

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Adaptabilidad y producción de pepino blanco (*Cucumis sativus*) bajo diferentes regímenes de riego.

Por:

WILIAM ANTONIO ESCALANTE GONZÁLEZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Adaptabilidad y producción de pepino blanco (*Cucumis sativus*) bajo diferentes regímenes de riego.

Por:

WILIAM ANTONIO ESCALANTE GONZÁLEZ

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

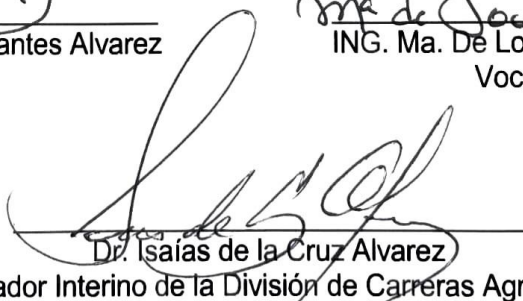
Aprobada por:


Ph.D. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Presidente


M.C. Ricardo Israel Ramirez Gottfried
Vocal


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Vocal


ING. Ma. De Lourdes Ortiz Pérez
Vocal Suplente


Dr. Isaiás de la Cruz Alvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Adaptabilidad y producción de pepino blanco (*Cucumis sativus*) bajo diferentes regímenes de riego.

Por:

WILIAM ANTONIO ESCALANTE GONZÁLEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

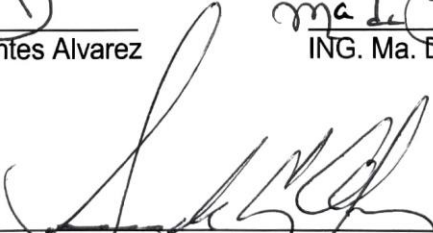
Aprobada por el Comité de Asesoría:


PhD. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Asesor Principal


M.C. Ricardo Israel Ramirez Gottfried
Asesor


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Asesor


ING. Ma. De Lourdes Ortiz Pérez
Coasesor
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO


Dr. Isaías de la Cruz Alvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2021

AGRADECIMIENTOS

Gracias mi Dios, por la vida, salud, su gran misericordia y bendiciones, gracias por regalarme una hermosa familia, permitirme estudiar y lograr mi sueño. Todo te lo debo a ti mi Señor.

A mis padres Marco Antonio Escalante Roblero y Elvina González Pérez que con todo su amor y cariño me han inculcado los buenos valores y me han apoyado durante todo este tiempo para que cumpliera mi meta.

A mis hermanos Zuleyma Adileni, Brayner y Yesli Aremi, por su apoyo incondicional a través de este tiempo.

A mi Alma Mater por la oportunidad de estudiar en sus aulas y cobijarme desde el primer día.

A mis asesores PhD. Vicente De Paul Alvarez Reyna, M.C. Ricardo Israel Gottfried y M.C. Edgardo Cervantes Alvarez por compartir sus conocimientos, su apoyo, paciencia y disposición para realizar este trabajo

DEDICATORIAS

A Dios por la oportunidad de hacer mis sueños una realidad y ser mi motor de impulso para seguir trabajando.

A la familia Escalante y González por el apoyo y afecto que han demostrado a lo largo de mi vida.

A mi padre porque es un guerrero en esta batalla llamada vida, un ejemplo para no rendirme y tener el carácter de luchar por lo que quiero.

A mi madre por que ha sido mi referente para alcanzar mis objetivos al darme cuenta que es una mujer fuerte y valiente.

A mis hermanos más que una familia somos amigos con múltiples de propósitos que lograremos juntos.

A mi rancho el "Pacayalito" el cual me vió crecer trabajando la tierra, forjando el amor por la agricultura y durante todo este tiempo hasta el día de hoy a sustentar mis gastos económicos.

RESUMEN

El alto consumo de agua por la agricultura ha generado la necesidad de buscar nuevas estrategias que eficiente su uso. El pepino es una hortaliza con alto valor de mercado y uno de los más consumidos a nivel mundial, lo que ha provocado que cada año la superficie cultivada aumente e incremente la demanda de agua. México es uno de principales países productores de pepino en el mundo, estados como Sinaloa y Michoacán son los principales productores de pepino. Actualmente nos encontramos con la grave problemática de disponibilidad de agua para riego, mayormente en regiones donde la precipitación es escasa tal es el caso de la Comarca Lagunera. El experimento se realizó en campo abierto, en ciclo primavera-verano 2021, en los meses mayo-agosto, el propósito del presente trabajo fué evaluar la adaptabilidad y producción del pepino blanco (*Cucumis sativus*) bajo diferentes regímenes de riego. El diseño experimental utilizado fué un completamente al azar. Los tratamientos evaluados fueron cuatro (65%, 80%, 95% y 100% ETr) con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), número de hojas por planta, peso de fruto (gr), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm), número de frutos y rendimiento (ton/ha). El pepino banco presentó buena adaptación a las condiciones de la región, en las variables evaluadas únicamente se encontró diferencia en rendimiento. El mejor rendimiento fué obtenido aplicando el 100 % de la ETr.

Palabras clave: Pepino blanco, Régimen de riego, Evapotranspiración, Estrés hídrico, Producción.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURA	viii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2. 1. Antecedentes	3
2.2. Sequía.....	3
2.3. Importancia del agua	4
2.3.1. El agua en la agricultura	4
2.4. Producción agrícola en México.....	5
2.5. Evapotranspiración (ET).....	6
2.5.1. Factores que afectan la evapotranspiración	6
2.5.2. Evapotranspiración de referencia (Eto).....	6
2.5.3. Evapotranspiración de los cultivos (ETc).	7
2.5.4 Estimación de evapotranspiración	7
2.6. Método de tanque evaporímetro tipo A.....	7
2.6.1 Coeficiente del cultivo (Kc)	7
2.6.2. Factores que determinan el Kc.....	8

2.6.3. Curva del coeficiente del cultivo	8
2.7. Programación de riego	10
2.7.1. Eficiencia de riego	10
2.7.2. Riego por goteo.....	11
2.7.3. Estrés hídrico	11
2.8. Pepino (<i>Cucumis sativus</i>).	11
2.8.1. Origen	11
2.8.2. Taxonomía	12
2.9. Producción de pepino a nivel mundial	12
2.9.1. Producción de pepino en México.....	12
2.10. Requerimientos edafoclimáticos	13
2.11. Prácticas culturales	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Localización del sitio experimental	19
3.2. Clima.....	19
3.3. Material Genético	20
3.4. Producción de plántulas	20
3.5. Preparación del terreno	21
3.6. Labores culturales	23
3.7. Variables evaluadas	29
3.8. Diseño experimental.....	29
3.9. Análisis estadístico.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Altura de planta	31
4.2. Número de hojas	31

4.4. Longitud de fruto	33
4.5. Diámetro de fruto.....	33
4.6. Número total de frutos	34
4.7. Rendimiento (ton/ha)	34
V. CONCLUSIONES	35
VI. BIBLIOGRAFÍA	36

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PRINCIPALES ENTIDADES PRODUCTORAS DE PEPINO (SIAP, 2018).-----	13
CUADRO 2. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA, ALTURA DE PLANTA (CM) DE PEPINO BLANCO BAJO DIFERENTES RÉGIMENES DE RIEGO. UAAAN-UL.2021. -----	32
CUADRO 3. PESO DE FRUTO, LONGITUD DE FRUTO Y DIÁMETRO DE FRUTO DE PEPINO BLANCO BAJO REGÍMENES DE RIEGO. UAAAN-UL. 2021.--	33
CUADRO 4. NÚMERO DE FRUTOS Y RENDIMIENTO (TON/HA) DE PEPINO BLANCO BAJO DIFERENTES REGÍMENES DE RIEGO. -----	34

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1. CURVA DE KC (FAO, 2006).	9
FIGURA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, 2021.....	19
FIGURA 3. PREPARACIÓN DE SUSTRATO Y SIEMBRA.	20
FIGURA 4. PREPARACIÓN DE TERRENO.....	21
FIGURA 5. COLOCACIÓN DE TUTORES.....	22
FIGURA 7. INSTALACIÓN DE LÍNEAS REGANTES.....	23
FIGURA 6. INSTALACIÓN DE MANIFOLD.....	23
FIGURA 8. TRASPLANTE.	24
FIGURA 9. CONTROL DE MALEZA.	24
FIGURA 10. PODA DE MANTENIMIENTO.....	25
FIGURA 11. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.	26
FIGURA 12. TUTOREO.	27
FIGURA 13. FERTILIZACIÓN.....	27

INTRODUCCIÓN

El uso del agua en la agricultura es uno de los temas centrales en la actualidad que pone en riesgo la seguridad alimentaria, Con el fin de asegurar la alimentación y la gestión del agua, es necesario producir más con menos agua, para garantizar un uso eficiente del agua. En la optimización del recurso hídrico se requiere integrar el manejo de suelo, agua, planta y nutrientes, como una adecuada programación del riego, el uso de sistemas de riego más eficientes, así como el manejo de la fertilización para garantizar el buen desarrollo de los cultivos. Siendo necesario la aplicación del riego de acuerdo a las necesidades del cultivo para que sea absorbida más eficientemente por el mismo (FAO, 2020). El riego es un factor determinante para el crecimiento y producción de los cultivos. Un exceso o déficit influye sobre el rendimiento. Los cultivos sujetos a déficit de agua comprometen su desarrollo vegetativo y mecanismos de respuesta a esta condición. En el cultivo de pepino el estrés hídrico disminuye su producción, desarrollo radicular, calidad de fruto, poco vigor e incrementa el aborto de flores.

La eficiencia en uso de agua puede mejorarse a partir de la reducción de la pérdida de agua por evapotranspiración en los cultivos. Conocer los requerimientos del cultivo permite aplicar la cantidad requerida (Olalla *et al.*, 2005).

La Comarca Lagunera es una región agrícola de nuestro país, con baja precipitación anual por lo cual el agua es escasa, por lo que se requiere buscar cultivos alternativos y remunerativos más eficientes en el uso de agua.

Objetivo

Evaluar la adaptabilidad y producción de pepino blanco (*Cucumis sativus*) bajo diferentes regímenes de riego.

Hipótesis

El pepino blanco se adapta a las condiciones de la región y su producción es similar bajo los diferentes regímenes de riego.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. Antecedentes

El cambio climático es sin lugar a duda una amenaza para la tierra, por los procesos de degradación que puede alterar los ecosistemas como son: intensidad de lluvia, inundaciones, temperatura, periodos largos sequía, viento, etc. El cambio climático afecta la seguridad alimentaria, frecuencia y severidad de la sequía, ya que estos procesos reducen el rendimiento de los cultivos. El riesgo que plantea el cambio climático depende de la evolución de los patrones de población, consumo, producción y desarrollo tecnológico (Allen. 2006).

2.2. Sequía

Es un riesgo natural que afecta directamente a poblaciones que viven en regiones áridas y semiáridas. Aproximadamente 1200 millones de personas viven en zonas agrícolas con problemas de disponibilidad de agua. En Asia meridional, Asia oriental, sudoriental, Asia central y África aproximadamente una quinta parte de la población vive en zonas agrícolas con déficit hídrico (FAO, 2017).

En América latina, el Caribe, y Oceanía entre el 1 y el 4 por ciento viven en zonas con limitaciones de recurso hídrico. En regiones donde el porcentaje es mayor, se practica agricultura de temporal (FAO, 2020).

Ante la crítica situación es necesario buscar estrategias que contribuyan al uso sostenible y productivo del agua en la agricultura. La gestión del agua en la agricultura comprende condiciones como: pasar de regar los cultivos con riego de

secano a regadío (FAO, 2020). El uso eficiente del agua de riego contribuye a su ahorro, incrementa el rendimiento de los cultivos y reduce la evapotranspiración (FAO, 2020).

2.3. Importancia del agua

El agua es un factor necesario para el desarrollo de actividades económicas relacionadas con la agricultura, ganadería, industria, energía, etc. Dos tercios de la superficie terrestre están cubiertos de agua, el volúmen total de agua en la tierra es aproximadamente de 1.386 millones de kilómetros cúbicos (km³), pero se estima que el agua dulce disponible anualmente para consumo humano varía entre 12.500 y 14.000 kilómetros cúbicos (Blanco, 2015).

El 97 por ciento del agua de la tierra es agua salada (Martinez, 2017), menos del 3 por ciento del agua en el mundo es agua dulce destinada para satisfacer necesidades de la población, el 8 por ciento se utiliza a nivel doméstico, el 22 por ciento en la industria y 70 por ciento en la agricultura (Blanco, 2015).

2.3.1. El agua en la agricultura

El agua es un factor limitante en la producción agrícola a nivel mundial, consume el 70 por ciento del agua dulce que se extrae anualmente en el mundo. En el siglo XX el consumo de agua aumentó diez veces más, sin embargo, con el desarrollo industrial y tecnológico se incrementó la competencia por el de agua en la agricultura (Villalobos *et al.*, 2017).

La demanda de agua por la agricultura es incierta, todo dependerá de la demanda de alimento, de acuerdo al incremento en la población, variación del clima, eficiencia de la producción agrícola (IICA, 2017).

La superficie cultivada en el mundo es de 1,557 millones de hectáreas, de éstas, 324 millones se manejan bajo riego. En medio siglo la superficie cultivada se incrementó en un 14 por ciento, mientras que la población se multiplicó por 2.5. Sin embargo es evidente que a pesar de eso la productividad del campo se ha incrementado de manera exponencial, la producción de alimentos ha incrementado prácticamente lo mismo que la población (Martínez, 2017).

2.4. Producción agrícola en México

En México el riego agrícola consume 35 % del agua subterránea y el 65% del agua superficial, su eficiencia oscila entre 86 y 76 % (López *et al*, 2017). El sector agrícola mexicano sigue en crecimiento continuo, con un valor de producción de 675.000 millones de pesos en 2019, en 2020 el valor disminuyó a 630.000 millones de pesos. La superficie agrícola ha disminuido debido al cambio a nuevas técnicas de cultivo que generan mayor producción con la misma o menos cantidad de tierras. En 2020 y 2019 la superficie de siembra se mantuvo por debajo de 20 millones de hectáreas. En 2020 la superficie sembrada aproximadamente fué de 18.1 millones de hectáreas y la cosecha logró cerca de las 17.05 millones de hectáreas (Statista, 2020).

México cuenta con zonas áridas y semiáridas, donde la precipitación es escasa e insuficiente para mantener una vegetación verde (Ortega, 2014).

2.5. Evapotranspiración (ET)

La ET es la combinación de dos procesos separados donde el agua se pierde por evaporación de la superficie del suelo y transpiración de las plantas expresada milímetros (mm) por unidad de tiempo (FAO, 2006).

2.5.1. Factores que afectan la evapotranspiración

Los factores climáticos que afectan la ET son: la radiación, temperatura y humedad atmosférica. Los factores de cultivo: tipo de cultivo, variedad, etapa de desarrollo, altura, rugosidad a la transpiración, cobertura del suelo y sistema radicular. Se han desarrollado métodos indirectos para determinar la ET a partir de estos factores (FAO, 2006).

La demanda evaporativa del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c) se refiere a la demanda de evaporación de la atmósfera sobre cultivos que se desarrollan en condiciones óptimas de agua en el suelo. (FAO, 2006).

Existen otros factores que afectan la ET_c, como salinidad o baja fertilidad del suelo, fertilizantes, enfermedades, esto puede limitar el desarrollo del cultivo y reducir la evapotranspiración (FAO, 2006).

2.5.2. Evapotranspiración de referencia (E_{to}).

Se define a la tasa de evapotranspiración de referencia de un cultivo sin restricción de agua (FAO, 2006).

2.5.3. Evapotranspiración de los cultivos (ETc).

La evapotranspiración del cultivo (ETc) se calcula multiplicando Eto por el coeficiente del cultivo (kc).

$ETc = \text{Evapotranspiración de referencia} * \text{Coeficiente del cultivo}$ (FAO, 2006).

2.5.4 Estimación de evapotranspiración

La evapotranspiración se puede determinar experimentalmente o puede ser calculada mediante expresiones empíricas o semi empíricas, algunas de ellas basadas en medidas directas (FAO, 2006).

2.6. Método de tanque evaporímetro tipo A

El tanque evaporímetro tipo A es muy utilizado para la planificación del riego. Método que mide el efecto integrado del clima, de fácil lectura y económico (Allen, *et al.*, 2006). Para estimar Eto a partir del tanque evaporímetro es necesario conocer el coeficiente del tanque (Kp) (FAO, 2006).

2.6.1 Coeficiente del cultivo (Kc)

El Kc se refiere al cociente entre la evapotranspiración del cultivo y la evapotranspiración de cultivo de referencia (FAO, 2006).

2.6.2. Factores que determinan el Kc

El Kc integra las características de un cultivo típico en campo que lo distingue al pasto de referencia el cual posee una apariencia uniforme y cubre completamente el suelo. Las características del cultivo definen el valor de Kc así como el de evaporación (FAO, 2006). La curva de Kc durante el crecimiento del cultivo se presenta en la Figura 1.

2.6.3. Curva del coeficiente del cultivo

La curva de Kc durante el crecimiento de un cultivo se presenta en la Figura 1. En la cual se presenta el valor de Kc en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo. Etapa inicial que va de la siembra hasta que el cultivo cubre el 10 por ciento del suelo. Fase de desarrollo, empieza cuando culmina la anterior hasta el crecimiento máximo de la planta, fase intermedia, de la floración hasta que el cultivo alcanza 80 por ciento de cobertura, y fase final que va desde la madurez hasta la cosecha.

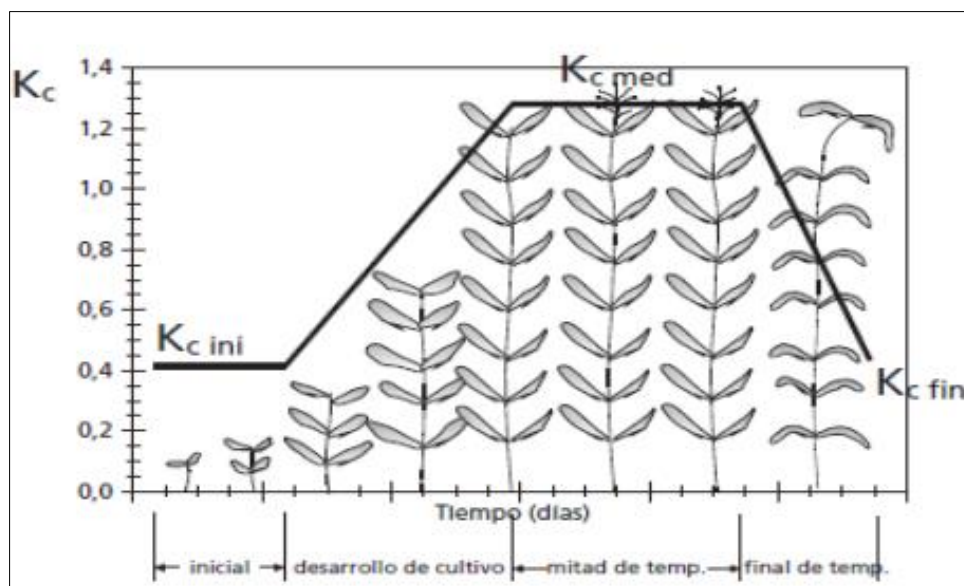


Figura 1. Curva de K_c (FAO, 2006).

Los cultivos anuales normalmente se diferencian 4 etapas:

- ❖ Inicial: en germinación y emergencia cuando la superficie del suelo no está cubierto.
- ❖ Desarrollo: comienza cuando termina la etapa inicial, hasta que alcanza una cobertura efectiva completa.
- ❖ Media: de la cubierta efectiva completa hasta que inicia la maduración.
- ❖ Maduración: de la maduración hasta el punto máximo para la recolección.

Con el desarrollo del cultivo, el valor de K_c va cambiando debido al grado de cobertura del suelo. En la etapa inicial el valor de K_c es poco, durante el desarrollo va aumentando, hasta llegar a la etapa media o de floración donde el valor de K_c alcanza su máximo, para luego descender cuando la planta entra en etapa de maduración hasta la cosecha (FAO, 2006).

2.7. Programación de riego

La programación del riego es una herramienta para determinar la cantidad de agua a aplicar y cuándo regar un cultivo que crece bajo condiciones de clima y suelo determinado (Risco *et al.*, 2018).

Los agricultores comúnmente realizan la programación de riego de acuerdo a condiciones meteorológicas pasadas, generalmente con una frecuencia de programación semanal, para ello, se utiliza la evapotranspiración (ET) de los días anteriores (Carricondo *et al.*, 2020). La programación del riego puede realizarse en base al contenido de humedad en el suelo, estado de agua en la planta o bien en ciertos parámetros climáticos.

2.7.1. Eficiencia de riego

En México se ha demostrado la baja eficiencia del riego que se refleja en los rendimientos (Kg m^{-3}) (CONAGUA, 2017). El sector agrícola puede reducir el consumo de agua empleando sistemas de riego eficientes (Kadasiddappa *et al.*, 2017) e implementando la programación del riego (Rosales y Flores, 2017).

Las nuevas técnicas de riego son ideales para obtener mejores rendimientos, son fáciles de operar aumentando la eficiencia en uso de agua (Kadasiddappa *et al.*, 2017). El uso eficiente del agua influencia los rendimientos de los cultivos (Betancourt *et al.*, 2017).

2.7.2. Riego por goteo

El riego por goteo es un sistema presurizado donde el agua se conduce y distribuye por conductos cerrados que necesitan presión. Conocido también como riego localizado por su alta capacidad de formar bulbos de humedad uniformes en el suelo, suficiente para el buen desarrollo del cultivo. El sistema de riego por goteo es uno de los preferidos ya que su eficiencia oscila entre 90 y 95 % (Varughese y Habeeburrahman, 2015). Se denomina de alta frecuencia ya que permite regar la veces que se decida, dependiendo de las necesidades y condiciones, así reducir el peligro de estrés hídrico (Liotta, 2015). La eficiencia en uso de agua en riego deficitario representa un ahorro de 43.7 % con respecto a riego superficial (Sanchez y Meza, 2014).

2.7.3. Estrés hídrico

El efecto de estrés hídrico en las plantas depende de la especie y su grado de tolerancia a la falta de recurso hídrico. El estrés hídrico se da a partir de un desvío del porcentaje óptimo de humedad cuyo efecto actúa sobre el desarrollo de las plantas y en la producción de las cosechas. Este proceso se refleja en la coloración, tamaño y caída de hojas, de frutos y alteración de la floración (Olalla *et al.*, 2005).

2.8. Pepino (*Cucumis sativus*).

2.8.1. Origen

El pepino se originó en las regiones tropicales del sur de Asia. Se ha cultivado desde hace más de 3.000 años. La explotación del pepino como alimento

y uso terapéutico se extendió a Egipto, Grecia y Roma. De esta manera se introdujo a Europa y China, actualmente, el pepino es una hortaliza importante después del tomate, col y cebolla (Ferro, 2020).

2.8.2. Taxonomía

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: Cucumis

Nombre científico: *Cucumis sativus*

Nombre común: pepino (Infoagro, 2021).

2.9. Producción de pepino a nivel mundial

El pepino es una hortaliza de alto valor económico, debido a la exportación y consumo alrededor de todo el mundo (Figuroa y Espinoza, 2009).

La producción de pepino del año 2008 al 2012 experimentó un crecimiento continuo, en 2008 fué de 58, 522,000 toneladas, y en 2012 de 65, 134,000 toneladas de pepino (hortoinfo. 2014). En 2019 se registró una producción de 75 millones de toneladas de pepino (Statista, 2020).

2.9.1. Producción de pepino en México

La producción de pepino en México es de 700 mil toneladas al año. El consumo anual per cápita es de 4.2 kilogramos. Los principales estados que cultivan

pepino son: Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos y Veracruz (Hidroponia .mx, 2017).

México se encuentra entre los países que producen pepino a nivel mundial, en exportación se encuentra en tercer lugar después de España y Holanda, el principal consumidor es Estados Unidos (Hidroponia. Mx, 2017).

La superficie sembrada y cosechada de pepino en el año 2018 se muestra en el cuadro 2. Al año se siembran alrededor de 17,000 hectáreas, Sonora en primer lugar con 38 por ciento, seguido por Michoacán con 18 por ciento de la producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales entidades productoras de pepino (SIAP, 2018).

Entidad	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	%
Total Nacional	19,623.5	1,072,047.6	100.0
Sinaloa	4,392.5	358,681.1	33.5
Sonora	2,646.8	253,842.9	23.7
Michoacán	3,801.6	103,402.1	9.6
Guanajuato	1,458	50,373.8	4.7
Baja California	641.7	49,587.5	4.6

2.10. Requerimientos edafoclimáticos

Suelo. Puede desarrollarse en cualquier tipo de suelo, lo ideal sería un suelo arcilloso- arenoso a franco (López, 2003).

Temperatura. El pepino requiere temperatura entre 20°- 30°Centígrados. Si sobrepasa los 30°C existe un desequilibrio en la planta y la temperatura mínima nocturna es de 12° a 1°centígrados. (Antonio *et al.*, 2019).

Altura. Es productivo en un rango de 400 hasta 1200 metros sobre el nivel del mar (López, 2003).

Humedad Relativa. Un cultivo muy exigente en término de humedad relativa, humedad óptima a la cual las plantas se pueden desarrollar sin ningún problema son: durante el día de 60-70 % y durante la noche 70-90% (López, 2003).

2.11. Prácticas culturales

Preparación del terreno

Es importante realizar esta labor mucho antes de establecer el cultivo, la preparación del terreno es sin duda una labor importante que determina el buen establecimiento y desarrollo del cultivo. Por ello cada actividad en manejo del suelo debe ser lo mejor posible, trabajos como subsuelo, barbecho, arado y nivelación (López, 2003).

Surcado

Se puede realizar manual o mecánicamente, el ancho depende el sistema de siembra, de alto de 25 a 30 cm (López, 2003).

Surcado

La mayoría realiza la siembra en surcos o camas y algunos directamente en el suelo. En cualquiera de los casos se recomienda que la semilla sea depositada a una profundidad de 2 a 3 cm, dependiendo de la cantidad de semilla con que se cuente se puede sembrar de 2 a 3 semillas por golpe para asegurar la germinación de todas, en este caso se tendría que realizar un raleo dejando de una a dos plantas (López, 2003).

Densidad de plantación

La densidad de plantación depende ciclo en que se vaya a trabajar si se desea trabajar un ciclo corto lo ideal es trabajar con marcos de plantación de 1.5 metros entre hileras y a 0.40 m entre plantas, sin embargo si es un ciclo largo es necesario manejar marcos más amplios para evitar problemas como son los bajos rendimientos, presencia de plagas y enfermedades, en algunos casos dificultad para trabajar (López, 2003).

Tutorado

Consiste en dirigir a la planta a su hábito trepador con crecimiento indeterminado, de esta manera la planta tendrá un mejor aprovechamiento de energía solar, mayor ventilación, mejor manejo de la planta. El tutorado consiste en sostener a la planta con hilo de propileno (rafia) sujeto un extremo a la zona basal del tallo de la planta y el otro extremo a la altura donde se encuentra el tutor o alambre donde se considere que alcance la planta. El trabajo consiste en ir anillando

a la planta sujetándolo a la rafia, hasta llegar a una altura considerable (López, 2003).

Poda de formación

Práctica que consiste en eliminar las primeras flores, frutos y chupones que en su mayoría se presentan en los nudos del tallo principal, es importante eliminar cuando tienen una altura considerable, ya que si se sobrepasa dificultará para eliminarla o incluso al grado de dañar el tallo por un desgarramiento (Bojaca *et al.*, 2012).

Poda de mantenimiento

Consiste en eliminar frutos que se presentan a parte del fruto principal en el nudo del tallo principal o secundario con la finalidad de que se desarrolle bien y logre buena calidad (Bojaca *et al.*, 2012).

Deshoje

Después de la cosecha, se deben retirar las hojas que inician el proceso de senescencia, esto reduce la posibilidad de ataque de plagas y enfermedades además que da lugar a mayor ventilación al interior de la planta (Bojaca *et al.*, 2012).

Raleo de frutos

Se trata de ir eliminando frutos pequeños, deformes incluso enfermos, que muchas veces se presentan en el tallo principal y secundario. Es importante ya que

la presencia de estos limitaría en algunos casos el desarrollo de los frutos de interés (Bojaca *et al.*, 2012).

Fertilización

La fertilización se realiza mediante las necesidades nutricionales del cultivo, sin embargo, se recomienda suministrar los nutrientes mediante fracciones durante todo el ciclo del cultivo, en este caso se aporta como base el Fósforo (P) y Potasio (K) durante la siembra, el aporte de Nitrógeno (N) se realiza por fracciones a los 8, 20, 30 y 40 días después de la siembra (dds) el 20%, 20%, 30% y 30% respectivamente. Es necesario realizar aplicaciones foliares, al inicio de la floración y durante el cuajado de los frutos. El laboratorio de suelo del CENTA recomienda la aportación de 130 N, 120 P y 130 K kg/ha, calculado de acuerdo a la demanda nutricional (López, 2003).

Riego

El contenido de humedad en el cultivo del pepino es un factor importante que determina la producción, por ello es necesario evitar condiciones de estrés hídrico en etapas de germinación, floración y formación de frutos, por lo cual se sugiere mantener el suelo a capacidad de campo (CC), por medio de programa de riego, de acuerdo a la edad del cultivo y evapotranspiración (López, 2003).

En el sistema de riego es necesario considerar aspectos del terreno como la topografía y dimensión. En riego por goteo es necesario que la cintilla se establezca en el lomo del surco para que cada emisor coincida con el

establecimiento de las plantas con el fin de formar un buen bulbo de humedad y sea bien aprovechado por el sistema radicular. Es importante mantener el buen drenaje en los surcos para evitar excesos de agua y permitir la buena aireación de las raíces (López, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL) ubicada a un costado del periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe km 1.5. Torreón, Coahuila, México. Su ubicación geográfica en las coordenadas 25°33'24"N, 103°22'17"W (Figura 2).



Figura 2. Ubicación geográfica del proyecto de investigación, 2021.

3.2. Clima

La región presenta un clima árido-semiárido con baja precipitación durante el año entre 200 y 600 mm (Cervantes y Franco, 2016). Es una región con

temperaturas anuales entre 28° y 40°C. Los meses más fríos son diciembre y enero con un promedio de temperatura menor de 5.8°C (CNA, 2000).

3.3. Material Genético

La variedad utilizada fue Pepino Blanco de fruto con color característico entre blanco y amarillo. Semilla obtenida en el estado de Veracruz.

3.4. Producción de plántulas

La producción de plántulas se llevó a cabo en el invernadero del departamento de Riego y Drenaje de la Universidad. Se utilizaron charolas de poliestireno (unicel) con 200 cavidades, las cuales fueron previamente lavadas con jabón y desinfectadas con HCl. Fueron llenadas con sustrato peat-moss, para enseguida colocar una semilla por cavidad (Figura 3).



Figura 3. Preparación de sustrato y siembra.

3.5. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en las labores culturales (Figura 4).



Figura 4. Preparación de terreno.

Barbecho

Se realizó mecánicamente con la finalidad de romper, aflojar, voltear la capa arable del suelo, enterrar los residuos vegetales para su descomposición, aumentar la fertilidad y el contenido de materia orgánica.

Rastreo

Esta actividad consistió en desmoronar los terrones dejando la tierra floja y así tener las condiciones adecuadas de suelo para el trasplante de planta.

Trazo de surcos

El levantamiento de surcos fue con un espaciamiento de 0.75 m lo cual se realizó manualmente utilizando azadón.

Colocacion de tutores

Postes de 2.30 metros de longitud, fueron enterrados en el centro de los surcos a una profundidad de 0.5 m y una distancia de 3.5 m entre postes (Figura 5), colocando alambre de acero inoxidable tensado para el proceso de tutoreo de las plantas.



Figura 5. Colocación de tutores.

Sistema de riego

Se utilizó riego por goteo, su instalación consistió en una línea principal conectada a una secundaria, por medio de un manifold se colocó un inyector venturi para la realización de la fertirrigación (Figura 6).

En la línea secundaria se realizaron perforaciones a 75 cm, mediante insertores se introdujeron mangueras con llaves de paso para el control del riego, en ellas se colocaron las cintillas (Líneas regantes). La cintilla de riego utilizada fue de la marca Aqua Traxx (TORO) calibre 6000 con espaciamento entre emisores de

20 cm, el gasto por emisor fue de 0.75 l/h a una presión de operación de 6 PSI (Figura 7).



Figura 7. Instalación de manifold.



Figura 6. Instalación de líneas regantes.

3.6. Labores culturales

Trasplante

A los 15 cm de altura de las plántulas se realizó el trasplante, antes del trasplante se aplicó un riego de 6 horas con la finalidad de tener humedad adecuada para la planta. El trasplante se realizó por la tarde para evitar deshidratación y asegurar su adaptación. Se utilizó un trozo de madera de cabo de escoba para realizar los hoyos en el suelo e introducir el cepellón de las plantas y cubrirlo con suelo a ras del mismo (Figura 8). El distanciamiento entre planta y planta fue de 0.40 m.



Figura 8. Trasplante.

Control de maleza

Con la finalidad de evitar la competencia por agua, luz, y nutrientes con el cultivo se realizó control de maleza de forma manual, consistió en 4 deshierbes durante el ciclo del cultivo, con este procedimiento se eliminaron las malezas que pudieran fungir como hospederas de plaga (Figura 9).



Figura 9. Control de maleza.

Poda

La poda se realizó por semana durante todo el desarrollo del cultivo, consistió en eliminar brotes que se generaban en las axilas de las plantas con la ayuda de tijera y navaja, se realizó con la finalidad de permitir el crecimiento vertical solamente en la guía principal y ésta se pudiera desarrollar sin tener que competir con tallos secundarios (Figura 10).



Figura 10. Poda de mantenimiento.

Control de plagas y enfermedades

Se realizaron 6 aplicaciones durante el ciclo del cultivo para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) como insecticida orgánico se utilizó jabón de uso doméstico “Salvo” a una dosis de 2 ml/l (Figura 11).



Figura 11. Control de plagas y enfermedades.

Tutoreo

El tutoreo se efectuó cuando las plantas alcanzaron una altura de 30 centímetros en promedio, se realizó mediante el uso de rafia de 2 metros de largo, la cual fué sujeta de la base del tallo al alambre del tutor. Esta actividad se realizó con el objetivo de que las plantas se mantuvieran en forma vertical sujetas a la rafia, para el buen desarrollo y aprovechamiento de luz (Figura 12).



Figura 12. Tutoreo.

Fertilización

El suministro de fertilizante se realizó por medio del riego utilizando el inyector venturi en una solución de 100 litros de agua (Figura 13), el primer aporte de fertilizante se realizó a los 15 días después de trasplante (ddt) con 2 kg de Yaramila Star (21-17-03-4), Complejo de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, se realizaron dos aportes de Urea ácida (46-0-0), a los 40 y 50 ddt a dosis de 3 l/200 l de agua, también se realizaron dos aportes de Nitrato de potasio NKS (12-0-46) a



Figura 13. Fertilización.

los 60 y 70 ddt a dosis de 3 kg /200 l de agua. Se realizaron 2 aplicaciones foliares al inicio de cuajado a base de potasio (12-5-25) a dosis de 2 ml/l, se llevaron a cabo con una bomba manual de 15 l, las cuales fueron aplicadas en las mañanas y tardes para no provocar estrés en la planta si se aplicaba a medio día en condiciones de alta temperatura.

Riego

Los riegos se realizaron cada tercer día de acuerdo a los tratamientos en estudio al 65, 80, 95 y 100 de ETr determinada por el Tanque Evaporímetro Tipo A.

A continuación se detalla el procedimiento del cálculo de ETr, Lámina de riego (Lr), volúmen de agua y el tiempo de riego (Tr).

Primeramente se sumaron los datos de evaporación (EV) de los tres días registrado por el Tanque evaporímetro Tipo A, posteriormente este dato se multiplicó por el Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp) (0.75), para obtener la evapotranspiración de los tres días. La fórmula es la siguiente:

$$ETr = EV * Kp$$

Para obtener la Lr (cm) se multiplicó la ETr por los porcentajes aplicados

$$Lr * 65\% = Lr1$$

$$Lr * 80\% = Lr2$$

$$Lr * 95\% = Lr3$$

$$Lr * 100\% = Lr4$$

El volúmen de agua (m^3) se obtuvo multiplicando la Lr por la superficie (área de tratamiento).

$$\text{Vol- T1} = \text{Lr} * a$$

$$\text{Vol- T2} = \text{Lr} * a$$

$$\text{Vol- T3} = \text{Lr} * a$$

$$\text{Vol- T4} = \text{Lr} * a$$

Para calcular el Tr se dividió el volúmen de agua entre el gasto del gotero (Qg).

$$\text{Tr-T1} = \text{vol} / Qg$$

$$\text{Tr- T2} = \text{vol} / Qg$$

$$\text{Tr- T3} = \text{vol} / Qg$$

$$\text{Tr- T4} = \text{vol} / Qg$$

3.7. Variables evaluadas

Las variables en el estudio fueron: altura de planta (cm), número de hojas, peso de fruto (gr), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm), número de frutos y rendimiento (ton/ha).

3.8. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fué completamente al azar, 4 tratamientos (T1- 65%, T2- 80%, T3- 95%, T4- 100%) con 4 repeticiones. Cada tratamiento constó de dos surcos, con una superficie de $10.5 m^2$. La parcela experimental fué de $84 m^2$.

3.9. Análisis estadístico

En análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

La altura de planta en los tratamientos bajo regímenes de riego al 65, 80, 95 y 100 % de ETr se observan en el Cuadro 2.

Los resultados en la prueba de medias reflejaron diferencias estadísticas. La altura de planta bajo régimen de 95 y 100% de ETr mostró la misma altura. Los regímenes de 85 y 95% de ETr mostraron la misma altura de planta. Se obtuvieron plantas similares en altura bajo aplicación de 65 y 80 % de ETc. Sin embargo el régimen de 65 y 80 % presenta diferencia en altura de planta con régimen de 100% de ETr. La altura de planta en régimen de 65 y 95 % de ETr fue diferente. Los resultados de altura de planta obtenidos en este trabajo son inferiores a Tapia, (2014), reportó altura de planta de 125 cm manejando lámina de riego al 75% de ETc, superando a láminas de riego al 100% de ETc con 112.8 cm de altura. Resultados obtenidos por Rivera, (2021), aplicando el 70 % de ETc la altura obtenida fué de 121 cm siendo superior a 100% de ETc con plantas de 115 cm de altura.

4.2. Número de hojas

El número de hojas por planta en los regímenes de riego se presenta en Cuadro 2. El análisis estadístico indicó diferencia estadística entre tratamientos. La aplicación de 80, 95 y 100% de ETr presentaron número de hojas similar. El número

de hojas bajo la aplicación de 100% de ETr fue diferente número al número de hojas obtenidas aplicando el 65 % de ETr. El número de hojas por planta al aplicar 65, 80 y 95 % de ETr fue similar. El número de hojas por planta obtenidos en el estudio o este trabajo fueron superiores a los obtenidos por Caicedo y Varela, (2014), que reporta números de hojas por planta de 13 aplicando 25 % de ETc, y 21 para condiciones con 100 % de ETc.

Cuadro 2. Número de hojas por planta, altura de planta (cm) de pepino blanco bajo diferentes régimenes de riego. UAAAN-UL.2021.

Etr (%)	No. Hojas/planta	Altura de planta (cm)
65	25.83 b	56.30 c
80	27.33 ab	66.73 bc
95	29.16 ab	76.32 ab
100	31 a	80.71 a

Medias con las mismas letras son estadísticamente iguales Tukey ($p \leq 0.05$)

4.3. Peso del fruto

El análisis estadístico no detectó diferencia estadística en peso de fruto en los tratamientos de riego evaluados (Cuadro 3). Sin embargo, se observó una tendencia a incrementar el peso del fruto al aumentar la ETr. Resultados inferiores a los reportados por Sandro (2016) a una reposición de agua del 60% se obtuvieron frutos de 671 gr. En reposición del 30 y 45 % frutos de 667 y 647 gr respectivamente.

4.4. Longitud de fruto

En longitud de fruto al igual que para peso de fruto tampoco se encontró diferencia entre tratamientos de riego. Al igual que peso de fruto la longitud de fruto tendió a incrementarse a mayor disponibilidad de agua (Cuadro 3). Rivera, (2021), reporta resultados de longitud de fruto de 25 cm al aplicar 100% de ETr y 23 cm al 70% de ETc, siendo superiores a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

4.5. Diámetro de fruto

No se encontró diferencia en diámetro de fruto (Cuadro 3). Observándose la tendencia a un ligero incremento al aplicarse mayor porcentaje de ETr. La tendencia es similar a los reportados por González (2013) en la disminución del 10 % de tiempo de riego encontró frutos de 70 mm de diámetro mientras que al reducir el tiempo de riego al 30 y 40% obtuvo diámetros de 41 mm y 38 mm respectivamente.

Cuadro 3. Peso de fruto (gr), longitud de fruto (cm) y diámetro de fruto (mm) de pepino blanco bajo regímenes de riego. UAAAN-UL. 2021.

Etr (%)	Peso de fruto (gr)	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (mm)
65	291.49	16.56	56.18
80	318.12	17.49	57.35
95	345.97	17.99	57.59
100	373.91	18.83	60.05

4.6. Número total de frutos

El número de frutos por planta fue similar bajo los diferentes tratamientos evaluados (Cuadro 4). Resultados que coinciden con los obtenidos por Rivera (2021) aplicando láminas de riego de 70%, 80%, 90% y 100% de ETc de 7 frutos por planta.

4.7. Rendimiento (ton/ha)

En rendimiento (ton/ha) si se presentó diferencia entre tratamientos de riego (Cuadro 4). El mayor rendimiento se obtuvo aplicando 80, 95 y 100% de la ETr los cuales fueron de 32.09, 43.23 y 49.01 respectivamente. El tratamiento de 100% de ETr fue diferente al de 65% de ETr. Siendo 65% de ETr similar a 80 y 95% de Etr. Resultados que concuerdan con los de Zamora, (2014), reportó que el rendimiento del pepino depende directamente del porcentaje de agua aplicado, obteniendo el mejor rendimiento aplicando una lámina de riego de 100% de ETc. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en este estudio fueron superiores a los reportados por Tápia, (2014), con un rendimiento de 28.54 ton/ha aplicando una lámina de 75% de ETc.

Cuadro 4. Número de frutos y rendimiento (ton/ha) de pepino blanco bajo diferentes regímenes de riego. UAAAN-UL. 2021.

ETr (%)	No. de frutos	Rendimiento ton/ha
65	7.25	28.25 b
80	4.75	32.09 ab
95	6.50	43.23 ab
100	5.00	49.01 a

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio se concluye:

El pepino blanco (*Cucumis sativus*) se adaptó a las condiciones de la región.

El régimen de riego afectó la altura, número de hojas y rendimiento del cultivo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Allen G, R., Pereira, L., Smith, M., & Raes, D. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *Food & Agriculture Org*, 56, 322.
- Antonio L, M., Yam-Tzec, J., Palacios T, R., Diaz F, G., & Ramírez S, A. (2019). Caracterización física de frutos y rendimiento de pepino (*Cucumis sativum L*) en condiciones de casa sombra y campo abierto. *Producción Agropecuaria*, 67-72.
- Betancourt A, C. R., Tartabull P, T., & Labaut B, Y. (2015). Betancourt A., C.R., T. Tartabull El manejo integrado del agua en la agricultura: necesidad de implementación y aspectos vinculados. *Revista científica*, 50.
- Blanco De la Torre, F. (2015). Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución. Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos del mundo. 50.
- Bojacá , C., Casilimas H, Monsalve, O., Gil, E., Villagrán , E., & Stella, L. (2012). Manual de producción de pepino bajo invernadero. 211.
- Caicedo R, C. E., & Varela P, W. E. (2014). Aporte de un plan de uso eficiente del agua en cultivo protegido de pepino mediante la evapotranspiración. *Tesis Licenciatura*, 39.

- Cariricondo A, J. M., Martínez A, F., & Jiménez B, M. A. (2016). Evaluación de la evapotranspiración de referencia para la programación del riego mediante predicciones climáticas . 92-96.
- Cervantes R, M. C., & Franco G, A. M. (2016). Diagnóstico ambiental de la Comarca Lagunera.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). (2000). *Cuencas Centrales del Norte*. Torreón.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2017). *Estadística del agua en México*. México.
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *FAO*, 322.
- FAO. (2017). *Catálogo de la FAO*. Roma, Italia.
- FAO. (2017). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. En *Aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva* (pág. 201). Roma.
- FAO. (2020). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma.
- Ferro V, J. M. (2020). Guía práctica de verduras y hortalizas. 272.
- González G, L. G., Rodríguez A, D., Jiménez A, M. C., Boicet F, T., & Espinoza M, S. (2013). Evaluación del Bibras-16 en el cultivo de pepino con disminución del tiempo de riego en la provincia Holguín. *40*, 45-49.

Hidroponia Mx. (2017). Situación actual del cultivo de pepino en México. Recuperado el 28 de 11 de 2021, de [Hidroponia.mx/situación-actual-del-cultivo-del-pepino-en-mexico/](https://hidroponia.mx/situación-actual-del-cultivo-del-pepino-en-mexico/).

Hortoinfo. (2014). Producción mundial del pepino. Recuperado el 01 de 11 de 2021 de <https://www.hortoinfo.es/index.php/4693-prod-mund-pepino-020614>.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2017). El agua para la agricultura de las Américas. 152.

Infoagro. (2021). Producción de pepino en un cultivo protegido. Recuperado el 20 de 11 de 2021 de <https://mexico.infoagro.com/produccion-de-pepino-en-un-cultivo-protegido/>.

Kadasiddappa, M. M., Praveen R, V., Yella R, K., Ramulu, V., Uma D, M., & Narender R, S. (2017). Effect of irrigation (drip/surface) on sunflower growth, seed and oil yield, nutrient uptake and water use efficiency-A review. *Agriculture Reviews*, 38(2), 152-158.

Liotta , M. (2015). *Riego por goteo*. Argentina: INTA.

López , C. A., Zambrano , L., Ruiz O, R., Guzmán , M. A., Pérez E, R., Sandoval, R., . . . Caldera , A. (2017). *El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social ecológica*. Ciudad de México, México.

López Z, C. M. (2003). Cultivo de pepino. Recuperado el 28 de 11 de 2021.

- Martínez L, A. (2017). El agua y los retos del siglo XXI. Madrid: Proyectos Editoriales.
- Olalla M, F. M., López F, P., & Calera B, A. (2005). Agua y agronomía. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Ortega G, D. (2013). *Sequía: causas y efecto de un fenómeno global*. UANL.
- Risco , D., Gutiérrez, A., Val, J., León, J., Díaz , A., Benalcázar , P., & Prieto, H. (2018). Programación de riego en brócoli (*Brassica oleracea* L. cv. Itálica) en los andes ecuatorianos. *IDESIA*, 36(1), 57-63.
- Rivera F, R. D., Heredia P, M. R., Moreira S, J. R., Apolo B, J. A., Caicedo C, O., & Cabrera V, R. P. (2021). Efecto del riego deficitario aplicando en etapa inicial de pepino (*Cucumis sativus*) en un suelo franco. *Ciencia y tecnología*, 14(1), 55-60.
- Rosales S, R., & Flores G, H. (2017). *Importancia del riego para la producción sostenible de frijol en Durango*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias.
- Sánchez D, M. A., & Meza A, R. E. (2014). Evaluación del riego deficitario de cultivo de papa bajo la aplicación del riego deficitario (PRD) utilizando cintas de riego. *Anales Científicos*, 76(1), 21-28.
- Sandro J, Z. C. (2016). Producción de cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) aplicando diferentes láminas de riego por goteo bajo invernadero. *Tesis Licenciatura*, 82.

SIAP (Servicio de Información Agrícola y Pesquera. (2018). *Producción de pepino*.

Recuperado el 29 de 11 de 2021 de Servicio de Informacion Agricola y Pesquera (SIAP). 2018. Phttps://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Statista. (2021). Volúmen de producción anual de pepino en el mundo entre 2012 y

2020. Recuperado el 27 de 11 de 2021, de <https://es.statista.com/estadisticas/529707/producciones-de-pepinos-en-el-mundo/>.

Tapia J, K. A. (2014). Comportamiento de pepino (*Cucumis sativus*) con diferentes

láminas de riego por goteo en invernaderos en la finca La María de la UTEQ.

Tesis Licenciatura.

Varughese, A., & Habeeburrahman, P. V. (2015). Fertirrigation and plastic mulchin

in tomato and brinjal. *Agricultural Review*, 36(36), 246-249.

Villalobos A, V., García, M., & Ávila F. (2017). El agua para la agricultura de las

américas. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*, 4-6.