



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

Tema:

Efecto de la aplicación de silicio (SiO_2) en el control de mildiu vellosa
(*Pseudoperonospora cubensis*) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Autora:

Jennifer Josimara Ramírez Orobio

Docente guía:

Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.

Quevedo- Los Ríos- Ecuador.

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **JENNIFFER JOSIMARA RAMIREZ OROBIO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

JENNIFFER JOSIMARA RAMIREZ OROBIO
AUTORA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **FAVIO EDUARDO HERRERA EGUEZ**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **JENNIFFER JOSIMARA RAMIREZ OROBIO**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la aplicación de silicio (SiO₂) en el control de mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

**FAVIO EDUARDO HERRERA EGUEZ, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **FAVIO EDUARDO HERRERA EGUEZ**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la aplicación de silicio (SiO₂) en el control de mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)**”, perteneciente al estudiante de la carrera de agronomía **Jennifer Josimara Ramirez Orobio**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 8 %.

URKUND	
Documento	Tesis URKUND Ramirez 03-08-2021.docx (D110965009)
Presentado	2021-08-03 10:27 (-05:00)
Presentado por	Favio (fherrerae@uteq.edu.ec)
Recibido	fherrerae.uteq@analysis.arkund.com
	8% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.

FAVIO EDUARDO HERRERA EGUEZ, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMIA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

“Efecto de la aplicación de silicio (SiO_2) en el control de mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)”

Presentado a la comisión académica como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Autor:

Jennifer Josimara Ramírez Orobio

Aprobado por:

Ing. Agron. MSc. Ramiro Gaibor Fernández

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila, M. Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agrop. MSc. Moisés Menace Almea

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2021

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por haberme ayudado en cada paso de esta investigación, facilitando y abriendo caminos y sobre todo por guiarme.

Le agradezco a mi madre, que siempre ha estado para mí apoyándome a seguir con mi carrera universitaria, a mi abuelita que, aunque ya no está con nosotros, me ha ayudado a ser quien soy hoy, a mi tía Gennis, mi tío Onner, mi tío Lindiz, a mi tío Wanner y a mis demás tíos ya que sin ellos esta parte de mi carrera no hubiera podido seguir, apoyándome emocional y económicamente.

A mi director de tesis Dr. Favio Herrera Eguez, que ha sido una parte importante en este proyecto, ha dedicado su tiempo y ayudándome en cada duda que he tenido.

Reconozco a mis profesores, que durante toda mi carrera universitaria han impartido toda su sabiduría, ayudándome a llegar en el punto donde me encuentro.

A mis amigos: Nicole Conforme, Víctor García, Erika Cevallos, Henry Cárcamo, Martha García, Dayanna Troya y entre más amigos, que me han apoyado en todo el transcurso de mi investigación, ya que a lo largo de los años hemos formado una buena amistad. También quiero agradecer a los trabajadores de la finca experimental la María: Don Eugenio, Danny, Holger y Gurumendi, por compartir sus conocimientos durante mi proyecto de investigación.

Jennifer Ramirez Orobio

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con mucho cariño, admiración y respeto:

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme culminar esta nueva etapa de mi formación profesional.

A mi madre, Esthela Orobio, hermano, Jhon Jairo Ramirez y tíos, que han sido mi mayor motivación para lograr esta meta.

A mi ángel, Dominga Nazareno, que siempre han guiado mi camino, ya que hoy no está conmigo, pero te recordare siempre.

Y a todas aquellas personas que no dejaron de creer en mi capacidad para superar obstáculos difíciles, llegar siempre a mi meta con humildad y esfuerzo.

Jennifer Ramirez Orobio

RESUMEN

El mildiu veloso es una enfermedad causada por el hongo *pseudoperonospora cubensis*. responsable de grandes pérdidas en la producción del cultivo de pepino. La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de silicio (SiO_2) en el control de mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). La ubicación de la investigación se realizó en la Finca Experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la vía Quevedo-El Empalme en el km 7 de la Provincia de Los Ríos. El fertilizante que se aplicó fue SILICAMAG SiO_2 (32%), en diferentes dosis aplicado a los 8, 23 y 40 días después de la siembra. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Las variables que se evaluaron fueron la severidad de la enfermedad mildiu veloso en diferentes tratamientos y hojas de diferentes alturas usando escala de evaluación visual y procesamiento de imágenes. Se evaluó el rendimiento por plantas y un análisis económico tipo beneficio/costo, Para validar el procesamiento de imágenes se utilizó una correlación lineal con escala visual usada y el resto de las variables fueron sometidas al análisis de varianza (Tukey $p < 0.05$) para determinar las diferencias estadísticas. Los resultados obtenidos muestran una correlación positiva ($R^2: 0.98$) del programa Leaf Doctor con la evaluación visual. La severidad de mildiu veloso no presentó diferencias entre los tratamientos, pero la mayor afectación tuvo en las hojas bajas porcentaje de afectación tuvieron en las hojas bajas. El tratamiento que tuvo mayor rendimiento fue el T7 (Si: 540 kg/ha), también fue el que tuvo un incremento de 55% de rentabilidad en referencia al control.

Palabra claves: Leaf Doctor, *Pseudoperonospora cubensis*, pepino, rendimiento.

ABSTRACT

Downy mildew is a disease caused by the fungus *Pseudoperonospora cubensis*, responsible for large losses in cucumber crop production. The present research was carried out with the objective of evaluating the effect of silicon (SiO₂) application in the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber (*Cucumis sativus*). The research was carried out at the Experimental Farm "La María" belonging to the State Technical University of Quevedo (UTEQ), located on the Quevedo-El Empalme road at km 7 in the Province of Los Ríos. The fertilizer applied was SILICAMAG SiO₂ (32%), in different doses applied at 8, 23 and 40 days after planting. A completely randomized block design (CRBD) was used, with seven treatments and three replications per treatment. The variables evaluated were downy mildew disease severity in different treatments and leaves of different heights using a visual assessment scale and image processing. Yield per plant and a benefit/cost economic analysis were evaluated. To validate the image processing, a linear correlation with visual scale was used and the rest of the variables were subjected to analysis of variance (Tukey $p < 0.05$) to determine statistical differences. The results obtained show a positive correlation ($R^2: 0.98$) of the Leaf Doctor program with the visual assessment. Downy mildew severity did not show differences among treatments, but the greatest affectation was on the lower leaves, with the highest percentage of affectation on the lower leaves. The treatment with the highest yield was T7 (Si: 540 kg/ha), which also had a 55% increase in yield compared to the control.

Keywords: Leaf Doctor, *Pseudoperonospora cubensis*, cucumber, yield.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	i
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLING.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I:CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Justificación	5

CAPÍTULO II:FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico	7
2.1.1. Generalidades del pepino.....	7
2.1.2. Taxonomía	7
2.1.3. Descripción morfológica	8
2.1.3.1. Semilla.....	8
2.1.3.2. Raíz.....	8

2.1.3.3.	Tallo.....	8
2.1.3.4.	Hojas.....	8
2.1.3.5.	Flores.....	8
2.1.3.6.	Fruto.....	9
2.1.4.	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	9
2.1.4.1.	Temperatura.....	9
2.1.4.2.	Precipitación.....	9
2.1.4.3.	Luminosidad.....	9
2.1.4.4.	Suelos.....	10
2.1.4.5.	Humedad relativa.....	10
2.1.4.6.	Viento.....	10
2.1.4.7.	Fotoperiodo.....	10
2.1.5.	Enfermedad mildiu vellosa (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>).....	10
2.1.5.1.	Descripción de la enfermedad.....	10
2.1.5.2.	Origen y distribución.....	11
2.1.5.3.	Taxonomía de <i>P. cubensis</i>	11
2.1.5.4.	Síntomas.....	11
2.1.5.5.	Condiciones favorables y forma de ataque del hongo.....	12
2.1.5.6.	Parasitismo.....	12
2.1.5.7.	Ciclo de la enfermedad.....	12
2.1.6.	Escala de severidad Horsfall-barratt.....	13
2.1.1.	Silicio.....	14
2.1.2.	Función del silicio en el suelo.....	14
2.1.3.	Efectos del silicio en las plantas.....	14
2.1.4.	Silicio en el cultivo de pepino.....	15
2.1.5.	Leaf Doctor.....	16

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización.....	18
3.2.	Tipo de investigación.....	18
3.3.	Métodos de investigación	18
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	18
3.5.	Diseño de la investigación	18
3.5.1.	Factores de estudio	18
3.6.	Diseño experimental	18
3.7.	Tratamientos evaluados	19
3.7.1.	Características de las unidades experimentales	19
3.8.	Manejo del experimento	21
3.8.1.	Preparación del terreno y delimitación de las parcelas.....	21
3.8.2.	Elaboración del semillero	21
3.8.3.	Trasplante	21
3.8.4.	Tutoreo.....	21
3.8.5.	Riego.....	21
3.8.6.	Fertilización	21
3.8.7.	Control fitosanitario.....	22
3.8.8.	Cosecha.....	22
3.9.	Evaluación de variables	22
3.10.	VARIABLES A MEDIR	22
3.10.1.	Severidad de mildiu veloso.....	22
3.10.2.	Peso del fruto	22
3.10.3.	Relación beneficio-costos	23
3.10.4.	Regresión y correlaciones.....	23
3.11.	Recursos humanos y materiales.....	23

CAPÍTULO IV :RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Evaluar la severidad del mildiu veloso utilizando escalas de evaluación visual y el procesador de imágenes Leaf Doctor	26
4.1.1.	Severidad de <i>Mildiu veloso</i> en hojas de pepino de diferente altura.....	27
4.2.	Análisis del rendimiento del cultivo de acuerdo con las distintas aplicaciones de silicio	29
4.2.1.	Rendimiento por planta.....	29
4.3.	Realizar un análisis económico a los tratamientos en estudio	30
4.4.	Discusión	30

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	34
5.2.	Recomendaciones	35

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....

6.1.	Bibliografía.....	37
------	-------------------	----

CAPITULO VII: ANEXOS.....

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema para el análisis de varianza	19
Tabla 2. Tratamientos a utilizarse en la presente investigación	19
Tabla 3. Características de las unidades experimentales	20
Tabla 4. Relacion del B/C de los tratamientos	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala de Horsfall-Barratt, utilizada para evaluar la severidad del mildiu veloso (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) en pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	13
Figura 2. Correlación de la evaluación visual y Leaf Doctor sobre las hojas	26
Figura 3. Análisis de la severidad del mildiu veloso.....	27
Figura 4. Análisis de la severidad del mildiu veloso.....	28
Figura 5. Rendimiento del cultivo de pepino	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño experimental de las parcelas del cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)... 43	43
Anexo 2. Análisis de suelo de la finca experimental la "María". 43	43
Anexo 3. Preparación de semilleros para el pepino 44	44
Anexo 4. Establecimiento del cultivo en campo y. peso de fertilizantes 45	45
Anexo 5. aplicación Leaf Doctor. 45	45
Anexo 6. Rendimiento del cultivo de pepino 46	46
Anexo 7. Análisis económico del control 46	46
Anexo 8. Captura de la consulta de precios en la página del SIPA 47	47

CÓDIGO DUBLING

Título:	Efecto de la aplicación de silicio (SiO ₂) en el control de mildiu veloso (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) en cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>).
Autor:	Jennifer Josimara Ramírez Orobio
Palabras claves:	Leaf Doctor, <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , pepino, rendimiento, silicio.
Fecha de publicación:	
Editorial:	
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>El mildiu veloso es una enfermedad causada por el hongo <i>pseudoperonospora cubensis</i>. responsable de grandes pérdidas en la producción del cultivo de pepino. La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de silicio (SiO₂) en el control de mildiu veloso (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) en cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>). La ubicación de la investigación se realizó en la Finca Experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la vía Quevedo-El Empalme en el km 7 de la Provincia de Los Ríos. El fertilizante que se aplicó fue SILICAMAG SiO₂ (32%), en diferentes dosis aplicado a los 8, 23 y 40 días después de la siembra. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Las variables que se evaluaron fueron la severidad de la enfermedad mildiu veloso en diferentes tratamientos y hojas de diferentes alturas usando escala de evaluación visual y procesamiento de imágenes. Se evaluó el rendimiento por plantas y un análisis económico tipo beneficio/costo, Para validar el procesamiento de imágenes se utilizó una correlación lineal con escala visual usada y el resto de las variables fueron sometidas al análisis de varianza (Tukey p<0.05) para determinar las diferencias estadísticas. Los resultados obtenidos muestran una correlación positiva (R²:0.98) del programa Leaf Doctor con la evaluación visual. La severidad de mildiu veloso no presentó diferencias entre los tratamientos, pero la mayor afectación tuvo en las hojas bajas porcentaje de afectación tuvieron en las hojas bajas. El tratamiento que tuvo mayor rendimiento fue el T7 (Si: 540 kg/ha), también fue el que tuvo un incremento de 55% de rentabilidad en referencia al control.</p>
Descripción:	
URI:	

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una planta herbácea anual rastrera nativa de Asia y África, el cual es usado en la alimentación humana desde hace muchos años atrás, es un cultivo que ocupa un lugar muy importante en la dieta de la humanidad a nivel mundial, ya sea por sus cualidades alimenticias o por los beneficios que brindan a la salud, las propiedades nutritivas lo han hecho una hortaliza especial, por el elevado contenido en ácido ascórbico y pequeñas cantidades del complejo vitamínico B, en cuanto a minerales, es rico en calcio, cloro, potasio y hierro, en el Ecuador año a año aumenta su producción generando más ingresos económicos para las familias agrícolas que se dedican a cultivar esta especie.

El cultivo se encuentra diversificado en distintas zonas tropicales secas de la región costa y sierra. Las zonas donde se desarrolla la mayor producción de pepino son las provincias de Manabí, Guayas, Santa Elena, Esmeraldas y Loja. Esta producción se destina a la exportación a países como Francia, Italia, EE. UU y Alemania. Sin embargo, esta producción se ve amenazada por la presencia de suelos con deficiencias nutricionales y niveles bajos de materia orgánica, lo que implica la necesidad de una fertilización mineral y la incorporación de materia orgánica.

Adicional a esto, la presencia de plagas y enfermedades reduce drásticamente las cosechas si no son controlados a tiempo que pueden llegar a devastar toda una cosecha, por ello se busca alternativas para combatir los problemas que inciden en este cultivo planteándose a si el uso del silicio el cual es un compuesto químico capaz de ayudar a la planta a mejorar las defensas ante la sequía y el ataque de diversos patógenos (Ortiz & Morán, 2010). Diversos autores han demostrado los beneficios del silicio al ser aplicados como fertilizante puesto que ayuda a un mayor crecimiento vegetal, plantas más fortalecidas y compactas, hojas más fuertes, mayor fotosíntesis, mayor tolerancia a condiciones de baja luminosidad, y tolerancia a estrés hídrico y térmico, así como la reducción de pérdida de agua cuticular por la acumulación de silicio en la epidermis, en pruebas realizadas sobre cultivos de arroz y trigo

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El mildiu veloso es una enfermedad causada por el hongo *Pseudoperonospora cubensis*. Este hongo es responsable de grandes pérdidas en la producción de cultivos agrícolas del género de las cucurbitáceas. Sobresale por su gran importancia económica tal es el caso del pepino, es una hortaliza muy apreciada por su valor nutricional y buen sabor. Pero que se ve afectada no solo por la enfermedad que la ataca si no que conlleva un legado de uso excesivo de agroquímicos utilizados para incrementar su producción y satisfacer la demanda de los mercados, degenerando el ecosistema en el proceso productivo al que se somete.

Como alternativa de solución a este problema presente en el cultivo de pepino se plantea utilizar las propiedades fúngicas que contiene el silicio (SiO_2), que ayuda a fortificar la pared celular de la planta disminuyendo la severidad e incidencia de la enfermedad.

1.1.2. Formulación del problema

El poco conocimiento sobre la enfermedad mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) está logrando que los agricultores apliquen en exceso productos agroquímicos para lograr su control y evitar que se pierda la producción del cultivo de pepino. En muchos casos no se toman en cuenta los umbrales económicos para determinar cuándo y cuánto de producto químico utilizar para evitar dañar el ecosistema y por ende el nivel de productividad de los suelos en los que se desarrolla la actividad agrícola.

1.1.3. Sistematización del problema

De acuerdo con la problemática planteada se enuncian las siguientes directrices:

¿Mildiu veloso es una enfermedad que se ve favorecido su desarrollo por el manejo agronómico que recibe?

¿La producción del cultivo de pepino se ve afectado por la aparición del mildiu veloso?

¿El silicio muestra una condición favorable en el estado fitosanitario y rendimiento productivo del cultivo de pepino?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de silicio (SiO_2) en el control de mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la severidad del mildiu veloso utilizando escalas de evaluación visual y el procesador de imágenes Leaf Doctor.
- Analizar el rendimiento del cultivo de acuerdo con las distintas aplicaciones de silicio.
- Realizar un análisis económico a los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación

Se justifica la realización de esta investigación porque a través de esta se pretende evaluar el patógeno mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) bajo las distintas dosis de aplicación de silicio (SiO_2) para mejorar la tasa de rendimiento en el cultivo de pepino.

El cultivo de pepino se adapta a las zonas secas y subhúmedas de la costa, debido a los requerimientos climáticos del cultivo para su óptima producción. El pepino es una hortaliza que ha pasado a formar parte de la dieta alimenticia de todas las poblaciones, por ello los agricultores han optado por cultivarla y llevarla a las zonas urbanas donde es comercializada para el mercado nacional e internacional. Pero es importante tener un conocimiento más profundo del desarrollo productivo de este cultivo.

Al no existir un procedimiento adecuado para el control del mildiu vellosa, los agricultores han tenido pérdidas económicas considerables y es por esto que se optó buscar un tratamiento adecuado que minimicen los efectos causados por el mildiu vellosa en los rendimientos del cultivo de Pepino. Con esta investigación se pretende mejorar la producción de pepino utilizando el silicio como una herramienta adicional para la disminución en la progresión de la enfermedad.

Este proyecto se realizó en la Finca Experimental “La María”, obteniendo como resultado una propuesta de ejecución en el sector agrícola en la cual se expondrán métodos de protección de cultivos de pepino mediante la aplicación de varias dosis de silicio, así mismo la información recolectada en el presente servirá como guía para los productores dedicados a este cultivo así como a la comunidad científica y universitaria pues aporta datos de interés para nuevos trabajos de carácter investigativo.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Generalidades del pepino

El pepino, *Cucumis sativus* L., pertenece a la familia de plantas cucurbitáceas, y es una hortaliza que se cultiva en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo; es una especie nativa del norte de India. Sus frutos se consideran una buena fuente de minerales y vitaminas (Chacón y Monge 2020). Planta herbácea, anual y rastrera. Principalmente su fruto ha sufrido variaciones en su aspecto, forma y color, debido a que este cultivo ha permanecido por tanto tiempo. En la actualidad existen más de 20 variedades de pepino (Reche 2011).

El cultivo de pepino en Ecuador se lo puede cultivar en la región cálida de los valles de la Sierra y en la región tropical. En el país el área de siembra se ha incrementado de 1250 a 1842 hectáreas (ha), distribuidas principalmente en las provincias de Loja, Los Ríos y Manabí (Ayala, 2020).

2.1.2. Taxonomía

El pepino es el fruto en baya procedente de una planta herbácea que recibe su mismo nombre. Pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Bajo este nombre se engloban unas 850 especies de plantas, casi todas herbáceas, trepadoras o rastreras, que producen frutos muy grandes, cilíndricos, alargados y protegidos por una corteza firme (EFAS, 2020).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>sativus</i> (Infoagro, 2010).

2.1.3. Descripción morfológica

2.1.3.1. Semilla

La semilla del pepino son el resultado de los óvulos fecundados y maduros en el fruto, su forma es ovalada de color blanco amarillento, con un tamaño es de 8 a 10 mm de longitud con grosor de 3 a 5 mm, está protegida por una cubierta dura compuestas de tegumentos, sustancias nutritivas y del embrión que es importante para que se desarrolle la nueva planta (López, 2003).

2.1.3.2. Raíz

Las raíces son muy poderosas, constan de raíz principal, que se extiende rápidamente para formar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino tiene la capacidad de formar raíces adventicias por encima del cuello (Durán, 2013).

La raíz principal puede llegar hasta 1.2 m de profundidad y medir hasta 65 cm lateralmente, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 y 30 cm. Posee un sistema de raíces muy compacto, son fibrosas, superficiales y muy ramificadas por lo cual aumenta su requerimiento de humedad (Rosado, 2013).

2.1.3.3. Tallo

Sus tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros cm. Son trepadores, llegando a alcanzar hasta 3.5 m de longitud en condiciones normales (Mármol, 2011).

2.1.3.4. Hojas

Las hojas que tienen el pepino son pecioladas, estas cuentan con un pecíolo largo y hendido, grandes, son palminervias, acorazonadas, opuestas a los zarcillos, simples, alternas, de limbo lobulado, divididas en 3 o 4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre la hoja que se encuentra en la parte central más puntiaguda esto será dependiendo de la variedad, y que a veces no se aprecian notablemente, así mismo posee unos bordes están suavemente dentados, están recubiertas de una vellosidad fina, a si también poseen un textura áspera al tacto cuando se lo palpa (Yaguache, 2014).

2.1.3.5. Flores

Las flores se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo. Estos tres tipos de flores ocurren en diferentes proporciones, dependiendo del cultivar. Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas; a continuación, en la parte media de la planta están en igual proporción, flores masculinas y femeninas y en la parte superior de la planta existen predominantemente flores femeninas (Reche, 2012).

2.1.3.6. Fruto

El fruto es de tipo pepónide áspera o liso, dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. Su cosecha se lleva a cabo antes de que se madure totalmente (Casaca, 2005).

2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.1.4.1. Temperatura

Es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos: cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo. El pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar. Sobre 40°C el crecimiento se detiene, con temperaturas inferiores a 14°C, de igual manera, y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas. La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación (Sierra, Cruz y Donaire 2005).

2.1.4.2. Precipitación

La precipitación, así como la humedad, deben ser relativamente bajas de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades. La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que la de zonas secas (Sierra, Cruz y Donaire 2005).

2.1.4.3. Luminosidad

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas. A mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Una alta intensidad de luz

estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce (Sierra, Cruz y Donaire 2005).

2.1.4.4. Suelos

El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm. que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5-6.8, soportando incluso PH hasta de 7.5; Se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Sierra, Cruz y Donaire 2005).

2.1.4.5. Humedad relativa

Este cultivo se desarrolla bien cuando la humedad relativa es baja, cuando es alta las plantas se vuelven susceptibles al ataque de enfermedades (López 2003).

2.1.4.6. Viento

El rendimiento de este cultivo es afectado por la intensidad del viento de más de 30 km/h de velocidad por un periodo de 4 a 6 horas en adelante, produce una reducción significativa de la producción (López 2003).

2.1.4.7. Fotoperiodo

Esta planta es afectada por la cantidad de hora luz recibida, cuando los días son cortos se induce a la formación de mayor número de flores femeninas y días largos favorecen la formación de masculinas, por lo que es un cultivo influenciado por el fotoperiodo (López 2003).

2.1.5. Enfermedad mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*)

2.1.5.1. Descripción de la enfermedad

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).

2.1.5.2. Origen y distribución

El mildiu veloso 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 *Erysiphe cichoracearum* es la especie más abundante. En cambio, *Sphaerotheca fuliginea* tiene mayor incidencia en países como Bulgaria, Estados Unidos, Japón y la Isla de Creta (González *et al.*, 2010).

2.1.5.3. Taxonomía de *P. cubensis*

Según Leiva *et al.* (2010), la taxonomía de *P. cubensis* es descrita a continuación:

Reino:	Fungi
Clase:	Oomycetes
Orden:	Peronosporales
Familia:	Peronosporaceae
Género:	<i>Pseudoperonospora</i>
Especie:	<i>cubensis</i>

2.1.5.4. Síntomas

Los primeros síntomas del mildiu veloso de sobre las hojas aparecen como manchas amarillentas o de color verde pálido en la superficie adaxial con masas de esporas grises debajo de la lesión en el envés de la hoja. En pepino, las manchas generalmente son angulares, bordeadas por las venas y se tornan amarillas conforme avanza el tiempo. Al avanzar la enfermedad, las hojas que son severamente infectadas se tornan cafés y necróticas. El hongo no ocurre directamente sobre los frutos, pero afecta la coloración y reduce el contenido de azúcares (Méndez, 2008).

2.1.5.5. Condiciones favorables y forma de ataque del hongo

El micelio fúngico es hialino (incoloro) y los esporangios, (donde se producen las esporas), son de color gris pudiéndose apreciar directamente en el envés de las hojas. En presencia de agua libre, los esporangios liberan esporas que nadan en el agua gracias a sus flagelos y cuando encuentran una zona adecuada, germinan e infectan los tejidos de la planta, siendo la temperatura óptima para la infección de 16 a 22 °C. Una vez infectada la hoja, el desarrollo del hongo se ve favorecido por la alternancia de temperaturas y humedades relativas muy altas, del 80 % al 90%. Temperaturas inferiores a 5 °C o superiores a 35 °C detienen su desarrollo. Dependiendo de las condiciones de temperatura, se producen generaciones de esporangios en un lapso de 5-13 días (Infoagro, 2010).

La infección de *P. cubensis* depende de la temperatura. Se considera que a 20°C ocurre en dos horas, y a 15°C en 10 horas, siempre y cuando exista la película de agua sobre el tejido. La diseminación del patógeno es por el agua de lluvia o riego, viento y contacto de utensilios, o por paso de trabajadores. Se ha reportado también que algunos insectos pueden diseminar estructuras del hongo. La presencia del mildiu vellosa en pepino debe ser considerada de gran importancia por el productor. Una vez iniciada la infección, hay que combatir fuertemente al hongo, ya que posee una gran capacidad de diseminación e infección a nuevos tejidos del cultivo (Fernández & Guerrero, 2015).

2.1.5.6. Parasitismo

P. cubensis es un parásito biotrófico obligado, absolutamente dependiente de su planta huésped para el crecimiento y la supervivencia. No puede sobrevivir fuera de su huésped excepto como oosporas. Ataca los tejidos vivos del huésped para sobrevivir y reproducirse. La necrosis del tejido vegetal afectado conducirá a la muerte de *P. cubensis*. Al igual que otras peronosporáceas patógenas, *P. cubensis* no produce toxinas. Libera, en una medida limitada, las enzimas necesarias para la penetración primaria de la pared celular (Murillo, 2019).

2.1.5.7. Ciclo de la enfermedad

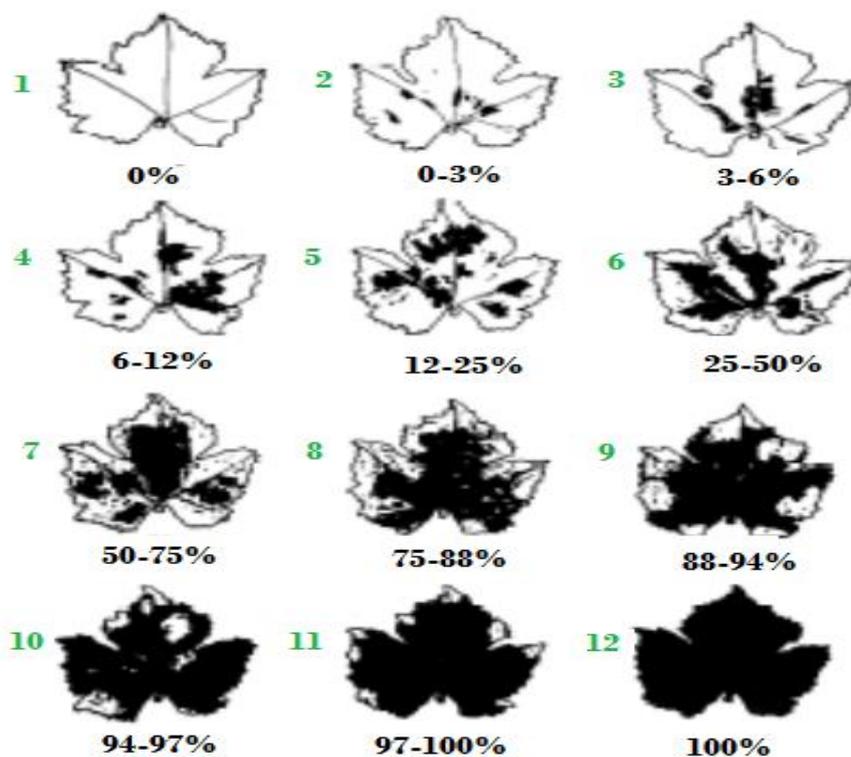
El tiempo de infección y la formación de lesiones dependen de la disponibilidad de condiciones climáticas. Al depositar una película de agua sobre la superficie de la hoja, los esporangios germinan y sale las zoosporas que nadan por un momento antes de que se

adhieran y la produzcan los tubos germinativos que penetran las hojas. En pepino la infección de las hojas inicia siguiendo periodos con rocío de 2 horas a 20° C, 6 horas de 15°C a 20°C, o 12 horas de 10°C a 15°C. La efectividad de los esporangios disminuye conforme la temperatura aumenta, ya que ellos deben permanecer húmedos hasta que germinen, lo contrario mueren. Una vez que la infección ocurre, se produce otro nuevo cultivo de esporangios entre 4 a 12 días después (Babados, 2004).

2.1.6. Escala de severidad Horsfall-barratt

La escala de Horsfall-Barratt (Figura 1), es un sistema utilizado en la patología de las plantas para evaluar las enfermedades de las plantas donde a cada planta se le asigna un valor numérico de acuerdo con el porcentaje del área de la hoja que muestra síntomas de la enfermedad. La evaluación de severidad del mildéu vellosa en la escala de Horsfall-Barratt (1=0 %, 2=0- 3 %, 3=3-6 %, 4=6-12 %, 5=12-25 %, 6=25-50 %, 7=50-75 %, 8=75-88 %, 9=88-94 %, 10=94-97 %, 11=97-100 %, 12=100 %) esto con relación al porcentaje de tejido foliar afectado (Carreño *et al.*, 2019).

Figura 1. Escala de Horsfall-Barratt, utilizada para evaluar la severidad del mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino (*Cucumis sativus*)



Fuente: (Horsfall & Barratt, 1945).

2.1.1. Silicio

El silicio (Si), después del oxígeno, es el segundo elemento más abundante en la tierra, constituyendo aproximadamente el 28 % de la corteza terrestre. Es encontrado solamente en formas combinadas, como la sílice y minerales siliconados. Los silicatos son minerales en los cuales el silicio está combinado con oxígeno u otros elementos como Al, Mg, Ca, Na, Fe, K y otros, en más del 95 % de las rocas terrestres, los meteoritos, las aguas y en la atmósfera. Los minerales siliconados más comunes son el cuarzo, los feldespatos alcalinos y las plagioclasas (Castellanos *et al.*, 2015).

El Si se encuentra presente en la solución del suelo como ácido monosilícico ($\text{Si}(\text{OH})_4$), la mayor parte en forma no disociada, la cual está fácilmente disponible para las plantas. Debido a la desilicización causada por el intenso intemperismo y la lixiviación de los suelos tropicales, las formas de Si más encontradas en estos suelos son cuarzo, ópalo ($\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$) y otras formas no disponibles para las plantas. Las formas de Si químicamente activas en el suelo están representadas por el ácido mono silícico soluble y francamente adsorbido, ácido polisilícico, y compuestos órgano-silícicos (Castellanos *et al.*, 2015).

2.1.2. Función del silicio en el suelo

El tratamiento del suelo con productos a base de silicio químicamente activo restaura la degradación y optimiza la fertilidad del suelo, a través de mejorar sus propiedades físicas y químicas, al mantener los nutrientes en forma disponible para la planta y mejorar la capacidad de intercambio catiónico, sobre todo en pH mayor a 7,0 (Parménides, 2012).

La importancia de la aplicación de Si al suelo se debe a que existe evidencia de restauración en suelos degradados. De 40 a 300 kg de Si/ha de suelo cultivado son extraídos anualmente en las cosechas. La falta de ácidos monosilícicos y la disminución de Si amorfo conducen en parte a la destrucción de los complejos órgano-minerales, esto acelera la degradación de la materia orgánica del suelo disminuyendo la calidad del mismo. La fertilización con minerales que contienen Si es importante para una agricultura sustentable y altamente efectiva en cualquier tipo de suelo (Vallejo y Alvarado 2008).

2.1.3. Efectos del silicio en las plantas

El silicio parece beneficiar a ciertas plantas cuando están bajo estrés. Se ha comprobado que mejora la tolerancia a las sequías y retrasa la defoliación prematura de algunos cultivos que no se riegan y que puede mejorar la capacidad de resistencia de las plantas a las toxicidades de micronutrientes y de otros metales (por ejemplo, aluminio, cobre, hierro, manganeso, zinc, etc.). Además, se ha comprobado que el silicio ayuda a incrementar la resistencia del tallo (Lopez, 2018).

También se ha demostrado que el silicio incrementa la resistencia de ciertas especies de plantas a ataques patógenos de hongos. En el caso de cenicilla y de *Phytophthora*, el ataque de estas enfermedades fue retrasado en zinias, rosas, girasoles, pepinos (todos con cenicilla) y gerberas (con *Phytophthora*) tratados con silicio, pero después de entre 1 a 3 semanas, tanto las plantas tratadas con silicio como las que no, tenían la misma cantidad de enfermedad. Los modos de actuar de la mayoría de estos beneficios son inciertos y se necesitan más investigaciones para comprobarlos (Lopez, 2018). Los elementos se han clasificado en esenciales, los cuales son absolutamente necesarios para el crecimiento de todas las especies de plantas y los benéficos, los cuales tienen efectos positivos en algunas especies de plantas o bajo condiciones específicas. El silicio (Si), es un elemento clasificado como benéfico ya que se han observado efectos benéficos en cultivos de arroz, trigo y cebada, más claramente bajo condiciones de estrés (McCray *et al.*, 2001).

El nivel de silicio provoca cambios en la dinámica de otros elementos presentes en el suelo, especialmente en cultivos de alta demanda de este elemento, como gramíneas, leguminosas, y cucurbitáceas. El Si es el único elemento que no causa lesiones graves en cantidades excesivas, ya que tiene la cualidad de acoplarse formando una cutícula de Silicio, con “células silificadas” y como “cuerpos de silicio”, los cuales se forman con altas cantidades del elemento (Landell, 2016).

2.1.4. Silicio en el cultivo de pepino

En pepino, el silicio disminuye los niveles solubles de azúcar en las hojas y aumenta el contenido de almidón en las raíces, lo que podría aliviar la represión de regeneración producida por la fotosíntesis y proporciona más capacidad de almacenamiento de la energía en raíces bajo condiciones de tensión causada por las sales (Infoagro, 2010). La participación del Si en la calidad de los frutos de pepino, y considerando que la acumulación de Si se realiza principalmente en las paredes celulares y en los espacios intercelulares vegetales

provocando una mayor rigidez, por lo que es posible que el Si tenga una relación con algún componente físico de la calidad. Otro de los factores posiblemente relacionado con la absorción de silicio por las plantas y que no ha sido estudiado es el potencial osmótico (Ψ_s) de la solución nutritiva (SN), ya que al disminuir su valor, debido al incremento en el contenido de nutrientes, disminuye la energía libre del agua, la absorción de agua y de algunos nutrientes por la planta puede ser afectada, lo cual puede alterar su composición química y la calidad del fruto (Terraza et al. 2008).

2.1.5. Leaf Doctor

Es una aplicación interactiva e iterativa para teléfonos inteligentes en imágenes en color para distinguir los tejidos vegetales enfermos de los sanos y calcular el porcentaje de gravedad de la enfermedad. El objetivo de esta aplicación desarrollar y evaluar de forma cuantitativa la intensidad de las enfermedades de las plantas y cuantificar la exactitud, precisión y solidez de la aplicación, un procesador semiautomático de uso común programa para medir la gravedad de la enfermedad en las hojas (Pethybridge & Nelson, 2015).

Los usuarios pueden recopilar imágenes para analizarlas en tiempo real utilizando la cámara de un teléfono o recuperar imágenes ya guardadas. Las hojas u otros órganos de las plantas se fotografían individualmente contra un fondo o fondo negro no reflectante. Alternativamente, una fotografía se puede modificar utilizando un software de edición de imágenes para crear un fondo negro que rodee completamente el área de evaluación de interés (por ejemplo, una hoja). Luego, la imagen puede enviarse por correo electrónico al usuario para guardarla en la colección de la galería del teléfono para su posterior análisis por Leaf Doctor (Pethybridge & Nelson, 2015).

La capacidad de seleccionar hasta ocho colores para tejido "sano" contribuye directamente a la mayor exactitud y precisión de Leaf Doctor. La aplicación también permite al usuario cuantificar la gravedad de la enfermedad en presencia o ausencia de diferentes colores de síntomas en una unidad de muestreo. Por ejemplo, para enfermedades en las que los síntomas incluyen dos colores contrastantes, como necrosis (Ej.: tonos oscuros) y clorosis (Ej.: tonos amarillentos), los usuarios de Leaf Doctor pueden cuantificar la gravedad de la enfermedad al incluir el área afectada por ambos síntomas o al excluir uno o el otro síntoma del análisis (Barbedo, 2014).

CAPÍTULO III
MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se llevó en la Finca Experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la vía Quevedo-El Empalme en el km 7 de la Provincia de Los Ríos. Sus coordenadas geográficas son: 79 o 27” de longitud occidental y 01 o 32” de latitud Sur a una altitud de 67 msnm.

3.2. Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental, la cual se permitió manipular factores de estudio como, evaluar la epidemiología del mildiu veloso en pepino bajo el efecto de la aplicación de silicio (SiO_2) empleando el procesador de imágenes Leaf Doctor.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó el método deductivo, teniendo como referencia, lo manifestado en la literatura examinada; para de esta manera analizar el comportamiento del mildiu veloso bajo efecto de silicio empleando Leaf Doctor en el pepino.

3.4. Fuentes de recopilación de información

En el proyecto de investigación se recopiló información de fuentes como libros, revista, publicaciones e internet.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Factores de estudio

En el presente trabajo de investigación se utilizó el fertilizante SILICAMAG con su composición de (SiO_2 (32%), F_2O_2 (4%), CaO (17%), MgO (5%)), en el cultivo de pepino, donde se le aplicó tres aplicaciones de silicio, la primera se realizará 8 días después de la siembra (dds), la segunda a los 23dds y la tercera 40dds.

3.6. Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza

para establecer la significancia estadística y a la prueba de Tukey al 0.5% para determinar la diferencia estadísticas.

Tabla 1. Esquema para el análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque (b-1)	2
Tratamiento (t-1)	6
Error experimental	12
Total	20

3.7. Tratamientos evaluados

Se establecieron 7 tratamientos como se indican en la tabla 2, la dosis correspondiente a silicio será la usada por Samuel *et al.* (1990), en cuyo estudio se usaron 100 ppm de Si, los cuales fueron convertidos a kilogramos.

Tabla 2. Tratamientos a utilizarse en la presente investigación

Tratamientos	Descripción
T1	Control
T2	N-P-K (130- 120- 130 kg/ha))
T3	SiO ₂ (360 kg/ha)
T4	SiO ₂ 50% (180 kg/ha)
T5	SiO ₂ 75% (270 kg/ha)
T6	SiO ₂ 125% (450 kg/ha)
T7	SiO ₂ 150% (540 kg/ha)

3.7.1. Características de las unidades experimentales

En la tabla 3 se indican las características para el establecimiento de las parcelas experimentales en el ensayo.

Tabla 3. Características de las unidades experimentales

Características	Dimensión
Separación entre plantas	0.5 m
Separación entre hileras	1.5 m
Plantas por parcela	10
Número de hileras por parcela	4
Número de plantas por hilera	2
Dimensiones de parcela	Ancho 4.5 m y Largo 3.5 m
Número de parcelas por bloque	7
Número de bloques	3
Área de la parcela experimental	15.75 m ²
Separación entre parcelas	0.5 m
Longitud de bloque	15.5 m
Ancho de bloque	4.5 m
Separación entre bloques	0.5 m
Área de bloque	69.75 m ²
Total de plantas en el ensayo	210 plantas
Área total del ensayo	426.25 m ²

3.8. Manejo del experimento

3.8.1. Preparación del terreno y delimitación de las parcelas

Para el establecimiento de esta investigación se utilizó maquinaria agrícola para el adecuamiento del terreno, posteriormente se delimitó el tamaño de los bloques que se estudiaron de acuerdo con la tabla 3, cada bloque estuvo compuesto por sub-parcelas con 10 plantas cada una.

3.8.2. Elaboración del semillero

Se utilizaron vasos para la elaboración de semilleros. Utilizando tierra de sembrado, las semillas se colocaron y se regaron diariamente hasta su germinación.

3.8.3. Trasplante

Una vez que la plántula presento su tercera hoja verdadera fue trasplantada a los 21 días en fundas de (18cm x 29cm), para evitar encharcamiento y tener un riego controlado.

3.8.4. Tutoreo

Para el sistema de tutoreo se manejó con cañas, alambres y piola, esto se realizó cerca de las plantas para que puedan crecer en formas verticales y no tumbadas sobre el suelo, evitando ser dañadas por equivocación. Esto se efectuó cuando las plantas alcanzaron de 25 a 30 cm de altura.

3.8.5. Riego

Se realizó el riego manteniendo el sustrato en capacidad de campo.

3.8.6. Fertilización

De acuerdo al análisis de suelo realizado en INIAP, el suelo posee un pH 4,7, indicando la problemas de nutrientes ya sea (exceso o escasos) como lo indica el Anexo 2 y con 1.1% de M.O, es recomendable la aplicación del silicio en el suelo de manera que mejore las

propiedades tanto en el suelo como en la planta permitiendo un mejor asimilación de nutrientes.

Se realizó de acuerdo a los tratamientos descritos en la tabla 1. Las dosis de aplicación fueron fraccionadas, al 40% en la primera aplicación y 30% en la segunda y para la tercera aplicación el 30%, se realizó a los 8, 23 y 40 dds (días después del trasplante).

3.8.7. Control fitosanitario

En la presente investigación se realizó un control manual con la utilización de machete ya que las plantas de pepino son un poco susceptibles a herbicidas. Esto se efectuó cada semana con el fin de preservar el desarrollo de la planta y se aplicó un insecticida de contacto con acción translaminar (Furadan) que actúa sobre las plagas por ingestión y contacto, con dosis de 1.2 L/ha en 200 L de agua.

3.8.8. Cosecha

La cosecha fue recolectada de forma manual cuando los frutos presentaron un estado óptimo de desarrollo en lo general cuando esta tierno. La época de cosecha realizada fue entre 70 a 75 días.

3.9. Evaluación de variables

Se evaluó la severidad de la enfermedad usando la escala visual de Horsfall y Barratt (1945) y la utilización del software Leaf Doctor.

Se pesó el fruto cuando termino su ciclo vegetativo, los datos se registraron en un cuaderno de campo y por medio de registro fotográficos.

3.10. Variables a medir

3.10.1. Severidad de mildiu vellosa

Se tomaron fotos con el programa Leaf Doctor para evaluar los daños ocasionados por la enfermedad en porcentaje, además se utilizó la escala de Horsfall-Barratt (1945).

3.10.2. Peso del fruto

Una vez que se cosecho los frutos se procedió a pesar en una balanza gramera. Los resultados se representaron en kilogramos.

3.10.3. Relación beneficio-costo

Se realizó un análisis de beneficio-costo para determinar la rentabilidad de los tratamientos aplicados.

3.10.4. Regresión y correlaciones

Se realizó regresión y correlación lineal simple entre la escala de evaluación visual y el programa Leaf Doctor.

3.11. Recursos humanos y materiales

- Docente director del Proyecto de Investigación
- Estudiante responsable de la investigación

Insumos

- **Insecticida**
Agrimec Pro
- **Fertilizante**
Urea (46-0-0)
DAP (18-46-0)
Muriato de Potasio (0-0-60)
Silicio SiO₂ (SILICAMAG 32 % Si)
- **Herbicida**
Glifosato
- **Semilla**

Pepino hibrido JAGUAR F1 (ALASKA)

Materiales de oficina

- Computador

- Cuaderno
- Lápiz, plumas
- Regla
- Software (Leaf Doctor)
- Separadores
- Memoria (USB)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluar la severidad del mildiu veloso utilizando escalas de evaluación visual y el procesador de imágenes Leaf Doctor

En la figura 2 se evidencia que el programa de imágenes Leaf Doctor sirve para evaluar la severidad del mildiu veloso con relación a la evaluación visual, debido a que presenta una alta correlación positiva entre los datos por su R^2 de 0.98.

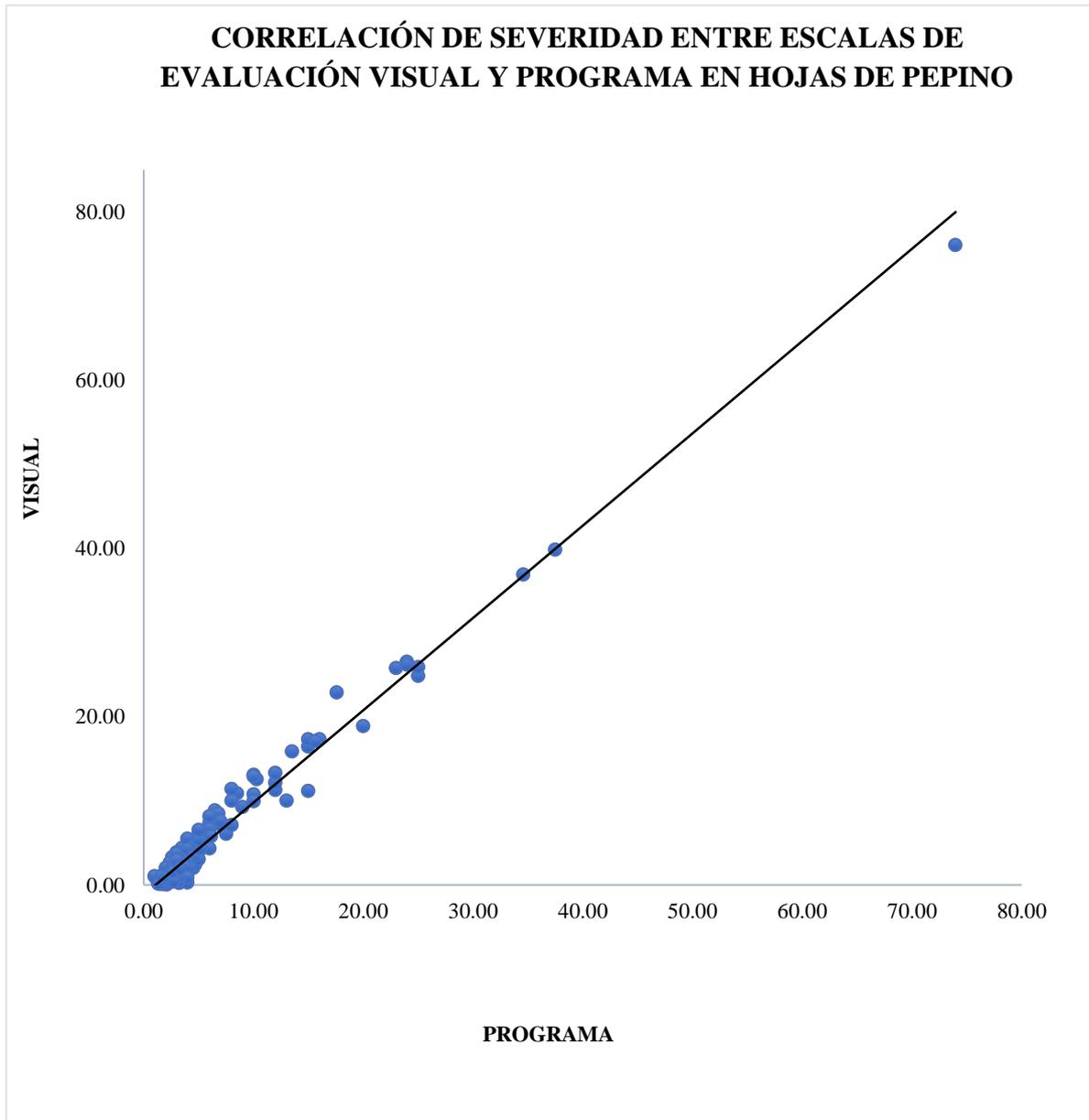


Figura 2. Correlación de la evaluación visual y Leaf Doctor sobre las hojas

Análisis de correlación entre la evaluación visual y el programa Leaf Doctor para la evaluación de la severidad del mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en hojas de pepino (*Cucumis sativus*). R^2 de 0.98.

4.1.1. Severidad de *Mildiu velloso* en hojas de pepino de diferente altura.

De acuerdo con el trabajo de campo realizado durante el proyecto de investigación, se logró determinar que las hojas bajas presentan mayor severidad de la enfermedad alcanzando hasta la 6ta escala (afectaciones del tejido foliar de 25-50%), mientras que las hojas altas tienen menor severidad con una escala cercana a 2 (afectaciones del tejido foliar de 0-3%) en relación a las demás (Figura 3). Ambos resultados fueron obtenidos con ambas escalas de evaluación.

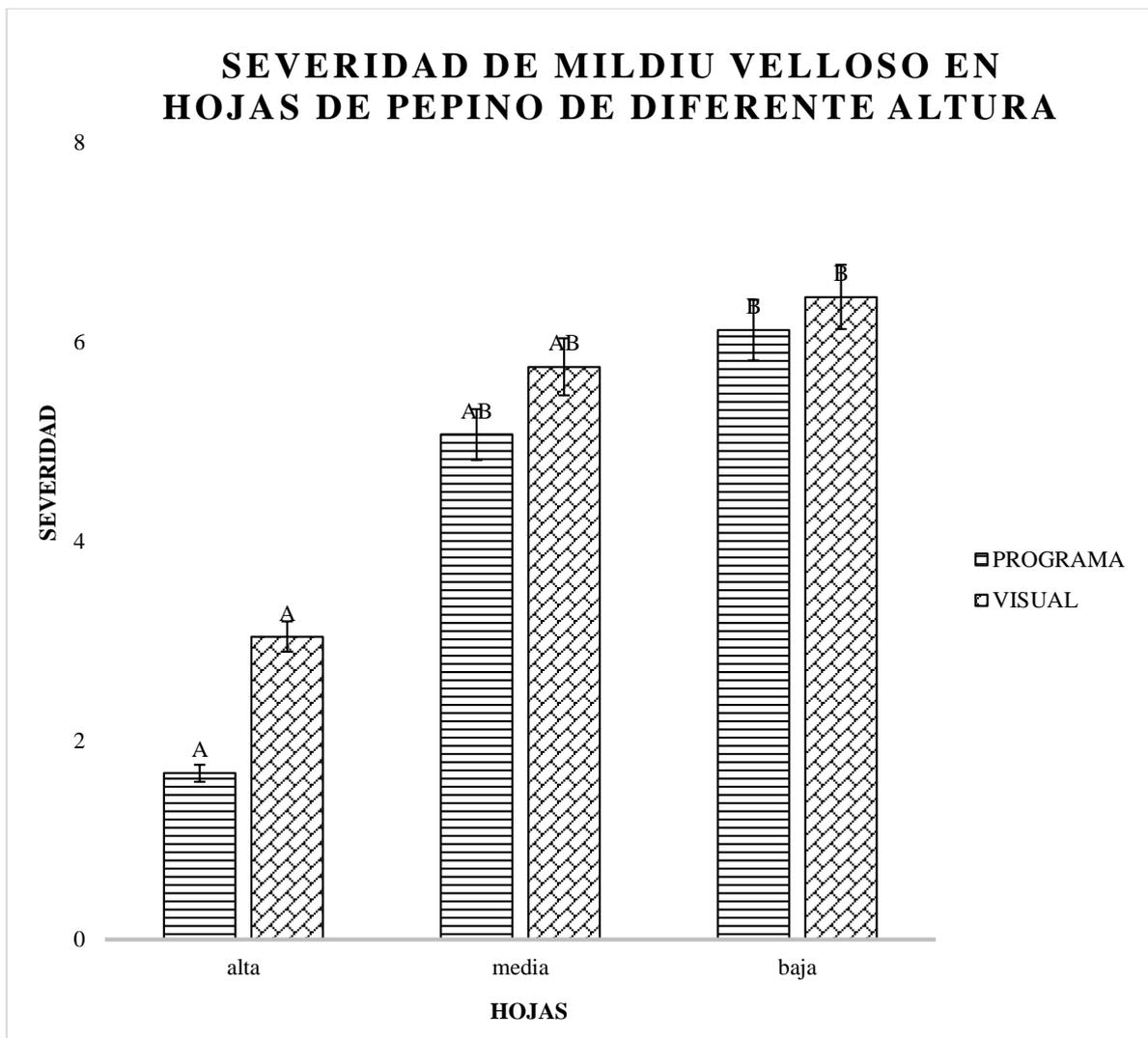


Figura 3. Análisis de la severidad del mildiu velloso

Análisis de la severidad del mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en hojas de diferente altura pepino (*Cucumis sativus*). Letras diferentes presentan diferencias estadísticas (Tukey: $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar.

4.1.1. Comparación visual y programa de la severidad de los tratamientos

Para la comparación visual con el programa se determinó que no se presentan diferencias significativas entre los 7 tratamientos para controlar el mildiu veloso en el cultivo del pepino, siendo la aplicación una herramienta eficiente para la evaluación de esta enfermedad, como lo muestra en la figura 4.

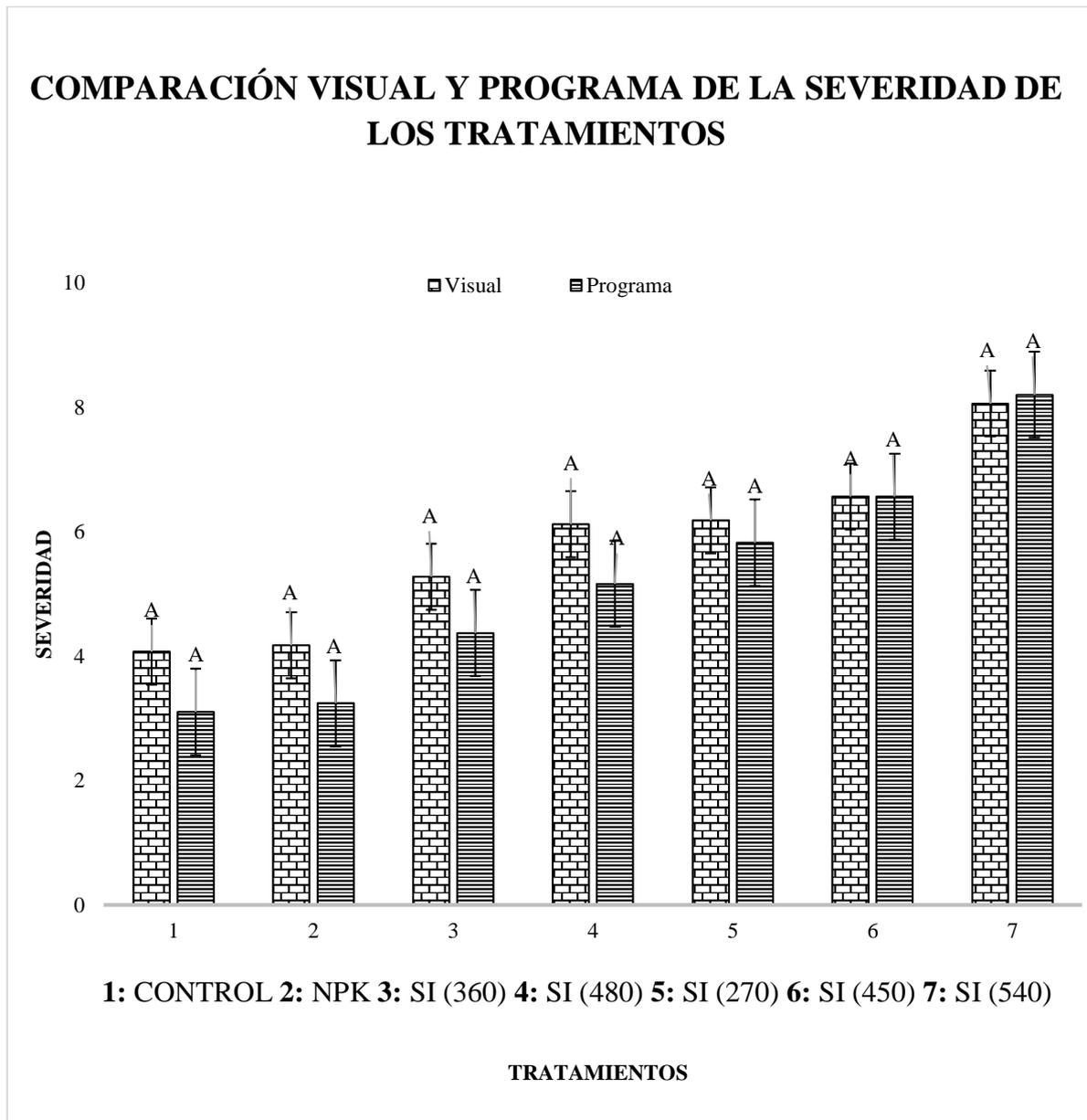


Figura 4. Análisis de la severidad del mildiu veloso

Severidad de hojas de pepino (*Cucumis sativus*) en el daño foliar causado por el mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*). Letras diferentes presentan diferencias estadísticas (Tukey: $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar del ensayo.

4.2. Análisis del rendimiento del cultivo de acuerdo con las distintas aplicaciones de silicio

4.2.1. Rendimiento por planta

Se logró determinar que el mejor rendimiento por planta se pudo obtener a través del tratamiento 7 con una aplicación de silicio de 7 (Si: 540 kg/ha), como se evidencia en la figura 5. Estos datos fueron tomados en lapso de 3 meses.

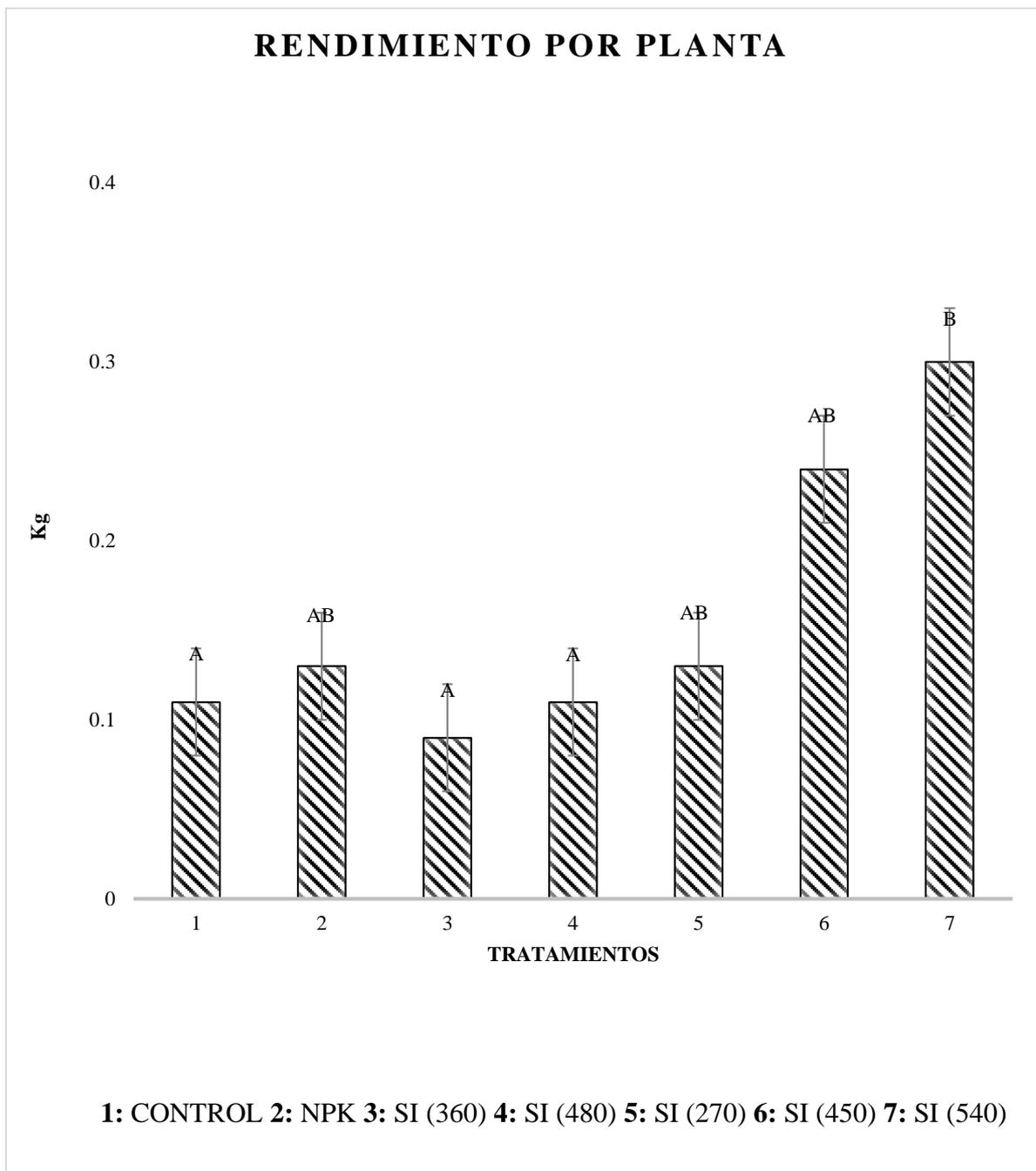


Figura 5. Rendimiento del cultivo de pepino

Análisis del rendimiento por planta del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) de acuerdo con las distintas dosis de silicio. Letras diferentes presentan diferencias estadísticas (Tukey: $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar del ensayo.

Tratamiento	Rendimiento total (kg)	B/C
1	0.94 a	1.00
2	1.09 a	0.99
3	1.15 a	0.53
4	1.28 ab	0.73
5	1.30 ab	0.81
6	2.44 ab	1.35
7	3.00 b	1.55

4.3. Realizar un análisis económico a los tratamientos en estudio

En la tabla 4 se puede evidenciar que el mejor tratamiento con relación al beneficio/costo fue el 7, debido a que presenta mayor rentabilidad por presentar un aumento de 0.55 en referencia al control. Es importante mencionar que el precio de venta del pepino al momento del ensayo fue de \$0.45 (Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador, 2021).

Tabla 4. Relacion del B/C de los tratamientos

Análisis beneficio/costo de los 7 tratamientos para controlar el mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*). Letras diferentes presentan diferencias estadísticas (Tukey: $p < 0.05$).

4.4. Discusión

Los análisis de correlación indicaron que el programa Leaf Doctor tiene una validez similar a la evaluación visual con la escala de Horsfall-Barratt, que permitieron medir o evaluar la severidad de la enfermedad mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en las hojas de diferentes alturas del cultivo del pepino. Difiriendo con González (2021) y su investigación “Diseño de una escala diagramática para evaluar la severidad del mildiú (*P. cubensis*) en

pepino en Morelos, México”. Este autor pudo apreciar que existieron diferencias estadísticas en entre sus métodos utilizados con diferentes escalas. Aunque en (Mehmetoglu y Popov 2012) demuestran estudios con cinco enfermedades donde la aplicación Leaf Doctor proporciona estimaciones que son altamente precisas en comparación con las estimaciones de un estándar de disciplina de uso común, preciso y robusto.

El presente proyecto de investigación indica que las hojas bajas del cultivo de pepino presentaron un mayor nivel de daño a causa del mildiu veloso (*P. cubensis*) en comparación con las hojas medias y altas. Estos resultados concuerdan con la investigación de Calixtro (2017) donde manifiesta que el mildiú veloso incide mayormente en el follaje de la planta, aunque suele presentarse en tallos, pedúnculos, cáliz y pétalos de la rosa. Las hojas fueron evaluadas como moderadamente susceptibles y muy susceptibles según la escala empleada en la evaluación. Al existir una preferencia por el estudio de este patógeno en hojas, es importante monitorear las hojas de diferente altura para el control de la enfermedad.

En la severidad de las hojas de pepino en el daño foliar causado por el mildiu veloso (*P. cubensis*) no se presentaron diferencias estadísticas usando escalas de evaluación visual ni el programa Leaf Doctor bajo los diferentes tratamientos de silicio. Esto coincide con los resultados de Cruz y Centeno (2017) en su investigación “Progreso temporal del mildiú veloso (*P. cubensis*) en pepino (*Cucumis sativus* L.) manejado con fungicidas sintéticos, biológicos e inductores de resistencia”. En ese ensayo, según el análisis de varianza realizado por los autores, no se encontró diferencias significativas ($p= 0.4379$; $\alpha= 0.05$;) entre los tratamientos evaluados con respecto a la severidad en las hojas a causa del mildiú veloso.

En el cultivo del pepino se obtuvo un mejor rendimiento con el tratamiento 7 (Si: 540 kg/ha). Este resultado muestra la importancia del silicio en el cultivo de pepino como en la investigación de Liang *et al.*, (2005). En su ensayo se evaluó el producto Fosfitec-K (fosfito de potasio) y el Si como inductores de resistencia contra el mildiú veloso. De madera que corrobora con la literatura donde menciona (Israel et al. 2013) que algunos elementos nutricionales como Nitrógeno (N), Potasio (K), Calcio (Ca), Boro (Bo), Silicio(Si) y relaciones entre nutrientes como la relación Nitrógeno (N): Potasio (K) son importantes en el aumento de resistencia a parásitos obligados. Estos tratamientos tuvieron un comportamiento intermedio con respecto a la severidad de la enfermedad, aumentando el rendimiento en las plantas y reduciendo la enfermedad en comparación con la severidad observada en las parcelas convencionales.

El mejor tratamiento económicamente fue el tratamiento 7 (Si: 540 kg/ha), con un aumento de 0.55 en relación con el control. Así mismo Miranda (2020) en su investigación realizó un análisis beneficio/costo entre los funguicidas para la prevención del mildiu veloso en el cultivo del pepino. De acuerdo con el rendimiento obtenido, costos de producción y beneficios obtenidos, siendo el tratamiento a base de la benzamidas con el extracto vegetal que obtuvo la rentabilidad más alta con \$0.98 mientras el testigo su rentabilidad fue \$0.30. Esto indica la importancia del uso de diferentes estrategias para el control del mildiu veloso en el cultivo del pepino usando diferentes métodos de manejo de la enfermedad.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El programa Leaf Doctor es una herramienta apta para ser implementada en la evaluación de la severidad del mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en el cultivo de pepino.
- No existió diferencias de severidad en los tratamientos, las hojas bajas presentaron mayor grado de severidad con 6,12 para el análisis de Leafdoctor y 6,45 para visual, por otro lado, el que menor severidad presento fue la hoja alta con 6,17 para Leafdoctor y 3,04 para análisis visual.
- El tratamiento 7 (Si: 540 kg/ha) tuvo mayor producción por planta y mayor rentabilidad con un aumento 55% en referencia al control.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar otras alternativas de productos de Silicio que tengan menor costo para incrementar la rentabilidad con el cultivo.
- Realizar nuevos estudios con la aplicación Leaf Doctor en referencia a la prueba de severidad de mildiu veloso en otros cultivos para determinar si aumenta o disminuye la correlación con la evaluación visual.
- Aplicar los tratamientos en otros cultivos para comprobar si genera el mismo efecto de resistencia contra patógeno, garantizando la eficacia del silicio.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Alvarado Aguayo, Allan, Wilmer Pilaloe David, Sinthya Torres Sánchez, and Kevin Torres Sánchez. 2018. “Efecto de *Trichoderma Harzianum* En El Control de Mildiu (*Pseudoperonospora Cubensis*) En Pepino.” *Agronomía Costarricense*. doi: 10.15517/rac.v43i1.35672.
- Babados, M. (2004). Downy mildew of cucurbits. En *Identifying and Managing Cucurbit Pests* (pág. 07). University of Illinois Extension.
- Barbedo, J. (2014). An automatic method to detect and measure leaf disease symptoms using digital image processing. *Plant Disease*, 98(12), 1709–1716. doi:10.1094/pdis-03-14-0290-re
- Calixtro, D. (2017). Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección natural de Mildiú (*Peronospora variabilis Gäum*) En el valle del Mantaro. Perú: Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Carreño, Sánchez., Tarazona y Vélez (2019). Incidencia y Severidad de mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & Curt.) en pepino en dos localidades de Manabí. Ponencia. Manabí, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Casaca, Á. (10 de abril de 2005). Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Honduras: DICTA.
- Castellanos González, Leónides, Renato de Mello Prado, and Cid Silva Campos. 2015. “El Silicio En La Resistencia de Los Cultivos.” *Cultivos Tropicales* 36:16–24.
- Chacón-padilla, Karla, and José Eladio Monge-pérez. 2020. “*Sativus L.*) Bajo Invernadero : Comparación Entre Tipos de Pepino Cucumber (*Cucumis Sativus L.*) Production under Greenhouse Conditions : Comparison between Cucumber Types.” 33:17–35.
- Cormilot, A. (2014). Reseña histórica y origen del pepino. Recuperado el 31 de 07 de 2020, de Reseña histórica y origen del pepino: <https://drcormillot.com.ar/>

- Cruz, A. L., & Centeno, G. V. (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. Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3561/1/tnh20c957.pdf>
- Durán, F. (2013). Seguridad alimentaria cultivando hortalizas. Colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.
- EFAS. (2020). El pepino. Obtenido de Fundación Española de la Nutrición: <https://www.fen.org.es/index.php/alimentacion/alimento/pepino>
- Elizabeth, Cando Chasiloa Karolina, and Gallardo Guanoquiza Luis Miguel. 2020. Universidad Técnica de Cotopaxi. Vol. 1.
- Fernández, E., y Guerrero, J. (31 de Julio de 2015). Controla el mildiú del pepino. Recuperado el 01 de 08 de 2020, de Hortalizas: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/controla-el-mildiú-del-pepino/>
- González, Martínez e Infante (2021). Mildiú polvoriento en las cucurbitáceas. Revista de Protección Vegetal, 25(1), 44-50.
- González (2021). “Diseño de una escala diagramática para evaluar la severidad del mildiú (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino en Morelos, México”. México Cuernavaca. Obtenido de http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1669/GOAJ_CN02T.pdf?sequence=1
- Horsfall y Barratt (1945). “An Improved Grading System for Measuring Plant Diseases.” Pp. 655–655 in *Phytopathology*. Vol. 35.
- Imbaquingo, Myrian Genoveva. 2017. “UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Análisis de Riesgo de Plagas de Semillas de Tomate Riñón (*Solanum Lycopersicum* L.) y de Pepinillo (*Cucumis Sativus* L.) Originarias de Vietnam.” Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrícolas Carrera De Ingeniería Agronómica 109.

- Infoagro. (2010). Guía práctica para la producción profesional e intensiva del pepino, hortaliza de la familia de las cucurbitáceas. Recuperado el 31 de 07 de 2020, de Infoagro: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino__parte_i_.asp
- Israel, Pablo, Álvarez Romero, Rómulo García Velasco, Martha Elena, Mora Herrera, Gerardo González Díaz, Centro Universitario, and Tenancingo-universidad Autónoma. 2013. “Estado Actual de Peronospora Sparsa, Causante Del *Mildiu Velloso* En Rosa (Rosa Sp.)” Revista Mexicana de Fitopatología 31(2):113–25.
- Landell, J. (02 de Julio del 2016). Fertilización con silicio, cultivos más fuertes. Obtenido de Innovación Agrícola: <http://innovacionagricola.com/>
- Liang, Sun, y Romheld, (2005). Efectos de la aplicación foliar y radicular silicio sobre la mejora de la resistencia inducida al mildiú polvoroso en *Cucumis*. Plan patológico. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3561/1/tnh20c957.pdf>
- López, Carlos. 2003. “Cultivo Del Pepino.” Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal 45.
- Mármol, J. (2011). Cultivo de pepino en invernadero. En J. R. Mármol, Cultivo Del Pepino En Invernadero (pág. 262). España: M° Medio Ambiente Y Medio Rural Y Marino. Obtenido de Cultivo de pepino en invernadero.
- McCray, Rice y Baucum (2012). Calcium, silicate Recommendations for Sugarcane on Florida Organic Soils. EDIS, 2012(1), 1-5. Obtenido de <https://journals.flvc.org/edis/article/view/119502>
- Méndez, W. (2008). Evaluación de diferentes fungicidas e indicadores de resistencia para el combate de mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensis* /Berck& Curtis Rostovtsev) en melón. Tesis de Grado. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Méndez, Arauz y Ríos (2010). Evaluación de fungicidas convencionales e inductores de resistencia para el combate de Mildiú Velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en melón (*Cucumis melo*). Agronomía Costarricense, 34(2), 153-164.

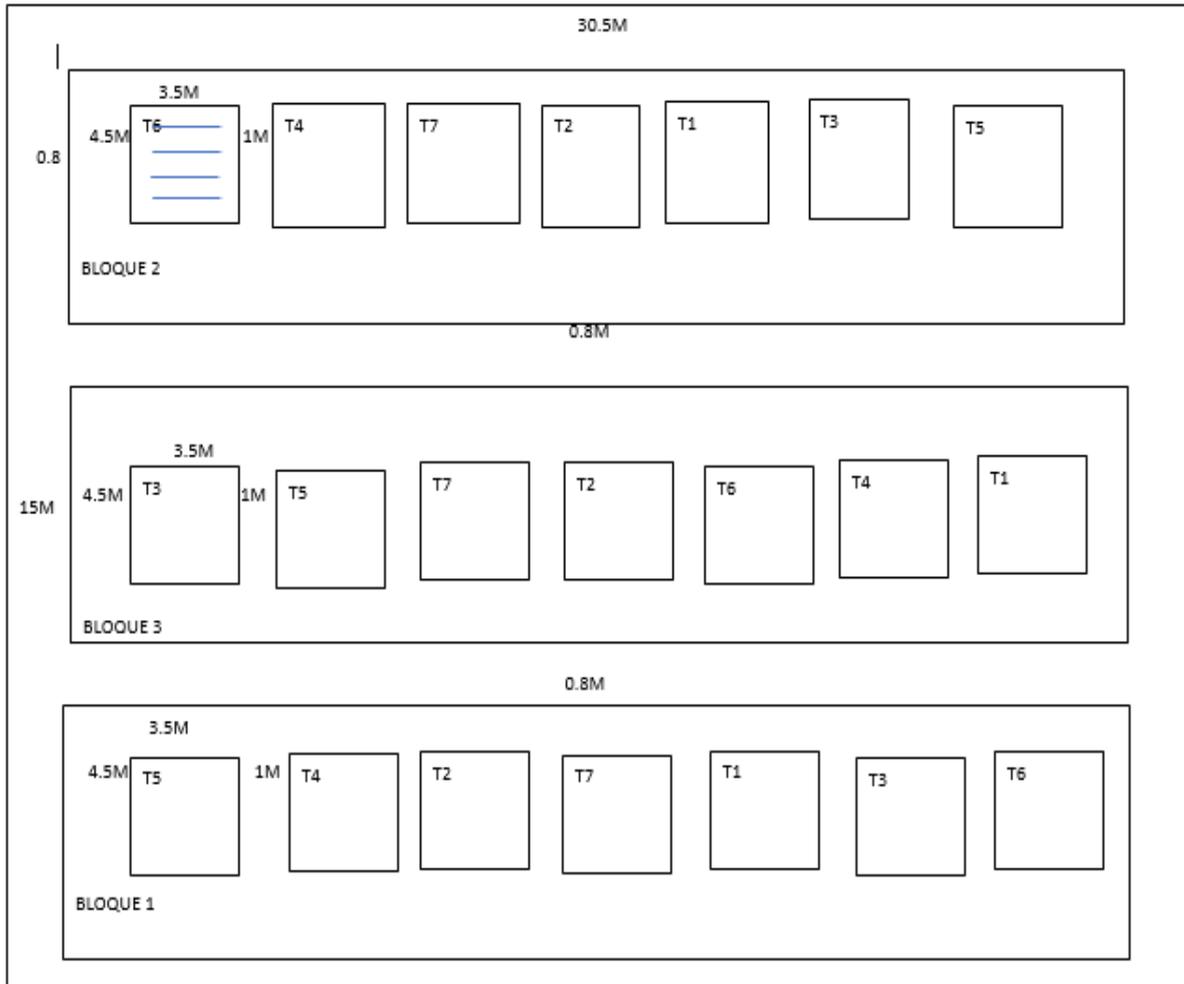
- Mehmetoglu, Orhan, and Bojan Popov. 2012. "Maximum Principle and Convergence of Central Schemes Based on Slope Limiters." *Mathematics of Computation* 81(277):219–31. doi: 10.1090/s0025-5718-2011-02514-7.
- Miranda, C. M. (2020). Efecto de benzamidas más extracto de vegetal para la prevención del mildiu veloso en el cultivo de pepino. Milagro-Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CEDILLO%20MIRANDA%20MICHAEL%20ANTONIO.pdf>
- Murillo, A. (2019). Desarrollo de un tratamiento para el manejo integrado del mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berkeley et Curtis) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativum* L.). Tesis de Grado. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal Del Sur De Manabí.
- Ortíz, D., y Morán, J. (2010). Estudio comparativo de dos distancias de siembra en pepino (*Cucumis sativus* L.) alzado en huertos organopónicos. Tesis de Grado. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Parménides, Furcal. 2012. "Efecto Del Silicio En La Fertilidad Del Suelo, En La Incidencia de Enfermedades y El Rendimiento Del Cultivo de Arroz (*Oryza Sativa*) Var CR 4477 Código 5402-2151-8601." 61.
- Pethybridge, S., y Nelson, S. (2015). Leaf Doctor: A New Portable Application for Quantifying Plant Disease Severity. *Plant Disease*, 99(10), 1310-1316. doi:10.1094/pdis-03-15-0319-re
- Reche, J. (2012). El cultivo de pepino en invernadero. Madrid, España: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Reche, José. 2011. Cultivo Del Pepino En Invernadero.
- Rosado, M. (2013). Desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. Tesis de Grado. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Sierra, E., J. Cruz, and R. Donaire. 2005. "Guías Tecnológicas De Frutas Y Verduras." *El Cultivo de Pepino* 15:1–13.

- Silva, Jorge. 2015. “UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA Producción de Pepino (*Cucumis Sativus* L), Tutorado y Sin Tutorar Con Dos Abonos Orgánicos Previo a La Obtención Del Título de Ingeniero Agropecuario.” 15.
- Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador. (2021). Precio del pepino en Babahoyo. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/>
- Terraza, S. Parra, G. A. Baca Castillo, J. L. Tirado Torres, M. Villarreal Romero, P. Sánchez Peña, and S. Hernández Verdugo. 2008. “OSMÓTICO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA Fruit Quality , Composition and Partitioning of Mineral Elements in Cucumber in Response to Silicion and the Osmotic Potential of Nutrient Solution.” Fruto, Calidad D E L Eleme 123–31.
- Vallejo, L., and S. Alvarado. 2008. “Rol Del Silicio En La Fertilidad De Los Suelos Y La Nutrición Vegetal.” 12:1–30.
- Yaguache, J. (2014). Estudio del comportamiento agronómico de cuatro híbridos de pepino (*Cucumis sativus*); bajo un programa de corte en estado de pepinillos para exportación, en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Diseño experimental de las parcelas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).



Anexo 2. Análisis de suelo de la finca experimental la "María".

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
Quevedo - Ecuador. Teléf. (052) 7830444. datos.cep@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre: Bermeo César
Dirección: Quevedo
Ciudad: Quevedo
Teléfono:
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre: La María
Provincia: Los Ríos
Cantón: Quevedo
Parroquia:
Ubicación:

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual:
N° Reporte: 4082
Fecha de Muestreo: 23/05/2018
Fecha de Ingreso: 23/05/2018
Fecha de Salida: 12/06/2018

N° Muestr.	Fecha del Muestr.	Área	pH	ppm				mg/100ml				ppm															
				NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B													
8995	Marzo 1 sastre Café		4,7	MAC	RC	16	B	21	A	0,84	A	8	M	1,3	M	9	B	6,7	M	10,5	A	147	A	9,7	M	0,18	B

INTERPRETACION
pH: 4,7 (Muy Ácido)
Cationes de N y B: NH₄, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B

METODOLOGIA USADA
pH: Suelo agua (1:2,5)
NPK: Colorimétrica
Tefalometría: N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn
Absorción atómica: R, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn

EXTRACTANTES
Olsen Modificado: N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn
Frío de Calcio Modificado: Ca

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
Quevedo - Ecuador. Teléf. (052) 7830444. datos.cep@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre: Bermeo César
Dirección: Quevedo
Ciudad: Quevedo
Teléfono:
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre: La María
Provincia: Los Ríos
Cantón: Quevedo
Parroquia:
Ubicación:

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual:
N° Reporte: 4082
Fecha de Muestreo: 23/05/2018
Fecha de Ingreso: 23/05/2018
Fecha de Salida: 12/06/2018

N° Muestr.	mg/100ml	dSm	(%)	Ca	Mg	Car-Mg	mg/100ml	ppm	Textura (%)	Clase Textural					
											Al-H	Al	Na	C.E.	M.O.
8995		0,11	SS	1,1	B	6,1	1,55	11,07	10,14	13,87		42	40	18	Fraco

INTERPRETACION
C.E.: 6,1 (Medio)
M.O.: 1,1 (Baja)
S: 1,55 (Medio)
M: 11,07 (Medio)
L: 10,14 (Medio)
S: 13,87 (Medio)

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
BAS = Bases y Absorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductivímetro
M.O. = Filtros de Whatley (Black Amber) - Difracción con Rayos X

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

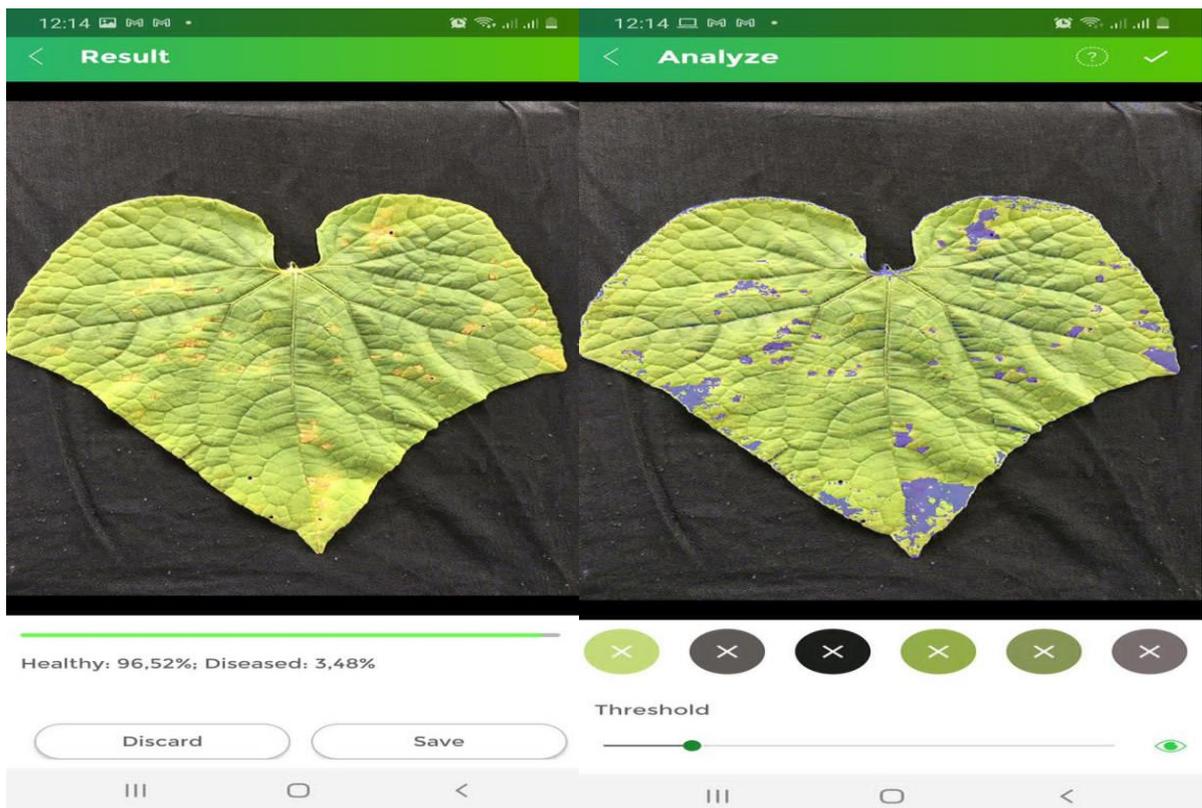
Anexo 3. Preparación de semilleros para el pepino



Anexo 4. Establecimiento del cultivo en campo y. peso de fertilizantes



Anexo 5. aplicación Leaf Doctor.



Anexo 6. Rendimiento del cultivo de pepino



Anexo 7. Análisis económico del control

Estado de resultado del cultivo		
Ingresos	Total (\$)	Unitario (\$)
Lb. Vendidas	0,11	
Precio Venta lb.	\$ 0,45	
Ingresos totales	\$ 0,05	\$ 0,45
COSTOS VARIABLES		
Mano de obra	\$ -	
Insumos	\$ 129,06	
Costos variables totales	\$ 129,06	\$ 1.173,27
COSTOS FIJOS		
Costos fijos totales	\$ 15,00	
Costos fijos totales	\$ 15,00	\$ 136,36
Otros gastos	\$ 24,80	\$ 225,45
COSTOS TOTALES	\$ 153,91	\$ 1.399,18
UTILIDAD NETA	\$ (153,86)	\$ (1.398,73)

Anexo 8. Captura de la consulta de precios en la página del SIPA

Nota: Para un correcto funcionamiento de este apartado se recomienda el uso del navegador Mozilla Firefox

PRECIO	FECHA	PRECIO
Ambato EP-EMA	14/06/2021	0.24
Babahoyo - 4 de Mayo	10/06/2021	0.45
Cuenca - El Arenal	12/06/2021	0.44
Guayaquil - TTV	12/06/2021	0.45
Ibarra - COMERCIBARRA	14/06/2021	0.19
La Libertad - ASOPROCOMPRA	10/06/2021	0.27
Machala - Mercado Mayorista	10/06/2021	0.50
Manta - El Madrugador	11/06/2021	0.26
Portoviejo	14/06/2021	0.13
Quito MMQ-EP	12/06/2021	0.26
Riobamba - EP-EMMPA	14/06/2021	0.33
Santa Isabel - Peñas Blancas	11/06/2021	0.48
Sto. Domingo	10/06/2021	0.23

Ambato EP-EMA	0.00	0.38	0.38	0.35	0.30	0.24
Babahoyo - 4 de Mayo	0.00	0.45	0.45	0.45	0.45	0.00
Cuenca - El Arenal	0.00	0.44	0.42	0.00	0.44	0.00
Guayaquil - TTV	0.00	0.50	0.45	0.45	0.45	0.00
Ibarra - COMERCIBARRA	0.00	0.22	0.22	0.18	0.17	0.19
La Libertad - ASOPROCOMPRA	0.00	0.45	0.45	0.36	0.27	0.00
Machala - Mercado Mayorista	0.00	0.63	0.69	0.50	0.50	0.00
Manta - El Madrugador	0.00	0.37	0.33	0.30	0.26	0.00
Portoviejo	0.00	0.26	0.19	0.21	0.13	0.13
Quito MMQ-EP	0.00	0.33	0.31	0.31	0.27	0.00
Riobamba - EP-EMMPA	0.00	0.35	0.44	0.28	0.29	0.33
Santa Isabel - Peñas Blancas	0.00	0.48	0.48	0.48	0.48	0.00
Sto. Domingo	0.00	0.36	0.32	0.30	0.23	0.00

* Fecha de la última toma registrada en el sistema, recordándole que cada mercado tiene su propia frecuencia de recolección de precios

Calendarización de monitoreo: --SELECCIONE--

Pepinillo Pepino

Registro de los precios obtenidos en los últimos 10 días, si desea puede cambiar dicho rango y luego debe presionar el botón que dice BUSCAR.

Desde:

Hasta:

Buscar

Mercado	Precio Mínimo	Precio Promedio	Precio Máximo	Penúltimo Precio	Último Precio	Tendencia	% Variación
Ambato EP-EMA	0.24	0.29	0.31	0.28 11/06/2021	0.24 14/06/2021	BAJÓ	-16.67
Babahoyo - 4 de Mayo	0.45	0.45	0.45		0.45 10/06/2021		
Cuenca - El Arenal	0.44	0.44	0.44		0.44		