo con material adherente dentro del invernadero y también se reguló un estricto reglamento para el ingreso del mismo. Para la prevención y control de plagas como la mosquita blanca se utilizaron los insecticidas imidacloprid a dosis de 1 ml por L, así como también el Tiocyclam-hidrogenoxalato a dosis de 1 g por L. Para ácaros como la araña roja (*Tetranychus urticae*), se utilizó abamectina 1 ml L. para la prevención de enfermedades como la cenicilla (*Sphaerotheca fuliginea*), mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) el moho gris (*Botrytis cinerea*), gomosis del tallo (*Didymella bryoniae*) mancha de la hoja (*Alternaria cucumerina*) y antracnosis (*Colletotrichum orbiculare*) se utilizó oxiclورو de cobre (1 g por L) y benomilo (1g por L), haciendo aplicaciones semanales alternando ambos productos.

5.13. Cosecha

La cosecha inició a los 46 días después del trasplante, se cosechó manualmente en aquellos frutos que cumplieran con las características deseadas, es decir, frutos que tuvieran un tamaño entre 12 y 14 cm o entre 17 y 20 cm de largo, con un diámetro de 4 cm, a estos se les dejó el pedúnculo de 1 a 2 cm de largo para un mejor manejo postcosecha. En total, se realizaron cinco cosechas a intervalos de 3 a 4 días.

5.14. Registro de temperaturas mínimas y máximas (°C) y humedad relativa (%)

Se monitorearon las temperaturas mínimas y máximas (°C) dentro del invernadero, y de igual manera la humedad relativa (%), con ayuda de un sensor marca ClimmmateLog. Las temperaturas y humedad relativa se tomaron cada hora durante tres meses. Para ambas se realizó un promedio por día y se realizaron gráficas de comportamiento de estas variables durante el proceso de investigación. La estimación se realizó durante el periodo de tiempo comprendido del 27 de noviembre de 2020 al 2 de febrero de 2021 (Figura 1). El sensor se colocó en el centro del invernadero a una altura de 1 m del suelo. La temperatura máxima registrada fue de 42 °C en el mes de enero del año 2021, mientras que la mínima de 15 °C se registró en el mes de diciembre de 2020. La humedad relativa más alta se registró en el mes de diciembre del año 2020 con un porcentaje de 92 % y la mínima en el mes de noviembre del mismo año con un porcentaje de 69 %.

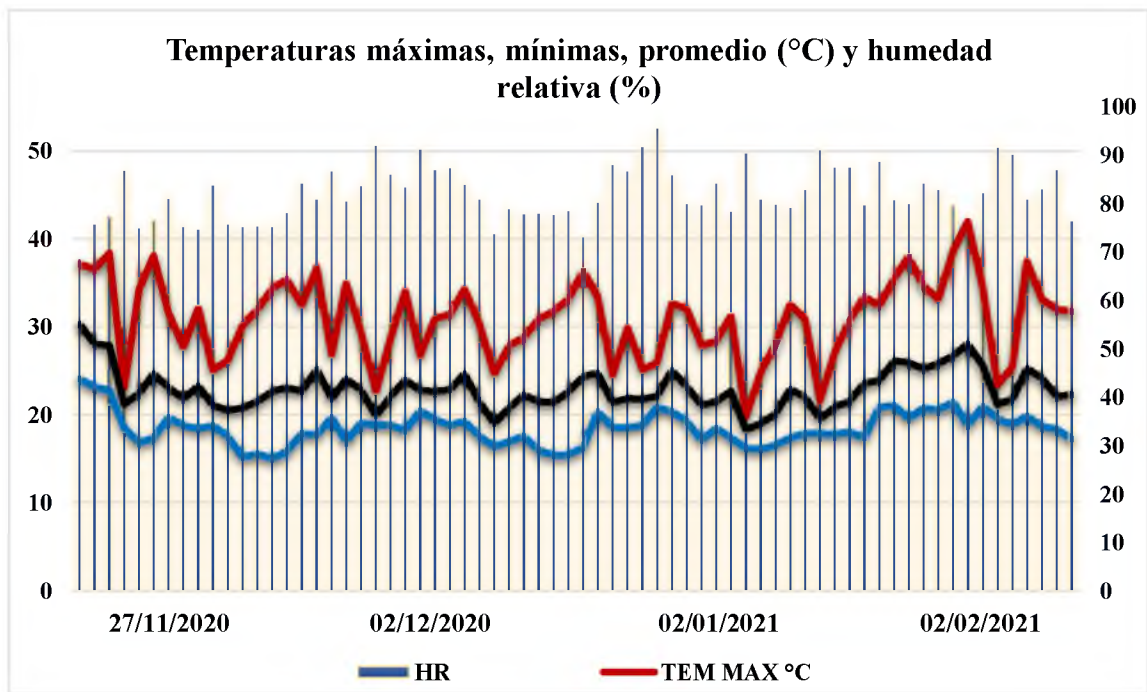


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas promedio (°C) y Humedad relativa (%) del sensor ClimmmateLog registradas durante el experimento.

5.15. Variables de crecimiento evaluadas

5.15.1 Altura de planta

Se utilizó una cinta métrica y se midió del nivel del sustrato hasta el meristemo apical del tallo principal. La toma de esta medición se realizó durante la etapa de floración y fructificación.

5.15.2 Diámetro de tallo

Se utilizó un vernier digital marca Truper® y se midió la parte media del tallo. La toma de esta medición se realizó en la etapa de floración y fructificación.

5.15.3 Número de hojas

Se contabilizaron el número total de hojas por planta, esta medición se realizó en la etapa de floración y fructificación.

5.15.4 Área foliar

Se midieron tres plantas por tratamiento, tomando dos hojas por planta, se seleccionaron las hojas completamente extendidas y del mismo tamaño. Para el largo de la hoja se midió desde la base de la hoja hasta el ápice y para el ancho fue de un extremo a otro desde el centro de la hoja. Para determinar el área foliar se utilizó la ecuación de regresión lineal $LA=0.851(L.W)$, donde L es la longitud de la hoja y W es el ancho de la hoja (Blanco y Folegatti, 2003). Las mediciones se hicieron en etapa de floración y fructificación.

5.16. Variables de rendimiento evaluadas

5.16.1. Número de frutos

Se contabilizaron el total de frutos por planta de cada tratamiento, la toma de esta medición se realizó en cada cosecha.

5.16.2. Rendimiento por planta

Para determinar el rendimiento por planta de cada tratamiento se sumó el peso de los frutos de las cinco cosechas realizadas durante el ciclo del cultivo, para lo cual se utilizó una báscula electrónica Rhino BAPRE-3.

5.16.3. Longitud de fruto

Para medir la longitud del fruto se utilizó una cinta métrica, esta medición se realizó a todos los frutos cosechados de cada tratamiento.

5.16.4. Diámetro de frutos

Para medir el diámetro se utilizó un vernier digital marca Truper®, esta medición se les realizó a todos los frutos cosechados de cada tratamiento.

5.16.5. Peso promedio del fruto

Para el peso se utilizó una báscula electrónica Rhino BAPRE-3. Se pesaron todos los frutos, y se determinó el promedio de las 18 plantas por cada tratamiento de todas las cosechas.

5.16.6. Peso seco de la hoja

Las hojas podadas se colocaron en bolsas de papel y se expusieron a deshidratación solar, una vez que estaban totalmente secas se pesaron con una báscula electrónica Rhino BAPRE-3.

5.16.7. Peso seco del tallo

Una vez finalizado el ciclo del cultivo los tallos se colocaron en bolsas de papel y se expusieron a deshidratación solar, una vez que estaban totalmente secas se pesaron con una báscula electrónica Rhino BAPRE-3.

5.16.8. Contenido de N, K, Ca, pH y CE en Savia del peciolo

Se midieron tres plantas por tratamiento, tomando dos hojas por planta, se seleccionaron las hojas completamente extendidas y del mismo tamaño. La toma de muestra consistió en cortar el peciolo en trozos pequeños y depositarlo en una prensa hidráulica para extraer el contenido de savia. Se colocó una gota de savia en los sensores, previamente calibrados. La medición se realizó con los equipos portátiles LAQUAtwin marca Horiba® (conocidos como CARDIS). Las mediciones se realizaron en la etapa de floración y fructificación.

5.16.9. Contenido de N, K, Ca, pH y CE de frutos

Se seleccionaron tres frutos por tratamiento, los cuales tenían características similares en tamaño y color. La toma de muestra consistió en cortar la parte media de los frutos, en trozos pequeños y colocarlos en la prensa hidráulica para extraer el jugo. Posteriormente, se colocó una gota del jugo en los sensores, previamente calibrados. La

medición se realizó con los equipos portátiles LAQUAtwin marca Horiba® (conocidos como CARDIS). Las mediciones se realizaron en la cuarta cosecha.

5.16.10. °Brix

Se seleccionaron tres frutos al azar sin daños físicos de cada tratamiento en la tercera y penúltima cosecha, se tomó una gota del jugo de estos y se midieron los °Brix utilizando un refractómetro (HI 96801 Hanna Instruments®).

5.17. Diseño experimental y análisis estadístico

Para este experimento se utilizó un diseño factorial (2x2x2) completamente al azar. El factor A son los dos híbridos de pepino, el factor B son las dos soluciones nutritivas y el factor C son los dos tipos de poda de producción. El modelo factorial utilizado es:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{jk} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \epsilon_{ijk}l;$$

Donde: μ es la media general, α , es el efecto del nivel i -ésimo del factor A, β , es el efecto del nivel j del factor β y γ_k , es el efecto del nivel k en el factor C; $(\alpha\beta)$, $(\alpha\gamma)$, α y $(\beta\gamma)\mu$ representan efectos de interacción dobles (de dos factores) en los niveles ij , ik , jk , respectivamente, y $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ es el efecto de interacción triple en la combinación o punto ijk ; ϵ_{ijkl} representa el error aleatorio en la combinación $ijkl$ y l son las repeticiones o réplicas del experimento.

Se utilizaron 18 plantas por tratamiento, donde cada planta se tomó como una repetición. Tanto para la calidad de fruto y monitoreo de N, K, Ca, pH y CE se utilizó tres repeticiones por tratamiento. Con los datos se hizo un análisis de varianza y prueba de medias Fisher ($p \leq 0.05$) utilizando el programa InfoStat 2020.

6. RESULTADOS

6.1. Crecimiento en etapa de floración

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza, los híbridos no presentaron diferencias significativas en cuanto a las variables de crecimiento en la etapa de floración (Tabla 1). En cuanto a las podas de producción y soluciones nutritivas si hubo diferencias significativas, la poda 2 resultó ser la que presentó un mayor efecto sobre la altura de la planta y el diámetro de tallo (4 y 6 % respectivamente), por otro lado, la poda 1 presentó un mayor efecto en cuanto a número de hojas y área foliar (5 y 9% respectivamente). Respecto a las soluciones nutritivas, la solución 1 aumentó la altura de la planta y el área foliar (3 y 11% respectivamente), mientras que la solución 2 incrementó el diámetro de tallo y número de hojas (15 y 4% respectivamente) (Tabla 1).

Aguirre (2017) quien evaluó el efecto de cuatro podas en el cultivo de pepinillo, obtuvo una altura de planta de 191.6 cm en la poda 1 en la cual se dejó un eje por tallo. De manera opuesta Ayala *et al.*, (2019) en un experimento donde utilizó dos tipos de poda de tallos en la producción de pepino en invernadero, obtuvo una longitud de tallo de 262.5 cm en las que se dejaron dos tallos y 257.1 cm en las que se dejó a un solo tallo siendo superior a los resultados obtenidos en esta investigación. Por otra parte, Zambrano *et al.*, (2014) quienes midieron el crecimiento, la producción y extracción de N-P-K en plantas de Pepino (*Cucumis sativus* L.) ante diferentes dosis de fertilizantes (60, 120 y 240 kg. ha⁻¹) indicaron que aplicando dosis altas de fertilizante obtuvo una altura de planta de 88 cm, mientras que al aplicar una dosis baja el crecimiento de la planta disminuía. En nuestro experimento de manera similar la solución alta en Nitrógeno y Calcio favoreció la altura de la planta.

Tabla 1. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento de pepino persa en etapa de floración.

	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Área foliar (cm²)
Híbridos				
Bereket	87.91 a	5.37 a	11.90 a	481.55 a
Cruz	88.60 a	5.16 a	11.98 a	496.68 a
ANOVA	0.5703	0.0580	0.6113	0.3301
Podas de Producción				
Poda 1	86.87 b	5.11 b	12.23 a	510.57 a
Poda 2	89.64 a	5.43 a	11.65 b	467.65 b
ANOVA	0.0240	0.0047	0.0002	0.0116
Soluciones Nutritivas				
Solución 1	89.60 a	4.90 b	11.71 b	516.58 a
Solución 2	86.90 b	5.64 a	12.18 a	461.64 b
ANOVA	0.0276	<0.0001	0.0021	0.0022

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar tuvieron diferencias significativas entre los híbridos, debido al efecto de las podas y soluciones nutritivas en la etapa de floración (Tabla 2). El híbrido Bereket presentó mayor diámetro de tallo con ambas podas y la solución nutritiva 2, aunado a lo anterior, con la poda 1 y soluciones nutritivas 1 y 2 presentó menor número de hojas y altura de planta, respectivamente. El híbrido Cruz con poda y solución nutritiva 1 presentó menor número de hojas. Por el contrario, con la poda 1 y solución nutritiva 1 presentó mayor área foliar (Tabla 2). Ayala *et al.*, (2019) en un experimento donde utilizó dos tipos de podas en pepino, encontró un número mayor de hojas (51.5) en los tratamientos donde se dejaban a dos tallos y el área foliar presentó un incremento significativo de 67.25 % en comparación con la poda a un tallo, menciona que el área foliar es uno de los parámetros más importante para la evaluación del crecimiento de las plantas.

Tabla 2. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento en etapa de floración de los híbridos de pepino persa.

Híbrido	Trat.	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Área foliar (cm ²)
Bereket	P1-S1	90.61 a	4.19 f	11.28 b	501.25 b
	P2-S1	87.79 ab	5.45 bcd	12.28 a	479.95 bc
	P1-S2	81.76 c	5.86 ab	12.06 a	474.14 bc
	P2-S2	91.47 a	6.00 a	12.00 a	470.87 bc
Cruz	P1-S1	92.05 a	4.92 e	10.83 b	583.80 a
	P2-S1	87.97 a	5.03 de	12.28 a	501.34 b
	P1-S2	83.04 bc	5.47 bc	12.44 a	483.11 b
	P2-S2	91.33 a	5.22 cde	12.00 a	418.45 c
ANOVA		<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0049

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2: Poda 2, dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

6.2. Crecimiento en etapa de fructificación

El análisis de varianza arrojó que las podas de producción, soluciones nutritivas y los híbridos presentaron diferencias significativas en cuanto a las variables de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en etapa de fructificación. Por otro lado, los híbridos presentaron diferencias significativas en cuanto a área foliar (Tabla 3), aunado a esto, y respecto a las variables antes mencionadas, el híbrido Bereket presentó valores más altos a los del híbrido Cruz (72, 3, 29 y 26 % respectivamente). Por otra parte, la poda 1 presentó mayor altura de planta y número de hojas (4 y 5% respectivamente). La poda 2, solo sobresalió en cuanto al diámetro de tallo. En cuanto a soluciones nutritivas, la solución dos aumentó el diámetro de tallo y el número de hojas (7 y 6% respectivamente), de forma similar la solución 1 incrementó la altura de planta (Tabla 3). Aguirre (2017) quien evaluó 4 tipos de podas en pepino, obteniendo como resultado que los que tuvieron

un mejor crecimiento vegetativo fueron aquellos donde se realizaron podas de 1 tallo secundario con eliminación de brote terminal (191.6 cm), mientras que en las demás podas se obtuvieron promedios por debajo (176.6 cm), valores similares a los obtenidos en este trabajo. Por su parte Barraza (2107) determinó la absorción de N, P, K, Ca y Mg en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema hidropónico Steiner con dosis de 25, 75 y 125%, encontró que al disminuir la dosis de fertilización al cultivo de pepino a un 25% también disminuyó la absorción de nutrientes a 5.471 g/planta de Nitrógeno y 6.2271 g/planta de Calcio.

Tabla 3. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento de pepino persa en etapa de fructificación (34 días después del trasplante).

	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Área foliar (cm²)
Híbridos				
Bereket	227.30 a	6.00 a	16.13 a	509.94 a
Cruz	128.53 b	5.81 b	12.42 b	402.72 b
ANOVA	<0.0001	0.0195	<0.0001	0.0011
Podas de Producción				
Poda 1	181.96 a	5.80 b	14.63 a	457.91 a
Poda 2	173.88 b	6.01 a	13.92 b	454.76 a
ANOVA	0.0170	0.0118	0.0056	0.9088
Soluciones Nutritivas				
Solución 1	185.71 a	5.68 b	13.84 b	462.24 a
Solución 2	170.13 b	6.13 a	14.71 a	450.43 a
ANOVA	<0.0001	<0.0001	0.0009	0.6687

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD (p≤0.05).

El análisis de varianza mostró que las podas y soluciones nutritivas tuvieron un efecto significativo en todas las variables de crecimiento en la etapa de fructificación de los híbridos (Tabla 4). De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla, el híbrido Bereket sí presentó una mayor altura, pero no así en diámetro de tallo, mientras que el mismo

híbrido con poda 2 y solución nutritiva 2 en la variable diámetro de tallo fue el valor más sobresaliente, asimismo, el híbrido Bereket con solución dos y poda uno presentó mayor número de hojas y área foliar. Cabe mencionar que en todas las variables de crecimiento el híbrido Bereket fue el que obtuvo valores más altos en comparación con el híbrido Cruz (Tabla 4). Silva *et al.*, (2011) en un estudio a cerca de los aspectos morfoanatomicos de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo omisión de nutrientes, obtuvo una altura de tallo de 90.25 cm con la dosis completa, mientras que en la dosis con 30% de nitrógeno obtuvo una altura de tallo de 60cm. De manera similar Carmona *et al.*, (2015) quien evaluó los síntomas de deficiencias nutricionales en pepinos, obtuvo un contenido de nitrógeno presente en la hoja de pepino de 18.9g en la dosis donde no se aplicó este nutriente, mientras en que el tratamiento donde se aplicó la dosis de nitrógeno obtuvo 61.3g.

Tabla 4. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre el crecimiento en etapa de fructificación de los híbridos de pepino persa.

Híbrido	Trat.	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Área foliar (cm ²)
Bereket	P1-S1	238.44 a	5.24 e	15.75 b	471.71 abc
	P2-S1	246.72 a	6.03 bc	14.61 c	530.76 ab
	P1-S2	219.33 b	6.29 ab	17.78 a	555.21 a
	P2-S2	204.72 c	6.45 a	16.39 b	482.10 abc
Cruz	P1-S1	139.00 d	5.69 d	13.07 d	431.74 bc
	P2-S1	118.68 e	5.75 cd	11.94 e	414.73 c
	P1-S2	131.06de	5.98bcd	11.94 e	372.97 c
	P2-S2	125.39 e	5.81cd	12.72 de	391.44 c
ANOVA		<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0371

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2: Poda 2, dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

6.3. Biomasa seca

El análisis de varianza mostró que los híbridos presentaron diferencias significativas en cuanto a la variable peso seco del tallo, siendo el híbrido Bereket el que presentó un mayor peso seco del tallo (Tabla 5). Por otro lado, en cuanto a las podas de producción y soluciones nutritivas, no se presentaron diferencias significativas. En cuanto a los híbridos, podas de producción y soluciones nutritivas, la variable peso seco de la hoja no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 5). Ayala *et al.*, (2019) en una investigación evaluó tres densidades de plantas y poda de tallos en la producción de pepino encontró que el manejo de las plantas de pepino a dos tallos ocasionó que la planta tuviera una mayor acumulación de biomasa seca un total de 47.8 g, esto debido al mayor número de tallos y hojas por planta. Aunado a esto Zambrano *et al.*, (2014) quienes aplicaron tres dosis diferentes de fertilización en pepino (60, 120 y 240 kg. ha⁻¹), obteniendo como resultado que la dosis medianamente alta tendió a promover un mayor peso seco de la planta con 14.29 g, mientras que la dosis más baja presentó un peso de 12.82 g.

Tabla 5. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre el contenido de materia seca.

	Peso seco del tallo (g)	Peso seco de la hoja (g)
Híbridos		
Bereket	114.50 a	130.25 a
Cruz	44.83 b	99.08 a
ANOVA	<0.0001	0.0621
Podas de producción		
Poda 1	77.17 a	118.67 a
Poda 2	82.17 a	110.67 a
ANOVA	0.5887	0.6138
Soluciones nutritivas		
Solución 1	83.75 a	115.42 a
Solución 2	75.58 a	113.92 a
ANOVA	0.3808	0.9243

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables peso seco del tallo y peso seco de la hoja presentaron diferencias significativas entre híbridos debido al efecto de las podas y soluciones nutritivas. El híbrido Bereket con poda 2 y solución nutritiva 2 aumentó el peso seco del tallo, de manera similar este híbrido con el tratamiento de poda 1 y solución nutritiva 2 incrementó el peso seco de la hoja. El híbrido Cruz con poda 1 y solución nutritiva 1 obtuvo el menor peso en cuanto a la variable de peso seco del tallo y con la poda 1 y solución nutritiva 2 el valor más bajo de peso seco de la hoja (Tabla 6).

Nuestros resultados son similares a los reportados por Balta *et al.*, (2015) quien realizó un experimento donde evaluó tres dosis de fertilización en el cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) reporta que el contenido de materia seca aumentó en el tratamiento de mayor concentración de nutrientes. También menciona que una mayor concentración de los elementos como el N, P y K permiten un mejor crecimiento y

desarrollo de la planta, por ende, mayor contenido de materia seca. De igual manera Zambrano *et al.*, (2014) utilizó tres dosis diferentes (60, 120 y 240 kg. ha⁻¹) en la fertilización de pepino, comprobó que al analizar las variables respuesta de la planta, en lo que se refiere específicamente a crecimiento y acumulación de materia seca, siempre mostraron sus menores valores en el tratamiento con la menor aplicación de fertilizante.

Tabla 6. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre el contenido de materia seca.

Híbrido	Trat.	Peso seco del tallo (g)	Peso seco de la hoja (g)
Bereket	P1-S1	114.33 a	150.33 ab
	P2-S1	104.33 a	94.33 abc
	P1-S2	121.67 a	156.00 a
	P2-S2	117.67 a	120.33 abc
Cruz	P1-S1	35.00 b	86.00 bc
	P2-S1	48.67 b	131.00 abc
	P1-S2	37.67 b	82.33 c
	P2-S2	58.00 b	97.00 abc
ANOVA		0.0002	0.1705

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2: Poda 2, dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

6.4. Componentes de rendimiento

El análisis de varianza muestra que los híbridos presentaron diferencias significativas, siendo el híbrido Bereket el que presentó mayor número de frutos, longitud del fruto, peso promedio de fruto y rendimiento (Tabla 7) en comparación con el híbrido Cruz (17, 10, 9 y 28 %, respectivamente). Las podas de producción presentaron diferencias significativas, la poda 1 aumentó el número de frutos y el rendimiento, mientras que la poda 2 aumentó el peso promedio de frutos (Tabla 7). Las soluciones

nutritivas presentaron diferencias significativas, la solución nutritiva 2 aumentó el número de frutos y la solución nutritiva 1 aumentó el peso promedio de frutos. En contraste con nuestros resultados obtenidos, Díaz y Pérez (2017) evaluaron tres sistemas de poda (dejando un tallo secundario, dos tallos secundarios y plantas sin poda) en melón (*Cucumis melo* L), obteniendo como resultado que el tratamiento donde no se realizaron podas fue el que aumentó el número de frutos por planta (1.22), en comparación a los que se dejó 1 y 2 tallos secundarios (0.73 y 0.85). De modo contrario López *et al.*, (2011), quien utilizó dos sistemas de podas en pepino, una dejando 1 tallo por planta sin eliminar el punto apical y la otra dejando 2 tallos por planta eliminando el punto apical, menciona que la poda 1 presentó mayor número de frutos por planta, con 17.7 frutos. Lo que concuerda los resultados de este trabajo, obteniendo que la poda en donde se dejaba un tallo secundario disminuyó el número de frutos por planta. Olalde *et al.*, (2014) quienes estudiaron el sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido, obtuvieron que la poda de tallos secundarios presentó un rendimiento de 76.048g en comparación con el tratamiento sin poda (66.368 g).

Tabla 7. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre las componentes de rendimiento de pepino persa.

	Número de frutos por planta	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (mm)	Peso promedio del fruto (g)	Rendimiento/planta (g)
Híbridos					
Bereket	9.10 a	17.53 a	46.05 a	406.62 a	3681.55 a
Cruz	7.79 b	15.95 b	45.73 a	371.33 b	2867.24 b
ANOVA	0.0052	0.0002	0.4615	<0.0001	<0.0001
Podas de Producción					
Poda 1	9.22 a	16.84 a	46.00 a	380.96 b	3486.46 a
Poda 2	7.67 b	16.64 a	45.78 a	396.99 a	3062.33 b
ANOVA	0.0009	0.5423	0.6276	0.0007	0.0143
Soluciones Nutritivas					
Solución 1	7.95 b	17.01 a	46.19 a	395.32 a	3156.91 a
Solución 2	8.94 a	16.47 a	45.59 a	382.64 b	3391.87 a
ANOVA	0.0313	0.1163	0.1822	0.0072	0.1717

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables número de frutos por planta, longitud de fruto, diámetro del fruto, peso promedio del fruto y rendimiento por planta tuvieron diferencias significativas entre los híbridos, debido al efecto de las podas y soluciones nutritivas (Tabla 8). En el híbrido Bereket, la poda 2 y solución 1 fue la que influyó en el aumento de frutos por planta, peso promedio de frutos y rendimiento por planta, de manera similar con poda 1 y solución 1 presentó mayor longitud de fruto, asimismo con poda 1 y solución 2 obtuvo un valor mayor en cuanto a la variable diámetro del fruto (Tabla 8). El híbrido Cruz con poda 1 y solución 2 presentó un incremento en el número de frutos por planta, mientras que con poda 2 y solución 1 aumentó el diámetro del fruto. Estos resultados son similares a los reportados por Ayala *et al.*, (2019) quien evaluó dos diferentes tipos de podas en pepino, obteniendo como resultado que el tratamiento de la poda dejando un tallo por planta incrementó el peso de los frutos desde un 12% hasta un 18%, lo que observamos en

nuestros resultados de manera similar donde en la poda 2 dejando un tallo secundario, el peso de los frutos aumentó.

Por otra parte Bravo *et al.*, (2016) en un experimento realizó podas de pepino dejando 1, 2 y 3 tallos secundarios por planta, obteniendo un rendimiento de 381.250 kg. ha⁻¹ en las plantas con poda a 2 tallos secundarios. Aguirre (2017) de igual manera utilizó podas en pepinillo dejando uno, dos y tres ejes por tallo, obtuvo 15.4 frutos cosechados por planta en la poda de 3 tallos secundarios, a diferencia de la poda 1 y 2 obteniendo 7,7 frutos y 5,8 frutos cosechados por planta respectivamente.

Tabla 8. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre las componentes de rendimiento de los híbridos de pepino persa.

Híbrido	Trat.	Número de frutos	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (mm)	Peso promedio del fruto (g)	Rendimiento /planta (g)
Bereket	P1-S1	8.39 bc	18.47 a	46.85 ab	408.52 a	3426.50 bc
	P2-S1	10.06 a	17.53 ab	45.06 bc	420.37 a	4203.56 a
	P1-S2	9.89 ab	17.12 abc	47.42 a	388.17 b	3818.15 abc
	P2-S2	8.06 cd	16.99 bcd	44.88 c	409.43 a	3277.97 cd
Cruz	P1-S1	7.25 cde	16.09 cd	44.87 c	371.03 bc	2688.34 de
	P2-S1	5.94 e	15.94 cd	47.98 a	380.98 b	2246.50 e
	P1-S2	11.28 a	15.68 d	44.85 c	356.28 c	3982.44 ab
	P2-S2	6.56 de	16.09 cd	45.21 bc	376.66 b	2488.92 e
ANOVA		<0.0001	0.0064	0.0054	<0.0001	<0.0001

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2, Poda 2; dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

6.5. Concentración de nutrientes en savia del peciolo en etapa de floración

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza, los híbridos, podas de producción y soluciones nutritivas no presentaron diferencias significativas en cuanto a la variable pH, pero si en las variables nitrato, Potasio y Calcio (Tabla 9). El Híbrido Cruz y la solución nutritiva 1 son los que presentaron un incremento en cuanto a la variable Nitratos con una diferencia significativa de 32 % respectivamente. En la poda 1 y solución 1 de este mismo, presentó mayor concentración de Calcio (80, 20 y 62 % respectivamente). El Híbrido Bereket con la poda 1 y solución 2 obtuvieron mayor aumento en la variable Potasio (12, 7 y 13% respectivamente) (Tabla 9). Salazar (2012) determinó el requerimiento macronutricional de las plantas de *Capsicum annuum* L. y encontró la concentración de nitrógeno más alta en las hojas (5.5 kg), mientras que el mayor contenido de Potasio se concentró en los frutos (8.13 kg), lo que concuerda con los resultados obtenidos en nuestro experimento. Por su parte Rica *et al.*, (2012) al evaluar dos métodos de nutrición en sandía, encontró que la máxima absorción total de Nitrógeno se dio durante las etapas de floración (249 kg.ha⁻¹) y fructificación (231 kg.ha⁻¹), que fueron las etapas que evaluamos, pero en la etapa de floración obtuvimos una mayor concentración de Nitrógeno y Potasio.

Tabla 9. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de floración.

	pH	NO ³ (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)
Híbridos				
Bereket	6.27 a	2625.00 b	4150.00 a	101.83 b
Cruz	6.29 a	3466.67 a	3700.00 b	183.33 a
ANOVA	0.4176	0.0037	<0.0001	<0.0001
Podas de Producción				
Poda 1	6.31 a	3108.33 a	4066.67 a	155.33 a
Poda 2	6.25 a	2983.33 a	3783.33 b	129.83 b
ANOVA	0.0700	0.6216	0.0025	0.0267
Soluciones Nutritivas				
Solución 1	6.28 a	3466.67 a	3675.00 b	178.33 a
Solución 2	6.28 a	2625.00 b	4175.00 a	106.83 b
ANOVA	0.7851	0.0037	<0.0001	<0.0001

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables de pH, Nitratos, Potasio y Calcio tuvieron diferencias significativas entre los híbridos, debido al efecto de las podas y soluciones nutritivas en la etapa de floración, el Híbrido Cruz con tratamiento de la poda 1 y solución 1 presentó mayor pH, Nitratos y Calcio (Tabla 10). El híbrido Bereket con poda 2 y solución 2 aumentó la concentración de Potasio. La poda 2 y solución 1 de este mismo híbrido fue el más alto en cuanto a Nitratos, y la poda y solución 2 el más bajo en concentración de Calcio. El híbrido Cruz con tratamiento de la poda 2 y solución 1 disminuyó el pH, de manera similar disminuyó el Potasio con el tratamiento de poda 1 y solución 1 (Tabla 10). Balta *et al.*, (2015) evaluó la absorción y concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en *Plukenetia volubilis* L. obteniendo como resultado que el nitrógeno fue el elemento acumulado en mayor cantidad en los órganos de la planta (72.06 kg N ha), seguido por el Potasio (64.39 kg K ha) y el fósforo (14.36 kg P ha), caso contrario en nuestros resultados el Potasio fue el nutriente con mayor concentración en savia del peciolo y frutos. Por otra parte Parra

et al., (2016) evaluó la producción de pepino, en un sistema hidropónico cerrado, utilizando fibra de coco como sustrato, obtuvo una reducción de crecimiento del 9.98% debido a una baja concentración de Nitrógeno.

Tabla 10. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de floración de los híbridos.

Híbrido	Trat.	pH	NO ³ (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)
Bereket	P1-S1	6.27 bc	2700.00 bc	3633.33 b	140.00 b
	P2-S1	6.27 bc	3466.67ab	4133.33 a	110.00 bcd
	P1-S2	6.27 bc	2133.33 c	4366.67 a	88.00 cd
	P2-S2	6.27 bc	2200.0 c	4466.67 a	69.33 d
Cruz	P1-S1	6.43 a	4300.00 a	3433.33 b	243.33 a
	P2-S1	6.17 c	3400.00 ab	3500.00 b	220.00 a
	P1-S2	6.27 bc	3300.00 ab	3700.00 b	150.00 b
	P2-S2	6.30 b	2866.67 bc	4166.67a	120.00 bc
ANOVA		0.0335	0.0082	<0.0001	<0.0001

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2: Poda 2, dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

6.6. Concentración de nutrientes en savia del peciolo en etapa de fructificación

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza, los híbridos y soluciones nutritivas presentaron diferencias significativas en cuanto a las variables pH y Calcio, las podas no presentaron diferencias significativas. El híbrido Cruz presentó mayor pH (2 %) y contenido de Calcio (40 %). La solución nutritiva 1 aumentó la concentración de Calcio (Tabla 11). Barraza (2017) quien evaluó la absorción de N, P, K, Ca y Mg en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) menciona que la mayor absorción de macronutrientes en pepino se observó con la aplicación de la solución nutritiva universal

Steiner al 175 % de concentración. En comparación con las concentraciones de la solución al 25, 75 y 125 % de manera similar en nuestros resultados la solución que aumento la concentración de nitrógeno fue la más alta.

Zambrano *et al.*, (2014) en una investigación acerca del crecimiento, producción y extracción de N-P-K en plantas de pepino, encontró que la dosis más baja de fertilización provocó un retraso en la maduración de los frutos, es decir la mayor producción se obtuvo en la última cosecha y en las dosis más altas se obtuvo una maduración temprana de frutos obteniendo sus mejores producciones.

Tabla 11. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de fructificación.

	pH	NO ⁻³ (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)
Híbridos				
Bereket	5.78 b	355.00 a	3616.67 a	31.75 b
Cruz	5.87 a	362.50 a	3450.00 a	44.75 a
ANOVA	0.0096	0.7527	0.1724	<0.0001
Podas de Producción				
Poda 1	5.81 a	378.33 a	3575.00 a	39.08 a
Poda 2	5.83 a	339.17 a	3491.67 a	37.42 a
ANOVA	0.4344	0.1135	0.4853	0.4872
Soluciones Nutritivas				
Solución 1	5.82 a	378.33 a	3616.67 a	40.83 a
Solución 2	5.83 a	339.17 a	3450.00 a	35.67 b
ANOVA	0.7927	0.1135	0.1724	0.0425

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables pH, Nitratos, Potasio y Calcio tuvieron diferencias significativas entre los híbridos, debido al efecto de las podas y soluciones nutritivas. El híbrido Cruz con la poda 2 y solución 2 aumentó el pH. La poda 1 con solución 1 del mismo híbrido obtuvo los valores más altos en contenido de Nitratos (Tabla 12). De manera similar con

la poda 2 y solución 1 obtuvo un incremento en concentración de Potasio. El híbrido Bereket no presentó diferencias significativas debido a las podas y soluciones nutritivas (Tabla 12).

En contraste con nuestros resultados Rica *et al.*, (2012) quien analizó las curvas de absorción de nutrientes utilizando dos métodos de fertilización en sandía, encontró que la absorción total del K en el cultivo de sandía fue mayor durante la etapa de fructificación (89.6 kg.ha⁻¹), el aumento de K en el follaje se observó hasta los 45 días después de la siembra y a partir de ese momento la cantidad de K aumentó en los frutos hasta los 57 días. Rodríguez y Pire (2004) quienes evaluaron la extracción de N, P, K, Ca y Mg en las plantas de melón (*Cucumis melo* L.) encontraron que la extracción de Nitrógeno en el peciolo del cultivo de melón fue de 1.28 g por planta.

Tabla 12. Efecto de la interacción de las podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes en savia del peciolo en la etapa de fructificación de los híbridos.

Híbrido	Trat.	pH	NO ⁻³ (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)
Bereket	P1-S1	5.77 c	390.00 ab	3733.33 a	33.00 c
	P2-S1	5.77 c	356.67 ab	3833.33 a	34.00 c
	P1-S2	5.77 c	356.67 ab	3366.67 ab	31.00 c
	P2-S2	5.80 bc	316.67 b	3500.00 ab	29.00 c
Cruz	P1-S1	5.90 ab	426.67 a	3700.00 a	44.33 ab
	P2-S1	5.83 abc	340.00 ab	3200.00 b	52.00 a
	P1-S2	5.83 abc	340.00 ab	3500.00 ab	48.00 a
	P2-S2	5.93 a	343.33 ab	3400.00 ab	34.67 bc
ANOVA		0.1021	0.4172	0.1906	0.0008

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2: Poda 2, dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD (p≤0.05).

6.7. Concentración de nutrientes en los frutos

El análisis de varianza mostró que los híbridos, podas y soluciones nutritivas, no presentaron diferencias significativas en las variables de pH, Nitratos, Potasio, y Calcio, a excepción de la variable °Brix, que se observó una diferencia en cuanto a las soluciones nutritivas, siendo la solución 1 la que aumento esta variable (18.71%) (Tabla 13). Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Zambrano *et al.*, (2014), quien evaluó el crecimiento, producción y extracción de N-P-K en plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) ante diferentes dosis de fertilizante. Como resultado obtuvo que, en promedio, el elemento mayormente extraído fue el Nitrógeno (35,6 kg/ha) mientras el Potasio y el Fósforo presentaron valores mucho menores (20,0 y 4,2 kg/ha, respectivamente).

Tabla 13. Efectos independientes de los híbridos, podas y soluciones nutritivas sobre la concentración de nutrientes, CE y °Brix en los frutos de pepino.

	pH	NO³ (mg L⁻¹)	K⁺ (mg L⁻¹)	Ca²⁺ (mg L⁻¹)	CE (dS/m)	°Brix
Híbridos						
Bereket	4.82 a	75.17 a	1425.00 a	16.25 a	4.74 a	2.23 a
Cruz	4.87 a	78.83 a	1308.33 a	19.92 a	4.54 a	2.22 a
ANOVA	0.3188	0.5694	0.0580	0.2725	0.4166	0.9344
Podas de Producción						
Poda 1	4.84 a	78.08 a	1358.33 a	20.00 a	4.72 a	2.23 a
Poda 2	4.84 a	75.92 a	1375.00 a	16.17 a	4.56 a	2.21 a
ANOVA	>0.9999	0.7358	0.7742	0.2521	0.5142	0.8051
Soluciones Nutritivas						
Solución 1	4.88 a	81.08 a	1400.00 a	17.58 a	4.66 a	2.41 a
Solución 2	4.80 a	72.92 a	1333.33 a	18.58 a	4.62 a	2.03 b
ANOVA	0.1056	0.2140	0.2603	0.7606	0.8804	0.0017

Poda 1: eliminación de brotes axilares. Poda 2: dejando un brote axilar. Solución 1: Solución nutritiva alta en N y Ca. Solución 2: Solución nutritiva baja en N y Ca. CE= Conductividad eléctrica. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables pH, Nitratos, Potasio, Calcio, Conductividad eléctrica y °Brix tuvieron diferencias significativas entre los híbridos, debido al efecto de las podas y soluciones nutritivas (Tabla 14). La poda 1 y solución 1 del Híbrido Cruz presento un aumento en las variables pH, Nitratos, Calcio y °Brix. cabe señalar que de este mismo híbrido el tratamiento de poda 1 solución 2 también presento el valor más bajo. El híbrido Bereket con poda 1 y 2 de la solución 1 y la poda 2 con solución 2 incrementaron la concentración de Potasio (Tabla 14). Alejo *et al.*, (2021) quien evaluó el requerimiento nutrimental y nutrición potásica en pepino persa con poda a un solo tallo, obtuvieron que a medida que se incrementó la concentración de K^+ en la solución nutritiva, aumentó el valor de °Brix (2.60). Esto resulta ser similar a lo obtenido en nuestros resultados, donde la dosis alta aumento el contenido de °Brix en el fruto. Por su parte Rodríguez y Pire (2004) evaluaron la extracción de N, P, K, Ca y Mg por plantas de melón, encontraron que la mayor concentración de N se encontró en la lámina foliar ($3,8\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y la de K en el peciolo ($3.7\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), mientras que la menor concentración de ambos elementos se observó en la raíz del cultivo (2.1 y $1.6\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente).

Tabla 14. Efectos de la interacción de las podas y soluciones nutritivas en la concentración de nutrientes, CE y °Brix de los frutos de los híbridos.

Híbridos	Trat.	pH	NO ³ (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	CE (dS/m)	°Brix
Bereket	P1-S1	4.80 b	73.67 b	1466.67 a	13.00 b	4.99 a	2.37 ab
	P2-S1	4.87 ab	76.00 b	1466.67 a	16.33 ab	4.54 a	2.40 ab
	P1-S2	4.77 b	68.67 b	1300.00 a	18.00 ab	4.70 a	2.03 bc
	P2-S2	4.83 ab	82.33 ab	1466.67 a	17.67 ab	4.73 a	2.10 bc
Cruz	P1-S1	5.03 a	104.67 a	1366.67 a	27.33 a	4.63 a	2.67 a
	P2-S1	4.83 ab	70.00 b	1300.00 a	13.67 ab	4.48 a	2.20 bc
	P1-S2	4.77 b	65.33 b	1300.00 a	21.67 ab	4.56 a	1.87 c
	P2-S2	4.83 ab	75.33 b	1266.67 a	17.00 ab	4.50 a	2.13 bc
ANOVA		0.2271	0.1350	0.3735	0.4563	0.9658	0.0278

P1: Poda 1, eliminación de brotes axilares. P2: Poda 2, dejando un brote axilar. S1: Solución nutritiva alta en N y Ca. S2: Solución nutritiva baja en N y Ca. CE= Conductividad eléctrica. ANOVA= Valor p. Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Fisher LSD ($p \leq 0.05$).

7. CONCLUSIONES

La evaluación de los híbridos Cruz y Bereket bajo condiciones de invernadero en Loma Bonita, dio como resultado que el híbrido Bereket destacó en las variables de crecimiento y rendimiento utilizando la poda de producción 2 y con solución nutritiva alta en Nitrógeno y Calcio en comparación con el híbrido Cruz.

La aplicación de la solución nutritiva con alta concentración de Nitrógeno y Calcio aumentó el contenido de estos macroelementos en la savia del peciolo de la hoja de pepino persa en la etapa de floración, de manera similar, incrementó el contenido de azúcares (° Brix) de los frutos de pepino persa mejorando su calidad.

La producción de los híbridos persa bajo condiciones de invernadero y con una concentración equilibrada de nutrientes en la solución nutritiva podría ser una alternativa viable de producción en Loma Bonita, Oaxaca.

8. LITERATURA CITADA

- Aguirre-Ramírez, J.A. (2017). Efecto de poda 1,2,3 y 4 ramas por planta en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido Em American Slicer 160 F1 Hyb, en la provincia de Lamas. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2477/tesis-aguirre.pdf?sequence=1> Fecha de consulta: 10.08.2020
- Aguirre-Vega, W.P. (2014). Evaluación de las podas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), Palmales 2014. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Machala. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/909>. Fecha de consulta:10.08.2020
- Alejo-Santiago, G., Becerra-Venegas, S.G., Bugarín-Montoya, R., Aburto-González, C.A., Quiñones-Aguilar, E.E., Rincón-Enríquez, G., Juárez-Rosete, C.R. (2021). Nutrient requirement and potassium nutrition in Persian cucumber with pruning to a single stem. *Terra Latinoam.* 39, pp:1–10. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.906>
- Ayala-Tafoya, F., López-Orona, C.A., Yáñez-Juárez, M.G., Díaz-Valdez, T., Velázquez Alcaraz, T. de J., Parra-Delgado, J.M. (2019). Densidad de plantas y poda de tallos en la producción de pepino en invernadero. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas* 10, pp:79–90. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1211>
- Balta-Crisólogo, R.A., Rodríguez-Del-Castillo, Á.M., Guerrero-Abad, R., Cachique, D., Alva-Plasencia, E., Arévalo-López, L., Loli, O. (2015). Absorción y concentración de Nitrógeno, fósforo y potasio en sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en suelos ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amaz.* Pp:24, 23. Disponible en: <https://doi.org/10.24841/fa.v24i2.68>
- Barraza, F.V. (2017). Absorción de N, P, K, Ca y Mg en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema hidropónico. *Rev. Colomb. ciencias Hortíc.* 11, pp:343–350.
- Bastida, A. (1999). El Medio de Cultivo de las Plantas. Sustratos para Hidroponía y Producción de Plantas Ornamentales. Serie de publicaciones AGRIBOT No. 4 UACH. Preparatoria Agrícola, Chapingo, Mex. 72 pp.

- Blanco, F.F., Folegatti, M.V. (2003). A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. *Hortic. Bras.* 21, pp:666–669. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362003000400019>
- Bravo-Bravo, P.J., José Fernando, Z.B., Luis Enrique, P.M., Rubén Dario, R.F. (2016). Influencia de la Densidad de siembra y la poda en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L). *Español Cienc.* 2(2), pp:50–53.
- Burt, J. (2007). Growing cucumbers in protected cultivation in Western Australia. *Dep. Agric. Food. Perth, Aust.* Pp:1–15.
- Carmona, V., Costa, L., Filho, A., 2015. Symptoms of Nutrient Deficiencies on Cucumbers. *Int. J. Plant Soil Sci.* 8, 1–11. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2015/20243>
- Díaz-Alvarado, J.M., Monge-Pérez, J.E. (2017). Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) cultivado bajo invernadero. *Rev. Colomb. Ciencias Hortícolas* 11, pp:21–29. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5742>
- Haifa. (2014). Nutritional recommendations for: cucumber in open fields, tunnels and greenhouse Nutr. Recomm. cucumber open fields, tunnels Greenh. Disponible en: <https://www.haifa-group.com/files/Guides/Cucumber.pdf> (consultado 3.12.21).
- Hazera México. (2020). Hazera seeds of growth. pepino persa. Disponible en: <https://www.hazera.mx/product/cruz/> (consultado 10.9.21).
- Hochmuth, R.C. (2001). Greenhouse Cucumber Production - Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, Vol 3 1. UF/IFAS Ext. Gainesv. 3, 1–7. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/CV268> Fecha de consulta: 21.03.2021
- Infoagro. (2020). Guía práctica para la producción profesional e intensiva del pepino, hortaliza de la familia de las cucurbitáceas. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino__parte_i_.asp. (consultado.10.9.21).
- InfoStat. (2020). Software Estadístico. Disponible en línea en: www.infostat.com.ar; cited on 28 Sep 2020

- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2019). Sistema Información Geográfica. Disponible en: <https://www.gob.mx/inafed> (consultado 1.18.20).
- Intagri S.C. (2021). Tipos de Pepino Cultivados bajo. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/tipos-de-pepino-cultivados-bajo-invernadero> Fecha de consulta: 18.05.2020
- Intagri S.C. (2021) Solución Nutritivas y su Monitoreo Mediante Análisis Químico Completo. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/solucion-nutritiva-y-su-monitoreo-mediante-analisis-quimico-completo>. Fecha de consulta: consultado 10.25.21
- López-Elías, Julio C. Rodríguez, Marco A. Huez L., Sergio Garza O., José Jiménez L., E.I.L.E. (2011). Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. IDESIA 29, N2, pp:21–27. <https://doi.org/10.1111/j.1753-6405.1992.tb00030.x>
- Jones J. B. (2004). The plant root: its roles and functions. In: Hydroponics Guide for the Soilless Grower. (pp:19–28). Crs press. Disponible en: <https://www.routledge.com/Hydroponics-A-Practical-Guide-for-the-Soilless-Grower/Jones-Jr/p/book/9780849331671>(Fecha de colsulta: 22/08/2021)
- Kristkova, E., Lebeda, A., Vinter, V., Blahousek, O. (2003): Genetic resources of the genus *Cucumis* and their morphological description, Hort. Sci. 30 (1), pp: 14-42. Disponible en: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/51564.pdf>. (Fecha de consulta: 20/08/2021).
- López Zamora, C.M. (2003). Guía Pepino. Centro Nacional Tecnológico Agropecuario y Forestal.pag 45. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/GuiaPepino2003.pdf>. Fecha de consulta: 20.04.2021
- Maboko, M. M., Du Plooy, C. P., & Chiloane, S. (2017). Yield and mineral content of hydroponically grown mini-cucumber (*Cucumis sativus* L.) as affected by reduced nutrient concentration and foliar fertilizer application. HortScience, 52(12), pp:1728–1733. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12496-17>
- Magric Millacar. (2020). Pepino Bereket F1. Disponible en: <https://www.millacar.com/semillas.html>. Fecha de consulta: 10.09.21

- Mengel & Kirkby. (1987). Principios de nutrición vegetal. 4a. Edición. 692 pp
- Nannfeld, J.A., 1953. Species Plantarum. Taxon 2, pp:37–38.
<https://doi.org/10.2307/1217337>
- Ojer, M., Reginato, G., Vallejos, F., Boulet, A. (2011). Poda de formación y producción. Producción de duraznos para industria. 3, pp:79–101.
- Nelson, P. (2003). Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, USA
- Olalde, V., Mastache, Á., Carreño, E., Martínez, J., & Ramírez, M. (2014). El sistema de Tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido. Revista Interciencia 2014, 39, 1(1), pp: 712-717. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932433005%0ACómo>. Fecha de consulta: 05.06.2020
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). (2021). Producción vegetal. Disponible en: <http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s08.htm> (consultado 9.22.21).
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAOSTAT). (2018). Cantidades de producción de pepino, por país. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#home> (Consultado 2021-05-11)
- Parra, T.S., Eduardo, G., Terán, G., Rubio, W., Hernández, S. (2016). Relación NO-3/ K + en la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de pepino hidropónico * RNO-3 / K + ratio in nutrient solution on growth and yield of hydroponic cucumber Introducción. Rev. Mex. Ciencias Agrícolas. 7, pp:1389–1400.
- Perdomo, C.; Barbazán, M.; Duran, J. (1994). Nitrógeno. Cátedra de Fertilidad. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica. Montevideo. Uruguay, pp:74. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf> Fecha de consulta: 05.06.2020
- Pino, M. (2013). El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). Contacto Rural. vol 3, pp:10–11.
- Reche Marmol, J. (1995). Poda de hortalizas en invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_01-02.pdf. Fecha de consulta: 05.06.2020

- Rica, U.D.C., Villalobos, V., Edgar, V., Camacho, S., Rafael, E., Rica, U.D.C., Villalobos, E.V.V. (2012). Curvas de absorción de nutrientes bajo dos métodos de fertilización en sandía, en Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes Rev. las Sedes Reg.* XIII, 19–44. <https://doi.org/2215-2458>
- Rodríguez, Z., Pire, R. (2004). Extracción de N, P, K, Ca y Mg por plantas de melón (*Cucumis melo* L.) híbrido Packstar bajo condiciones de Tarabana. *Revista de la Facultad Agronomía.* 21, 141–154.
- Salazar-Jara FI, J.-L.P. (2012). Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annum* L.). *Revista bio ciencias.* 2(2), pp:27–34.
- San Martín J. (2010). Recomendaciones prácticas para la Poda en arándanos. *Revista federación de productores de frutas* No128. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14918711/recomendaciones-practicas-para-la-poda-en-fedefruta> Fecha de consulta: 08.09.2021
- Santos Coello B. y Ríos Mesa D. (2016). Cálculo de Soluciones Nutritivas En suelo y sin suelo. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1ª. edición. Cabildo Insular de Tenerife
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Estadístico la Producción agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (consultado 11.4.20).
- Silva, G.F. da, Fontes, P.C.R., Lima, L.P.F., Araújo, T.O. de, Silva, L. de F. (2011). Aspectos morfoanatómicos de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo omisión de nutrientes. *Revista verde.* vol 6, pp:3–20.
- Sonneveld C. and W. Voogt. (2009). Sustratos: características químicas y preparación. *Nutrición vegetal de cultivos de invernadero.* (pp: 431, 227-256). Saltador. Disponible en: <https://research.wur.nl/en/publications/substrates-chemical-characteristics-and-preparation>. (Fecha de consulta: 22/08/2021)
- Steiner, A.A. (1968). Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. *Soilles Cult.* 324-341.
- Takane, R., S. Yanagisawa. (2013). Técnica en sustratos para la floricultura. 1a edición. Fortaleza, BRA
- Terabayashi S., I. Muramatsu, S. Tokutani, M. Ando, E. Kitagawa, T. Shigemori, S. D. and Y. F. (2004). Relación entre la tasa de absorción semanal de nutrientes

durante las etapas de fructificación y el peso del fruto del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivado hidropónicamente. Revista de la Sociedad Japonesa de Ciencias Hortícolas (Japón), 73(ISSN: 0013-7626), pp:324–329. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=JP2004008173>. Fecha de consulta: 16.10.2021

Ulloa, F. & Prado, J. (2016). Efecto en el rendimientos y calidad de los frutos de sandía (*Citrullus lanatus*), cultivar Mickey Lee, con poda de formación. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4248/1/230057.pdf>. Fecha de consulta: 16.10.2021

Zambrano, J.C., Rodríguez, E., (2014). Crecimiento, producción y extracción de N-P-K en plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) ante diferentes dosis de fertilizante. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 46. pp:85-88. <https://www.researchgate.net/publication/265598931Crecimiento>

Zamora, E. (2017). EL cultivo de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plásticas, Universidad de Sonora. Cultivos Protegidos HORT-CP-007. 1-8. Disponible en: <http://www.dagus.uson.mx/Zamora/6>. El cultivo de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plasticas.pdf. Fecha de consulta: 20.08.2020

9. ANEXOS

9.1 Evidencia fotográfica del experimento



Figura 2. Siembra en charolas (a), colocación del sistema de riego (b) y trasplante en macetas de los híbridos Bereket y Cruz (c y d).



Figura 4. Determinación de nutrientes (a), cosecha de pepinos (b) y aplicaciones foliares de fungicidas (c y d).



Figura 5. Calidad de frutos de los híbridos Cruz (a) y Bereket (b).