

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Efecto de la Fertilización Mineral y Aplicación de Bioestimulantes en el Cultivo de
Pepino sobre el Crecimiento, Rendimiento y Sanidad de Planta

Por:

JUAN IGNACIO RIVERA ÁLVAREZ

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Efecto de la Fertilización Mineral y Aplicación de Bioestimulantes en el Cultivo de
Pepino sobre el Crecimiento, Rendimiento y Sanidad de Planta

Por:

JUAN IGNACIO RIVERA ÁLVAREZ

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobado por el Comité de Asesoría:

Dr. Armando Hernández Pérez
Asesor Principal Interno

Dra. Miriam Sánchez Vega
Asesor Principal Externo

Dr. Alonso Méndez López
Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes
Coasesor

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



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2022

Declaración de no plagio

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

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

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

Pasante



Jean Ignacio Rivera Álvarez

Asesor



Dr. Armando Hernández Pérez

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por bendecirme y darme salud para poder llegar a ser lo que ahora soy, le agradezco por darme la gran familia que tengo la cual en cada momento me ha apoyado. También le agradezco por darme la sabiduría y la fuerza, para no decaer en los momentos más difíciles que pase en la universidad y seguir adelante y así poder culminar mis estudios de la mejor manera. Gracias Dios por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida si no en todo momento ofreciéndome lo mejor, por colmarme de bendiciones y darme la fe que necesito para realizar mis sueños, por eso y por demostrarme siempre tu amor. GRACIAS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mi *Alma Terra Mater* por abrirme sus puertas y permitirme la formación académica, que es sin duda la mejor casa de estudios.

Al Departamento de Parasitología y sus maestros, por darme la mejor de las formaciones debido a su gran desempeño como maestros y poder así terminar mis estudios como Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

A mis padres. Les agradezco a ustedes mis fieles compañeros de vida y confidentes Juan Ignacio Rivera Martínez & Angélica María Álvarez Zavala. Por el amor que me han brindado desde niño, por llevarme por un buen camino para ser persona de bien y con ello lograr la meta más grande de mi vida que es mi carrera profesional, así mismo por darme todo su apoyo en la realización de mis sueños y ayudarme a cumplirlos, por creer en mi en cada momento y alentarme en los peores momentos para poder seguir adelante, por educarme de la mejor manera y poder ser una persona humilde, gracias por todos los sacrificios y todo lo que han tenido que hacer por mí, para poder llegar a ser lo que ahora soy. No me alcanzan las palabras para mostrar la gratitud que tengo por todo lo que han hecho por mí,

gracias por ser mi mayor inspiración para poder seguir adelante, por todo ello muchas gracias.

A mis hermanas. Alondra Joseline, Brenda Guadalupe & Jimena Rivera Álvarez. Gracias por apoyarme y por estar conmigo en cada momento de mi vida para poder realizar este gran logro, sobre todo gracias por las palabras de aliento y por demostrarme su cariño a pesar de la distancia. Un agradecimiento especial a mi hermana Jimena por ayudarme en la fase experimental de este trabajo de investigación, con apoyo en la toma de datos. Muchas gracias hermanas por ser mis grandes tesoros y mediante ello tomar fuerza para hacerlas sentir orgullosas de mí.

A mis abuelos. Miguel Rivera Banderas[†] & Guadalupe Martínez Ortiz por enseñarme a ser mejor persona con sus sabios consejos y enseñanzas para que día a día sea una mejor persona, por su gran amor y confianza que me tienen. Agradezco a mi abuelo por ser un ejemplo de vida y siempre alentarme para alcanzar mis metas de la mejor manera. Por darme el mejor padre que pudiese desear. Simón Álvarez García & Concepción Zavala, por darme el mejor de mis tesoros que tengo en esta vida que es mi madre, les agradezco porque sin ella no sería lo que soy, muchas gracias.

A mi familia en general. Mis tíos y tías, que siempre me estuvieron apoyando y alentando a ser mejor, por depositar en mi toda su confianza para ser mejor persona. Especialmente a mi tío Miguel Rivera y Gilberto Rivera porque gracias a ellos pude realizar el experimento de la mejor manera, ya que sin su apoyo no se hubiera podido concretar este logro. A mis primos porque ellos fueron partícipes de este gran logro, especialmente a mi primo Miguel Rivera Rojas quien nunca dejo de apoyarme, por su respeto y admiración.

A mi novia Carolina Torres Leyva. Le agradezco por estar conmigo en cada momento de esta importante etapa en mi vida, por mostrarme su apoyo

incondicional siempre y orientarme a tomar buenas decisiones, le agradezco por ser mi sustento por los desvelos que tuvo que pasar junto a mí y por cada palabra de motivación que me dijo, por mostrarme siempre su amor y comprensión, por toda la atención que me brindo en este proceso y por la paciencia que siempre mostro cuando pasaba por momentos difíciles.

Al Dr. Armando Hernández Pérez. Por siempre mostrar su apoyo incondicional en todos mis proyectos, gracias por incluirme en sus experimentos desde quinto semestre, por todos sus consejos y enseñanzas, pero sobre todo por demostrarme su gran amistad y respeto.

A la Dra. Miriam Sánchez Vega. Por sus consejos y por siempre confiar en mi a cada momento, por su apoyo como asesor, por siempre mostrarme respeto y paciencia.

Al Dr. Alonso Méndez. Por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo, especialmente por su tiempo y dedicación.

A mis compañeros, Roberto de Jesús Hernández Robles, Manuel Tafoya Díaz, Miguel Arias Yépez, Adin Hernández Guillen y Oscar Peñaloza Peñafort por apoyarme en cada momento y por sus consejos. Sobre todo, por su gran amistad ya que a ellos los considero las mejores amistades de la universidad por los grandes momentos que pasamos juntos.

A mi amigo Josué Jiménez Montes por demostrarme su gran amistad y por siempre apoyarme durante mi estancia en la universidad, así mismo agradezco a mi primo Isaac Alejandro Rivera y Joel Calixto por su amistad y apoyo cuando llegue a la universidad.

DEDICATORIA

Les dedico todo mi esfuerzo, trabajo y constancia a mis padres Juan Ignacio Rivera Martínez y Angeliza María Álvarez Zavala. Por la educación que me dieron desde pequeño que fue esencial para cumplir este proceso en el cual ellos son el pilar de mi triunfo ya que en los buenos momentos siempre estuvieron conmigo para disfrutarlos y en los malos nunca me dejaron solo, siempre me apoyaron para salir adelante. Por todo esto y más les dedico este trabajo en agradecimiento por todo lo que han hecho por mi hasta ahora.

Dedico también a toda mi familia en general y a todos los que depositaron su confianza en mí para salir adelante, y poder llegar a ser lo que ahora soy.

Dedico esta trabajo a mi único e incomparable amigo del alma Jesús Aguilera de la Rosa†, a quien agradezco infinitamente por sus grandes consejos y enseñanzas, pero sobre todo por brindarme su amistad incondicional a cada momento, a quien siempre está conmigo en las buenas y males quizás no muy cerca pero si muy dentro de mí, sé que él está en un mejor lugar a donde pertenece porque siempre fue un ángel; sin embargo, siempre echare de menos su presencia, nunca había conocido a una persona tan buena y tan comprensible como él, siempre estaré muy agradecido porque él me enseñó lo más cercano al amor de un hermano, y sobre todo por compartir conmigo a lo que él decía que era su mayor tesoro que es su gran familia, a pesar de que fueron pocos los momentos que pasamos juntos fue muy maravilloso conocerte mi gran hermano. Sé que quizás olvide lo que hiciste o lo que me dijiste, pero nunca olvidare lo que me hiciste sentir, un abrazo hasta donde quiera que estés y gracias por todo, hermano. ¡Muchos me dicen que ahora tengo un ángel en el cielo, sin saber que tú ya eras un ángel!

Principalmente dedico este trabajo a mi gran ángel al cual considero siempre que ha sido como mi segundo padre Miguel Rivera Banderas†, a quien agradezco todo su apoyo y amor que siempre me brindo, me siento dichoso de haber tenido una

gran persona como abuelo que ahora, aunque no este conmigo sé que me va a cuidar y me va a guiar por el buen camino como el bien lo sabía hacer. Gracias por ser mi ejemplo a seguir y porque día a día me inspirabas a ser mejor, siempre lo voy a admirar porque nunca se dejó caer ante las adversidades y siempre supo sacar las cosas de la mejor manera adelante, estaré eternamente agradecido porque gracias a ti estoy en este mundo, gracias por prestarme vida gran hombre. No cabe duda de que los abuelos son los ángeles que dios manda a los nietos para cuidarlos y consentirlos, porque como bien dicen: los padres son para educar a sus hijos y los abuelos para consentir a sus nietos. Gracias por todas las alegrías y las grandes aventuras juntos, espero volverlo a ver pronto porque vamos hacia usted más sin embargo usted no volverá hacia nosotros, viviré de su gran ejemplo y sus grandes enseñanzas. Ahora que no está, seguiré sonriendo para hacerlo feliz y pasare el resto de mi vida echándote de menos, pero con la certeza de que aproveche lo mejor de ti. Agradezco a dios por darme al mejor abuelo y padre a la vez, estoy seguro de que, si volviera a nacer y pudiera elegir, te elegiría a ti como mi abuelo. Si los ángeles solo existieran en el cielo, ¡no te hubiese tenido a ti abuelo! te extrañare demasiado, gracias por ser el mejor.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA.....	VII
INDICE DE CUADROS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia del Pepino	4
2.2. Producción de Pepino en México.....	4
2.3. Estrés biótico de las plantas cultivadas.....	5
2.4. Mildiu (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>).....	5
2.4.1. Ciclo de vida y epidemiología	6
2.4.2. Mildiu en pepino	8
2.5. Cenicilla (<i>Erysiphe cichoracearum</i>).....	10
2.5.1. Ciclo de vida y epidemiología	11
2.5.2. Cenicilla en pepino	12
2.6. Mecanismos de Defensa de la Planta ante el Ataque de Patógenos.....	14
2.6.1. Defensa estructural	15
2.6.2. Defensa metabólica (bioquímica)	15
2.7. Importancia de las Fitoalexinas en las Plantas	16
2.8. Los Bioestimulantes.....	17
2.8.1. Modo de acción de los bioestimulantes.....	18
2.8.2. Tipos de bioestimulantes.....	20
2.9. Nutrición Mineral	22

2.10. Elementos Minerales.....	22
2.10.1. Nitrógeno (N).....	23
2.10.2. Fosforo (P)	24
2.10.3. Potasio (K).....	24
2.11. Nutrición Mineral en la Prevención de Enfermedades	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Localización del Experimento y Características de la Región.....	29
3.2. Características del Invernadero	29
3.3. Material Vegetal	29
3.4. Producción de Plántula	30
3.5. Acondicionamiento de Área de Producción	30
3.6. Trasplante	31
3.7. Condiciones Ambientales.....	31
3.8. Manejo del Cultivo	31
3.8.1. Riego.....	31
3.8.2. Fertilización	32
3.8.3. Control de plagas	32
3.8.4. Control de enfermedades	33
3.8.5. Control de malezas.....	34
3.9. Tratamientos y Diseño Experimental	34
3.10. Variables Evaluadas	37
3.10.1. Variables de crecimiento	37
3.10.2. Variables de rendimiento.....	38
3.10.3. Variables de severidad de enfermedades	40
3.10.4. Variables de calidad de postcosecha	41
3.11. Análisis Estadístico	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Variables de Crecimiento	43
4.1.1. Análisis de varianza.....	43
4.1.2. Comparación múltiple de medias	44
4.2. Rendimiento.....	47

4.2.1.	Análisis de varianza.....	47
4.2.2.	Comparación múltiple de medias	48
4.3.	Variables Relacionadas a la Sanidad de la Planta.....	51
4.3.1.	Análisis de varianza.....	51
4.3.2.	Comparación múltiple de medias	51
4.4.	Variables de Postcosecha.....	53
4.4.1.	Porcentaje de materia seca (Pmat)	53
4.4.2.	Pérdida de peso de fruto (PP)	54
4.4.3.	Incidencia de enfermedades de frutos en postcosecha.....	56
4.5.	Análisis de Componentes Principales (CP).....	57
V.	CONCLUSIONES.....	63
VI.	LITERATURA CONSULTADA.....	64
	ANEXOS.....	77

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Combinaciones entre los bioestimulantes y nutrición mineral evaluadas en el cultivo de pepino.	34
Cuadro 2. Dosis de fungicidas y bioestimulantes aplicadas en el cultivo de pepino..	35
Cuadro 3. Concentraciones de los componentes de los bioestimulantes empleados en el cultivo de pepino cv. Centauro.	36
Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables de crecimiento de plantas de pepino híbrido Centauro cultivado bajo diferentes fertilizaciones y aplicación de bioestimulantes.	43
Cuadro 5. Efecto de la fertilización y bioestimulantes en el crecimiento de plantas de pepino híbrido Centauro.	45
Cuadro 6. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento de fruto en plantas de pepino híbrido Centauro cultivado bajo diferentes fertilizaciones y bioestimulantes.	47
Cuadro 7. Efecto de la fertilización y bioestimulantes en el rendimiento de fruto de las plantas de pepino híbrido Centauro.	49
Cuadro 8. Análisis de varianza de severidad de mildiu y cenicilla en plantas de pepino híbrido Centauro cultivado bajo diferentes fertilizaciones y bioestimulantes.	51
Cuadro 9. Efecto de la fertilización y bioestimulantes en la severidad de mildiu y cenicilla en plantas de pepino híbrido Centauro.	53
Cuadro 10. Vectores propios asociados a los dos primeros componentes principales del análisis de 18 variables, en 8 tratamientos de cultivo de pepino híbrido Centauro.	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	7
Figura 2. Mildiu en hojas de pepino.....	10
Figura 3. Ciclo biológico de <i>Erysiphe cichoracearum</i>	12
Figura 4. Cenicilla en cultivo de pepino.....	14
Figura 5. Pérdida porcentual de peso de frutos de pepino, evaluados después de la aplicación de las diferentes nutriciones y bioestimulantes..	55
Figura 6. Incidencia de enfermedades en fruto de pepino, evaluados después de la aplicación de las diferentes nutriciones y bioestimulantes.	57
Figura 7. Dispersión de 8 tratamientos con base en los dos primeros componentes principales.....	59

RESUMEN

Las enfermedades de las plantas son un factor limitante importante en la producción agrícola, la mayoría de los productores utilizan grandes cantidades de productos químicos para su control, sin importar los problemas ambientales que estos causan y de ignorar la seguridad alimentaria. La nutrición mineral tiene un papel importante en el control de enfermedades, así mismo los bioestimulantes tienen principios activos que actúan sobre la fisiología de la planta para obtener mejor desarrollo y dar resistencia a las plantas frente a enfermedades. En el presente trabajo se evaluó el efecto de la fertilización mineral con la combinación de dos paquetes de bioestimulantes sobre la producción de pepino americano híbrido Centauro en condiciones de invernadero, en la empresa Rancho el Clérigo S.A. de C.V. ubicada en Venado, S.L.P., México. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y ocho tratamientos: nutrición local y formulada en combinación cada una con bioestimulantes del paquete Green Corp y Optifer®, manejo local (con aplicación de fungicidas) y un testigo. Se midieron parámetros de crecimiento, rendimiento, severidad de enfermedades (mildiu y cenicilla) y de postcosecha. Los resultados mostraron que la aplicación de una nutrición balanceada tomando en cuenta el aporte nutricional del suelo y agua, más la aplicación de bioestimulantes puede reducir la incidencia de enfermedades y aumenta el rendimiento del cultivo de pepino.

Palabras claves: *Cucumis sativus* L., nutrición mineral, aspersión foliar, control de enfermedades y seguridad alimentaria.

I. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del Sur de Asia, cultivado hace 3,000 años en el Noroeste de la India, posteriormente se trasladó a otras partes del mundo, especialmente en América. Es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado (CONABIO, 2005).

En México esta hortaliza juega un papel muy importante debido a que genera una gran demanda en el mercado nacional como internacional, lo que provoca que al año se produzcan poco más de 700 mil toneladas en toda la república. Debido a esto el país ocupa el puesto número 11 como productor mundial destinando 15 mil hectáreas para su producción (SIAP, 2019).

Como muchos cultivos es susceptible a presentar daños por enfermedades, estas reducen la producción y calidad del fruto. Entre las enfermedades más importantes que afectan a este cultivo se encuentra el mildiu veloso de las cucurbitáceas, cuyo agente causal es *Pseudoperonospora cubensis*, responsable de pérdidas en los rendimientos de hasta un 50%. Esta enfermedad se encuentra presente en la mayoría de los países productores de cucurbitáceas, siendo más severa bajo condiciones de invernadero (González *et al.*, 2007).

Otra de las enfermedades más comunes que atacan al cultivo es el mildiu polvoriento causado por *Erysiphe cichoracearum* DC y *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll., la cual puede ocasionar cuantiosas pérdidas agrícolas debido a su gran capacidad de diseminación, alcanzando mermas de hasta un 50% en infestaciones severas (González *et al.*, 2010).

El control de estas enfermedades en el cultivo de pepino se realiza mediante productos químicos, lo que ha ayudado a mantener altos rendimientos y satisfacer la calidad de los productos; sin embargo, esto por un lado incrementa los precios de

la producción, la resistencia del patógeno y por otro la contaminación del ambiente. Por este motivo se trata de implementar formas de control más amigables con el ambiente y menos costosas a largo plazo (Aguayo *et al.*, 2019).

El uso de bioestimulantes constituye una alternativa para reducir el uso de plaguicidas en el combate de las enfermedades del pepino, ya que actúan sobre la fisiología de las plantas mediante principios activos que aumentan su desarrollo, mejoran la productividad y calidad del fruto, y contribuyen a mejorar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades (González *et al.*, 2009).

Otro factor importante en el control de enfermedades es la nutrición mineral, ya que las plantas que reciben una nutrición balanceada son más tolerantes a las enfermedades; es decir, tienen mayor capacidad de protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes (Velasco, 1999).

1.1. Justificación

El cultivo de pepino tiene gran importancia debido a la cantidad de trabajos y divisas que genera. Actualmente, uno de los principales problemas que se tienen en el cultivo es el bajo rendimiento a causa de las enfermedades, de las cuales las más impactantes en los últimos años han sido la cenicilla y el mildiu. Para poder alcanzar los rendimientos requeridos se han controlado con ayuda de plaguicidas; sin embargo, en años recientes estas contribuciones han sido desafiadas en varios reportes que sugieren que los efectos negativos sobre el medio ambiente pesan más que su beneficio a la sociedad. Por tal motivo, en la presente investigación se busca generar una alternativa al uso de plaguicidas mediante la aplicación de bioestimulantes y manejo de fertilización mineral balanceada, para generar resistencia a las enfermedades y reducir el uso de plaguicidas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización mineral con aplicación foliar de bioestimulantes sobre el crecimiento, rendimiento y la incidencia de cenicilla y mildiu en el cultivo de pepino.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de pepino, con y sin las combinaciones de fertilización mineral acompañado de aplicación foliar de bioestimulantes.
- Identificar cual combinación entre fertilización mineral y aplicación foliar de bioestimulantes expresa mejor las características de rendimiento y planta en el cultivo de pepino.
- Evaluar la severidad de enfermedades para confirmar el efecto de los bioestimulantes foliares y la nutrición, sobre la sanidad del cultivo.

1.3. Hipótesis

La aplicación de las combinaciones entre bioestimulantes y la fertilización balanceada favorecerán el crecimiento, rendimiento e inducirán tolerancia a la incidencia de cenicilla y mildiu en el cultivo de pepino.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del Pepino

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las cucurbitáceas más conocidas, debido a que se cultiva en casi todo el mundo. Se consumen principalmente los frutos en su estado inmaduro y se ubica como la cuarta hortaliza más importante, después del jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) y cebolla (*Allium cepa* L.). Se utiliza tanto en estado fresco como industrial (pepinillos o “pickles”). También tiene amplio uso en cosmetología y salud, en la fabricación de jabones, cremas y productos que aprovechan sus propiedades como emoliente, diurético, depurativo, laxante y calmante, así como sus efectos en tratamientos de aclaramiento de la piel y manchas, reducción de ojeras y nutrición del cuero cabelludo (Barraza, 2015).

2.2. Producción de Pepino en México

En México, la producción de hortalizas bajo invernadero se ha incrementado significativamente durante los últimos años, siendo importante la producción de pepino ocupando el 10% de la superficie sembrada. Es una hortaliza de las más importantes que se cultivan bajo condiciones de invernadero y ocupa el segundo lugar de producción, solo después del tomate (López *et al.*, 2015)

La producción de pepino es de 730,846 toneladas en toda la república mexicana, por lo cual destinan 16,125 hectáreas de siembra, en invernaderos el rendimiento promedio es de 111 toneladas por hectárea. Los principales estados productores son Sinaloa con 266,270 toneladas, Sonora con 136,942 toneladas y Michoacán con 41,546 toneladas; sin embargo, el estado con mejor rendimiento es Querétaro que reporta un promedio de 224.154 toneladas por hectárea (SIAP, 2019).

2.3. Estrés biótico de las plantas cultivadas

El estrés biótico es causado por la acción de otros seres vivos: animales (insectos y nematodos) o plantas, microorganismos como bacterias, hongos y otros agentes como los virus. El estrés llega a producir una respuesta negativa en el desarrollo óptimo de la planta (Montoliu, 2010).

La interacción de las plantas con microorganismos patógenos, dan lugar a señalizaciones, que bajo condiciones de estrés inducen a que la planta active reacciones de defensa en contra de patógenos. En cuanto las plantas reconocen que están siendo invadidas por un patógeno, se inducen una variedad de respuestas de defensa dentro de las cuales se incluyen: a) acumulación de fitoalexinas y otros metabolitos secundarios de la pared celular, b) acumulación de compuestos que modifican y dan resistencia a la pared celular y c) acumulación de inhibidores de proteínas y enzimas hídrolíticas, que degradan las paredes de los patógenos (Enríquez *et al.*, 2010; García, 2012).

2.4. Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*)

La clasificación taxonómica de *P. cubensis* de acuerdo a Savory *et al.* (2011) es la siguiente:

Reino: Straminipila

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: *Pseudoperonospora*

Especie: *Pseudoperonospora cubensis*

Es un parásito biotrófico u obligado, lo que significa que el organismo requiere tejido huésped vivo para crecer y reproducirse. El organismo no puede propagarse en medios artificiales. *P. cubensis* pasa el invierno en cucurbitáceas infectadas, silvestres o propagadas, en áreas que no experimentan heladas fuertes. El mildiu es una enfermedad que puede afectar a las plantas hospedantes en todas las etapas fenológicas. Si bien solo infecta el follaje, la reducción en la actividad fotosintética en etapas tempranas del desarrollo de la planta causa atrofia de plantas y reducción en el rendimiento. Los síntomas se manifiestan de manera diferente en los distintos integrantes de la Familia Cucurbitáceas (Rafart *et al.*, 2018).

2.4.1. Ciclo de vida y epidemiología

Los esporangios son la fuente del inóculo primario, son de forma ovoide o elíptica, y miden 15 a 25 por 20 a 35 μm , en la madurez son de color gris claro a morado intenso. Se desprenden fácilmente de los esporangióforos y se distribuyen por el viento o el agua (Figura 1). La temperatura óptima para la esporulación es de 15°C con 6 a 12 horas de humedad disponible. Las plantas sintomáticas con lesiones amarillas tienen la mayor capacidad de esporulación. La capacidad de esporulación de las lesiones puramente necróticas es baja y la de las lesiones necróticas amarillas es intermedia (Lebeda y Cohen, 2011).

Una vez que los esporangios llegan a un huésped susceptible, se requiere humedad libre para que cada esporangio libere 5-15 zoosporas. La humedad libre también es importante para el movimiento de zoosporas, el desarrollo del tubo germinal y la penetración del tejido huésped por el tubo germinal (Figura 1). Sin embargo, el exceso de humedad puede reducir la duración de la viabilidad de esporangios. Las zoosporas se pueden liberar entre temperaturas de 5 y 28°C. La temperatura óptima para la liberación de zoosporas depende de la duración del período de humedad de la hoja. Si la hoja del huésped permanece húmeda durante solo una hora, la temperatura mínima para la liberación de zoosporas es de 10°C, y la mayor cantidad de liberación de esporas se produce a 20°C. Si la hoja del huésped permanece

húmeda durante dos horas, la temperatura mínima es de 5°C, y la mayor cantidad de liberación de zoosporas se produce a 15°C (Colucci y Holmes, 2010).

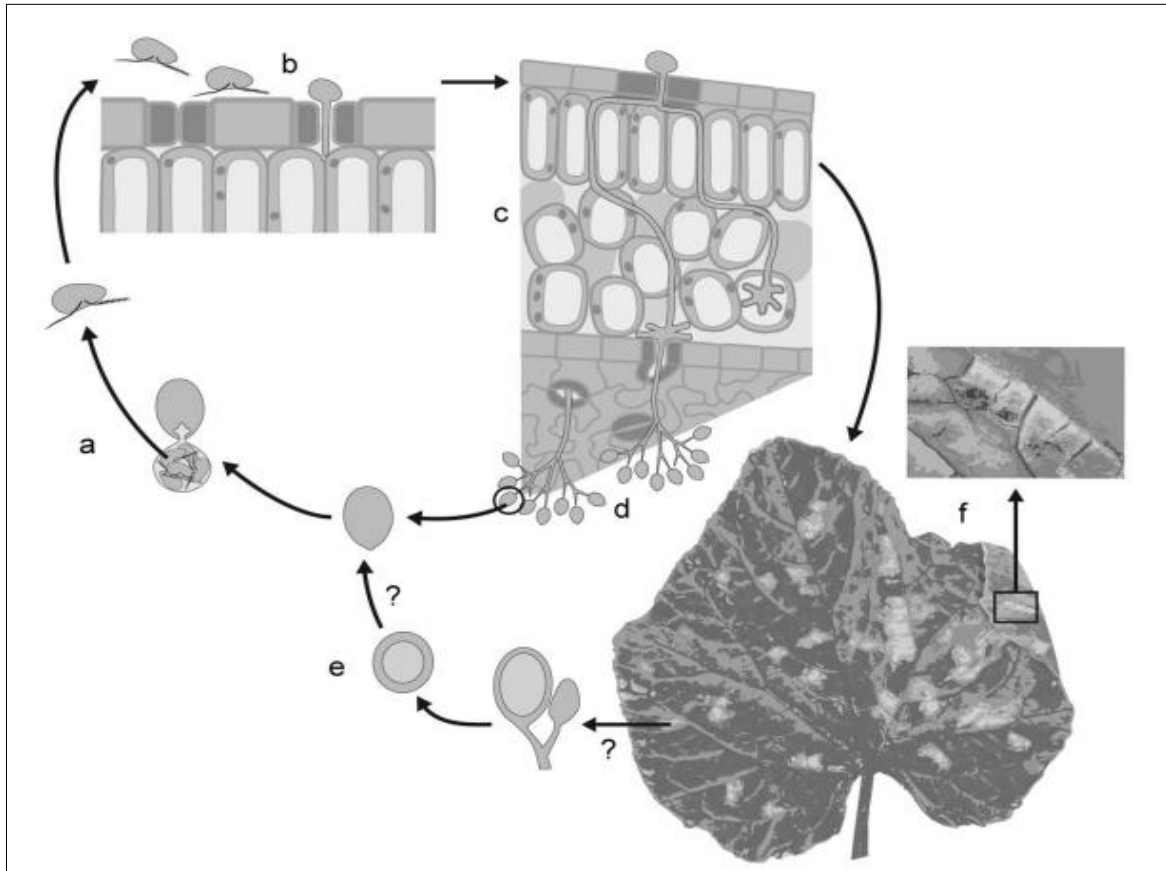


Figura 1. Ciclo de vida de *Pseudoperonospora cubensis*. (a) Los esporangios de aterrizan en la superficie de la hoja y germinan en la humedad libre para formar zoosporas biflageladas. (b) Las zoosporas nadan y se enquistan en los estomas y luego penetran en la superficie de la hoja a través de un tubo germinativo. (c) Las hifas colonizan la capa del mesófilo, estableciendo haustorios ramificados en claviformes dentro de las células vegetales. (d) El ciclo diurno desencadena la esporulación y hasta seis esporangióforos emergen a través de cada estoma, llevando esporangios en sus puntas. Los esporangios se desprenden de los esporangióforos por cambios en la presión hidrostática y son recogidos por las corrientes de viento que los llevan a su próximo huésped. (e) Las lesiones angulares cloróticas unidas por las nervaduras de las hojas son un síntoma de *P. Cubensis* infección visible en la superficie de la hoja adaxial. En la superficie inferior de la hoja, la esporulación es visible. (f) El rol de la etapa sexual de *P. cubensis* se desconoce (Savory *et al.*, 2011).

Las altas temperaturas inducen la formación inmediata de quistes. Se forman tubos germinales a partir de zoosporas enquistadas y producen apresorios. En la penetración la hifa se desarrolla a partir del apresorio y entra a través de la apertura

estomática en el tejido de la hoja. Posteriormente se forman hifas cenocíticas hialinas y crecen intercelularmente a través de los tejidos de mesófilo en empalizada. Los haustorios ramificados se establecen dentro de las células mesofílicas donde invaginan la célula vegetal (Figura 1). Estas estructuras especializadas son el sitio de absorción de nutrientes por el patógeno y la entrega de proteínas efectoras, que funciona para redirigir el metabolismo del huésped y suprimir las respuestas de defensa (Savory *et al.*, 2011).

Los nuevos esporangióforos, diferenciados del micelio, emergen solos o en grupos de la epidermis, generalmente a través de los estomas. En condiciones ambientales adecuadas y en un huésped susceptible, la colonización del parásito en el tejido procede relativamente rápido y emergen esporangióforos de estomas dentro de 5 a 7 días, principalmente en el lado inferior de las hojas donde los estomas son más frecuentes (Figura 1). Se requiere alta humedad para la aparición de los esporangióforos (Lebeda y Cohen, 2011).

Los síntomas aparecen de 3 a 12 días después de la infección, dependiendo de la temperatura, la presencia de humedad libre y la dosis de inóculo. Las altas temperaturas (> 35°C) no son favorables para el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo, si ocurren temperaturas nocturnas más frías, el desarrollo de la enfermedad puede progresar (Colucci y Holmes, 2010).

2.4.2. Mildiu en pepino

La enfermedad debida al hongo *Pseudoperonospora cubensis* es una de las más graves de las cucurbitáceas que afecta sobre todo al pepino, siendo observada por primera vez en Cuba en 1868. Veinte años más tarde aparece en Japón, estando actualmente bien implantada en numerosas regiones húmedas, de la India, China, U.R.S.S., Australia y las Antillas. Igualmente ha sido señalada en muchos países europeos como Austria, Italia, Alemania, Inglaterra y más recientemente en los

Países Bajos. En la actualidad está presente en todos los países donde se cultivan comercialmente cucurbitáceas (Rodríguez, 1980; Cruz y Centeno, 2017).

Ataca principalmente el follaje y reduce la producción, calidad de las frutas y llega a destruir la planta si es infectada en estados tempranos del ciclo de crecimiento. El patógeno requiere alta humedad relativa para esporular, y se disemina por corrientes de aire, y localmente también por salpique de lluvia. En presencia de una película de agua en la superficie foliar, y a la temperatura óptima (15 a 24°C), la infección ocurre rápidamente. Bajo condiciones ambientales favorables para la propagación del patógeno y la infección, *P. cubensis* puede arrasarse un lote en un periodo de 3 a 5 días si las medidas de combate son ineficientes. Adicionalmente, según el estado fenológico en que se encuentre la planta al momento del ataque, el rendimiento se reduce y en caso de estar en etapa reproductiva, los frutos serán afectados por quemaduras de sol y pérdida de sabor (Méndez *et al.*, 2010). Se conocen cinco patotipos de *P. cubensis*, todos resultan infectivos sobre el pepino y el melón reticulado, pero no sobre la sandía, el zapallo y la calabaza. Motivo por el cual el pepino es generalmente el cultivo más afectado (Rafart *et al.*, 2018)

Por lo general, el primer síntoma es la aparición en el haz de la hoja de pequeñas áreas indistintas de color verde pálido, que se parecen a las de un mosaico, de forma irregular y limitadas por las nervaduras (Figura 2A). Con el progreso de la enfermedad, estas áreas se hacen amarillas cloróticas y luego color café claro. En el envés, en las zonas afectadas que corresponden a las manchas del haz, aparece en forma de moho una masa de esporangióforos y esporangios de color gris azulado que con el tiempo pasa a cenizo (Figura 2B). En la medida en que la enfermedad progresa, las manchas se vuelven pardas y se necrosan. La infección severa resulta en hojas que están completamente muertas y enrolladas; además, se puede producir un achaparramiento y la muerte de la planta (Martínez *et al.*, 2006).

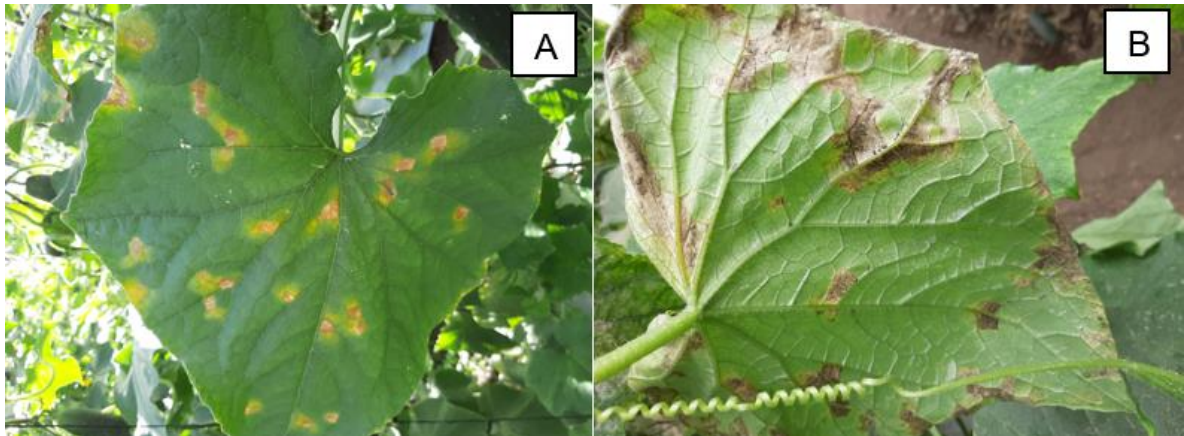


Figura 2. Mildiu en hojas de pepino. A) Áreas de color verde pálido en el haz de una hoja de pepino. B) Masa de moho en el envés de una hoja de pepino (Rancho el Clérigo, 2019).

2.5. Cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*)

La clasificación taxonómica de *E. cichoracearum* de acuerdo a Pérez *et al.* (2006) es la siguiente:

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Leotiomycetes

Orden: Erysiphales

Familia: Erysiphaceae

Género: *Erysiphe*

Especie: *Erysiphe cichoracearum*

La cenicilla de las cucurbitáceas causada por el hongo *E. cichoracearum* es un parásito obligado, se presenta en pepino, melón, calabaza; la enfermedad es más severa cuando el clima es cálido y seco. En general no es destructiva, pero esporádicamente puede ser epífita, causando pérdidas casi totales en los cultivos. La infección por el hongo se ve favorecida por la alta humedad, pero no por el agua libre. Las especies individuales de hongos de cenicilla polvorienta típicamente tienen un rango de huéspedes muy estrecho (Pérez *et al.*, 2006).

2.5.1. Ciclo de vida y epidemiología

En su estado sexual, los cleistotecios se desarrollan en la superficie de las hojas del hospedante. Los poco frecuentes cleistotecios que forma *E. cichoracearum* miden entre 80 y 140 μm , con apéndices sin ramificaciones y contienen de 10 a 15 ascas. Los cleistotecios son cuerpos globosos, pequeños cerrados y negros, que tienen varias ascas y están rodeados de varios apéndices miceloides llamados fulcros, que siendo flácidos e indefinidos se parecen a hifas somáticas. Las ascosporas son unicelulares y ovales; se encuentran dos, raramente tres por asca. El estado asexual produce conidios hialinos, elípticos, de paredes delgadas y nacen en cadena a partir de conidióforos cortos, que no se ramifican y crecen en ángulo recto desde la superficie de la hoja (González *et al.*, 2010).

Generalmente el hongo no inverna en estado de cleistotecio, en lugar de esto el hongo sobrevive en malas hierbas enfermas o plantas voluntarias de la Familia Cucurbitaceae. Desde estas plantas, los conidios son llevados por el viento hacia los cultivos susceptibles; ahí germinan, se desarrolla un tubo germinativo corto cuya punta se convierte en un apresorio que penetra la cutícula de la hoja. En la pared celular se forma una papila, pero esta es finalmente penetrada por el hongo. Una vez dentro de la célula el hongo se alarga y forma haustorios en forma de balón que invaginan el citoplasma y así se obtiene su alimento (Figura 3). Las células parasitadas no mueren, si no continúan alimentando al hongo por varios días. Aunque el hongo solo invade las células epidermales las células vecinas del mesófilo son adversamente afectadas, volviéndose amarillas hasta que se tornan cafés. Aproximadamente de cuatro a seis días de iniciada la enfermedad se observan las estructuras del hongo. Cuando las condiciones ambientales o de nutrición son desfavorables el hongo forma cleistotecios (Pérez *et al.*, 2006).

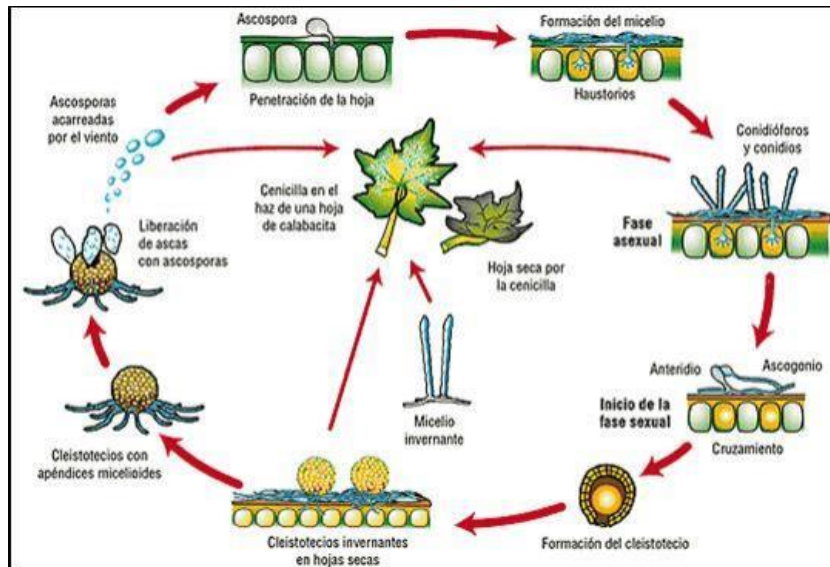


Figura 3. Ciclo biológico de *Erysiphe cichoracearum* (Glawe, 2008).

2.5.2. Cenicilla en pepino

El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas constituye una enfermedad de amplia distribución mundial. Se ha informado su presencia en países de América, África, Europa y Asia, así como en Australia. En algunos lugares se señala el predominio de una especie sobre otra, aunque las dos estén presentes. Generalmente los sistemas de cultivo protegido son los más afectados. En países como República Checa, Francia y Alemania *E. cichoracearum* es la especie más abundante. En cambio *S. fuliginea* tiene mayor incidencia en países como Bulgaria, Estados Unidos, Japón y la Isla de Creta. En Noruega y Hungría, por ejemplo, ambas especies están notificadas con similares niveles de incidencia. Aunque todas las cucurbitáceas son susceptibles a esta enfermedad, resulta de interés económico solamente en melón, pepino y calabacín. Las pérdidas de producción que provocan alcanzan alrededor del 50%, y el efecto fundamental es la defoliación (Delgado y Lemus, 2004).

El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas es favorecido generalmente por condiciones secas de la atmósfera y del suelo, ya que esto influye positivamente en la colonización, esporulación y dispersión del patógeno. La disseminación de los

conidios es fundamentalmente a través del viento. Con el menor movimiento del aire las esporas son removidas y dispersadas. Al caer sobre las hojas pueden germinar, penetrar la epidermis y causar nuevas infecciones. La germinación ocurre a valores inferiores al 20% de humedad relativa, inclusive en ausencia de agua. Sin embargo, altos valores de este factor climatológico favorecen la infección. Las temperaturas moderadas son propicias para el desarrollo de la enfermedad, su desarrollo óptimo se manifiesta entre los 26 y 28°C, aunque oscila entre los 22 y 31°C. No obstante, la infección es posible a partir de los 10°C. Otro elemento que influye positivamente en la infección es la alta densidad de plantas cultivadas, pues se crean condiciones de humedad, temperatura y de cercanía entre plantas. En invernaderos los daños son más serios que a campo abierto, debido al ambiente que se presenta en estos, tales como alta circulación del aire, baja intensidad de la luz del sol, altas temperaturas y continuidad en los cultivos (González *et al.*, 2010; Tuttle, 2017).

Los síntomas inicialmente se observan en el envés de las hojas manchas cloróticas muy tenues (Figura 4A) y posteriormente colonias de aspecto polvoso (conidias y conidioforos) (Figura 4B). Las estructuras pueden cubrir haz y envés, extendiéndose a pecíolos y tallos. Las hojas infectadas severamente se tornan amarillentas al avanzar la enfermedad y sobreviene la defoliación (Figura 4C). La apariencia polvosa la proporciona el micelio y las esporas presentes en la superficie de las áreas afectadas. Las plantas con tallos dañados se tornan cloróticas y achaparradas. Los frutos presentan daños por quemadura de sol debido a la falta de follaje. Considerando la capacidad reproductiva del patógeno, puede cubrir completamente el follaje en una semana, afectando así el proceso de fotosíntesis (Productores de hortalizas, 2005).

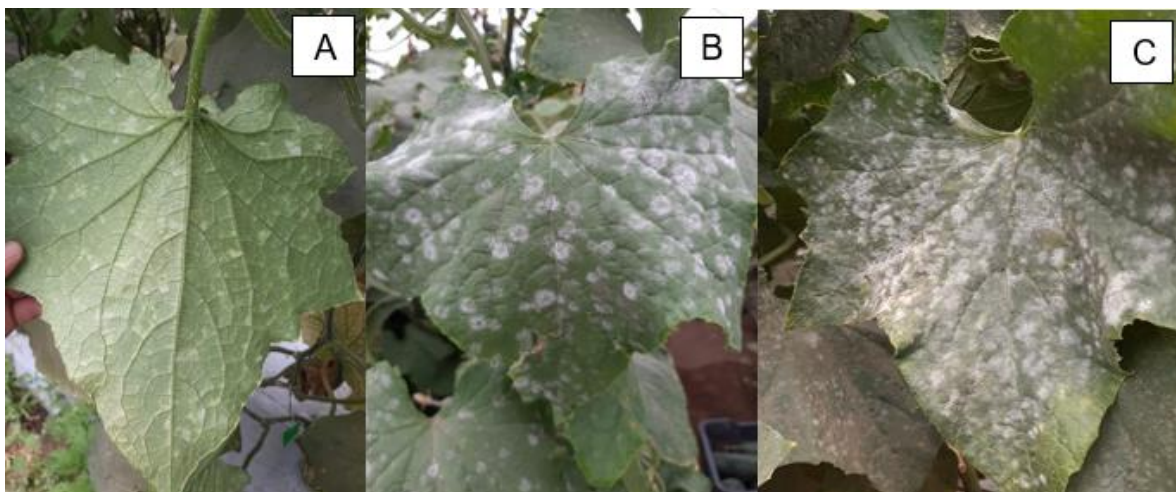


Figura 4. Cenicilla en cultivo de pepino. A) visualización de los daños por cenicilla en el envés de una hoja de pepino. B) Colonias de aspecto polvoso en el haz de una hoja de pepino. C) Hoja de pepino infectada severamente por cenicilla (Rancho el Clérigo, 2019).

2.6. Mecanismos de Defensa de la Planta ante el Ataque de Patógenos

Las plantas resisten al ataque de patógenos mediante diferentes estrategias de defensa que pueden ser preexistentes (histológicas o químicas) o defensas inducidas por factores externos (pos-existentes). Las constitutivas incluyen barreras físicas, procesos de lignificación, suberización y formación de calosas; también hay la formación de metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas como parte de la estructura de los tejidos. Las defensas inducidas son un sistema complejo que parte desde una señal química o elicitador que desencadena la producción de enzimas del metabolismo secundario el cual da como resultado final la síntesis de compuestos antimicrobianos, los cuales afectan al patógeno (Montes, 2009; Enríquez *et al.*, 2010).

La combinación de las características estructurales y reacciones bioquímicas que utilizan las plantas para defenderse de los patógenos difieren en las distintas interacciones hospedante-patógeno. Además, incluso al tratarse del mismo hospedante y patógeno, las combinaciones varían con la edad de la planta, el tipo

de órganos y tejidos de ésta al ser atacados y el estado nutricional de la planta, así como las condiciones climáticas (Agrios, 2005).

2.6.1. Defensa estructural

a) Estructuras de defensa preexistentes: la primera línea de defensa de las plantas ante el ataque de los patógenos es su superficie, la cual deben penetrar para causar infección. Algunas defensas estructurales son preexistentes con ellas y son la cantidad y la calidad de la cera y de la cutícula que cubren a las células epidérmicas, la estructura de las paredes celulares, el tamaño, localización y forma de los estomas y lenticelas, y la presencia en la planta de tejidos protegidos por paredes celulares gruesas que impiden el avance del patógeno (Agrios, 2005).

b) Estructuras de defensa que se forman en respuesta a las infecciones patogénicas: después de que el patógeno ha penetrado las estructuras de defensa preformadas, las plantas muestran varios grados de resistencia que consisten en la formación de uno o más tipos de estructuras que tienen cierta efectividad para contrarrestar las invasiones posteriores de los patógenos sobre ellas. Algunas de las estructuras de defensa formadas incluyen a los tejidos que impiden el avance del patógeno (hacia el interior de la planta), por lo que se les denomina estructuras histológicas de defensa; otras comprenden las paredes de las células invadidas y se les denomina estructuras celulares de defensa; otras incluyen al citoplasma de las células atacadas y al proceso se le denomina reacción de defensa citoplásmica. La muerte de las células invadidas puede proteger a la planta de otras invasiones, por lo que se le denomina al proceso reacción necrótica o reacciones de hipersensibilidad (Agrios, 2005; Enríquez *et al.*, 2010).

2.6.2. Defensa metabólica (bioquímica)

a) Defensas bioquímicas preexistentes: incluye los inhibidores que producen en forma natural las plantas y los liberan con el fin de alejar o no permitir la reproducción

del patógeno, también como factores de preexistencia se pueden deber a faltas de sustancias bioquímicas o nutrientes que permitan el reconocimiento del vegetal con el patógeno, lo que le permite no ser susceptible a su infección, además las células vegetales producen sustancias capaces de degradar la pared celular de los patógenos entre las más importantes glucanasa y quitinasa, las concentraciones de estas sustancias varía de acuerdo de la edad del tejido vegetal (Agrios, 2005; Enríquez *et al.*, 2010; Alcalá *et al.*, 2017).

b) Defensas bioquímicas inducidas por el ataque de los patógenos: la inducción de defensas bioquímicas en las plantas provocadas por el ataque de algún patógeno, se dan por diferentes mecanismos dependiendo de varios factores entre los cuales se encuentra el nivel de sensibilidad de la planta al patógeno, edad de la planta y tipo de patógeno, entre otras; en estas respuestas se incluyen las reacciones de hipersensibilidad, aumento en la concentración de compuestos fenólicos, producción de fitoalexinas, síntesis de proteínas PR (relacionadas con la patogenicidad), transformación de glucósidos a fenoles tóxicos para el patógeno, producción de enzimas que oxidan fenoles y que dan un mayor grado de toxicidad a algunos fenoles y aceleran la síntesis de compuestos como la lignina que fortalecen las paredes celulares (Agrios, 2005; Alcalá *et al.*, 2017).

2.7. Importancia de las Fitoalexinas en las Plantas

Las fitoalexinas tienen gran importancia en la planta ya que son utilizadas como mecanismo de defensa; son sustancias producidas por la planta, que inhibe el crecimiento de los hongos fitopatógenos, pero algunas también son tóxicas a bacterias, nematodos y otros organismos patógenos. Aparentemente toda especie de planta puede producir fitoalexinas al ser infectada por agentes patógenos, o aún ante estímulos químicos o mecánicos. La resistencia ocurre cuando una o más fitoalexinas alcanzan una concentración suficiente para inhibir el desarrollo del patógeno (González, 1985; Agrios, 2005; García y Pérez, 2003; Enríquez *et al.*, 2010).

Se ha determinado cierta correlación entre el grado de resistencia de algunas plantas a determinados hongos y la cantidad de fitoalexina producida; en las variedades resistentes, la planta responde a la infección con niveles altos de fitoalexina, que son tóxicos para el patógeno, mientras que las susceptibles, la concentración de fitoalexina producida resulta insuficiente para inactivar al patógeno (González, 1985).

2.8. Los Bioestimulantes

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento, desarrollo de las plantas y generar mayor resistencia a las condiciones de estrés bióticos y abióticos, tales como temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y/o enfermedades. Su composición puede incluir auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otra fitohormona (Morales, 2017). La definición de bioestimulantes incluye a materiales orgánicos y microorganismos que son aplicados a los cultivos para mejorar la absorción de nutrientes, estimular el crecimiento, mejorar la tolerancia al estrés y la calidad de los mismos (Veobides *et al.*, 2018).

De acuerdo a las diferentes marcas pueden ser elaborados a base de algas, hormonas vegetales, vitaminas, diferentes tipos de microorganismos, aminoácidos de origen animal y vegetal de fácil asimilación y residuo cero (Campocyl, 2018).

Se deben usar, al establecer el cultivo, en pequeñas cantidades como complemento en la fertilización y control de plagas o enfermedades, con el fin de aumentar el rendimiento, calidad de la fruta y protección ante las condiciones climáticas adversas. Si detecta que la planta está bajo una condición de estrés es preciso, en primer lugar, controlar dicho estado y después aplicar productos bioestimulantes para que se asimilen eficazmente (Morales, 2017).

2.8.1. Modo de acción de los bioestimulantes

Ahorro energético: las plantas a través de procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración sintetizan sus propios aminoácidos, a partir de los nutrimentos minerales que absorben. Al aplicar bioestimulantes formulados a base de aminoácidos, se supe a la planta con estos bloques estructurales (aminoácidos). Esto favorece el proceso de producción de proteínas con lo que se produce un ahorro de energía que la planta puede dirigir hacia otros procesos tales como floración, cuajado y producción de frutos. Este ahorro de energía tiene un valor especial cuando estos productos son aplicados en un momento en el cual el cultivo está debilitado por alguna condición extrema como un estrés hídrico, una helada, ataque de una plaga, un trasplante, el transporte de una localidad a otra, enfermedades y/o efectos fitotóxicos tales como la aplicación indebida de productos fitosanitarios, etc. (Saborío, 2002; Carrera y Canacuán, 2011).

Formación de sustancias biológicamente activas: la respuesta de las plantas a la aplicación de aminoácidos se asocia a la formación de sustancias biológicamente activas, que actúan vigorizando y estimulando la vegetación, resultando de gran interés en los periodos críticos de los cultivos o en cultivos de producción intensiva. Debido a que se ha demostrado que estimulan la formación de clorofila, ácido indolacético (AIA), producción de vitaminas y la síntesis de diversos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los efectos bioestimulantes y hormonal suele traducirse en estímulos sobre la floración, el cuajado de los frutos, adelanto en la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcares y vitaminas (Saborío, 2002).

Producción de antioxidantes: una planta bajo estrés reduce su metabolismo debido a un aumento de sustancias oxidantes. Los antioxidantes pueden evitar niveles tóxicos de estas sustancias, pero una planta no siempre puede producir suficientes antioxidantes, por lo que se ha encontrado que tras aplicaciones de

extracto del alga marina se refuerza el número de antioxidantes, con lo cual se mejora el metabolismo de la planta (Saborío, 2002; Carrera y Canacúan, 2011).

Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos: los aminoácidos pueden formar quelatos con diferentes microelementos (hierro, cobre, zinc y manganeso especialmente), favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales. Esta cualidad de introducir moléculas al interior de los tejidos vegetales se aprovecha para mejorar la eficacia de diversos productos fitosanitarios sistémicos o penetrantes como herbicidas, fitorreguladores, etc., permitiendo reducir incluso sus dosis de aplicación. Sin embargo, existe una incompatibilidad biológica entre productos a base de aminoácidos y compuestos cúpricos, debido a que los aminoácidos forman uniones con el cobre y al penetrar en los tejidos vegetales produce fitotoxicidad (Saborío, 2002).

Incremento de polifenoles: las plantas tratadas con bioestimulantes son más resistentes a los insectos, posiblemente porque ellas son más vigorosas, y pueden producir más de los compuestos defensivos (los cuales son energéticamente caros) como los polifenoles (Saborío, 2002).

Regulación fisiológica bajo condiciones de estrés hídrico: se ha demostrado que el estrés ambiental produce una reducción de la producción en los cultivos agrícolas que oscila entre un 60 al 80%, siendo los factores más limitantes la sequía y la salinidad, los cuales afectan directamente el estado hídrico de la planta. Se supone que si se mejora el nivel hídrico de la planta durante los momentos de estrés se puede mejorar significativamente la producción total final. Se han hecho experimentos en los cuales al aplicar productos bioestimulantes a base de aminoácidos en plantas estresadas, estos interfieren en el metabolismo dañado de las plantas para aliviar el estrés (Saborío, 2002; Zuaznabar *et al.*, 2013).

2.8.2. Tipos de bioestimulantes

Ácidos húmicos y fúlvicos: las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos. Las sustancias húmicas se han reconocido y utilizado durante décadas para mejorar la estructura y la fertilidad del suelo (por ejemplo, quelatar nutrientes y mejorar la capacidad de intercambio de cationes), mejorar la nutrición de las plantas y contribuir a mejor rendimiento y calidad del cultivo. Otro efecto bioestimulante es la protección frente al estrés oxidativo, al estimular la formación de compuestos del metabolismo secundario que confiere una mayor resistencia (Du-Jardin, 2015; Bpia, 2019).

Aminoácidos y mezclas de péptidos: los aminoácidos o compuestos péptidos se obtienen mediante una hidrólisis química o enzimática de productos agroindustriales tanto vegetales como animales. Estos compuestos se ha observado que juegan un papel importante como bioestimulantes al modular la absorción y asimilación de nitrógeno, regulando enzimas de la ruta de absorción de N por las raíces. Otras moléculas nitrogenadas también incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal. La actividad antioxidante de algunos compuestos nitrogenados contribuye a mejorar la movilidad de algunos micronutrientes (Du-Jardin, 2015; Martínez y Quiñones, 2017).

Extracto de algas y plantas: el uso de algas como fuente de materia orgánica y fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante, ha sido detectado muy recientemente. Ello fomenta el uso comercial de extracto de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminarina, alginato y carragenanos. Los compuestos polianiónicos contribuyen a la fijación e intercambio de cationes, que también son de interés para la fijación de metales pesados y para la remediación del suelo. Las algas también promueven el desarrollo de la microflora bacteriana del suelo (Du-Jardin, 2015; Martínez y Quiñones, 2017).

Quitosano y otros biopolímeros: el quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo ADN (ácido desoxirribonucleico) y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular. Además, son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas, de forma similar a los elicitores de defensa en plantas. Sus principales efectos son la protección de las plantas contra los patógenos fúngico (Du-Jardin, 2015; Martínez y Quiñones, 2017).

Compuestos inorgánicos: químicamente son elementos beneficiosos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden ser esenciales para algunas especies, pero no son requeridos por todas las plantas. Existen cinco principales elementos considerados como beneficiosos; Al, Co, Na, Se y Si, que están presentes en los suelos y en las plantas como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos promueven el crecimiento de las plantas, la tolerancia al estrés abiótico, la calidad de los productos vegetales y pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como en el caso del selenio en frente al ataque de patógenos. Las sales inorgánicas de elementos beneficiosos y esenciales (cloruros, fosfatos, fosfitos, silicatos y carbonatos) se han usado como fungicidas (Du-Jardin, 2015; Martínez y Quiñones, 2017).

Hongos beneficiosos: los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés biótico y abiótico de las plantas (Du-Jardin, 2015; Martínez y Quiñones, 2017).

Bacterias beneficiosas: en cuanto a su uso como bioestimulantes, deben tenerse en cuenta dos tipos principales: los endosimbiontes mutualistas tipo *Rhizobium* que facilitan la adquisición de nutrientes por las plantas y Rhizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) (Du-Jardin, 2015; Martínez y Quiñones, 2017).

Bionutrientes bioactivadores: los bioactivadores comprenden diversos productos químicamente bien definidos tales como aminoácidos o polisacáridos y otros más complejos como extractos de algas. Los bioactivadores aunque son nutrientes, no se emplean como tales ni en la misma proporción, sino que se busca un efecto activador sobre el metabolismo de las plantas cuando han soportado condiciones adversas como sequías, heladas, trasplantes, plagas y enfermedades, ya que mejorarán la resistencia de las plantas (Martínez y Quiñones, 2017).

2.9. Nutrición Mineral

La práctica de agregar elementos minerales al suelo para mejorar el crecimiento de las plantas se ha llevado a cabo desde hace más de 2000 años. Desde el siglo pasado Justus von Liebig (1803-1873) demostró la importancia de los elementos minerales para el crecimiento vegetal y a partir de sus trabajos, la nutrición mineral fue considerada como una disciplina científica (Marschner, 2012).

2.10. Elementos Minerales

Los elementos esenciales para las plantas son 17 incluyendo O, H y C provenientes de H₂O, CO₂ y aire, los demás corresponden a los nutrientes minerales, los cuales, según la cantidad absorbida por la planta, se clasifican en macronutrientes y micronutrientes (Rodríguez y Flórez, 2004)

Para que un elemento mineral sea considerado esencial, debe de cumplir con los siguientes criterios:

- La planta no puede completar su ciclo de vida en ausencia de tal elemento.

- La función de este elemento no puede ser reemplazado por otro elemento mineral.
 - Forma parte estructural de células, moléculas e interviene en procesos bioquímicos.
- (Rodríguez y Flórez, 2004).

El nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el agua son considerados como los principales factores limitantes del crecimiento, el desarrollo, y finalmente del rendimiento económico de los cultivos. Las respuestas de las plantas a la fertilización con N, P y K son de considerable importancia en la agricultura. A pesar de que N, P y K con frecuencia limitan el crecimiento y desarrollo de varios cultivos, en condiciones de campo los mecanismos precisos por los cuales ocurre esa limitación son complejos y variables según la especie, etapa de desarrollo y el medio ambiente. Limitando el suministro de N, P y K se disminuye la tasa de división celular, la expansión celular, la permeabilidad celular, la fotosíntesis, la producción de hojas, el crecimiento, y el rendimiento (Barrera *et al.*, 2010).

2.10.1. Nitrógeno (N)

El N es un elemento esencial para los seres vivos, pues forma parte de aminoácidos, aminoenzimas, ácidos nucleicos, clorofila y alcaloides, siendo el elemento del suelo más absorbido por las plantas en condiciones normales de cultivo. Por esta razón, también es el componente que más se encuentra de manera deficiente en la mayoría de los cultivos en todas las partes del mundo. El N tiene influencia en la floración y fructificación y, por ende, en el rendimiento del cultivo y puede ser absorbido por las plantas en la forma de nitrato (NO_3) o amonio (NH_4^+), la forma preferencial en la absorción de este elemento ya sea, nítrica o amoniacal difiere entre las especies vegetales (Balta *et al.*, 2015).

El N es fundamental para el crecimiento vegetativo, da el color verde intenso a las plantas, activa el rápido crecimiento, aumenta la producción de hojas, mejora la

calidad de las hortalizas. Es constituyente de la clorofila que permite la fotosíntesis, es un componente de ADN y ARN (ácido ribonucleico), ayuda a que la planta utilice otros nutrientes como P y K. Sin embargo un exceso del elemento se traduce en menor resistencia frente a las plagas y enfermedades, hojas de color verde azulado y retardo en la maduración (Marschner, 2012; FAO, 2019).

2.10.2. Fosforo (P)

El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5%. El P es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4^-), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH (Brown y Hu, 1999).

Este elemento juega un papel importante en la transferencia de energía. Es esencial para diversos procesos como la fotosíntesis, la respiración y otros procesos químicos-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y desarrollo de los tejidos que forman los puntos de crecimiento de las plantas. Intervienen en la formación nucleoproteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, síntesis de azúcares y grasas, y en la regulación del pH de las células. Es vital en la acumulación de energía (ATP y NADP) en los fenómenos de fosforilación (Moreno, 2007; Fernández, 2007).

2.10.3. Potasio (K)

El potasio es un macroelemento esencial, porque manifiesta su deficiencia en las plantas rápidamente debido a las grandes cantidades con que es requerida por ellas (tres veces más que el P y casi a la par que el N); también se le considera primario por intervenir en las funciones primarias de la planta. Este elemento es absorbido

en forma de ion K^+ , aunque en el suelo y los fertilizantes se expresan en K_2O (Coronel, 2003).

Este nutriente mineral es el más abundante en el citoplasma, y su importancia fisiológica radica en el papel que juega en el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas. Por otra parte, contribuye a la economía del agua porque regula la apertura estomática, importante para la absorción de CO_2 y el control de la transpiración. Así mismo, aumenta la velocidad de reacción en más de 50 enzimas y, en algunos casos, aumenta la afinidad por el sustrato. Entre las enzimas sobre las cuales actúa el potasio, se encuentra la piruvato quinasa, enzima esencial en la respiración y en el metabolismo de los carbohidratos. Otorga vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas, ayuda a la producción de proteínas, se encarga del transporte de azúcares desde las hojas al fruto (Rodríguez y Flórez, 2004; FAO, 2019).

2.11. Nutrición Mineral en la Prevención de Enfermedades

El manejo nutrimental a través de la fertilización es un control cultural importante en las enfermedades de las plantas y un componente integral de la producción agrícola. Las plantas que reciben una nutrición mineral balanceada son más tolerantes a las enfermedades; es decir, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes, que cuando uno o más nutrientes son abastecidos en cantidades excesivas o deficientes. Es evidente que la severidad de muchas enfermedades de las plantas puede reducirse mediante control químico, biológico y genético, e incrementarse con la propia nutrición. Los nutrientes pueden, además, incrementar o disminuir la resistencia o tolerancia de los cultivos a los patógenos. La resistencia es la habilidad del huésped para limitar la penetración, el desarrollo y/o reproducción del patógeno invasor, así como limitar la alimentación de este. La tolerancia es la capacidad del huésped para mantener su crecimiento, a pesar de la presencia de infección o ataque de plagas (Velasco, 1999).

La nutrición mineral afecta la susceptibilidad de una planta a las enfermedades, especialmente cuando el elemento es deficiente o la planta está bajo estrés ambiental. Tanto los macro y micronutrientes como los elementos beneficiosos afectan el metabolismo de las plantas a través de numerosos mecanismos, como la activación de enzimas que producen metabolitos de defensa, por ejemplo, lignina y fitoalexinas, e indirectamente al alterar los exudados de las raíces, el pH de la rizosfera y la actividad microbiana. El papel que desempeña cada nutriente en la supresión de enfermedades de las plantas debe verse de manera integral debido a las numerosas interacciones con otros elementos, la planta huésped, el medio de enraizamiento y los microorganismos beneficiosos y patógenos (Elmer y Datnoff, 2014).

Nitrógeno: a pesar de que N es uno de los más nutrientes importantes para el crecimiento de las plantas y el desarrollo de enfermedades, existen varios informes sobre el efecto del N sobre el desarrollo de la enfermedad que son inconsistentes y se contradicen entre sí, y las causas reales de esta inconsistencia son poco conocidas. Estas diferencias pueden deberse a la forma de N en la nutrición del huésped, el tipo de patógeno que pueden ser parásitos obligados o facultativos o la etapa en que se aplica el N. Con respecto a los parásitos obligados, *Puccinia graminis* y *Erysiphe graminis*, cuando hay un alto suministro de N hay un aumento en la gravedad de la infección; sin embargo, cuando la enfermedad es causada por parásitos facultativos, *Alternaria*, *Fusarium* y *Xanthomonas spp.*, el alto suministro de N disminuye la severidad de la infección. Todos los factores que ayudan al metabolismo de la planta y retrasan la senescencia pueden aumentar la resistencia o tolerancia a los parásitos facultativos, en el caso de los parásitos obligados a altas concentraciones de nitrógeno durante la etapa vegetativa hace a la planta más susceptible, además existe un aumento en la concentración de aminoácidos en el apoplasto y superficie de la hoja, que promueve la germinación y crecimiento de conidias. Las plantas con mayor contenido de nitrógeno tienen menos defensas debido a que disminuye la actividad de las enzimas claves del metabolismo del fenol, al disminuir los fenoles disminuye la lignina ya que son los precursores de

esta, en consecuencia, hace más susceptible a las plantas frente a patógenos (Dordas, 2008).

Potasio: este elemento disminuye la susceptibilidad de las plantas huésped hasta un nivel óptimo para el crecimiento, más allá de ese punto no hay aumento adicional de la resistencia. La alta susceptibilidad de las plantas al existir deficiencias de K se debe a que se disminuyen los compuestos de alto peso molecular (proteínas, almidón y celulosa) y se acumulan compuestos simples de N como las amidas que utilizan los patógenos. Además, el K promueve el desarrollo de paredes más gruesas en las células epidérmicas por lo cual previene la enfermedad. Se ha demostrado que altas concentraciones de K reducen la intensidad de enfermedades infecciosas de parásitos obligados y facultativos, tales como el tizón bacteriano, la pudrición del tallo y *Rhizoctonia solani* en plántulas (Sharma y Duveiller, 2004; Sharma *et al.*, 2005).

Fosforo: el fósforo es el segundo nutriente más comúnmente aplicado en la mayoría de los cultivos y es parte de muchas moléculas orgánicas de la célula, como: ADN, ARN, trifosfato de adenosina (ATP) y fosfolípidos, también está involucrado en muchos procesos metabólicos en la planta. Sin embargo, su papel en la resistencia es variable y aparentemente inconsistente, ha demostrado ser más beneficioso cuando se aplica para controlar enfermedades fúngicas en plantas donde el desarrollo vigoroso de las raíces permite que las plantas resistan más a la enfermedad. Se ha demostrado que la aplicación de P puede reducir el tizón bacteriano de la hoja en arroz, mildiu y moho azul, además la aplicación foliar de P puede inducir protección local y sistémica contra el mildiu polvoriento en pepino, rosas, uvas, mango y nectarinas (Dordas, 2008).

No solo la aplicación de nutrientes como fertilizantes puede aumentar la tolerancia a la enfermedad, si no cualquier medida que pueda aumentar la disponibilidad y limitar el desequilibrio de ciertos elementos puede afectar el crecimiento y la

tolerancia a las enfermedades, tales como rotación de cultivos, aplicación de estiércol, los cultivos intercalados y la labranza (Öborn *et al.*, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del Experimento y Características de la Región

El presente experimento se realizó en un invernadero de mediana tecnología de la empresa Rancho el Clérigo S.A de C.V., ubicada en Venado, San Luis Potosí, México. Las coordenadas geográficas son: 23°0'31"Latitud Norte y 101°4'9" de Longitud Oeste a la altura de 1830 msnm. El municipio se encuentra localizado en la parte norte del estado, en la zona altiplano. El clima se define como semi seco templado, domina la parte poniente del municipio del centro al sur, en la parte central es seco semi cálido; al oriente una franja con clima seco semi cálido, en el extremo noreste una porción de seco semi cálido (INEGI, 2009). La temperatura media anual es de 18.5°C con una precipitación pluvial anual de 460 mm.

3.2. Características del Invernadero

El invernadero es de mediana tecnología con estructura metálica y cubierta con polietileno blanco lechoso, la orientación del invernadero es de este a oeste, cuenta con sistema de riego por goteo, se divide en dos secciones y cada sección tiene una válvula para manipular el agua de riego. Cuyas dimensiones son de 124.8 metros de largo y 53.6 metros de ancho dando un área total de 6 689.28 m². Cuenta con 13 túneles en total y en cada túnel se establecen 5 surcos dando un total de 66 surcos en cada sección del invernadero. La longitud y ancho de los surcos son de 25 m y 1.20 m respectivamente. La cintilla de riego que se usó era calibre 6 000 con goteros cada 20 cm y un gasto de un litro por hora.

3.3. Material Vegetal

Para esta investigación se utilizó la variedad de pepino Centauro F1 de la empresa Fito. La semilla de pepino es híbrida Slicer, de planta vigorosa, abierta, con hojas de color verde muy oscuro. Muy adaptada a diferentes condiciones de cultivo. Fruto

de excelente conservación post-cosecha, color verde oscuro y muy buena adaptación a condiciones de calor y mucha luminosidad. Resistencias (IR) a CVYV (Virus de las Venas Amarillas del Pepino) y Px (*Podosphaera fuliginea*) (Fitó, s/f).

3.4. Producción de Plántula

Para la germinación de semillas se utilizaron charolas de 242 cavidades, las cuales fueron desinfectadas con el fin de evitar contaminación por patógenos. Se utilizó un sustrato comercial ya preparado llamado BM2, previamente humedecido con agua hasta nivel de saturación, posteriormente se prosiguió al llenado de charolas. Una vez llena la charola se prosiguió a hacer pequeños orificios para en ellos colocar una semilla en cada cavidad, al quedar todos los orificios con su respectiva semilla, se puso una capa del sustrato y se volvió a mojar para que la semilla tuviese la suficiente humedad para la germinación. Una vez que se tenían las charolas ya con la semilla, se pusieron en un invernadero de germinación y se taparon con plástico para conservar calor. Al momento de la emergencia se destaparon con el fin de evitar la etiolación, así como, propiciarle las condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad, con el fin de producir plantas sanas y vigorosas. Se realizaban dos riegos diarios para evitar el estrés hídrico de las plántulas, después de 20 días de la emergencia fueron trasplantadas en el invernadero de producción donde se llevó a cabo el experimento.

3.5. Acondicionamiento de Área de Producción

El invernadero fue acondicionado, haciendo labores de preparación de terreno tales como: subsuelo, barbecho, rastra y nivelación, posteriormente se hicieron los surcos a una distancia de 1.20 metros entre surco y surco, por último, se colocó la cintilla y se puso el acolchado en cada surco, todo esto se hizo con los implementos y herramientas por parte de la empresa. Al tener listo los surcos se desinfectó el suelo con metam sodio inyectado en el sistema de riego, para bajar poblaciones de

organismos patógenos como hongos, bacterias y nematodos principalmente, este se dejó actuar durante un mes por efectos de fitotoxicidad en el cultivo.

3.6. Trasplante

Cuando las plántulas tenían la primera hoja verdadera bien extendida fueron trasplantadas a una distancia de 40 cm entre plantas bajo un sistema de tres bolillo, obteniendo un total de 16 500 plantas en todo el invernadero. Con un total de 1 875 plantas por tratamiento.

Después del trasplante se hicieron riegos de auxilio para que la planta no resintiera el cambio, ya que las condiciones ambientales eran más extremas en el invernadero.

3.7. Condiciones Ambientales

Durante el experimento se registraron, temperaturas mínimas promedio de 15.5°C y máximas de 36.06°C, mientras que la humedad relativa osciló entre 19.87% y 74.45% en promedio.

3.8. Manejo del Cultivo

3.8.1. Riego

Los riegos se efectuaron mediante el sistema de riego, al inicio solo se daba un riego de media hora cada tercer día, basándose principalmente en las condiciones ambientales o si el cultivo lo requería. Estos se fueron aumentando conforme el cultivo lo demandó, debido al crecimiento de las plantas, hasta llegar a realizar dos riegos de 45 minutos cada tercer día para evitar el estrés hídrico de la planta.

Además, se establecieron 2 estrategias de riego debido al manejo de dos diferentes fórmulas de nutrición: nutrición local; manejada por experiencia de la empresa y nutrición formulada; basada en un análisis de suelo. Así mismo, la frecuencia de riego fue diferente entre las diferentes fórmulas de nutrición, ya que, la nutrición formulada solo se regaba con el agua necesaria para evitar enfermedades del suelo.

3.8.2. Fertilización

Se establecieron dos diferentes tratamientos de nutrición, ya que, se quería demostrar el efecto de una nutrición formulada, y compararla con la nutrición tradicional que la empresa ha usado de acuerdo con la experiencia que se tenía en el manejo del cultivo. La fertilización local se estableció sin tomar en cuenta el aporte nutricional del suelo, mientras la nutrición formulada se obtuvo en base a meta de rendimiento, mismo que se consideró el análisis de suelo y agua, para establecer la formulación, de acuerdo con los requerimientos necesarios.

3.8.3. Control de plagas

La primera aplicación se realizó a los 8 días después del trasplante para el control de caracol (*Rumina decollata*) usando Tapps'o® (metaldehído) de 2 a 3 pellets por planta, se pusieron en la base del tallo para un mejor control, este problema solo se presentó al inicio del cultivo debido a que el tallo de la planta aún era muy suculento.

Para el monitoreo de las plagas se pusieron trampas cromáticas en diferentes puntos del invernadero, se utilizaron principalmente de color amarillo para monitorear y bajar poblaciones de insectos, como mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y pulgones (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*), también se utilizaron trampas cromáticas color azul para los trips (*Frankliniella occidentalis*). Las trampas se hicieron con plástico de color amarillo y azul respectivamente, después se le colocó una capa de pegamento especial para los insectos. Además, se efectuaron monitoreos constantes para identificar y corroborar incidencia de las plagas

insectiles, con la finalidad de realizar aplicaciones preventivas o es su momento de control de éstas.

A los 15 días se hizo una aplicación para el control del minador (*Liriomyza sp.*) en el cual se usó el producto Nugor® (dimetoato) a una dosis de 500 mL·ha⁻¹, aplicando de manera foliar tratando de cubrir toda la planta para una mejor efectividad.

La siguiente aplicación fue a los 20 días después de trasplante donde se aplicó Verango® (fluopyram) a dosis de 100 mL en 200 litros de agua, la aplicación se hizo al drench para cubrir la raíz del cultivo y evitar que la población de nematodos empezara a aumentar, esta aplicación se hizo de manera preventiva ya que el cultivo anterior presento problemas de nematodos.

Al inicio de floración se asperjo Tracer® (spinosad) para el control de trips y pulgón, posterior a eso se hicieron aplicaciones cada 15 días para evitar que la población de trips aumentara. Se roto con otros productos como: Palgus® (spinetoram) y Stone® (piriproxifeno) para evitar que la plaga genere resistencia.

Al final del cultivo se tuvieron problemas con presencia de araña roja (*Tetranychus urticae*) por lo cual se aplicaron productos a base de abamectina y extracto de neem, a una dosis de 200 mL de Abaneem® (Abamectina más extracto de neem) y 100 ml de Agrimec® (abamectina) en 200 litros de agua.

3.8.4. Control de enfermedades

Para el control de las enfermedades se hicieron aplicaciones del producto Kasumin® (kasugamicina) para prevenir la presencia de bacterias, haciendo aplicaciones cada 15 días en toda el área experimental. Sin embargo, debido a los objetivos del experimento, solo se realizaron aplicaciones de fungicidas para prevenir cenicilla y mildiu en el manejo local, donde se hicieron aplicaciones dirigidas principalmente, con: Cabrio C® (boscalid + pyraclostrobin), Ranman®

(ciazofamida) e Infinito® (fluopicolide) de forma intercalada cada 8 días para prevenir mildiu, y para cenicilla se aplicó Fontelis® (pentiopirad) cada 15 días después de la primera cosecha.

3.8.5. Control de malezas

Las malezas que se encontraban dentro del invernadero fueron eliminadas manualmente con ayuda de azadón, esto con la finalidad de evitar que sirvieran como hospederas de plagas y enfermedades.

3.9. Tratamientos y Diseño Experimental

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones, y ocho tratamientos. Los tratamientos consistieron en combinaciones entre el manejo nutricional del cultivo (Nutrición Formulada vs Nutrición Local), el uso de paquetes de diferentes bioestimulantes (Green Corp y Optifer®) y el manejo tradicional o local con aplicación de fungicidas (Cuadro 1). Cada parcela experimental consistió de cinco surcos, dando un total de 1 875 plantas en promedio para cada tratamiento. La unidad experimental estuvo en función de 10 plantas seleccionadas de forma aleatoria y con competencia completa, en los dos surcos centrales, con la finalidad de disminuir el error experimental y considerar un muestreo estándar en todos los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

Cuadro 1. Combinaciones entre los bioestimulantes y nutrición mineral evaluadas en el cultivo de pepino. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

Numero	Tratamientos	Clave
1	Nutrición Formulada- Testigo	NFT
2	Nutrición Formulada- Manejo Local (uso de fungicidas)	NFML
3	Nutrición Formulada- Con Optifer®	NFO
4	Nutrición Formulada- Con Paquete Green Corp	NFGC
5	Nutrición Local- Testigo	NLT
6	Nutrición Local- Manejo Local (uso de fungicidas)	NLML
7	Nutrición Local- Con Optifer®	NLO
8	Nutrición Local- Con Paquete Green Corp	NLGC

La nutrición formulada consistió en 3.15 kg de N por tonelada de fruto, 1.35 kg de fósforo por tonelada de fruto y 3.5 kg de potasio por tonelada de fruto, como meta de rendimiento se tomaron 280 toneladas por hectárea y se consideró el aporte nutricional del suelo y agua (ver sección de anexos). En el caso de la nutrición local se basaron en la fórmula de N-P-K igual a 170-130-270 kg por hectárea y sin considerar el análisis de agua y suelo.

Las dosis, momento de aplicación y número de aplicaciones que se llevaron a cabo en el caso de los bioestimulantes fueron las recomendadas por cada uno de los fabricantes en cada caso, mientras que para el caso de los fungicidas se emplearon los productos y dosis, según la forma en la que la empresa del Rancho las utiliza (Cuadro 2).

Cuadro 2. Dosis de fungicidas y bioestimulantes aplicadas en el cultivo de pepino. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

Tratamientos	Productos	Dosis (ml·L⁻¹)
Testigo	----	----
Manejo Local	Cabrio C®	1.5 g·L ⁻¹
	Ranman®	0.75 mL·L ⁻¹
	Infinito®	2.5 mL·L ⁻¹
	Fontelis®	2.5 mL·L ⁻¹
Optifer®	Optifer®	10.0 g·L ⁻¹
Paquete Green Corp	Organiflush uno®/Organiflor dos®/Organigrow tres®	10.0/10.0/10.0 mL·L ⁻¹
	Citoflex®/Profixx zit®/Fruitsizer®	2.5/2.5/2.5 mL·L ⁻¹

La primera aplicación de los bioestimulantes se hizo a los 22 días después del trasplante (etapa vegetativa), después de esta se hicieron 3 aplicaciones cada 15 días (floración, fructificación y cosecha), se preparó una solución entre los diferentes bioestimulantes y un coadyuvante (Multiader-B) para mejorar la efectividad del producto. En el caso del manejo local la aplicación de los fungicidas se empezó a realizar a los 20 días después de trasplante, mismos que se repitieron cada 8 días hasta el final del ciclo del cultivo para la prevención de la incidencia de mildiu. La prevención y o control de cenicilla se realizó cada 15 días después de la primera

cosecha. Estas actividades se realizaron con ayuda de aspersoras motorizadas de mochila marca Echo SHP-800 con una boquilla de metal con dos cabezas con gasto de 0.57 lpm cada una, a una presión de 1.0 Mpa, tratando de cubrir toda el área foliar del cultivo.

Para la identificación de los tratamientos se utilizaron banderillas de diferentes colores, con la connotación específica a cada tratamiento y repetición (nombre del tratamiento, número de parcela y número de repetición). Con la finalidad de ubicar a los aplicadores y cosechadores en cada tratamiento para llevar un adecuado registro en la toma de datos, así como evitar confusiones y/o resultados erróneos.

Es de suma importancia tener conocimiento de la formulación nutricional por la que están constituidos los diferentes bioestimulantes, y de esta forma saber las implicaciones y el funcionamiento fisiológico en el que repercutirán en el cultivo. En el siguiente cuadro se pueden observar las características y componentes de los diferentes productos de bioestimulantes que se utilizaron en el experimento (Cuadro 3):

Cuadro 3. Concentraciones de los componentes de los bioestimulantes empleados en el cultivo de pepino cv. Centauro.

Componentes	Bioestimulantes						
	Organiflush uno®	Organiflor dos®	Organigrow tres®	Citoflexx®	Profixx zit ®	Fruit Sizer®	Optifert®
Materia Orgánica	-----	-----	-----	-----	-----	-----	85.88%
Auxínico	-----	-----	-----	-----	1000 ppm	-----	Min 2655 ppm
Giberelinas	-----	-----	-----	-----	500 ppm	2600 ppm	Min 62 ppm
Citocininas	-----	-----	-----	2500 ppm	1000 ppm	2500 ppm	Min 1652 ppm
Complejo vitamínico	-----	1.00%	-----	-----	2500 ppm	-----	-----
Complejo de aminoácidos	1.75%	2.05%	-----	-----	2.50%	2.00%	-----
Ácidos grasos	800 Ppm	1000 ppm	-----	-----	-----	-----	-----
Carbohidratos	0.50%	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Antioxidantes	7500 ppm	900 ppm	1.67%	-----	-----	-----	-----
Extractos de origen vegetal	17.52%	10.46%	7.33%	16.25%	-----	-----	-----
Complejo de azúcares	-----	1.00%	-----	-----	-----	-----	-----

...continuación Cuadro 3.

Complejo aminopeptido-proteico	-----	-----	4300 ppm	-----	-----	-----	-----
Cofactores enzimáticos	-----	-----	2000 ppm	-----	-----	-----	-----
Saponinas naturales	-----	-----	1.00%	-----	-----	-----	-----
Ácidos fúlvicos	-----	-----	-----	8.20%	-----	-----	-----
Folicisteína	-----	-----	-----	-----	2500 ppm	-----	-----
Mioinocitol	-----	-----	-----	-----	500 ppm	-----	-----
Nitrógeno	0.87%	1.01%	0.70%	6.80%	-----	8.80%	6.29%
Fosforo	-----	1.00%	-----	-----	15 %	-----	0.50%
Potasio	-----	2.00%	2.00%	-----	5%	6.30%	0.85%
Calcio	1.18%	1.04%	400 ppm	8.32%	1%	4.70%	0.29%
Magnesio	-----	5000 ppm	-----	-----	2%	-----	0.53%
Zinc	3.00%	3.00%	3.00%	-----	5%	0.80%	146.56 ppm
Azufre	-----	-----	1.00%	-----	5%	-----	-----
Sodio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.08
Boro	2.00%	2.00%	1.00%	-----	2%	-----	-----
Cobre	-----	1500 ppm	-----	-----	0.50%	-----	4.20 ppm
Hierro	-----	5000 ppm	-----	-----	-----	-----	175.60 ppm
Molibdenos	-----	-----	-----	-----	1000 ppm	-----	-----
Manganeso	-----	5000 ppm	-----	-----	-----	-----	.02 mg·Kg ⁻¹
Agentes quelatantes	-----	-----	-----	5.00%	6%	17.00%	-----
Acondicionadores y diluyentes.	72.35%	73.60%	81.63%	55.18%	55.10	59.89%	-----

3.10. Variables Evaluadas

3.10.1. Variables de crecimiento

Se muestrearon 10 plantas por parcela experimental, las cuales se tomaron al azar, con competencia completa, en los dos surcos centrales para reducir el error experimental.

Número de hojas (NH). Para esta variable, se contabilizaron las hojas por planta, los registros iniciaron a partir de los 15 días después del trasplante hasta antes de la cosecha, y se tomó el dato final cuando termino el experimento.

Grosor del tallo (GT). En milímetros (mm), se midió el grosor del tallo de la planta cada 15 días después del trasplante, hasta un día antes de la primera cosecha de los frutos, y se tomó un dato final cuando terminó el experimento. El punto de referencia fue debajo de la primera hoja verdadera, se utilizó un vernier digital marca Steren modelo HER-411.

Longitud de planta (LP). En metros (m), se midió el crecimiento de la planta cada 15 días después del trasplante, hasta un día antes de la cosecha de los frutos, al término del ciclo de cultivo se registró un dato final. La medición se hizo con un flexómetro marca Pretul Modelo 21612.

Distancia entre nudos (DN). En centímetros (cm), se midió la distancia de entre nudos de las plantas de los diferentes tratamientos, con apoyo del flexómetro.

Número de flores cuajadas (FC). Se contabilizaron y registro el número de las flores que amarraron fruto por planta.

Número de flores abortadas (FA). Se contabilizo manualmente el número de flores abortadas por planta, las cuales se distinguían porque no cuajaba el fruto y se secaba quedando adherido al tallo de la planta.

Número de flores total (FT). Se contaron de forma visual el número de flores total por planta, fueron consideradas tanto FC como FA.

3.10.2. Variables de rendimiento

Rendimiento por planta (RP). En kilogramos (Kg), se obtuvo mediante la sumatoria de todos los pesos de los frutos cosechados durante todo el ciclo de cultivo. Se pesaron los kilogramos cosechados de los dos surcos centrales de cada tratamiento y se sacó un promedio de acuerdo con el número total de plantas de dichos surcos.

Rendimiento por hectárea (RH). En toneladas (t), se hizo una extrapolación de los rendimientos por planta considerando la densidad de plantación por hectárea.

Rendimiento del corte 1 al 8 (C1-C8). En (kg), se obtuvo mediante la sumatoria de todos los pesos de los frutos cosechados durante el corte uno al corte ocho. Se pesaron los kilogramos cosechados de los dos surcos centrales de cada tratamiento y se sacó un promedio de acuerdo con el número total de plantas de dichos surcos.

Rendimiento del corte 9 al 16 (C9-C16). En (kg), se obtuvo mediante la sumatoria de todos los pesos de los frutos cosechados durante el corte nueve al corte dieciséis. Se pesaron los kilogramos cosechados de los dos surcos centrales de cada tratamiento y se sacó un promedio de acuerdo con el número total de plantas de dichos surcos.

En el caso de las variables de fruto se muestrearon tres frutos al azar por parcela experimental al término de cada cosecha.

Peso de frutos (PF). En gramos (g), con el apoyo de una báscula digital modelo SF-400 se pesaron frutos de los diferentes tratamientos y posteriormente fueron registrados.

Diámetro ecuatorial de fruto (DEF). En milímetros (mm), se midió la parte media de cada uno de los frutos cosechados, utilizando el mismo vernier descrito anteriormente.

Diámetro polar de fruto (DPF). En centímetros (cm), esta variable se obtuvo al medir el largo de los frutos cosechados en los diferentes tratamientos, con apoyo del flexómetro antes descrito.

Número de frutos (NFru). Se contabilizó manualmente el número total de frutos cosechados por planta. Se muestrearon 10 plantas por tratamiento, las cuales se tomaron al azar de los dos surcos centrales.

3.10.3. Variables de severidad de enfermedades

Severidad de mildiu 1 (SM1). En porcentaje (%), de las plantas (10 plantas por tratamiento) se tomaron cinco hojas de cada una y se procedió a realizar la evaluación. La primera evaluación del índice de daño se tomó al inicio de la presencia de los síntomas de la enfermedad de acuerdo a una escala arbitraria con valores de 0 a 4 propuesta por Fujiwara y Fujii (2002), donde 0: no existe daño, 1: menos de 5% de la superficie de la hoja dañada, 2: de 5 a 25%, 3: de 26 a 50% y 4: más del 50% de la superficie dañada de la hoja. Los índices de daño de cada hoja se convirtieron a severidad por planta de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$S = 100 (0 n_0 + 1 n_1 + 2 n_2 + 3 n_3 + 4 n_4) / 4N \quad (1)$$

Donde, S es la severidad de daño por planta, 0 a 4 son las escalas de daño, n_0 a n_4 son el número de hojas con el correspondiente valor 0 a 4, N es el número total de hojas evaluadas por planta, es decir cinco.

Severidad de mildiu 2 (SM2). En porcentaje (%), de las plantas (10 plantas por tratamiento) se tomaron cinco hojas de cada una y se sacó la evaluación igual a la incidencia de mildiu 1. Esta se hizo después de 15 días de la primera toma de incidencia de mildiu.

Severidad de cenicilla (SC). En porcentaje (%), esta evaluación se hizo igual a la severidad de Mildiu 1 y Mildiu 2 mencionadas anteriormente, en este caso solo se hizo una evaluación.

3.10.4. Variables de calidad de postcosecha

Pérdida de peso (PP). En cada tratamiento se eligieron seis frutos al azar, y se midió la pérdida de humedad gradual por día, durante 15 días; para medir esta variable, los frutos se pusieron en una cámara húmeda a temperatura ambiente, y se pesaron cada 24 horas con la báscula digital.

Porcentaje de materia (Pmat). Las muestras de los frutos de pepino (seis muestras por tratamiento) se pesaron de los días 1 y 15 después de la cosecha. La diferencia que hubo entre el peso inicial y el final del fruto se consideró como pérdida gradual de peso.

Incidencia de enfermedades en fruto (IEF). En porcentaje (%), las muestras de los frutos de pepino (seis muestras por tratamiento) se observaron durante los 15 días del experimento, y se anotaron los que presentaban enfermedades, posteriormente se sacó la incidencia con los datos obtenidos, donde 0 frutos dañados: no existe incidencia, 1 fruto dañado:16.6%, 2 frutos dañados:33.3%, 3 frutos dañados:50%, 4 frutos dañados:66.6%, 5 frutos dañados:83.3% y 6 frutos dañados:100% de incidencia.

3.11. Análisis Estadístico

Los datos colectados se sometieron bajo un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación múltiple de medias entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) utilizando el paquete SAS (Statistical Analysis Systems) versión 9.0, se consideró un arreglo factorial en el análisis de los datos, para analizar las interacciones entre los tratamientos evaluados. Además, con la finalidad de respaldar el ANOVA, se hizo un análisis multivariado, mediante Componentes Principales (CP), para determinar si las variables que se evaluaron favorecen en la formación de grupos por tratamiento y con ello verificar si existe interacción entre los factores evaluados (nutrición, uso de bioestimulantes comparadas con el

manejo local), esto para determinar la mejor combinación y elegir una propuesta de manejo que beneficie en el rendimiento y calidad de frutos, a la empresa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables de Crecimiento

4.1.1. Análisis de varianza

Las fórmulas de fertilización y los diferentes tipos de bioestimulantes afectaron el crecimiento y desarrollo de las plantas de pepino. Por tanto, las fertilizaciones influyeron significativamente solo en el grosor de tallo (GT) con una confiabilidad del 99% ($\alpha \leq 0.01$), ya que en las demás variables no se encontraron diferencias significativas entre estos. Mientras que la aplicación de bioestimulantes afectó significativamente la longitud de planta (LP), flores cuajadas (FC) y flores abortadas (FA) con una confiabilidad del 99% ($\alpha \leq 0.01$); también se presentaron diferencias significativas al 95% ($\alpha \leq 0.05$) en la distancia entre nudos (DN) (Cuadro 3); estos resultados indican que los bioestimulantes tuvieron mayor efecto en las variables relacionadas al crecimiento, que la fertilización de forma independiente. Sin embargo, las interacciones de estos factores no expresaron significancia a ninguna de las variables de crecimiento.

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables de crecimiento de plantas de pepino híbrido Centauro cultivado bajo diferentes fertilizaciones y aplicación de bioestimulantes. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

FV	gl	LP (m)	GT (mm)	NH	DN (cm)	FT	FC	FA
Fert.	1	0.10 ^{ns}	0.75^{**}	2.04 ^{ns}	0.01 ^{ns}	4.17 ^{ns}	1.04 ^{ns}	0.67 ^{ns}
Bios.	3	0.28^{**}	0.15 ^{ns}	5.60 ^{ns}	0.36 [*]	4.28 ^{ns}	24.38^{**}	44.50^{**}
Inter.	3	0.08 ^{ns}	0.23[*]	0.71 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.94 ^{ns}	4.49 ^{ns}	5.44 ^{ns}
Error	16	0.05	0.09	2.54	0.10	2.38	3.71	3.58
Total	23	....	....	....	....	....	....	....
R²	....	0.62	0.58	0.34	0.42	0.34	0.60	0.72
CV%	....	4.21	2.33	3.09	3.82	2.86	8.01	6.33
Media	....	5.05	12.54	51.63	8.42	53.92	24.04	29.92

FV: Fuente de variación; Fert: Fertilización; Bios: Bioestimulantes; Inter: Interacción; R²: coeficiente de determinación de la varianza total de la variable explicada por la regresión; CV(%): porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; gl: grados de libertad; LP: Longitud de planta, GT: Grosor de tallo, NH: Numero de hojas, DN: Distancia entre nudos, FT: Número de flores total, FC: Numero de flores cuajadas, FA: Numero de flores abortadas; **: diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.01$); *: diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$); ^{ns}: no se presentaron diferencias significativas.

4.1.2. Comparación múltiple de medias

La mayor longitud de planta (LP) se expresó en los tratamientos testigo (5.24 m), manejo local (5.15 m) y aquellos donde se aplicó el bioestimulante Optifer® (5.06 m), en comparación a la LP que se tuvo en los tratamientos donde se aplicó el paquete de Green Corp (4.74 m), ya que en estas se registró una menor altura (Cuadro 5). Contrario a estos resultados lo señalaron Quintero *et al.* (2018) quienes mencionan que, la altura de las plantas de frijol aumenta al aplicar bioestimulantes, comparado con las plantas control o testigo, en dicho trabajo, destacó la aplicación de ME-50 a una dosis de $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y el Biobras16® aplicado a $0.05 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, para lo cual lograron un incremento en esa variable de 46.05%. Además, Mahmood *et al.* (2017) mencionan que la altura de plantas de pimiento aumenta al aplicar ácido salicílico (3.0 mM) alcanzando alturas de 44.17 y 43.55 cm en dos años de estudio, siendo mayor al tratamiento sin bioestimulantes (testigo) donde obtuvieron alturas de 36 y 35.11 cm, en cada año. Calero *et al.* (2019) observaron también un aumento en la altura de plantas del cultivo de rábano tratadas con bioestimulantes, menciona que la aplicación de ME-50 y Biobras-16 incremento la altura con respecto al tratamiento control (testigo). Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que la composición de los bioestimulantes, puede incidir en el crecimiento y desarrollo del cultivo de pepino, así como el uso y la forma de aplicarlos en diferentes etapas de crecimiento de las plantas. En este sentido, el bioestimulante Optifer®, cuenta con un contenido hormonal relacionado a la estimulación de crecimiento, con el que no cuenta el paquete de Green Corp (Cuadro 3).

Cuadro 5. Efecto de la fertilización y bioestimulantes en el crecimiento de plantas de pepino híbrido Centauro. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

Tipo de nutrición	LP (m)	GT (mm)	NH	DN (cm)	FT	FC	FA
Formulada	5.11a	12.36b	51.92a	8.44a	53.50a	23.83a	29.75a
Local	4.98a	12.71a	51.33a	8.40a	54.33a	24.25a	30.08a
ANVA (Pr ≤ F)	0.16	0.009	0.38	0.81	0.20	0.60	0.67
Tipos de Bios.							
Testigo	5.24a	12.68a	52.67a	8.37ab	54.50a	21.50c	33.17a
Manejo Local	5.15a	12.66a	51.67a	8.72a	54.17a	23.50bc	30.67ab
Optifer®	5.06ab	12.37a	51.83a	8.46ab	54.33a	25.00ab	29.17bc
Green Corp	4.74b	12.44a	50.33a	8.13b	52.67a	26.17a	26.67c
ANVA Pr ≤ F)	0.005	0.20	0.13	0.04	0.19	0.004	0.0002
Interacción (Pr≤F)	0.18	0.08	0.84	0.84	0.76	0.34	0.25
CV(%)	4.21	2.33	3.09	3.82	2.86	8.01	6.33

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; Pr≤F: probabilidad del estadístico de Fisher; Bios: bioestimulantes; CV(%):porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; LP: Longitud de planta; GT: Grosor de tallo; NH: Numero de hojas; DN: Distancia entre nudos; FT: Número de flores total; FC: Numero de flores cuajadas; FA: Numero de flores abortadas.

La nutrición local tuvo influencia en la variable grosor de tallo (GT), con referencia al dato obtenido en la nutrición formulada que fue menor; en este sentido, el tratamiento donde se aplicó en su mayoría fosfonitrato con triple 18 fue mejor, debido a que ambos aportan nitrógeno y este tiene la cualidad de aumentar el desarrollo vegetativo (Cuadro 5); esto concuerda con Magdaleno *et al.* (2006) pues mencionan que con la aplicación de distintas fórmulas de fertilización obtuvo diferencias significativas en el grosor de tallo en plántulas de tomate cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.), logrando mejores resultados al aplicar la solución de Steiner al 50 y 75%. Así mismo, Ochoa y Mendoza (2015) reportan que los distintos tipos de fertilización tiene efecto en el grosor de tallo de plantas de rábano, en el cual mencionan que el tratamiento donde se aplicó pura urea obtuvo el tallo más delgado.

Sin embargo, si se analiza con respecto a los tratamientos donde se aplicaron los bioestimulantes, el tratamiento que obtuvo mayor GT fue el testigo, donde se aplicó la nutrición tradicional y no se aplicó ningún bioestimulantes (Cuadro 5); por tanto, no hay influencia de estos productos en el incremento de esta variable.

La aplicación del paquete Green Corp reduce la distancia de entre nudos (DN), mientras que en las plantas del tratamiento testigo, las tratadas con Optifer® y las de manejo local la DN fue similar, resultados que concuerdan con Nación (2016), quien menciona que la aplicación de bioestimulantes al cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum*) no mostraron diferencias al tratamiento testigo. En contraparte Calero *et al.* (2018) obtuvieron resultados diferentes, ya que mencionan que al aplicar bioestimulantes en plantas de tabaco se obtiene mayor crecimiento de los entren nudos por la aplicación combinada de ME-50+BB-16 al superar a los tratamientos individuales de ME-50, BB-16 y el control, incrementando un 44.51% a los 21 ddt, 26.93% a los 42 y 11.82% un día antes de la cosecha (64 ddt) en relación al tratamiento sin bioestimulantes.

El número de flores cuajadas (FC) se redujo con el tratamiento testigo (21.50 flores) de forma significativa, aumentando en las plantas con manejo local (23.50 flores) y al aplicar Optifer® (25 flores), sin embargo, este incremento fue aún mayor con el paquete Green Corp (26.17 flores) ya que se obtuvo el mayor número de FC durante el desarrollo del cultivo. Por consecuente la aplicación del paquete Green Corp reduce el número de flores abortadas (FA), mismo efecto, pero en menor proporción se observan en las plantas del manejo local y con la aplicación de Optifer® en comparación al tratamiento testigo. Así mismo Ramírez *et al.* (2005) mencionan que la aplicación de bioestimulantes en plantas de chile habanero aumenta el amarre de flores, en este caso logró mejores resultados con el producto comercial Maxigrow el cual incremento la inducción y amarre de flor respecto al tratamiento testigo, cuyo aumento fue un 44% en condiciones de campo abierto e invernadero. Además, Álvarez *et al.* (2015) señalan que la aplicación de Fitomas-E en plantas de tomate a una dosis de 0.7 L·ha⁻¹ aumenta el número de flores respecto al testigo, obteniendo medias de 36.75 y 24.74 flores por planta respectivamente, esto coincide con Villar *et al.* (2005), quienes indican que la aplicación de Fitomas-E a la misma dosis aumentan el número de flores en cultivo de tomate y por consecuente el número de frutos. Esto indica que la aplicación de bioestimulantes es una buena

práctica, ya que evitan el aborto floral al favorecer un incremento en el cuajado y amarre de frutos por planta.

4.2. Rendimiento

4.2.1. Análisis de varianza

Las fórmulas de fertilización y los diferentes tipos de bioestimulantes que se aplicaron a las plantas de pepino, afectaron los diferentes componentes de rendimiento de frutos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento de fruto en plantas de pepino híbrido Centauro cultivado bajo diferentes fertilizaciones y bioestimulantes. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

FV	gl	RP (kg)	RH (t)	C1-C8 (kg)	C9-C16 (kg)	NFru	PF (gr)	DEF (mm)	DPF (cm)
Fert.	1	0.98 ^{ns}	672.78 ^{ns}	0.43 ^{ns}	2.69^{**}	3.38 ^{ns}	1237.4 ^{ns}	1.33 ^{ns}	0.02 ^{ns}
Bios.	3	1.18[*]	813.09[*]	1.12^{**}	0.09 ^{ns}	20.82[*]	2381.15[*]	3.51 ^{ns}	0.72 ^{ns}
Inter.	3	0.22 ^{ns}	156.05 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.05 ^{ns}	1.38 ^{ns}	247.53 ^{ns}	1.01 ^{ns}	0.75 ^{ns}
Error	16	0.26	176.91	0.12	0.13	2.63	8857.60	1.61	0.58
Total	23								
R²		0.56	0.56	0.69	0.60	0.62	0.51	0.37	0.32
CV%		5.13	5.13	7.70	6.67	7.43	3.33	2.11	2.37
Media		9.88	259.40	4.43	5.45	21.79	707.04	60.07	32.09

FV: Fuente de variación; Fert: Fertilización; Bios: Bioestimulantes; Inter: Interacción; R²: coeficiente de determinación de la varianza total de la variable explicada por la regresión; CV(%): porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; gl: grados de libertad; RP: Rendimiento por planta, RH: Rendimiento por hectárea, C1-C8: Corte 1 al 8, C9-C16: Corte 9 al 16, NFru: Numero de frutos por planta, PF: Peso de fruto, DEF: Diámetro ecuatorial de fruto, DPF: Diámetro polar de fruto; **: Diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.01$); *: diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$); ns: no se presentaron diferencias significativas.

Las fertilizaciones presentaron diferencias altamente significativamente en la variable relacionada a el dato recabado para los cortes del 9 al 16 (C9-C16) con una confiabilidad del 99% ($\alpha \leq 0.01$), en el resto de las variables no se encontraron diferencias significativas. Mientras que la aplicación de los diferentes tratamientos de bioestimulantes afectaron significativamente del corte 1 al 8 (C1-C8) y número de frutos cosechados (NFru) con una confiabilidad del 99% ($\alpha \leq 0.01$); también se presentaron diferencias significativas al 95% ($\alpha \leq 0.05$) en las variables de rendimiento por planta (RP), rendimiento por hectárea (RH) y peso de fruto (PF). En

la variable corte 9 al 16 (C9-C16) no se encontraron diferencias con la aplicación de los tratamientos con aplicación de bioestimulantes. La interacción entre estos factores no tuvo significancia en ninguna de las variables mencionadas (Cuadro 6). Estos resultados indican que el uso de bioestimulantes en la producción del cultivo de pepino, combinada con una fertilización apta a las necesidades del sistema productivo, pueden favorecer en variables que están relacionadas al rendimiento, lo que para el productor puede significar una diferencia que garantice mayor producción.

4.2.2. Comparación múltiple de medias

La aplicación de la fertilización formulada aumentó el rendimiento en el corte 9 al 16 (C9-C16), en contraste con el menor rendimiento reportado al aplicar la fertilización local durante estos cortes (Cuadro 7). Esta disminución del rendimiento se debió a que en la fertilización local no se consideró el aporte nutricional del suelo, lo que probablemente ocasionó algún desbalance entre nutrimentos. Lo anterior fue señalado por Cabrera *et al.* (2007), quienes mencionan que la fertirrigación en cultivos protegidos, sin tomar en consideración la disponibilidad de nutrientes del suelo, origina desbalances nutrimentales provocando deficiencias en las plantas, y evita alcanzar los rendimientos esperados. Además, Arellano y Gutiérrez (2006) reportan que se deben cuidar las dosis de fertilización y aplicar fertilizantes racionalmente para evitar que haya desbalances nutricionales, ya que en su experimento demostraron que con dosis altas y bajas se pueden obtener rendimientos muy similares entre ellos, en comparación con los rendimientos obtenidos en dosis medias, los cuales expresaron los más altos valores.

Cuadro 7. Efecto de la fertilización y bioestimulantes en el rendimiento de fruto de las plantas de pepino híbrido Centauro. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

Tipo de nutrición	RP (kg)	RH (t)	C1-C8 (kg)	C9-C16 (kg)	NFru	PF (gr)	DEF (mm)	DPF (cm)
Formulada	10.08a	264.69a	4.29a	5.79a	22.17a	714.22a	60.31a	32.13a
Local	9.68a	254.10a	4.56a	5.12b	21.42a	699.86a	59.84a	32.02a
ANVA (Pr ≤ F)	0.07	0.07	0.07	0.0004	0.27	0.15	0.38	0.85
Tipos de Bios.								
Testigo	9.28b	243.74b	3.91c	5.38a	19.67c	688.33b	59.83a	31.94a
M. Local	10.21a	267.86 a	4.62ab	5.59a	20.83bc	695.11ab	59.57a	31.71a
Optifer®	9.80ab	257.35ab	4.28bc	5.53a	23.00ab	711.67ab	59.69a	32.22a
Green Corp	10.24a	268.64a	4.91a	5.33a	23.67a	733.06a	61.21a	32.51 a
ANVA (Pr ≤ F)	0.02	0.02	0.0007	0.58	0.002	0.02	0.13	0.33
Interacción (Pr ≤ F)	0.48	0.47	0.43	0.76	0.67	0.72	0.61	0.31
CV (%)	5.13	5.13	7.70	6.67	7.43	3.33	2.11	2.37

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; Pr≤F: probabilidad del estadístico de Fisher; Bios: bioestimulantes; CV (%): porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; RP: Rendimiento por planta; RH: Rendimiento por hectárea; C1-8: Corte 1 al 8; C9-16: Corte 9 al 16; NFru: Numero de frutos por planta; PF: Peso de fruto; DEF: Diámetro ecuatorial de fruto; DPF: Diámetro polar de fruto.

El rendimiento del corte uno al ocho (C1-C8) se incrementó al aplicar el tratamiento Green Corp (4.91 kg·planta), seguido del manejo local (4.62 kg·planta) y el tratamiento con Optifer® (4.28 kg·planta), mientras que en las plantas testigo se registró menor rendimiento (3.91 kg·planta). Esto se debe a que la aplicación de los bioestimulantes del paquete Green Corp favorecieron la formación y cuajado de frutos, además aumento el vigor de las plantas de pepino, por lo que se vio reflejado en el rendimiento de los primeros cortes realizados al experimento (Cuadro 7). El rendimiento total de fruto por planta (RP) se incrementó con la aplicación de los bioestimulantes; Green Corp (10.24 kg·planta), Optifer® (9.80 kg·planta), y en plantas de Manejo Local (10.21 kg·planta) en comparación con el tratamiento testigo (Cuadro 7), este mismo efecto se obtuvo en el rendimiento por hectárea (RH). En este sentido, Sánchez (2017) reporta un incremento en el rendimiento de frutos de pepino hasta 35.9 t·ha⁻¹ con la dosis de 1.25 L·ha⁻¹ del bioestimulante Vitazyme en comparación con el testigo, el cual representó un 38.1% de la producción. Así mismo, Rosell *et al.* (2019) indicaron que la aplicación del bioestimulante Fitomas-E aumento el rendimiento en plantas de pepino a una dosis de 0.6 L·ha⁻¹,

alcanzando un incremento de hasta un 82% respecto al tratamiento testigo. Baldoquin *et al.* (2015) encontraron en el cultivo de lechuga que al aplicar el bioestimulante Enerplant a una dosis de $1.5 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ presentaron mayor rendimiento con respecto al tratamiento testigo.

La aplicación del paquete Green Corp aumenta el número de frutos cosechados (NFru), respecto a los tratamientos Optifer® y manejo local, mientras que las plantas testigo fueron las que registraron menor número de frutos cosechados (Cuadro 7). Villegas *et al.* (2018) mencionan que la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de tomate aumenta el número de frutos por planta en comparación con el testigo, destacando la aplicación del bioestimulante Liplant® aplicado en una disolución de 1/30 (v/v). Así mismo, Mazuela *et al.* (2012) reportan que la aplicación del bioestimulante Fartum® a dosis de 0.46 mL por planta aumentan el número de frutos cosechados comparando con el testigo en tomate cherry. El peso de fruto (PF) presentó diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo mayor peso al aplicar Green Corp, seguido por el tratamiento de Optifer® y el Manejo Local, siendo el testigo el que presentó el menor peso (Cuadro 7). Agudelo *et al.* (2019) señalan un incremento significativo en el peso de fruto de tomate comparado con el testigo absoluto, y el mejor fue el tratamiento con el bioestimulante Bioagro Triple A en dosis de $1.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua. Además, Campo *et al.* (2015) mencionan que la aplicación de Fitomas-E a dosis de $0.7 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ en etapa de trasplante y floración aumentaron significativamente el peso de fruto de tomate en comparación del tratamiento testigo. Así mismo, Hurtado *et al.* (2019) registro que la aplicación de bioestimulantes a base de microorganismos y lixiviado de vermicompost aumentaron el peso de fruto de pepino en comparación con el tratamiento control (testigo).

4.3. Variables Relacionadas a la Sanidad de la Planta

4.3.1. Análisis de varianza

El manejo de fertilización que se dio al cultivo de pepino influyo significativamente a las variables relacionadas con la sanidad de la planta, por lo que se vio altamente afectada la severidad de mildiu 1 (SM1) y severidad de cenicilla (SC) con una confiabilidad del 99% ($\alpha \leq 0.01$). Por otro lado, la aplicación de bioestimulantes y la interacción entre los tratamientos, no expreso efectos significativos en la sanidad de la planta para las variables relacionadas a la severidad de mildiu y cenicilla (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza de severidad de mildiu y cenicilla en plantas de pepino hibrido Centauro cultivado bajo diferentes fertilizaciones y bioestimulantes. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

FV	gl	SM1 (%)	SC (%)	SM2 (%)
Fert.	1	430.61**	1022.60**	158.36 ^{ns}
Bios.	3	40.37 ^{ns}	137.56 ^{ns}	183.93 ^{ns}
Inter.	3	25.64 ^{ns}	92.27 ^{ns}	9.63 ^{ns}
Error	16	26.57	53.50	75.24
Total	23			
R ²		0.60	0.67	0.60
CV%		15.59	15.16	19.34
Media		33.06	48.27	37.85

FV: Fuente de variación; Fert: Fertilización; Bios: Bioestimulantes; Inter: Interacción; R²: coeficiente de determinación de la varianza total de la variable explicada por la regresión; CV(%): porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; gl: grados de libertad; SM1: Severidad de Mildiu 1, SC: Severidad de Cenicilla; SM2: Severidad de Mildiu 2; **: Diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.01$); *: diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$); ns: no se presentaron diferencias significativas.

4.3.2. Comparación múltiple de medias

La aplicación de la nutrición local tuvo influencia en la reducción de la severidad de cenicilla (SC) y la severidad de mildiu 1 (SM1); mientras que, en la nutrición formulada, el daño que se mostró en las plantas por estas enfermedades fue más notorio (Cuadro 9); en este caso la aplicación de nitrógeno aportado solo con fosfonitrato hace más suculentas las plantas debido al contenido de nitrógeno amoniacal, por lo cual es más susceptible a enfermedades. Con base en esto, Díaz (2006) menciona que el suministro de K y P en la aplicación de nutrición nitrogenada

en el cultivo de la soja conduce a una menor incidencia de enfermedades, así mismo, los suelos fértiles producen plantas sanas y vigorosas con mayor probabilidad de permanecer sanas o al menos de producir rendimientos aceptables en presencia de una o más enfermedades. Fundora *et al.* (2010) señala que las aplicaciones excesivas de nitrógeno en el cultivo de papa generan mayor incidencia de enfermedades y por lo tanto reduce el rendimiento, siendo mejores los tratamientos donde se utiliza dosis que no sobrepasaron los 180 Kg·ha⁻¹ de N para la obtención de rendimientos de hasta 30 t·ha⁻¹ y con ello se puede bajar la incidencia de enfermedades como *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani* y *Erwinia spp.* (= *Pectobacterium*). Estos mismos autores, mencionan que el exceso de nitrógeno eleva la síntesis de giberelinas, provocando un desequilibrio, que deriva los carbohidratos a la formación de follaje lo cual tiene consecuencias negativas para la tuberización, lo que implica que las plantas sean más susceptibles a plagas y enfermedades. Acosta (2019) menciona que la aplicación excesiva de nitrógeno en arroz hace más susceptible a la planta frente a enfermedades, ya que con la dosis más alta (350 ppm), se presentó una incidencia de 3.08% para *Pyricularia* y 2.87% para *Helminthosporium*; sin embargo, la deficiencia de este elemento provoca susceptibilidad e incidencia a la presencia de dichas enfermedades, ya que el tratamiento testigo (sin nitrógeno) presentó niveles considerables de incidencia con 2.58% para *Pyricularia*, 2.96% para *Helminthosporium* y 2.28% para *Rhizoctonia*.

Cuadro 9. Efecto de la fertilización y bioestimulantes en la severidad de mildiu y cenicilla en plantas de pepino híbrido Centauro. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., 2019.

Tipo de nutrición	SM1	SC	SM2
Formulada	37.29a	54.79a	38.20a
Local	28.82b	41.74b	43.33a
ANVA (Pr ≤ F)	0.0010	0.0005	0.17
Tipos de Bios.			
Testigo	34.59a	46.11a	47.36a
Manejo Local	32.36a	45.28a	40.14a
Optifer®	29.72a	46.25a	33.89a
Green Corp	35.56a	55.41a	41.67a
ANVA (Pr ≤ F)	0.25	0.09	0.10
Interacción (Pr ≤ F)	0.43	0.20	0.94
CV(%)	15.59	15.16	21.28

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales; Pr≤F: probabilidad del estadístico de Fisher; Bios: bioestimulantes; CV(%): porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; SM1: Severidad de Mildiu 1, SC: Severidad de Cenicilla; SM2: Severidad de Mildiu 2.

La severidad de mildiu 2 (DM2) no tuvo diferencias estadísticas significativas, sin embargo, al aplicar la nutrición formulada la severidad del mildiu inicial con respecto a la segunda evaluación incrementó un 2.44%, por lo que se mantuvo estable el daño en las plantas; caso contrario a lo que se pudo observar en los tratamientos con la nutrición local donde la severidad de mildiu en la primera evaluación con respecto a la segunda aumento en un 50.35 %. En este sentido, Aguirre *et al.* (2006) reporta que un desbalance en las relaciones de nutrientes incrementa el porcentaje de daño por enfermedades en cebolla, especialmente donde intervienen el N, P y S, así mismo menciona que las plantas que reciben una nutrición mineral adecuada con relaciones de elementos balanceados, teniendo en cuenta las condiciones del suelo y los requerimientos del cultivo, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las existentes, lo que fue fácilmente observable en la sanidad de las plantas de pepino al final del ciclo productivo de este experimento.

4.4. Variables de Postcosecha

4.4.1. Porcentaje de materia seca (Pmat)

Los tipos de fertilización y los diferentes bioestimulantes aplicados a las plantas de pepino, no afectaron el porcentaje de materia seca (Pmat) en los frutos de pepino

(datos no mostrados). Las fertilizaciones no tuvieron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, numéricamente la fertilización local obtuvo un menor porcentaje de materia seca. La aplicación de los bioestimulantes y la interacción de estos (fertilizaciones con bioestimulantes) no tuvieron efectos significativos en la pérdida de porcentaje de materia. Por tal motivo, no fue necesario correr una comparación múltiple de medias para esta variable.

4.4.2. Pérdida de peso de fruto (PP)

La pérdida de peso en los frutos (PP) aumentaron conforme avanzaron los días después del corte (cosecha) (Figura 1). Esto es debido a un comportamiento lógico ya que una vez cosechado, el fruto depende únicamente de sus reservas, y éste continúa realizando sus procesos metabólicos (respiración, transpiración), además está sujeto a continuos cambios que determinan la declinación de la calidad interna y externa. Este proceso de pérdida de peso consiste esencialmente en una serie de eventos irreversibles que conducen a la desorganización celular y a la muerte de los tejidos, y depende de determinados factores biológicos y ambientales, según Fernández y Rivera (1990) y López (1992) citados por Cruz (2015).

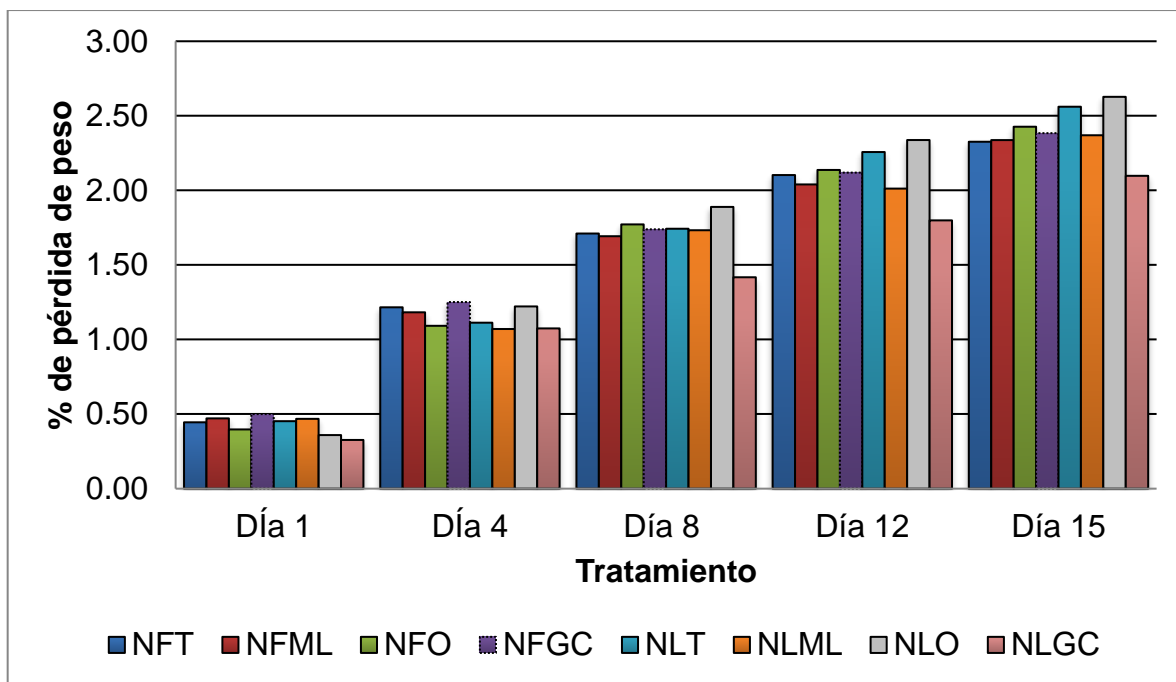


Figura 5. Pérdida porcentual de peso de frutos de pepino, evaluados después de la aplicación de las diferentes nutriciones y bioestimulantes. NFT: nutrición formulada-testigo; NFML: nutrición formulada-manejo local; NFO: nutrición formulada- Optifer®; NFGC: Nutrición Formulada-Con Paquete Green Corp; NLT: Nutrición Local-Testigo; NLML: Nutrición Local-Manejo Local; NLO: Nutrición Local-Con Optifer®; NLGC: Nutrición Local-Con Paquete Green Corp. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., México 2019.

La pérdida de calidad comercial no se observó durante el tiempo que se desarrolló el experimento (Figura 1) y en la evaluación de los frutos de pepino, no se alcanzó ni el 6% de pérdida de peso; en este sentido, Muy-Rangel (2004) hace mención, que en la calidad comercial de frutas y hortalizas se debe considerar la pérdida de agua, y esto se ven reflejado mediante síntomas que llegan a ser evidentes cuando se pierde entre 5 y 10% de su peso, debido principalmente a la transpiración y a las características estructurales de los tejidos. Muy-Rangel *et al.* (2004) mencionan que los primeros síntomas de marchitamiento asociados a la pérdida de calidad comercial se presentan a los tres días cuando estos llegan al 6% de pérdida de peso, a una baja humedad relativa en frutos testigo sin cobertura con cera; mientras que en frutos encerados se expresó hasta el día seis, así mismo menciona que los frutos con una humedad relativa media, la marchitez ocurrió a los ocho y cinco días en los frutos con y sin cera, respectivamente. En este experimento, los pepinos

encerados y no encerados expuestos a las condiciones de humedad no mostraron síntomas de marchitamiento en los 15 días que duró la evaluación, por lo que estos resultados fueron similares a Muy-Rangel *et al.* (2004), además, los pepinos se sometieron a cámara húmeda, cabe destacar que la temperatura no era controlada y esto pudo afectar parte de estos resultados.

El tratamiento que tuvo mayor PP fue el que se manejó con nutrición local y el bioestimulante Optifer® con un promedio de 16.83 g, y el tratamiento donde se combinó la nutrición local con el paquete de bioestimulantes de Green Corp fue el que menos pérdida de peso obtuvo con un promedio de 14 g y con ello una vida de anaquel más larga (Figura 5).

4.4.3. Incidencia de enfermedades de frutos en postcosecha

Durante el experimento los diferentes tratamientos presentaron incidencia de enfermedades debido a que los frutos se mantuvieron en cámara húmeda; sin embargo, el tratamiento nutrición formulada más Optifer® fue el único que no presentó incidencia de patógenos (0%). En el caso de los tratamientos con nutrición local y bioestimulantes tuvieron mayor porcentaje de incidencia, con respecto a los tratamientos con nutrición formulada lo que indica que el efecto de este tipo de productos puede verse reflejado en variables postcosecha relacionadas a sanidad de frutos, y esto puede deberse a que los componentes de los bioestimulantes pueden incidir en la composición de elementos en los frutos de pepino (Figura 6). Con base en esto Lutz *et al.* (2019) reportan que la aplicación de bioestimulantes en frutos de manzana reduce la incidencia de enfermedades frente al tratamiento testigo, destacando la aplicación en precosecha de PHI K (fosfito de potasio) que controló significativamente la incidencia de las podredumbres por *Penicillium* spp. y *Botrytis cinérea*, estos mismos autores señalan que el mecanismo de acción del fosfito sobre las enfermedades se debe a la activación de los mecanismos de defensas de los frutos y su acción antifúngica, esta última propiedad produce una reducción de la microbiota fúngica de la superficie de la fruta. Además, Domini

(2018) reporta que la aplicación de quitosan al fruto de fresa reduce la incidencia de enfermedades de postcosecha como es el moho gris.

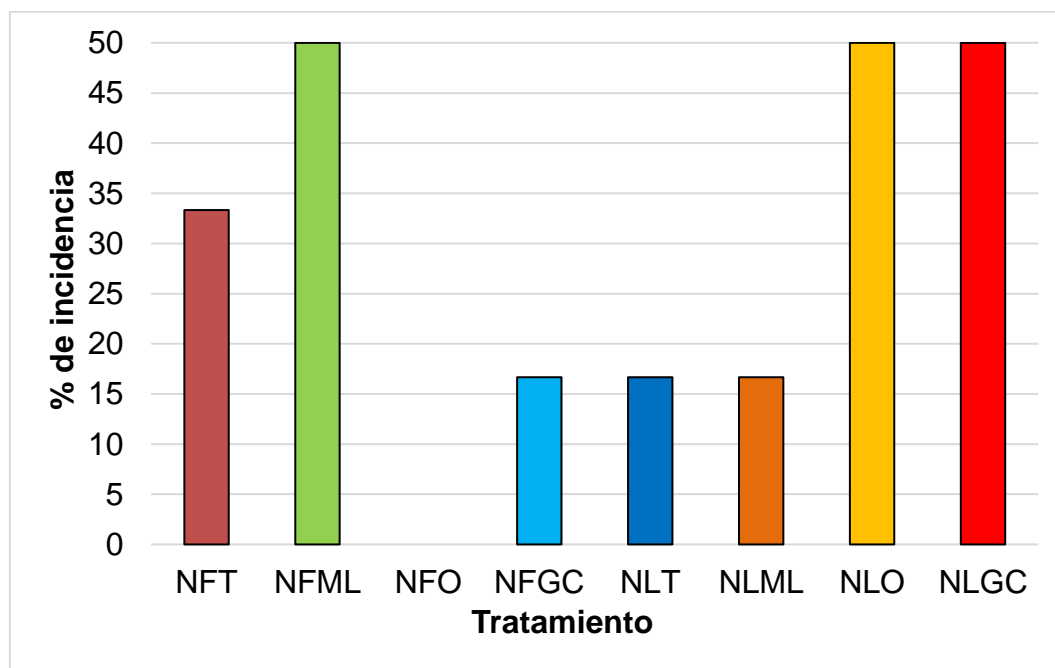


Figura 6. Incidencia de enfermedades en fruto de pepino, evaluados después de la aplicación de las diferentes nutriciones y bioestimulantes. NFT: nutrición formulada-testigo; NFML: nutrición formulada-manejo local; NFO: nutrición formulada-Optifer®; NFGC: Nutrición Formulada-Con Paquete Green Corp; NLT: Nutrición Local-Testigo; NLML: Nutrición Local-Manejo Local; NLO: Nutrición Local-Con Optifer®; NLGC: Nutrición Local-Con Paquete Green Corp. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., México 2019.

Los pepinos enfermos se enviaron al laboratorio del CISEF (Centro Internacional de Servicios Fitosanitarios S.A. de C.V.) para identificar los patógenos que provocaban los daños en postcosecha y se detectó la presencia de distintos hongos como *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. y *Alternaria* sp (ver sección de Anexos).

4.5. Análisis de Componentes Principales (CP)

Debido a que muy pocas variables en el análisis de varianza expresaron diferencias significativas y que la discusión realizada en los análisis anteriores fue en su mayoría descriptiva, se recurrió a realizar el análisis de componentes principales (CP), para determinar si existe afinidad de algunas variables que destaquen en

cuanto al manejo del cultivo de pepino y además para observar si hay relación entre tratamientos, con la finalidad también de representar como interaccionaron las fuentes de variación, es decir, los diferentes tipos de fertilización, así como la aplicación de bioestimulantes y su interacción como tal, en el funcionamiento de las plantas de pepino. En base a esto Sánchez y Muñoz (2004) mencionan que el análisis multivariado puede demostrar las relaciones de las variables, su importancia dentro de un conjunto de datos, examinar el agrupamiento de los individuos en un espacio n-dimensional, e identificar individuos atípicos, por consiguiente, brindan una información más objetiva del fenómeno en estudio.

Las variables que presentaron mayores valores absolutos en los coeficientes de los vectores propios de los dos primeros componentes, y que determinan de manera relevante la dispersión de los tratamientos empleados en el cultivo de pepino tanto con las diferentes fórmulas de nutrición y el efecto de los bioestimulantes, se tiene para el CP1 a las variables: RP, RH, PF, NFru, SM2; mientras que para el CP2 a las variables: LP, C9-C16, FT, FA y NH (Cuadro 10).

Cuadro 10. Vectores propios asociados a los dos primeros componentes principales del análisis de 18 variables, en 8 tratamientos de cultivo de pepino híbrido Centauro. Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P., México 2019.

Variable	Vector Propio	
	CP-1	CP-2
Rendimiento por planta (RP)	0.324	0.244
Rendimiento por hectárea (RH)	0.324	0.245
Grosor de tallo (GT)	-0.137	-0.004
Longitud de planta (LP)	-0.209	0.350
Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)	0.234	0.042
Diámetro polar de fruto (DPF)	0.108	0.029
Peso de fruto (PF)	0.309	-0.013
Corte 1 al 8 (C1-C8)	0.247	-0.097
Corte 9 a 16 (C9-C16)	0.167	0.430
Numero de flores totales (FT)	-0.165	0.303
Numero de flores cuajadas (FC)	0.248	-0.175
Numero de flores abortadas (FA)	-0.284	0.318
Numero de frutos por planta (NFru)	0.313	-0.112
Numero de hojas (NH)	-0.083	0.448
Distancia entre nudos (DN)	-0.093	0.188
Severidad de Mildiu 1 (SM1)	0.134	0.074
Severidad de Cenicilla (SC)	0.296	0.186
Severidad de Mildiu 2 (SM2)	-0.298	-0.220

Las dispersiones de la interacción de los tratamientos de acuerdo con los dos primeros componentes principales (CP) permiten diferenciarlos en dos grupos, los cuales están relacionados a el manejo de fertilización que se dio en el experimento, por lo tanto se van a mostrar dos agrupaciones (Figura 7).

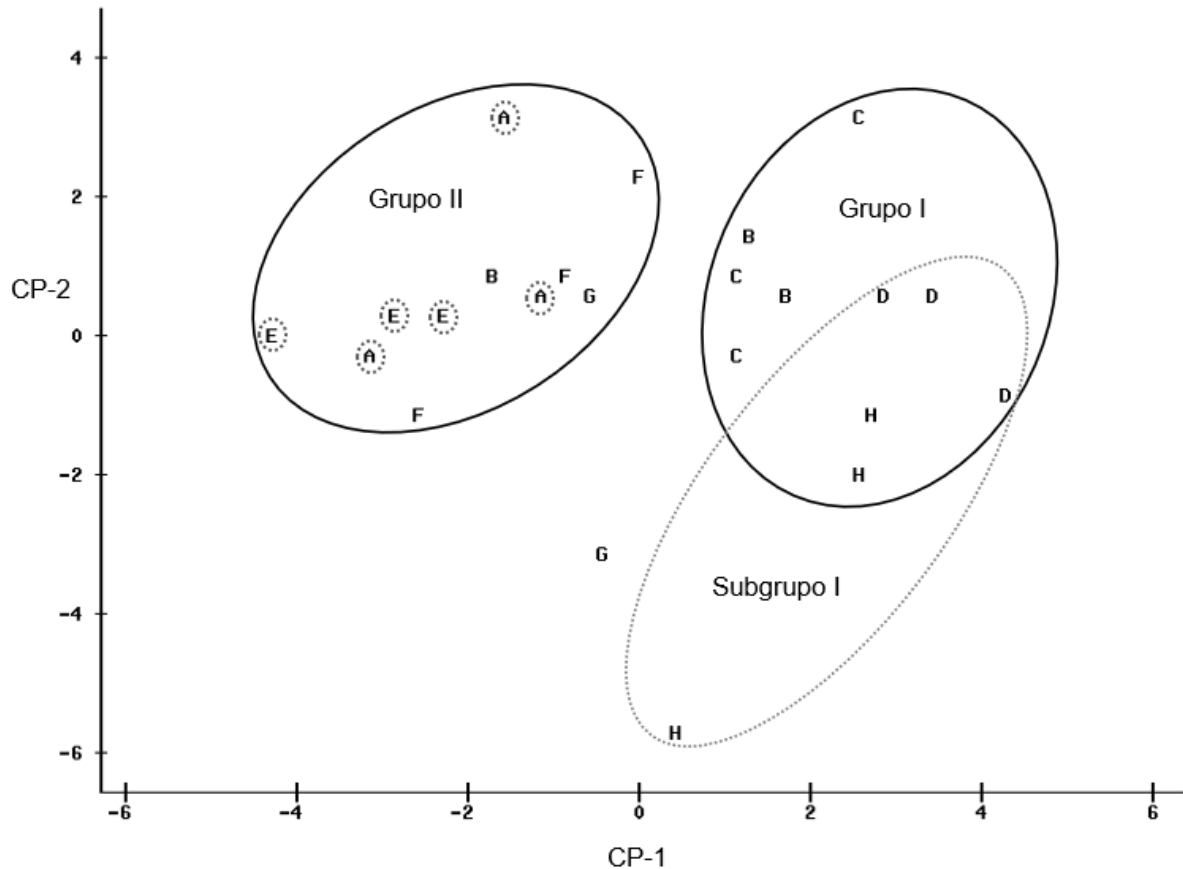


Figura 7. Dispersión de 8 tratamientos con base en los dos primeros componentes principales. A: Nutrición formulada más testigo, B: Nutrición formulada más manejo local, C: Nutrición formulada más Optifer®, D: Nutrición formulada más tratamiento Green Corp, E: Nutrición local más testigo, F: Nutrición local más manejo local, G: Nutrición local más Optifer®, H: Nutrición local más Green Corp.

Grupo 1: conformado por un mayor porcentaje del tratamiento de nutrición formulada, de igual manera existe un subgrupo en el cual se encuentran todos los tratamientos donde se aplicó el paquete Green Corp, esto quiere decir que a pesar de que estadísticamente con el ANOVA no fue posible observar estos efectos, con el análisis multivariado se puede ver que existe un efecto positivo de estos tratamientos sobre el cultivo de pepino principalmente en RP ($9.88 \text{ Kg}\cdot\text{planta}^{-1}$), RH

(259.40 t·ha⁻¹), PF (707.04 g), NFru (21.79), SM2 (37.85 %), dichos valores son variables generalmente relacionadas con rendimiento y . Este comportamiento, puede ser debido por la disponibilidad de los nutrientes para su absorción de las plantas. De acuerdo con Clozza (2010) reporta que una diferente disponibilidad de nutrientes minerales provoca diferencias en los rendimientos de los distintos tratamientos, así como en sus componentes peso de fruto y número de frutos, obteniendo mayor rendimiento con la aplicación de una nutrición balanceada completa comparado con fórmulas de fertilización donde existe deficiencia de elementos. Colina (2017) reporta que la aplicación de una nutrición balanceada mejora el rendimiento y crecimiento de plantas de pimiento, destacando la aplicación del programa de fertilización NPK de 120-50-80 Kg·ha⁻¹. Lazcano (2006) menciona que una fertilización balanceada provee los nutrientes suficientes y en las proporciones adecuadas para un desarrollo, diferenciación y maduración óptima del cultivo, además, es aquella que junto con un buen clima y manejo del cultivo permitirá la explotación o expresión del máximo potencial genético de esa planta en particular, por lo tanto abra un mayor rendimiento, así mismo reporta que la aplicación de una nutrición balanceada induce una mayor tolerancia a enfermedades. Elmer y Datnoff (2014) mencionan que todos los nutrientes esenciales de las plantas influyen en su metabolismo y su susceptibilidad a enfermedades, recalcando que las plantas que sufren un estrés nutricional serán más susceptibles a las enfermedades, mientras que una nutrición adecuada del cultivo hace que las plantas sean más tolerantes o resistentes a las enfermedades.

Mazuela *et al.* (2012) reporta que la aplicación del bioestimulante Fartum® aumenta rendimiento de plantas en comparación con el tratamiento testigo, alcanzando rendimientos similares a plantas injertadas. Además, Cabrera *et al.* (2011), menciona que la aplicación del bioestimulante Enerplant a dosis de 1.3 mL·planta⁻¹ aumenta el rendimiento en plantas de pimiento hasta en un 100% en comparación con el tratamiento testigo, así mismo la aplicación de Vitazyme produjo efectos positivos en la calidad y apariencia de los frutos al producir pimientos de mayor peso, diámetro y longitud. Rangel *et al.* (2013) reporta que la aplicación de ácido

salicílico como bioestimulante en plantas reduce la incidencia de enfermedades, debido a que activa varios aspectos de respuesta de defensa posteriores al ataque de patógenos, que incluye la activación de muerte celular, expresión de proteínas patogénicas, así como la inducción de la resistencia local y sistemática a enfermedades. Además, Montenegro (2019) menciona que la aplicación de bioestimulantes a base de hormonas y microorganismos induce mayor resistencia a enfermedades como *Phytophthora infestans* en cultivo de papa, así mismo reporta que es una alternativa para disminuir el uso de químicos, reducir la contaminación del medio ambiente y aumentar los rendimientos.

Al combinar una nutrición balanceada con base a los requerimientos del cultivo tomando en cuenta el contenido mineral del suelo y acompañado de un bioestimulante se promueve mayor rendimiento del cultivo y una mayor tolerancia a mildiu. Esto se debe a que los bioestimulantes aumentan la disponibilidad de los nutrientes, además pueden sustituir los elementos minerales, Terry *et al.* (2018) en el cultivo de tomate reportan que la aplicación de un 50% de nutrición mineral más bioestimulantes permitió obtener una producción de tomate adecuada sin que se afecte la calidad interna y externa de los frutos que se cosecharon. Por tanto, los bioestimulantes contribuyeron a sustituir parcialmente la fertilización mineral requerida por el cultivo. Asimismo, Rodríguez (2009) reporta que la aplicación del bioestimulante FitoMas- E® más HMN (hongos micorrícicos) y un 75 de la nutrición mineral alcanzan mejores rendimientos en comparación con la nutrición mineral al 100%, por lo tanto se puede decir que los bioestimulantes ejercen un efecto positivo en el estado nutricional de las plantas y pueden sustituir a los elementos minerales deficientes para alcanzar un mayor rendimiento.

Grupo 2: está conformado por un mayor porcentaje del tratamiento con nutrición local, además en este grupo se puede observar que se encuentran todos los tratamientos testigo, por lo tanto, para esta agrupación hubo un efecto positivo de estos tratamientos sobre el pepino principalmente en variables como LP (5.05 m), C9-16 (5.45 Kg·planta⁻¹), FT (53.91), FA (29.92) y NH (51.63), todas son variables

relacionadas con el crecimiento y desarrollo de la planta (Figura 7). Con esto se puede decir que, al aplicar la nutrición local, según el manejo tradicional que se da en el Rancho el Clérigo, en el cultivo de pepino, favorece y promueven el desarrollo vegetativo del cultivo, lo cual se ve expresado en menor rendimiento, lo que indica que muchos de los insumos que aplica la empresa son dirigidos a acumulación de biomasa de la planta como tal y no son aprovechados para generar rendimiento. Con base en esto Cabrera *et al.* (2007) menciona que los desbalances nutricionales en los cultivos protegidos, puede ser un factor importante en la producción final, ya que estos provocan desbalances en las diversas relaciones de los nutrientes provocando distintas respuestas por la planta y evitando así alcanzar el rendimiento esperado. Además, Godoy *et al.* (2009) mencionan que las plantas de tomate que son muy vigorosas son menos precoces, por lo cual esto reduce la producción final debido a que se producen frutos deformes a pesar de que las características vegetativas son de buena calidad.

En este caso, para fines del experimento y considerando la forma tradicional en la que la empresa maneja el cultivo, pudo existir o darse algunos desbalances nutricionales que afectan el cultivo de pepino, esto debido a que no se considera el aporte nutrimental del suelo y de agua, como consecuencia se producen plantas más vegetativas, que no aportan o favorecen en el rendimiento y que incluso puede verse reducido éste.

V. CONCLUSIONES

La aplicación de una nutrición balanceada tomado en cuenta el aporte nutricional del suelo y del agua, más la aplicación de bioestimulantes reduce el uso de plaguicidas en el cultivo de pepino, debido a que minimiza la incidencia de enfermedades y al mismo tiempo aumenta los rendimientos.

La aplicación de bioestiumulantes en el cultivo de pepino tuvo un efecto positivo sobre el desarrollo vegetativo, el rendimiento, calidad de fruto y aumento la sanidad de los frutos en postcosecha.

La aplicación de una nutrición formulada con base en la disponibilidad que se tienen en el suelo y el agua, más el uso del paquete de bioestimulantes Green Corp aumenta el rendimiento y reduce la incidencia de mildiu.

A pesar de que las enfermedades no pueden ser totalmente eliminadas por ningún nutriente en particular, la incidencia de enfermedades puede disminuir o no presentarse con la aplicación de una nutrición balanceada en el cultivo de pepino.

VI. LITERATURA CONSULTADA

- Acosta, C. (2019). Incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en hidroponía (*Oryza sativa* L.), tratado con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica de Babahoyo. pp. 21-23.
- Agrios, G. A. (2005). Fitopatología. México: Limusa. Disponible en: <http://biblioteca.utsemmorelos.edu.mx/files/asp/biologia/FITOPATOLOGIA%20-%20George%20N-Agrios.pdf>
- Aguayo, A., David, W., Sánchez, S., & Sánchez, K. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. Agronomía Costarricense.
- Agudelo, D. A., & Puerta, M. F. P. (2019). Evaluación del bioestimulante foliar (Bioagro triple A) en la producción de tomate tipo chonto (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos ambientes de cultivo. *Agricolae & Habitat* 2(2).
- Aguirre, S., Menjivar, J., & Piraneque, N. (2006). Relación entre la nutrición mineral y la severidad del daño ocasionado por pudrición blanca en cebolla de bulbo. *Acta agronómica*, 55(4): 21-28.
- Alcalá, L., Iñaky, E., Martínez Hernández, J., Iliná, A., Guillen, L., & Hernández, F. (2017). Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 8(3): 673-683.
- Álvarez, A., Campo, A., Batista, E., & Morales-Miranda, A. (2015). Evaluación del efecto del bionutriente Fitomas-E como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 49(1): 3-9.

- Arellano, M., & Gutiérrez, M. (2006). Rendimiento y calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 12(1): 113-118.
- Baldoquin, M., Alonso, M., Gómez, Y., & Bertot, I. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Black Seed Simpson ante la aplicación de bioestimulante Enerplant. *Centro Agrícola*. 42(3): 53-57.
- Balta, R., Rodríguez, Á., Guerrero, R., Cachique, D., Edín, A., Arévalo, L., & Oscar, L. (2015). Absorción y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en suelos ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amazónica*, 24(2): 23-30.
- Barraza, F. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1): 60-71.
- Barrera, J., Cruz, M., & Melgarejo, L. M. (2010). Nutrición mineral. Experimentos en fisiología y bioquímica vegetal, 80-106.
- Bpia. (2019). Solutions Provided by Biological Products: Biostimulants. Noviembre 24, 2019, de Bpia Sitio web: <https://www.bpia.org/solutions-provided-by-biological-products-biostimulants/>.
- Brown, P., & Hu, H. (1999). Funciones del fosforo en las plantas. *Informaciones Agronómicas*, 83(36): 9-10.
- Cabrera, A., Arzuaga, J., & Mojena, M. (2007). Desbalance nutrimental del suelo y efecto sobre el rendimiento de tomate (*Lycopersicon solanum* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de cultivo protegido. *Cultivos Tropicales*, 28(3): 91-97.

- Cabrera, M., Borrero, Y., Rodríguez, A., Angarica, E., & Rojas, O. (2011). Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annun*, l) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, (4): 32-42.
- Calero, A., Díaz, Y., Peña, K. Quintero, E. & Viciado, D. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía*. 36: 54-73.
- Calero, A., Quintero, E., Olivera, D., Peña, K., & Pérez, Y. (2018). Influencia de dos bioestimulantes en el comportamiento agrícola del cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 8(1): 31-44.
- Campo, A., Álvarez, A., Batista, E., & Morales, A. (2015). Evaluación del bioestimulante Fitomas-E en el cultivo de *Solanum lycopersicum* L.(tomate). *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 49(2): 37-41.
- Campocyl. (2018). Bioestimulantes; no basta con solo fertilizar. *Nutrición Vegetal*, 1: 32-34.
- Carrera, D. & Canacuán, A. 2011. Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo, cargabello y calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cotacachi-Imbabura. Memoria de título. Universidad Técnica del Norte. pp. 11-12.
- Clozza, M. N. (2010). Crecimiento y desarrollo en tomate platense (*Lycopersicon esculentum* Mill.): análisis del efecto de la nutrición mineral. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Valencia. pp. 72-74.
- Colucci, S. & Holmes, G. 2010. Downy Mildew of Cucurbits. November 20, 2019, de The Plant Health Instructor Sitio web:

<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/oomycete/pdlessons/Pages/Cucurbits.aspx>

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2005). *Cucumis sativus*. Noviembre 15, 2019, de CONABIO Sitio web: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21650_sg7.pdf
- Coronel, A. N. (2003). Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas. *La Granja*, 2(1): 23-24.
- Cruz, B. (2015). Efectos de la aplicación de biofertilizantes y fosfitos de potasio durante cultivo y un recubrimiento de poli (acetato de vinilo-co-alcohol vinílico) sobre la calidad y vida poscosecha de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de grado. Centro de Investigación en Química Aplicada. pp. 31-33.
- Cruz, J. & Centeno, C. (2017). Progreso temporal del mildiú vellosa [*Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley & MA Curtis) Rostovzev] en pepino (*Cucumis sativus* L.) manejado con fungicidas sintéticos, biológicos e inductores de resistencia. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. pp. 1-4.
- Delgado, G., & Lemus, Y. (2004). Taxonomía de *Sphaerotheca fuliginea* (Erysiphales, Ascomycota) sobre melón en Cuba. *Fitosanidad*, 8(2): 27-29.
- Díaz, M. (2006). Impacto de la fertilidad del suelo sobre las enfermedades en el Cultivo de soja. Conicet-Fauba, Dzd Agro y Nitragin Argentina S.A.
- Domini, A. (2018). Potencialidades del quitosano para la fresa. Usos en la mejora y conservación de los frutos. *Cultivos Tropicales*, 39(1): 134-142.

- Dordas, C. (2008). Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, 28(1): 33-46.
- Du-Jardin P., 2015. Plants bioestimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196: 3-14
- Elmer, W., & Datnoff, L. (2014). Mineral nutrition and suppression of plant disease. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*.
- Enríquez, E., Aispuro, E., Vargas, I., & Martínez, M. (2010). Oligosacarinas derivadas de pared celular: Actividad biológica y participación en la respuesta de defensa de plantas. *Revista mexicana de fitopatología*, 28(2), 144-155.
- Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(2): 51-57.
- Fitó México. (s/f). Centauro. Noviembre 22,2019, de Semillas Fitó Sitio web: <https://www.semillasfito.mx/esmx/productos/hort%C3%ADcolas/pepino/slice/r/centauro/>
- Fujiwara, K., & Fujii, T. (2002). Effects of spraying ozonated water on the severity of powdery mildew infection on cucumber leaves. *Ozone: Science & engineering*, 24(6): 463-469.
- Fundora, O., Llanes, D., Eichler, B., Lugo, I., Mena, L., & Pérez, A. (2010). Reducción de la fertilización nitrogenada en papa: menor incidencia de enfermedades, limitación de la contaminación ambiental y mayor rendimiento. *Centro Agrícola*, 37(1): 5-10.
- García, J. M. 2012. Inductores de tolerancia al estrés biótico y abiótico en plantas de tomate.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5742/T19606%20GARCIA%20JAIME%2C%20JOSE%20MIGUEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1> (Consulta: 18/11/2018).

García, R., & Pérez, R. (2003). Fitoalexinas: mecanismo de defensa de las plantas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 9(1): 5-10.

Glawe, D. (2008). The powdery mildews: A review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 46: 27-51.

Godoy, H., Castellanos, J. Z., Alcántar, G., Sandoval, M., & Muñoz, J. (2009). Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*, 27(1): 01-09.

González, L. (1985). *Introducción a la Fitopatología*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 148 p.

González, L., Jiménez, M., Silvente, J., & Falcón, A. (2009). Evaluación de tres dosis de Quitosana en el cultivo de pepino en un periodo tardío. *Centro Agrícola*, 36(4): 85-88.

González, L., Sueiro, L., De Souza, A., & Ramírez, R. (2007). Efecto del tratamiento magnético de semillas en el rendimiento y la presencia del mildiu velludo en plantas de pepino. *Centro Agrícola*, 34(2): 23-28.

González, N., Martínez, B., & Infante, D. (2010). Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. *Revista de Protección Vegetal*, 25(1): 44-50.
http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_3/cag08315.pdf

- Hurtado, A., Rodríguez, E., Díaz, Y., Hurtado, Y., & Lorenzo, T. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Noviembre 15, 2019, de INEGI. Sitio web:http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/24/24045.pdf
- Lazcano, I. (2006). El potasio y el concepto de la fertilización balanceada. *In*: Extracto de la ponencia presentada en la conferencia regional para México y el Caribe de la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Inpofos-PPI. México (Vol. 5).
- Lebeda, A., & Cohen, Y. (2011). Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *European journal of plant pathology*, 129(2): 157-192.
- López, J., Ortega, S., López, M., León, J., Rueda, E., & Murillo, B. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal*, 11(24).
- Lutz, M., Sosa, M., Vera, L., & Carmona, M. (2017). Efecto del fosfito de potasio en el control de las enfermedades de postcosecha en manzanas, en el alto valle de Río Negro. Instituto de Biotecnología Agraria del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Autónoma del Comahue.
- Magdaleno, J., Peña, A., Castro, R., Castillo, A., Galvis, A., Ramírez, F., & Hernández, B. (2006). Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de

plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 12(2), 223-229.

Mahmood, N., Abbasi, N., Hafiz, I., Ali, I. y Zakia, S. (2017). Efecto de los bioestimulantes en el crecimiento, rendimiento y calidad del pimiento cv. Yolo Wonder. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 54(2).

Marschner, P. (2012). Nutrición Mineral de las Plantas Superiores. Australia: Elsevier. Disponible en: https://home.czu.cz/storage/737/65060_Mineral-Nutrition-of-higher-plants-Marschner-2012.pdf

Martínez, B. & Quiñones, A. (2017). Principales bioestimulantes y efectos en el cultivo de los cítricos. Vida Rural, (436), pp 56-60.

Martínez, E., Barrios, G., Rovesti, L. & Santos, R. (2006). Manejo Integrado de Plagas. Manual práctico. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV).

Mazuela, P., Cepeda, B., & Cubillos, V. (2012). Efecto del injerto y del bioestimulante Fartum® sobre la producción y calidad en tomate cherry. Idesia (Arica), 30(3): 77-81.

Méndez, W., Arauz, L., & Ríos, R. (2010). Evaluación de fungicidas convencionales e inductores de resistencia para el combate de mildiú vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en melón (*Cucumis melo*). Agronomía Costarricense, 34(2): 153-164.

Montenegro, C. (2019). Efecto de la aplicación de dos tipos de bioles en la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola en el cantón Otavalo. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica del Norte. pp. 37-48.

- Montes, R. (2009). Diversidad de compuestos químicos producidos por las plantas contra hongos fitopatógenos. *Revista mexicana de micología*, 29: 73-82.
- Montoliu, A. (2010). Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Tesis doctoral. Universidad Jaume. pp. 16-19
- Morales, C. (2017). Uso de bioestimulantes. Manual de manejo agronómico del arándano. Boletín INIA N° 06, Santiago de Chile. p 98.
- Moreno, A. (2007). Elementos nutritivos. Asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en suelos. Libros en red. pp. 14-17.
- Muy-Rangel, D., Cepeda, J., Pérez, J., & Torres, B. (2004). Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(2): 157-165.
- Nación, K. (2016). Efecto de tres bioestimulantes orgánicos, en el rendimiento del cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María. Memoria de título. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Pp. 40-72.
- Öborn, I., Edwards, A., Witter, E., Oenema, O., Ivarsson, K., Withers, P. & Stinzing, A. (2003). Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. *European Journal of Agronomy*, 20(1-2): 211-225.
- Ochoa, D., & Mendoza, J. (2015). Evaluar el efecto de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (*Raphanus sativus* L) en época seca en la Hacienda experimental Las Mercedes, Managua, Nicaragua, 2015. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria. pp. 10-12.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2019). Funciones de los elementos en la planta. Noviembre 27, 2019, de FAO Sitio web: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf
- Pérez, A., Posos, P., Martínez, J., Rodríguez, R., Duran, C., & Aceves, V. (2006). Efectividad biológica de azoxistrobin+ poly-i-menteno vs cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*) en calabacita. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA. XVII Semana de la Investigación Científica.
- Productores de Hortalizas. (2005). Plagas y enfermedades de cucurbitáceas (Guía de Identificación y Manejo). Productores de Hortalizas, 1:13.
- Quintero, E., Calero, A., Pérez, Y., & Enríquez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. Centro Agrícola, 45(3): 73-80.
- Rafart, E., Gilardino, M. & Sandoval, M.C. (2018). Mildiu de las cucurbitáceas. Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental, 5(2): 7-10.
- Ramírez, E., Castillo, C., Aceves, E., & Carrillo, E. (2005). Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile habanero. Revista Chapingo Serie Horticultura, 11(1): 93-98.
- Rangel, G., Castro, E., Beltrán, E., Reyes, H., & García, E. (2013). El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. Revista de la DES Ciencias Biológico-Agropecuarias. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 12: 90-95.

- Rodríguez, B. (2009). Respuesta del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación combinada de hongos micorrízicos arbusculares, un estimulador del crecimiento y fertilizantes minerales. Examen de Grado. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas pp. 37-54.
- Rodríguez, M., & Flórez, V. (2004). Elementos esenciales y beneficiosos. Ferti-riego: Tecnologías y programación en agroplasticultura (25-36). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Rodríguez, R. (1980). El mildew de las cucurbitáceas causado por *Pseudoperonospora cubensis* (Berk y Curt) rost señalado en Gran Canaria. Xoba: revista de agricultura, 3: 149-152.
- Rosell, R., Ramírez, A. G., Reyes, M. D., Alarcón, J. B. P., & Ramírez, M. P. (2019). Evaluación de fitomas e en el cultivo del pepino en producción de parcela (Original). Redel. Revista granmense de Desarrollo Local, 3(2): 135-148.
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. En: Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones (pp 107-124). Costa Rica.
- Sánchez, H. (2017). Evaluación del bioestimulante Vitazyme® en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de pepino. 01/30/2020, de Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Sitio web: <http://espanol.agbioinc.com/wp-content/uploads/2017/05/pepino.pdf>
- Sánchez, J., & Muñoz, B. (2004). Agrupamiento del comportamiento reproductivo del pepino procedente de semillas acondicionadas y robustecidas mediante análisis multivariado. Revista Acta Botánica Cubana, (175),15-18.

- Savory, E., Granke, L., Quesada, L., Varbanova, M., Hausbeck, M., & Day, B. (2011). The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Molecular plant pathology*, 12(3): 217-226.
- Sharma, R. C., & Duveiller, E. (2004). Effect of *Helminthosporium* leaf blight on performance of timely and late-seeded wheat under optimal and stressed levels of soil fertility and moisture. *Field Crops Research*, 89(2-3): 205-218.
- Sharma, S., Duveiller, E., Basnet, R., Karki, C. B., & Sharma, R. C. (2005). Effect of potash fertilization on *Helminthosporium* leaf blight severity in wheat, and associated increases in grain yield and kernel weight. *Field Crops Research*, 93(2-3): 142-150.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2019). Avance de siembras y cosechas resumen nacional por estado 2019. Noviembre 5, 2019, de SIAP. Sitio web: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Terry, E., Ruiz, J., & Carrillo, Y. (2018). Efecto de diferentes manejos nutricionales sobre el rendimiento y calidad de frutos de tomate. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2): 389-401.
- Tuttle, M. (2017). Powdery Mildew of Cucurbits. *Vegetable crops*. Noviembre 20, 2019, de Universidad de Cornell, Sitio web: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Cucurbits_PM.htm
- Velasco, V. (1999). Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. *Terra Latinoamericana*, 17(3): 193-200.

- Veobides, H., Guridi, F., & Vázquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 39(4): 102-109.
- Villar, J., Montano, R., & López, R. (2005). Efecto del bioestimulante Fitomas E en cultivos seleccionados. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 39(2): 41-45.
- Villegas, J., Reyes, J., Nieto, A., Ruiz, F., Cruz, A., & Murillo, B. (2018). Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en suelos ligeramente salinos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE20): 4137-4147.
- Zuaznabar, R., Pantaleón, G., Milanés, N., Gómez, I., & Herrera, A. (2013). Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FITOMAS-E en el estado de Veracruz, México. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 47(2): 8-12.

ANEXOS

Análisis de suelo de Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P.



"Análisis que rinden abundantes cosechas..."



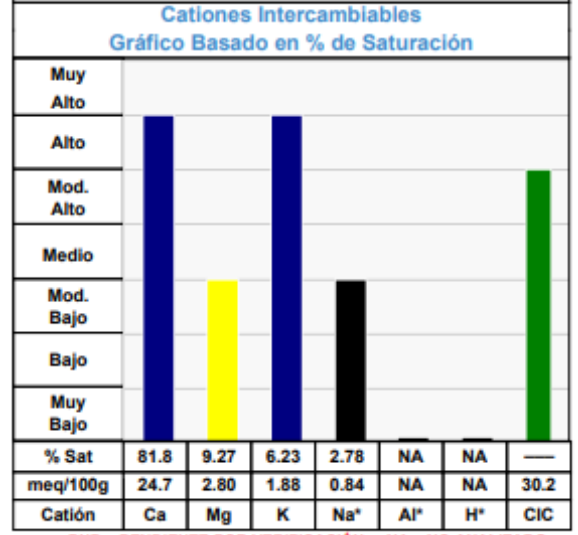

DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

INFORMACIÓN GENERAL			
Cliente/Productor	JUAN IGNACIO RIVERA MARTINEZ		
No. de Registro	SU-93913	Cultivo Anterior	Ninguno
Fecha de Recepción	09/01/2019	Cultivo a Establecer	Ninguno
Fecha de Entrega	11/01/2019	Tipo de Abono Organico	Composta
Rancho o Empresa	EL CLERIGO	Tipo de Agricultura	NA
Municipio	N/A	Manejo de Residuos	NA
Estado	No proporciono	Meta de Rendimiento	NA
Identificación/Lote	INVERNADERO 1	Prof. Muestra	0-30 cm

Propiedades Físicas del Suelo			
Clase Textural	Franco		
Arena: 39.48 %	Arcilla: 20.52 %	Limo: 40 %	
Punto de Saturación	40.0 %	Mediano	
Capacidad de Campo	21.3 %	Mediano	
Punto March. Perm.	12.7 %	Mediano	
Cond. Hidráulica	5.00 cm/hr	Mod. Alto	
Dens. Aparente	1.09 g/cm3		

pH del Suelo y Necesidades de Yeso, Cal y Lavado		
pH (1.2 agua)	7.93	Mod. alcalino
pH Buffer	NA	
Carbonatos Totales (%)	1.13 %	Muy Bajo
Salinidad (CE Extracto)	1.85 ds/m	Mediano
Requerimientos de Yeso	No Requiere	
Requerimientos de Cal	No Requiere	

Fertilidad del Suelo									
Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	2.94	%	[Bar chart showing MO at 2.94%]						
P-Bray	74.7	ppm	[Bar chart showing P-Bray at 74.7 ppm]						
K	735	ppm	[Bar chart showing K at 735 ppm]						
Ca	4941	ppm	[Bar chart showing Ca at 4941 ppm]						
Mg	340	ppm	[Bar chart showing Mg at 340 ppm]						
Na *	193	ppm	[Bar chart showing Na at 193 ppm]						
Fe	2.77	ppm	[Bar chart showing Fe at 2.77 ppm]						
Zn	1.48	ppm	[Bar chart showing Zn at 1.48 ppm]						
Mn	0.92	ppm	[Bar chart showing Mn at 0.92 ppm]						
Cu	2.49	ppm	[Bar chart showing Cu at 2.49 ppm]						
B	1.70	ppm	[Bar chart showing B at 1.70 ppm]						
S	52.9	ppm	[Bar chart showing S at 52.9 ppm]						
N-NO3	22.4	ppm	[Bar chart showing N-NO3 at 22.4 ppm]						



Relacion Entre Cationes (Basadas en me/100g)				
Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	13.1	1.49	14.6	8.82
Interpretación	Mediano	Bajo	Bajo	Muy Alto

* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

Interpretación Resumida del Diagnostico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH moderadamente alcalino. Suelo de textura media. Libre de carbonatos. Bajo en sales. Muy alto suministro de fósforo disponible. Alto suministro de potasio. Suministro moderado de nitrógeno inorgánico.

En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes: Muy bajo en hierro disponible. Muy pobre en manganeso. Alto suministro de cobre.

Poniente 6. No. 200 Ciudad industrial
Celaya, Gto. C.P. 38010
Tel. (461) 614 5238, 614 7951
www.fertilab.com.mx


Gerente de Área Analítica
Ing. Agustín García Olivares

Este documento se encuentra protegido y registrado ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial; queda prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización expresa de FERTILIDAD DE SUELOS S. DE R.L.®

Análisis de agua de Rancho el Clérigo, Venado, S.L.P.



Análisis que
Rinden Frutos



ANÁLISIS DE AGUA
INFORMACIÓN GENERAL

Cliete	Rancho el Clérigo		
No. de Registro	AG-7460	Cultivo a Establecer	Ninguno (Cultivos de Demanda Media)
Rancho o Empresa	Pozo 1	Fuente de Agua	NA
Municipio	Venado	Fecha de Recepción	23/02/2016
Estado	San Luis Potosí	Fecha de Entrega	25/02/2016
Identificación	NA		

Características Generales de Salinidad / Sodicidad

Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
Cond. Electrica	CE	dS/m	0.63	[Bar chart showing 0.63 dS/m in the 'Muy Bajo' range]						
pH	pH	-	7.64	[Bar chart showing 7.64 pH in the 'Alto' range]						
Rel. Ads Sodio	RAS	-	0.86	[Bar chart showing 0.86 RAS in the 'Bajo' range]						
Rel. Ads Sodio A)	RASaj	-	1.18	[Bar chart showing 1.18 RASaj in the 'Bajo' range]						

Cationes

Determinación	Abreviatura	Unidades		Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
		meq / L	ppm							
Calcio	Ca	4.37	87.4	[Bar chart showing 4.37 meq/L in the 'Alto' range]						
Magnesio	Mg	0.75	9.00	[Bar chart showing 0.75 meq/L in the 'Mod. Bajo' range]						
Sodio	Na	1.38	31.7	[Bar chart showing 1.38 meq/L in the 'Bajo' range]						
Potasio	K	0.08	3.12	[Bar chart showing 0.08 meq/L in the 'Muy Bajo' range]						
Suma de Cationes	-	6.58	-	[Total bar chart]						

Aniones

Determinación	Abreviatura	Unidades		Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
		meq / L	ppm							
Sulfatos	SO4	0.38	18.3	[Bar chart showing 0.38 meq/L in the 'Muy Bajo' range]						
Bicarbonatos	HCO3	3.94	240	[Bar chart showing 3.94 meq/L in the 'Alto' range]						
Cloruros	Cl	1.66	58.1	[Bar chart showing 1.66 meq/L in the 'Bajo' range]						
Carbonatos	CO3	0.00	0.00	[Bar chart showing 0.00 meq/L]						
Nitratos	N-NO3	0.34	4.76	[Bar chart showing 0.34 meq/L in the 'Muy Bajo' range]						
Suma de Aniones	-	6.32	-	[Total bar chart]						

Determinaciones Especiales

Determinación	Abreviatura	Unidades	Resultados	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Mediano	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
Boro	B	ppm	0.13	[Bar chart showing 0.13 ppm in the 'Muy Bajo' range]						
Hierro	Fe	ppm	NA	[Bar chart showing NA]						
Manganeso	Mn	ppm	NA	[Bar chart showing NA]						
Cobre	Cu	ppm	NA	[Bar chart showing NA]						
Zinc	Zn	ppm	NA	[Bar chart showing NA]						

Determinación	Nitrógeno Amoniacal	Fosfatos	Solidos Totales	Solidos Disueltos
Resultado	NA	NA	NA	NA
Unidades	ppm	meq / L	ppm	ppm

PND = PENDIENTE POR VERIFICACIÓN NA = NO ANALIZADO

Poniente 6. No. 200 Ciudad industrial
Celaya, Gto. C.P. 38010
Tel. (461) 614 5238, 614 7951
www.fertilab.com.mx

Supervisor de Análisis de Suelos
Ing. José Trinidad Guzmán M.



"Este documento se encuentra protegido y registrado ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial; queda prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización expresa de FERTILIDAD DE SUELOS S. DE R.L."



**CENTRO INTERNACIONAL DE SERVICIOS
FITOSANITARIOS, S.A. DE C.V.**
LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO
CEDULA DE APROBACION DE SAGARPA: 97-705-002-DF.



INFORME DE ANÁLISIS
No. de Registro: 06815/19-N

Interesado: Gilberto Rivera Martínez
Empresa: Gilberto Rivera Martínez
Dirección: Rancho El Clérigo, Venado San Luis Potosí.
Producto: Planta de Pepino
Entregada por: Miriam Sánchez Vega
Análisis: Detección de Hongos Fitopatogenos,(III 3.5) Bacterias Fitopatógenas (III 4.4)
Muestras analizadas: 1
Fecha de Recepción: 24/09/19
Fecha de Análisis: 03/10/19

Origen: San Luis Potosí
Tel: 618 814 9222

METODOLOGÍA EMPLEADA

* Registro de la muestra.

Muestra	Producto	Localidad/Municipio
M1	Planta de Pepino	Rancho El Clérigo, Venado San Luis Potosí.

* **Hongos:** Desinfección del tejido; siembra en medios de cultivo PDA y V-8 AGAR; siembra en cámara húmeda. Incubación, preparación de laminillas e identificación.

* **Bacterias:** Extracción de ADN/-Técnica de PCR. La muestra se agita, se siembra por diluciones en los medios KB, BCBRVB, TB, NBY y se incuba. Las bacterias se analizan por: observación morfológica, tinción de Gram, pruebas bioquímicas y se identifica.

RESULTADO

Se detectó la presencia del siguientes Hongos:

Cladosporium sp.
Fusarium sp.
Alternaria sp.

***NEGATIVO:** En la muestra analizada, no se detectó la presencia de bacterias fitopatógenas

Diagnosticado por: Dr. Faustino Lara Victoriano / M.C. Zamela Alonso Corona

Saltillo, Coahuila, México a 04 de Octubre del 2019



CENTRO INTERNACIONAL DE SERVICIOS
FITOSANITARIOS, S.A. DE C. V.

R.F. C. CIS-961204-T16

CISEF
URDIÑOLA 360 NTE. ZONA CENTRO C.P. 25001.
SALTILLO, COAH.
TEL. (844) 412-37-56 Y 412-37-82
FAX. (844) 412-37-55

DR. FAUSTINO LARA VICTORIANO
TEF AUTORIZADO
08-705-001-TEF- H

MC. ZAMELA ALONSO CORONA
TEF AUTORIZADO
11-705-003-TEF- B

LR05 Rev 01