



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

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

Título del Proyecto de Investigación:

“Evaluación de severidad en la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del óxido de silicio (SiO_2)”

Autor:

Romulo Enrique Vincés Tachong

Director del Proyecto de Investigación:

Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.

Quevedo – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ROMULO ENRIQUE VINCES TACHONG**, 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;



ROMULO ENRIQUE VINCES TACHONG

AUTOR

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 **ROMULO ENRIQUE VINCES TACHONG**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de severidad en la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del óxido de silicio (SiO_2)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

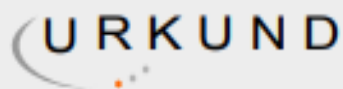
Atentamente;



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 “**Evaluación de severidad en la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del óxido de silicio (SiO_2)**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Agronomía (Rediseño) **Romulo Enrique Vincés Tachong**, 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 1%.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Tesis Vincés URKUND 04-08-2021.docx (D110997127)
Submitted:	8/5/2021 2:44:00 AM
Submitted By:	fherrerae@uteq.edu.ec
Significance:	1 %

A handwritten signature in blue ink that reads "Favio Herrera E." The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

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



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

“Evaluación de severidad en la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del óxido de silicio (SiO_2)”

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

INGENIERO AGRÓNOMO

Autor:

Romulo Enrique Vinces Tachong

Aprobado por:

Ing. Hayron Fabricio Canchignia Martínez, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Luis Godoy Montiel, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Ecuador

2021

AGRADECIMIENTOS

Al culminar este proceso y trabajo investigativo quiero agradecer principalmente a Dios, por ser mi fortaleza para continuar y obtener uno de mis más anhelados sueños.

De la misma manera agradezco a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un orgullo y privilegio ser hijo, son los mejores padres que Dios me pudo dar.

Además, agradezco a mi director de tesis, el Dr. Favio Herrera Eguez, por sus consejos, instrucción y amistad mediante la cuales fue posible la culminación de esta investigación y la satisfacción de un sueño cumplido.

Y finalmente, agradezco a mis familiares y amigos que con sus consejos y apoyo han estado presente, animándome a concluir esta etapa maravillosa de mi vida.

Enrique Vinces

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre y a mi padre, Elsa Tachong y Romulo Vinces, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

Además, dedico este trabajo a mis sobrinos, Eddy Paul y Joaquín Elías, a quien quiero como unos hijos, por compartir momentos significativos conmigo y a quienes quiero dejarles el mejor ejemplo, de dedicación y esfuerzo.

“El éxito depende del esfuerzo”

Enrique Vinces

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es importante en el Ecuador debido al rol que cumple en la alimentación de la población. Este se ve afectado por diferentes enfermedades de origen fúngicas y por plagas como el hongo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*). El silicio es el quinto elemento que presenta gran acumulación en los tejidos de la planta por lo que se lo considera como un oligoelemento. La presente investigación realizada en las instalaciones de la Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 vía Quevedo tuvo como objetivo evaluar el control de la severidad de la mancha de asfalto usando óxido de Silicio en el cultivo del maíz. Para el diseño experimental de la investigación, se usaron bloques completos al azar (BCA). La información se procesó en el programa estadístico Infostat y cada tratamiento evaluado fue sometido a las pruebas de ANOVA y pruebas de rango múltiple de Tukey con nivel de significancia del 0.05%. Se tomaron datos de la severidad de la mancha de asfalto mediante escalas de evaluación visual y el procesador de imágenes Leaf Doctor. Se realizó un análisis económico de la aplicación para la rentabilidad en función de los costos de producción. Como resultados se determinó que programa Leaf Doctor puede ser usado para evaluar la mancha de asfalto. Al analizar el grado de severidad por Clase 0 (Sev. 0 %), Clase 1 (Sev. 1-6 %), Clase 2 (Sev. 7-22 %), Clase 3 (Sev. 56-84 %), Clase 4 (Sev. 85-95 %) y Clase 5 (Sev. 96-100%). En las hojas bajas que son más propensas a enfermarse presentando un daño de 4,47% en el programa y 4,90 del análisis visual por medio del patógeno. Finalmente, la dosis de silicio de 168kg/ha presentó una resistencia a la enfermedad y mayor rentabilidad con 1,004 en relación con el control y demás tratamientos.

Palabras claves: silicio, mancha de asfalto, maíz.

ABSTRACT

The cultivation of corn (*Zea mays*) is important in Ecuador due to the role it plays in feeding the population. This is affected by different diseases of fungal origin and by pests such as the asphalt stain fungus (*Phyllachora maydis*). Silicon is the fifth element that presents great accumulation in plant tissues, which is why it is considered a trace element. The present investigation carried out in the facilities of the Campus "La María" of the State Technical University of Quevedo, located at Km 7 via Quevedo, had the objective of evaluating the control of the severity of the asphalt stain using silicon oxide in the crop. of corn. For the experimental design of the research, randomized complete blocks (BCA) were used. The information was processed in the statistical program Infostat and each evaluated treatment was subjected to ANOVA tests and Tukey's multiple range tests with a significance level of 0.05%. Data on the severity of the asphalt stain were collected using visual assessment scales and the Leaf Doctor image processor. An economic analysis of the application was performed for profitability based on production costs. As a result, it was determined which Leaf Doctor program can be used to evaluate the asphalt stain. When analyzing the degree of severity by Class 0 (Sev. 0%), Class 1 (Sev. 1-6%), Class 2 (Sev. 7-22%), Class 3 (Sev. 56-84%), Class 4 (Sev. 85-95%) and Class 5 (Sev. 96-100%). In the low leaves that are more prone to getting sick, presenting a damage of 4.47% in the program and 4.90 in the visual analysis by means of the pathogen. Finally, the silicon dose of 168kg / ha presented resistance to the disease and higher profitability with \$ 1004 which is equivalent to a (50% profitability) in relation to the control.

Keywords: silicon, tar spot, corn.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada	
Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Índice de tablas	xiii
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xv
Código dublin	xvi
Introducción.....	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.2. Planteamiento del Problema.	4
1.1.3. Sistematización del Problema.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.	5
1.3. Justificación.....	6

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.	8
2.1.1. Complejo Mancha de Asfalto.	8
2.1.2. Maíz.	8

2.1.3. Óxido de silicio.....	9
2.2. Marco teórico.....	10
2.2.1. El Cultivo de Maíz.....	10
2.2.2. Maíz (INIAP 551).....	11
2.2.3. Epidemiología.....	11
2.2.4. El Complejo de la Mancha de Asfalto.....	11
2.2.5. Síntomas y etapas de la enfermedad.....	13
2.2.5.1. Fertilización.....	13
2.2.5.2. Silicio.....	13
2.2.6. Importancia del Silicio en las Plantas.....	14
2.2.7. Beneficios del Silicio en los Controles Fitosanitarios.....	15

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la Investigación.....	18
3.2. Tipo de Investigación.....	18
3.3. Método de Investigación.....	18
3.4. Fuentes de Recopilación.....	19
3.5. Tratamiento de los datos.....	18
3.6. Materiales.....	18
3.6.1. Material de Campo.....	18
3.6.2. Insumos.....	19
3.6.3. Material de Oficina.....	19
3.7. Diseño de la Investigación.....	19
3.7.1. Factores a evaluar.....	19
3.7.2. Tratamientos.....	20
3.7.3. Diseño Experimental.....	20
3.7.4. Esquema del Análisis de Varianza.....	20

3.8. Manejo del Experimento.	21
3.8.1. Limpieza del terreno.	21
3.8.2. Preparación del terreno.	21
3.8.3. Siembra.	22
3.8.4. Raleo.	22
3.8.5. Control de malezas.	22
3.8.6. Fertilización.	22
3.8.7. Cosecha.	22
3.9. Variables a evaluar.	23

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.	25
4.1.1. Grados de severidad de <i>P. maydis</i> frente a diferentes dosis de silicio.	25
4.2. Discusión.	38

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.	36
5.2. Recomendaciones.	37

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.	39
-------------------------	----

CAPÍTULO VII. ANEXOS

6.1. Anexos.	45
-------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el presente ensayo.	20
Tabla 2. Esquema para el análisis de varianza.	21
Tabla 3. Unidad experimental.....	21
Tabla 4. Rendimiento de maíz de los diferentes tratamientos	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Severidad de la mancha de asfalto (<i>P. maydis</i>) en hojas de diferente altura	26
Figura 2. Correlación de severidad de (<i>P. maydis</i>) en hojas de maíz (<i>Zea mays</i>)	25
Figura 3. Severidad de la mancha de asfalto (<i>P. maydis</i>) en hojas bajasr.....	27
Figura 4. Correlación de severidad de (<i>P. maydis</i>) en hojas bajas	26
Figura 5. Severidad de la mancha de asfalto (<i>P. maydis</i>) en hojas medias	29
Figura 6. Correlación de severidad de (<i>P. maydis</i>) en hojas medias	29
Figura 7. Severidad de la mancha de asfalto (<i>P. maydis</i>) en hojas altas	28
Figura 8. Correlación de severidad de (<i>P. maydis</i>) en hojas altas	29
Figura 9. Severidad de la mancha de asfalto (<i>P. maydis</i>) en hojas de diferente altura.	30
Figura 10. Rendimiento en diferentes tratamientos en el cultivo de maíz.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Proceso para preparar el terreno.....	50
Anexo 2: División de las parcelas.....	50
Anexo 3: Cultivo ya establecido.	51
Anexo 4: Cultivo con sus respectivos rótulos de los tratamientos.....	51
Anexo 5: Raleo y desmalezada del cultivo.	52
Anexo 6: Cosecha	52
Anexo 7: Fruto de cada uno de los tratamientos de las tres repeticiones.....	53
Anexo 8: Análisis de hojas con el programa Leaf Doctor.	54
Anexo 9: Análisis de suelo de la finca la María en la U.T.E.Q.	55
Anexo 10: Estado de resultado del análisis económico del control.....	56
Anexo 11: Precios oficiales de acuerdo al gobierno ecuatoriano.	56
Anexo 12: Resultados del análisis de varianza.....	57

CÓDIGO DUBLIN

	“Evaluación de severidad en la mancha de asfalto (<i>Phyllachora maydis</i>) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) bajo el efecto del óxido de silicio (SiO ₂)”
Autor:	Romulo Enrique Vences Tachong
Palabras claves:	Silicio – Mancha de Asfalto – Maíz
Fecha de publicación:	
Editorial:	
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>El cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) es importante en el Ecuador debido al rol que cumple en la alimentación de la población. Este se ve afectado por diferentes enfermedades de origen fúngicas y por plagas como el hongo de la mancha de asfalto (<i>Phyllachora maydis</i>). El silicio es el quinto elemento que presenta gran acumulación en los tejidos de la planta por lo que se lo considera como un oligoelemento. La presente investigación realizada en las instalaciones de la Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 vía Quevedo tuvo como objetivo evaluar el control de la severidad de la mancha de asfalto usando óxido de Silicio en el cultivo del maíz. Para el diseño experimental de la investigación, se usaron bloques completos al azar (BCA). La información se procesó en el programa estadístico Infostat y cada tratamiento evaluado fue sometido a las pruebas de ANOVA y pruebas de rango múltiple de Tukey con nivel de significancia del 0.05%. Se tomaron datos de la severidad de la mancha de asfalto mediante escalas de evaluación visual y el procesador de imágenes Leaf Doctor. Se realizó un análisis económico de la aplicación para la rentabilidad en función de los costos de producción. Como resultados se determinó que programa Leaf Doctor puede ser usado para evaluar la mancha de asfalto. Al analizar el grado de severidad por Clase 0 (Sev. 0 %), Clase 1 (Sev. 1-6 %), Clase 2 (Sev. 7-22 %), Clase 3 (Sev. 56-84 %), Clase 4 (Sev. 85-95 %) y Clase 5 (Sev. 96-100%). En las hojas bajas que son más propensas a enfermarse presentando un daño de 4,47% en el programa y 4,90 del análisis visual por medio del patógeno. Finalmente, la dosis de silicio de 168kg/ha presentó una resistencia a la enfermedad y mayor rentabilidad con 1,004) en relación con el control y los demás tratamientos.</p>
Descripción:	
URI:	

INTRODUCCIÓN

La plantación de maíz data de muchos años de antigüedad, se cultivaba en sus inicios en las zonas de México y América central. (Vera, 2020). En la actualidad este cultivo se expandió por diferentes países especialmente en el continente europeo donde tiene una importancia significativa. Estados Unidos también resalta su alto porcentaje en la siembra de maíz.

El maíz (*Zea mays* L.) es una siembra de relevancia económica en el Ecuador, es una de las plantaciones más modificadas en el mundo. Su consumo se realiza tanto para la alimentación humana como el animal desde aves hasta vacunos, cobrando importancia a nivel mundial después del trigo y el arroz (Vera, 2020). De acuerdo con Zambrano (2019), el cultivo de maíz es de suma importancia en el Ecuador debido al significativo rol que cumple en seguridad alimentaria de la población.

La planta de maíz es un tallo derecho, mantenido por un sistema fibroso y compacto constituido por un fasciculado, que tiene como misión alimentar a la planta y el adventicio que se utiliza de soporte (Santistevan, 2015). El tallo tiene nudos y entrenudos, el área de crecimiento está por encima de los nudos. La zona final es una espiga, que forma la flor masculina. Las hojas son largas, anchas y flexibles. De acuerdo a (Zambrano, 2019). El maíz duro, utilizado en un 80% a la producción de balanceado, se origina mayormente en las regiones del litoral y es uno de los cultivos temporal de relevancia en proporción con la superficie sembrada.

El cultivo de maíz puede ser afectado por varias enfermedades que causan daños económicos considerables al maíz. En el Ecuador una de las comunes es la llamada Mancha de Asfalto. De acuerdo a Cruz, O. (2013), el Complejo Mancha de Asfalto es ocasionado por 3 tipos de hongos el (*Phyllachora maydis*), (*Monographella maydis*) y (*Coniothirium phyllachorae*). Los indicios iniciales son chicos, puntos negros rodeados por aros de color marrón ligeramente elevados, que se distribuyen por toda la lámina foliar conocidos como ojos de pez.

En los primeros días de la infección por el hongo *P. maydis* el tejido contiguo es invadido por *Monographella maydis*, produciendo necrosis de color amarillento alrededor del punto de asfalto, finalmente las heridas se acoplan para crear grandes áreas necróticas y en algunas

circunstancias, la infección avanza hacia arriba, afectando inclusive las hojas más jóvenes. Las panojas del cultivo afectado son ligeras y tienen un grano no firme, pues no logra compactarse, la mayor cantidad de los granos nacen prematuramente, estando en el olote.

Por mucho tiempo se dejó a un lado la aportación del Silicio en el medio ambiente; a pesar de ser un elemento químico de suma importancia para organismos, plantas y animales. Es trasladado al mar por medio de los ríos, donde se pierde la disponibilidad del Silicio para otros organismos como unicelulares como las diatomeas y organismos marinos multicelulares como las esponjas (Pérez y Mancilla, 2012). Los organismos necesitan del Silicio en su metabolismo; también forma parte de los componentes de la sangre y de los huesos de los animales. En las plantas juega un papel protector contra estrés biótico y abiótico y en algunos países lo emplean en la fertilización de algunos cultivos.

Ante todo, lo anteriormente mencionado el presente trabajo tiene la finalidad de evaluar la severidad de la mancha de asfalto en el cultivo de maíz, aplicando diferentes dosis de Silicio como producto fitosanitario.

CAPÍTULO I.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1 Diagnóstico del Problema.

El cultivo de maíz es afectado por diferentes enfermedades de origen fúngicas y por plagas como los insectos, estas afectaciones han logrado reducir la productividad de este cultivo, y uno de los principales problemas es la enfermedad mancha de asfalto que ocasiona perforaciones y aros de color amarillo y café, haciendo que la planta pierda su efectividad para realizar la fotosíntesis por lo tanto la planta pierde su correcto desarrollo.

1.1.2. Planteamiento del Problema.

¿Qué dosis de Óxido de Silicio disminuye la progresión de la enfermedad de la mancha de asfalto en el cultivo de maíz?

1.1.3. Sistematización del Problema.

¿El grado de incidencia de enfermedades y plagas en el cultivo de maíz depende del estado de nutrición?

¿El Silicio tiene un efecto ventajoso en el manejo fitosanitario al reducir la proliferación de la mancha de asfalto y aumentando el rendimiento del cultivo?

¿Se incrementarán los rendimientos del cultivo de maíz después de la aplicación de Silicio?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar el control de la severidad de la mancha de asfalto usando óxido de Silicio en el cultivo del maíz.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar la severidad de la mancha de asfalto mediante escalas de evaluación visual y el procesador de imágenes Leaf Doctor.
- Determinar la dosis que tenga mayor control de la mancha de asfalto usando cinco dosis de óxido de Silicio.
- Realizar un análisis económico de la aplicación para la rentabilidad en función de los costos de producción.

1.3. Justificación.

El maíz es parte fundamental de esa cultura, que permanece viva y en silencio dentro de nuestras vidas. Por tal motivo se realizó esta investigación ya que el sector agrario de la provincia de Los Ríos tiene un grave problema con diversas enfermedades y plagas que ocasionan grandes pérdidas a los agricultores, es por eso que el uso del Silicio en los cultivos de maíz beneficia al agro al reducir el índice de enfermedades aumentando considerablemente la producción ya que se cultiva a lo largo y ancho de toda nuestra región, es así como ha permanecido entre nosotros.

El Silicio es el quinto elemento que presenta gran acumulación en los tejidos de la planta por lo que se lo considera como un oligoelemento ya que se lo encuentra en mayor concentración. El Silicio beneficia a las plantas cuando están bajo estrés. Se ha verificado que incremento la tolerancia a las sequías y disminuye la defoliación prematura de los cultivos por falta de riego, además aumenta la capacidad de resistencia en las plantas a toxinas y de otros metales (por ejemplo, aluminio, cobre, hierro, manganeso, zinc, etc.). (Vallejo y Alvarado, 2011).

Cuando la enfermedad de la mancha de asfalto se presenta en etapas muy tempranas, el daño inicia con el apareamiento de pequeños puntos negros ligeramente abultados, en esta en este momento de la infección, esta se puede esparcir a las hojas altas y al resto del cultivo; por este motivo para el control de esta enfermedad se acude a la implementación de fungicidas específicos. Si la afectación ocurre en el tiempo de la floración, la producción puede verse seriamente afectada, disminuyendo el peso de los granos en el cultivo.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Complejo Mancha de Asfalto.

El primer informe de punto de alquitrán el maíz ocasionado por el hongo *P. maydis*, se realizó en México. Este padecimiento provoca laceraciones oscuras, de aspecto liso y brillante, pueden ser ovaladas o circulares, con un diámetro de 0.5 a 2.0 mm y formando estrías de hasta 10 mm de longitud. Otro hongo ligado a la enfermedad es *Monographella maydis*, el cual ocasiona lesiones alrededor de las ocasionadas por *P. maydis*. Al inicio se visualiza un aro, de color verde claro de 1–4 mm, que después se vuelve necrótico, provocando el ojo de pez (Pereyda *et al.*, 2009).

La sintomatología comienza con puntos negros pequeños que se ubican en toda la lámina foliar. Es imprescindible observar la aparición de estos puntos de alquitrán, para determinar la etapa inicial de la enfermedad, pues la infección puede esparcirse rápidamente a las hojas altas. En los primeros días de la infección por el hongo *P. maydis* el tejido contiguo es invadido por *Monographella maydis*, produciendo necrosis de color amarillento alrededor del punto de asfalto, finalmente las heridas se acoplan para crear grandes áreas necróticas y en algunas circunstancias, la infección avanza hacia arriba, afectando inclusive las hojas más jóvenes. Las panojas del cultivo afectado son ligeras y tienen un grano no firme, pues no logra compactarse, la mayor cantidad de los granos nacen prematuramente, estando en el olote (Cruz, O. 2013).

Es una enfermedad ocasionada por la combinación de tres hongos: *P. maydis*, *M. maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, estos se nutren de los azúcares del cultivo ocasionando las muertes de sus hojas y por lo consiguiente de las plantas. Es una enfermedad que se ha presentado en México en mayor o menor grado, principalmente en los estados de Jalisco, Nayarit, Michoacán, Veracruz, Guerrero, Chiapas y Oaxaca. Además, se encuentra ampliamente distribuido en países de Centroamérica como Guatemala, El Salvador y Costa Rica (Silva, 2019).

2.1.2. Maíz.

El maíz surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en México y Guatemala, en las áreas central y sur de México. El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno -seco

estacional en alternancia con las lluvias de verano— y en una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza (Acosta, 2009).

El maíz (*Zea mays* L.) forma parte de la familia de las gramíneas, y se presume su origen en el área tropical de América Latina, específicamente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya relevancia nace de su relación fitogenética con el género *Zea* (Deras, 2020).

El maíz es un grano originario de América, desde donde se difundió hacia todo el continente. No existe un acuerdo en cuanto al comienzo de la domesticación del maíz, aunque los indígenas mexicanos afirman que esta planta significa para ellos, diez mil años de cultura (Flores, 2013).

2.1.3. Óxido de silicio.

Los productos de Silicio, vienen del segundo elemento más abundante sobre la corteza de la tierra luego del oxígeno, es considerado un elemento benéfico para el desarrollo y crecimiento de las plantas. El silicio permite que las plantas logren sobreponerse a los efectos del estrés biótico y abiótico. Lamentablemente, los beneficios del Si nunca fueron tomados muy en cuenta hasta los inicios del siglo XX, en gran medida por la falta de síntomas visibles tanto de la deficiencia como de la toxicidad de Si en las plantas (Acosta, 2009).

Después del oxígeno, el Silicio es el componente con mayor porcentaje en el planeta convirtiéndolo en un elemento básico de la corteza terrestre. Es un elemento utilizado en la agricultura, aunque no esencial, como lo es el manganeso o el zinc, pero sí se sabe a ciencia cierta que los beneficios que aporta son muy importantes. Este elemento no manifiesta síntomas de deficiencia específicos y quizás por esta razón podría justificarse el por qué el silicio ha sido dejado a un lado. Es importante resaltar que hace poco se lo empezó a utilizar como fertilizante y en la actualidad juega el papel más importante en la nutrición vegetal, e inclusive también es eficiente en algunos aspectos de la higiene de las plantas (Aefa, 2020).

El Silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre y se puede encontrar una gran cantidad de él en la tierra; sin embargo, el Silicio solo puede ser absorbido por la planta en forma de ácido monosilícico. La mayoría de las dicotiledóneas (plantas de hojas amplias) recogen pequeñas cantidades de silicio y acumulan menos del 0.5 % en sus tejidos.

Algunas monocotiledóneas (pastos) como el arroz y otros pastos de humedales acumulan entre un 5 y un 10 % de silicio en sus tejidos, lo que es más alto que los valores normales de nitrógeno o potasio (Promix, 2021).

2.2. Marco teórico.

2.2.1. El Cultivo de Maíz.

El maíz (*Zea mays*) se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Tripsacum* y *Euchlaena*, pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas) de la tribu *Mydeas*, el género *Zea* por su relación fitogenética es el más relevante (Deras et al., 2015).

En los países del Área Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) el cultivo está distribuido en casi todo el territorio nacional, desde el nivel del mar hasta las altiplanicies, en suelos fértiles, como los de las vegas o deforestados, así como en terrenos pobres, pedregosos, planos o de pendiente, en colinas y cerros (IICA-Prociandino, 1993).

La evolución del cultivo del maíz en el Ecuador en los últimos años muestra que existen profundas diferencias entre los dos tipos utilizados: maíz duro y maíz suave. El maíz duro-seco se utiliza principalmente para uso industrial y es esta precisamente la razón que justifica la expansión tanto en superficie cultivada como en producción y rendimiento. Este producto tiene una amplia demanda por parte de la agroindustria, destinada principalmente a la producción avícola y de alimentos balanceados. Esta industria presenta en el país un consumo interno creciente y muy dinámico (Deras et al., 2015).

El maíz dulce, es un tipo de maíz muy común y el más consumido de diferentes maneras. Hoy, las plantaciones de este tipo de maíz se realizan exclusivamente en zonas templadas y existen variedades mejoradas e híbridos que han sido desarrollados para estos ambientes, como las zonas tropicales de Hawái, Estados Unidos de América, y algunos países del sudeste de Asia, especialmente Tailandia y Malasia (Paliwal, 2001).

La siembra de maíz para la obtención de granos se encuentra comercializado a través del mundo, aproximadamente una superficie mayor de 100 millones de hectáreas son sembradas al año. Aunque las estadísticas son pocas seguras sobre el área designada a la producción de maíz, utilizado en la alimentación del ganado (Amador y Boschini, 2000).

2.2.2. Maíz (INIAP 551).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), pone a disposición de los agricultores de la Zona Central del Litoral, su primer híbrido convencional denominado INIAP. H-551. Este cultivar ha sido desarrollado después de siete años de trabajos de investigación y supera en rendimiento al híbrido INIAP H-550 y a los híbridos extranjeros introducidos en el Litoral Ecuatoriano. El INIAP H-551, es un híbrido triple que tiene como padres a tres líneas endogámicas (S4 B-523 x S4 B-521) x S4 B-520. Estas líneas fueron obtenidas a través de automatizaciones consecutivas procedente de distintos maíces de amplia base genética y excelente potencial en rendimiento (Crespo et al., 1990).

Las características agronómicas son: rendimiento promedio de 6959 kg de grano por hectárea al 15 por ciento de humedad (140 quintales por hectárea), el ciclo de siembra a cosecha es de 120 días, el híbrido de maíz INIAP H-551 emite su flor femenina entre los 50 a 52 días en la época lluviosa y entre los 60 a 62 días en la época seca. La altura de la planta oscila entre los 216 a 230 cm. La mazorca está ubicada entre los 114 a 120 cm de altura (Crespo et al., 1990).

2.2.3. Epidemiología.

La epidemiología estudia el progreso de enfermedades en las poblaciones a pesar de que los términos son técnicamente inexactos y provocan confusiones por su uso común. La epidemia se utiliza comúnmente para dar significado a un nivel alto de enfermedad, además se usa para indicar el progreso rápido o extendido de una enfermedad (Arneson, 2001).

2.2.4. El Complejo de la Mancha de Asfalto.

La enfermedad complejo mancha de asfalto ha sido informada en el Ecuador desde 1982 por el departamento de Fitopatología de la Estación Experimental Pichelingue del INIAP. En el 84, 87 y 93 se ha manifestado de forma contagiosa y rápida en las zonas maiceras ubicadas en la provincia de Los Ríos en las vías de Quevedo-Santo Domingo y Quevedo-Mocache (Silva, 2019).

Phyllachora maydis

P. maydis es un hongo que no subsiste en tejido muerto, requiere de tejido vivo para desarrollarse, se puede presentar en etapas iniciales del cultivo, infectando las hojas bajas y

seguidamente puede infectar las hojas altas de acuerdo como se van desarrollando (Silva, 2019).

Monographella maydis

M. maydis puede llegar a subsistir tres meses o más en tejido muerto, pero necesita de la presencia de *P. maydis* para ser patogénico (Silva, 2019).

Coniotrhyrium phyllachorae

Es un hongo que provoca que la mancha negra de *P. maydis* tenga una textura un poco áspera al tejido afectado (Silva, 2019).

La clasificación taxonómica del complejo mancha de asfalto es la siguiente:

Clasificación taxonómica de *Phyllachora. maydis*

- Reino: Fungi
- Filo: Ascomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Phyllachorales
- Familia: Phyllachoraceae
- Género: *Phyllachora*
- Especie: *maydis*

Clasificación taxonómica de *Monographella maydis*

- Reino: Fungi
- Filo: Ascomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Xylariomycetidae
- Familia: Xylariales
- Género: *Monographella*
- Especie: *maydis*

Clasificación taxonómica de *Coniothyrium phyllachorae*

- Reino: Fungi
- Filo: Ascomycota
- Clase: Dothideomycetes

- Orden: Pleosporales
- Familia: Leptosphaeriaceae
- Género: *Coniothyrium*
- Especie: phyllachorae

2.2.5. Síntomas y etapas de la enfermedad.

El primer informe de punto de alquitrán el maíz ocasionado por el hongo *P. maydis*, se realizó en México. Este padecimiento provoca laceraciones oscuras, de aspecto liso y brillante, pueden ser ovaladas o circulares, con un diámetro de 0.5 a 2.0 mm y formando estrías de hasta 10 mm de longitud. Otro hongo ligado a la enfermedad es *Monographella maydis*, el cual ocasiona lesiones alrededor de las ocasionadas por *P. maydis*. Al inicio se visualiza un aro, de color verde claro de 1–4 mm, que después se vuelve necrótico, provocando el ojo de pez (Pereyda *et al.*, 2009).

El follaje es asegurado en los primeros ocho días, por la unión de laceraciones provocadas por diferentes hongos. Otros aspectos que colaboran con la enfermedad: humedad excesiva en el ambiente, alta concentración de fertilizantes nitrogenados, poca luminosidad, y malignidad de los agentes infecciosos implicados (Pereyda *et al.*, 2009).

2.2.5.1. Fertilización.

El tratamiento adecuado del cultivo de maíz en cuanto a la nutrición de la planta es uno de los puntos más importantes, para optimizar los rendimientos tanto en tiempo como beneficios económicos. Este facilita el reciclado de nutrientes y generan circunstancias físicas adecuadas del suelo. Es de vital importancia que tácticas de fertilización se determinen de acuerdo al nivel del lote, por ejemplo, al elegir los híbridos cruzados o en el uso de herbicidas. Cada lote tiene características concretas originadas por la influencia del tipo de suelo y el efecto del clima. Dentro de este diseño, la utilidad deseada es el aspecto concluyente de todo el proyecto de fertilización (Melgar y Torres, 2002).

2.2.5.2. Silicio.

El silicio es uno de los elementos químicos cuyo símbolo es Si y que se encuentra en la tabla periódica en el grupo 14 o IVA. Por su abundancia (2.57 x 10⁵ ppm.) es el segundo elemento

que más se encuentra en la corteza terrestre después del oxígeno (4.95 x 10⁵ ppm.). Este material compone alrededor del 20% de la corteza terrestre (Stupenengo, 2011).

El silicio es el quinto elemento que presenta gran acumulación en los tejidos de la planta por lo que lo consideramos como un macro elemento ya que encuentra en mayor concentración que el Potasio, Calcio, Magnesio, Fosforo, Azufre, etc., por este motivo los procesos biogeoquímicos del Silicio los consideramos de gran importancia (Quero, 2018).

Sin embargo, este tipo de productos silicatados no cuentan con suficientes estudios a nivel nacional que permitan conocer los verdaderos beneficios que podrían generar en las condiciones químicas de los suelos tropicales de Costa Rica; de allí la necesidad de generar y aumentar la información en dicho tema en miras de mejorar las propiedades del suelo y diversificar las posibilidades de manejo nutricional de los cultivos (Mora, 2016).

Muchas de las investigaciones realizadas señalan el papel activo que desempeña el Silicio en las plantas y sugiere que su presencia podría ser una señal para inducir reacciones de defensa frente a enfermedades en las plantas (Sephur, 2009).

2.2.6. Importancia del Silicio en las Plantas.

El Silicio tiene varios efectos sobre los vegetales. Las plantas de Arabidopsis fertilizadas con Silicio, al ser infectadas con hongos, presentan una infección menos severa, además de que el Silicio retrasa la aparición de la enfermedad y/o reduce su incidencia, modulando y sincronizando mejor la respuesta de la planta al patógeno. Es decir, la función del Silicio no se limita a ser una barrera física (por ejemplo, los tricomas) contra las agresiones del medio, sino que tiene un papel más activo y relevante. Las evidencias muestran que las plantas que crecen en ausencia de Silicio frecuentemente son más débiles estructuralmente, y tienen menor tamaño, desarrollo, viabilidad y su reproducción es anormal; son más susceptibles a estrés abiótico, así como a la toxicidad por metales, son más fácilmente atacadas por organismos patógenos, insectos fitófagos y mamíferos herbívoros. Sin embargo, debido a la dificultad de eliminar totalmente el silicio de los medios de cultivo hidropónicos para plantas, este no se había reconocido como un elemento necesario en la nutrición vegetal. Se ha propuesto que el efecto benéfico que se observa cuando se agrega un puñado de suelo a los cultivos (Pérez y Mancilla, 2012).

En los años 50's Japón y Corea del Sur fueron los primeros países en reconocer la importancia del Si en la producción agrícolas, especialmente en arroz. Ellos clasificaron este elemento como esencial. En el 2004, Brasil fue el tercer país en reconocer formalmente el Silicio. El Ministerio de Agricultura de Brasil, que regula la producción comercial de fertilizantes estableció que el Si es un oligoelemento benéfico. En la actualidad, el Si todavía no es reconocido como un elemento esencial y en muchos países se vende solo como una enmienda o acondicionador de suelos en vez de como un fertilizante (Datnoff, 2017).

El Silicio beneficia a las plantas cuando están bajo estrés. Se ha verificado que incremento la tolerancia a las sequías y disminuye la defoliación prematura de los cultivos por falta de riego, además aumenta la capacidad de resistencia en las plantas a toxinas y de otros metales (por ejemplo, aluminio, cobre, hierro, manganeso, zinc, etc.). Adicional, se ha verificado el aumento en la resistencia del tallo gracias a la aplicación del Silicio (Vallejo et al., 2011).

En gran parte de las plantas el Silicio se encuentra dentro del tejido vegetal en proporciones parecidas a las del Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Fósforo (P). En algunas especies se presenta en cantidades superiores que la del Nitrógeno (N) o el Potasio (K), por lo que es trascendental que las plantas la absorban del medio de cultivo (Sephu, 2009).

El Silicio es un componente vital del sistema suelo-planta. Este juega un rol muy importante defendiendo y potenciando a la planta frente a situaciones de estrés biótico y abiótico. Sin embargo, la potencialidad comercial del Silicio recién ha comenzado a ser comprendida por la industria, tanto para ser usado como fertilizante o como un fitosanitario. Debido a que muchos suelos tienen bajos niveles de Si disponible para las plantas y basados también en que muchas especies de plantas contienen algo de Si en sus tejidos parece prudente considerar la suplementación con silicio como un método simple y económico para ayudar a mantener y potenciar la salud de las plantas (Datnoff, 2017).

2.2.7. Beneficios del Silicio en los Controles Fitosanitarios.

Muchos cultivos suplementados con Si ganan en resistencia contra enfermedades foliares y del suelo, provocadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. El Silicio afecta una serie de componentes de la resistencia de la planta que permiten retardar la incubación, reducir la expansión de las lesiones, reducir el tamaño y número de lesiones y la producción de

conidias. Por esta razón, con las aplicaciones de Si se reduce la severidad y el progreso de las enfermedades. Y se puede lograr que las especies susceptibles ganen resistencia, equiparando a las especies parcial o completamente resistentes. El Silicio puede suprimir enfermedades en forma tan efectiva como un fungicida (Datnoff, 2017).

La resistencia a enfermedades es mayor cuando el Si se aplica al suelo y es absorbido por las raíces, en oposición a la eficacia de las aplicaciones foliares. Las aplicaciones foliares de Si no van a funcionar tan bien como las aplicaciones de Si a las raíces porque los transportadores de Si no se expresan en las hojas (Datnoff, 2017).

El Silicio es absorbido en un rango de pH de 2 hasta 9 en forma energéticamente pasiva, siendo tomado por la raíces en la solución como ácido mono Silícico Si(OH)_4 para ser acumulado en las células epidermales que las impregna en una fina capa ($2.5 \mu\text{m}$) y al asociarse con pectinas y polifenoles en la pared celular pueden ser barreras efectivas a la pérdida de agua, transpiración cuticular e infecciones fungosas; sin embargo, a medida que se acumula este ácido en forma de Sílice de 87 a 99%, aun cuando el efecto es casi netamente físico (por el Sílice), se ha sugerido que la asociación del Silicio con los constituyentes de la pared celular los hace menos susceptibles a la degradación enzimática que acompaña la penetración de la pared celular por las hifas de los hongos (Borda *et al.*, 2007).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la Investigación

La investigación se realizó en las instalaciones del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 vía Quevedo – El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 79° 27” de longitud occidental y 01° 32” de latitud Sur a una altitud de 67 msnm.

3.2. Tipo de Investigación.

Se utilizó el método experimental, partiendo de información procedente de literatura y trabajos anteriores sobre la aplicación de Silicio en el manejo fitosanitario y su efecto en el rendimiento en un cultivo de maíz INIAP 551.

3.3. Método de Investigación.

Para esta investigación se emplearon los métodos inductivos y de observación considerando la bibliografía mencionada en este proyecto para la evaluar la severidad de la mancha de asfalto, bajo el efecto del Óxido de Silicio.

3.4. Fuentes de Recopilación.

Para la siguiente investigación se usó información de fuentes primarias a través de observación directa mediante la medición de diferentes variables dependiente, así como también de fuentes secundarias como libros, revistas, publicaciones, internet.

3.5. Tratamiento de los datos.

En la presente investigación se clasificaron y registraron los datos obtenidos, tanto por observación visual como por resultados del programa Leaf doctor, en el programa de Microsoft Office Excel, donde se generó una matriz de datos con 5 tratamientos, 3 repeticiones y la observación en la hoja.

3.6. Materiales.

3.6.1. Material de Campo.

- Machete
- Estacas
- Balanza

- Saquillos
- Balde de 20 L
- Mascarilla
- Vaso dosificador
- Bomba de mochila (20 L)
- Rótulos de identificación
- Semillas INIAP 551
- Piola
- GPS
- Flexómetro o cinta métrica

3.6.2. Insumos.

- SILICAMAG 32% (SiO₂)
- Fertilizantes (NPK 10-30-10).
- Herbicida (Glifosato 48% SL).
- Pos- emergente (Doblón)
- Insecticida (Clorpilaq)

3.6.3. Material de Oficina.

- Libreta de campo
- Lapiceros.
- Computadora.
- Memoria USB.
- Hojas de papel.
- Impresora.
- Cámara fotográfica
- Software Leaf-Doctor Versión 1.0 año 2015 (Pethybridge y Scot, 2015).

3.7. Diseño de la Investigación.

3.7.1. Factores a evaluar.

En el presente trabajo de investigación se empleó como factor en estudio el fertilizante silicio, en el cultivo de maíz INIAP -551, con tres aplicaciones fraccionadas las cuales se

realizó la primera a los 8 días después de la siembra (dss), la segunda a los 30 dds y la tercera aplicación a los 45 dds, de iniciada la investigación.

3.7.2. Tratamientos.

En la Tabla 1, se muestra los tratamientos que se llevaron a cabo en la investigación.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el presente ensayo.

Tratamientos	Descripción
T ₁	Control: manejo convencional NPK (200-150-150)
T ₂	504 Kg/ha de SiO ₂
T ₃	420 Kg/ha de SiO ₂
T ₄	336 Kg/ha de SiO ₂
T ₅	252 Kg/ha de SiO ₂
T ₆	168 Kg/ha de SiO ₂

3.7.3. Diseño Experimental.

Para el diseño estadístico de la investigación, se usaron bloques completos al azar (BCA), con seis tratamientos y con tres repeticiones cada uno. La información se procesó en el programa estadístico InfoStat cada tratamiento evaluado fue sometido a las pruebas de ANOVA y las medias a pruebas de rango múltiple de Tukey con nivel de significancia del 0.05%.

3.7.4. Esquema del Análisis de Varianza.

En la tabla 2 se muestra el esquema de análisis de varianza (ANOVA) que se usó.

Tabla 2. Esquema para el análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Tratamiento	5
Error experimental	10
Total	17

3.7.5. Características de las Unidades Experimentales.

Tabla 3. Unidad experimental.

Número de unidades experimentales:	18
Área de las unidades experimentales:	36 m ²
Largo:	6 m ²
Ancho:	6 m ²
Área total del ensayo:	648 m ²

3.8. Manejo del Experimento.

3.8.1. Limpieza del terreno.

La limpieza del terreno se realizó utilizando machetes y rastrillos a fin de eliminar todos los restos de cultivos anteriores, para de esta manera facilitar la ejecución de las labores agronómicas del cultivo.

3.8.2. Preparación del terreno.

Se empleó un sistema de labranza realizando dos pases con una rastra, lo que permitió tener un mejor terreno para la siembra. Una vez preparada el área de investigación se procedió a delimitar las parcelas netas para cada tratamiento con sus repeticiones respectivas. La parcela neta tuvo un número total de 198 plantas, de las cuales se evaluaron 80 plantas al azar.

3.8.3. Siembra.

La siembra se realizó de forma manual utilizando espeques, colocando de dos semillas por sitio. Una vez concluida la fase de emergencia que durará entre 2 a 3 días, de ahí se sortearon la ubicación de las sub-parcelas para iniciar con la respectiva aplicación de tratamientos. Para el ensayo, todos los tratamientos recibieron el mismo manejo correspondiente a labores culturales y fitosanitarias antes mencionadas.

3.8.4. Raleo.

El raleo se llevó a cabo a 8 días después de la emergencia de las plántulas, eliminando una planta por cada sitio, dejando la más vigorosa en pie.

3.8.5. Control de malezas.

Inmediatamente después de la siembra, se realizó un control químico para eliminar la maleza, para esto se utilizó el herbicida Glifosato, con dosis de 2 L/ha en 200 L de agua y un insecticida de contacto que utiliza piretrinas con butóxido de piperonilo (PBO), las cuales permiten llegar mayor cantidad del insecticida al sistema nervioso del insecto con dosis de 1L/ha en 200 L de agua. De igual manera se realizó un control manual de maleza con la ayuda de un machete. Para garantizar una óptima respuesta del cultivo, se realizó labores culturales, como limpieza manual del cultivo una vez que estuvo establecido, lo cual permitió que este obtenga mayores nutrientes y no compita con las malezas.

3.8.6. Fertilización.

Para la fertilización inicial se usó como fertilizante al producto Silicio + NPK. Se utilizó 200 de N, 150 de P y 150 de F de kg/ha y un total de 3.18kg de NPK por unidad experimental con una aplicación a la raíz.

3.8.7. Cosecha.

Las mazorcas se cosecharon manualmente a los 120 días después de la siembra, una vez completado el ciclo fisiológico del cultivo, encontrándose aptas para su desgrane y comercialización.

3.9. Variables a evaluar.

Mancha de asfalto: Se tomó datos con el procesador de imágenes Leaf Doctor y la escala visual para evaluar los daños ocasionados por la enfermedad al mostrar el porcentaje de los daños por la mancha de asfalto. Una vez iniciada la investigación se tomó una sola lectura con la aplicación Leaf Doctor en tres diferentes hojas. En la parte visual se utilizó la escala diagramática de severidad para el complejo Mancha de Asfalto donde nos muestra seis clases diferentes: en la Clase 0 (Sev. 0 %), Clase 1 (Sev. 1-6 %), Clase 2 (Sev. 7-22 %), Clase 3 (Sev. 56-84 %), Clase 4 (Sev. 85-95 %) y Clase 5 (Sev. 96-100%). Por lo que se realizó un seguimiento a las plantas y observación al efecto de la aplicación del silicio, se evaluó el índice de daño de la mancha de asfalto, después cuando se culminó el ciclo se midió el costo de producción.

Progresión: Se tomaron datos para hacer un seguimiento del efecto del silicio en la planta de maíz para demostrar que la aplicación de silicio en el manejo fitosanitario, disminuye la severidad de la mancha de asfalto.

Costos: Se realizó un análisis de beneficio-costos en referencia a los tratamientos usados en la investigación, además un análisis de rendimiento.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Grados de severidad de *P. maydis* frente a diferentes dosis de silicio.

En la barra de la desviación estándar si hay diferencia significativa, se observan que las barras de cada tratamiento al compararlos el tratamiento 3 disminuyó con la evaluación del programa Leaf Doctor (Figura 1).

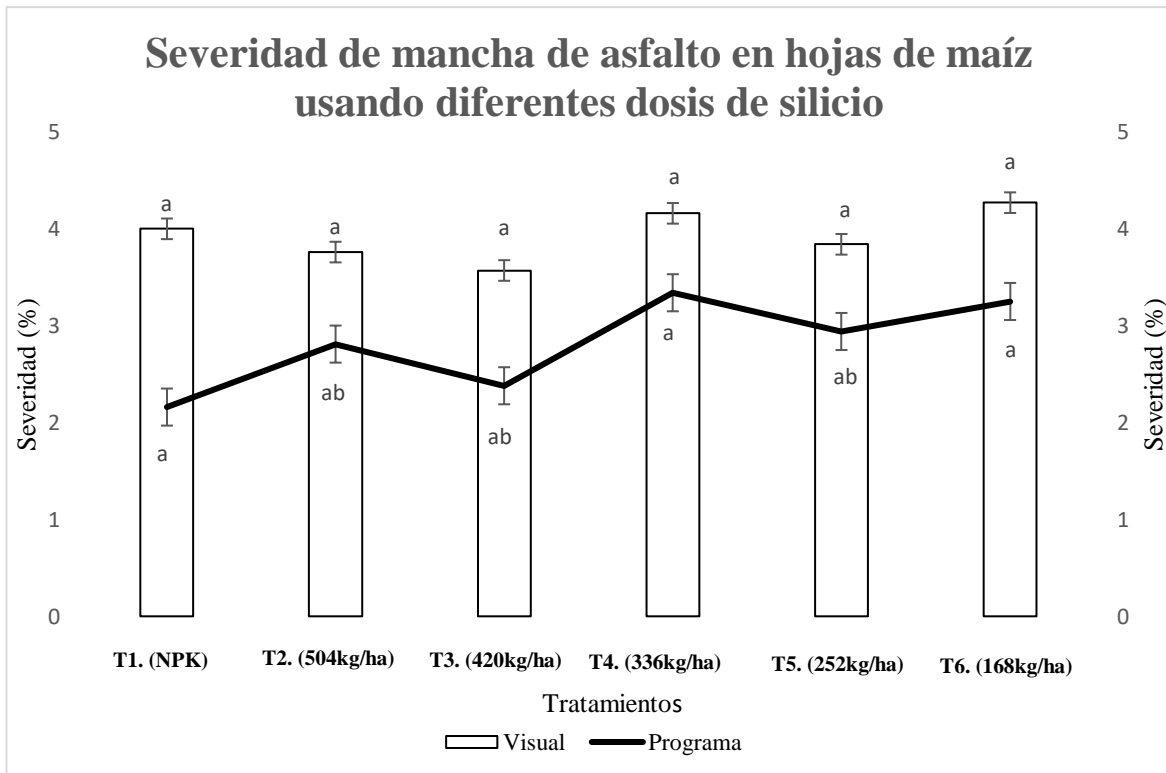


Figura 1. Severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas de diferente altura

En la figura 1 se observa la severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas de diferente altura en el cultivo de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y un programa. Letras diferentes presentan diferencia estadística (Tukey $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar.

Para determinar el nivel de daño de (*P. maydis*) en las hojas del cultivo se realizó una correlación entre el nivel de daño evaluado de forma visual y también mediante el uso del programa Leaf Doctor, en la Figura 2 se puede observar que existe una correlación positiva y alta entre la evaluación visual frente a la arrojada por el programa, el factor R^2 o factor de Pearson fue de 0.82.

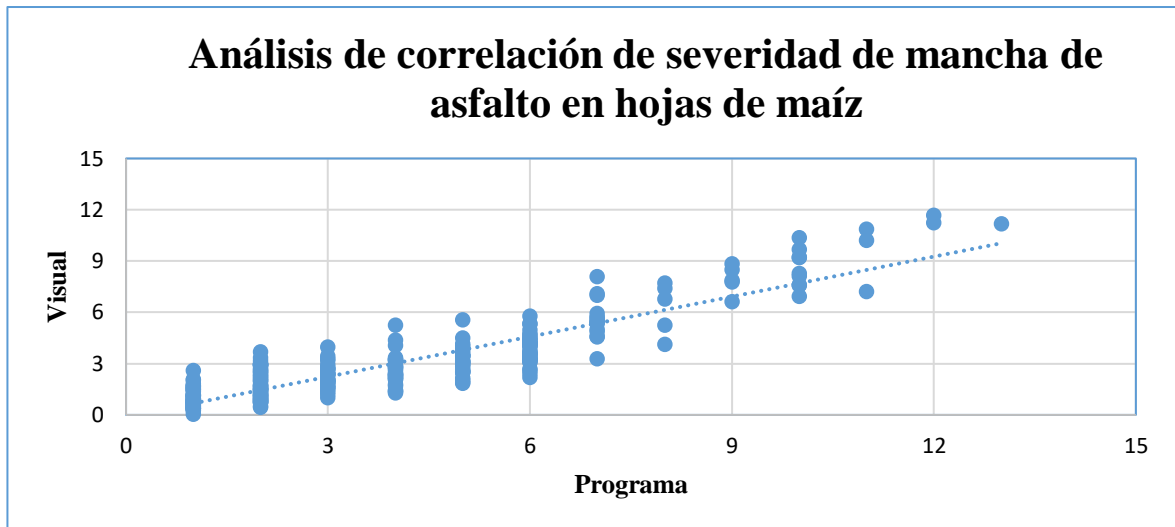


Figura 2. Correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas de maíz (*Zea mays*)

En la figura 2. Nos muestra la correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y el programa Leaf Doctor usando hojas de diferente altura. R^2 : 0.82.

En la evaluación visual de la hoja baja, los tratamientos evaluados si mostraron diferencias estadísticas en el daño causado por la enfermedad, a comparación del tratamiento control que obtuvo una mayor severidad, al igual cuando se usa el programa Leaf Doctor muestra que el mayor daño se observó en el control y menor daño de enfermedad en los demás tratamientos siendo T6 el mejor. (Figura 3)

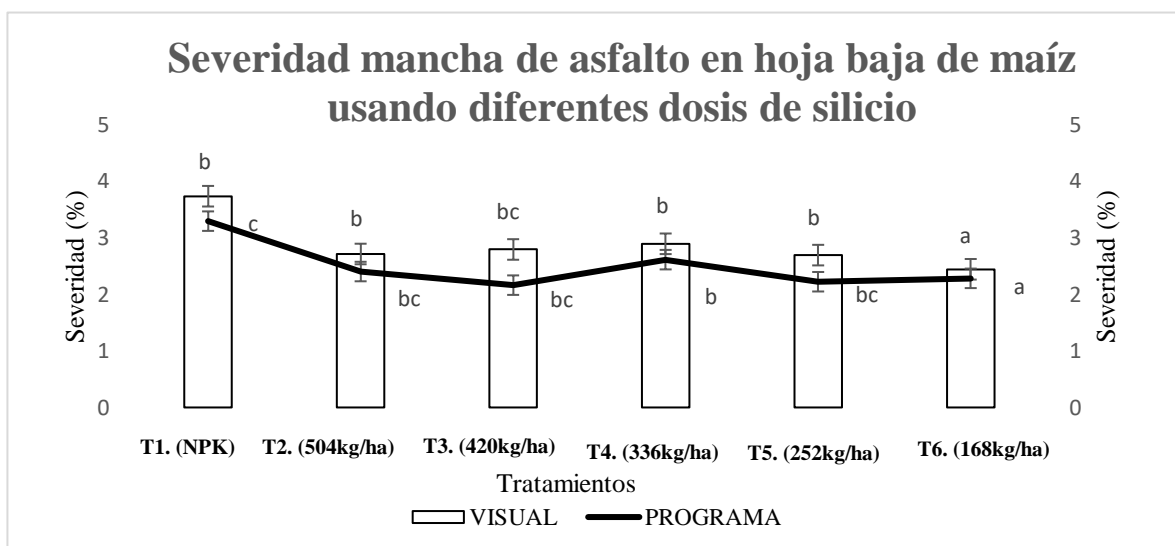


Figura 3. Severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas bajas

En la figura 3. Muestra la severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas bajas (2 nudos desde la raíz) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y un programa. Letras diferentes presentan diferencia estadística (Tukey $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar.

Para determinar el nivel de daño de (*P. maydis*) en las hojas bajas del cultivo se realizó una correlación entre el nivel de daño evaluado de forma visual y también mediante el uso del programa Leaf Doctor, en la figura 4, se puede observar que existe una correlación positiva entre la evaluación visual frente a la arrojada por el programa Leaf Doctor, el factor r^2 o factor de Pearson fue de 0.83.

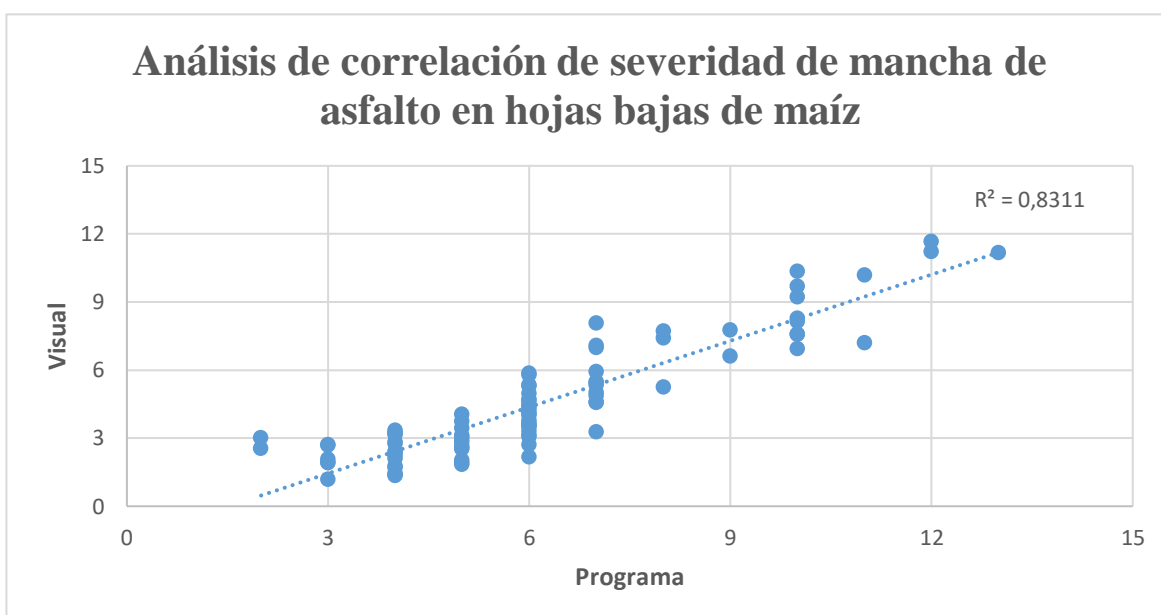


Figura 4. Correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas bajas

En la figura 4. Se observa la correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas bajas (2 nudos desde la raíz hacia arriba) de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y el programa Leaf Doctor usando hojas de diferente altura. R^2 : 0.83.

En la evaluación visual si hay diferencias significativas en daño por la enfermedad en los tratamientos, a comparación del tratamiento control que obtuvo una mayor severidad, al igual cuando se usa el programa Leaf Doctor muestra que el mayor daño se observó en el control y menor daño el tratamiento seis el mejor. (Figura 5)

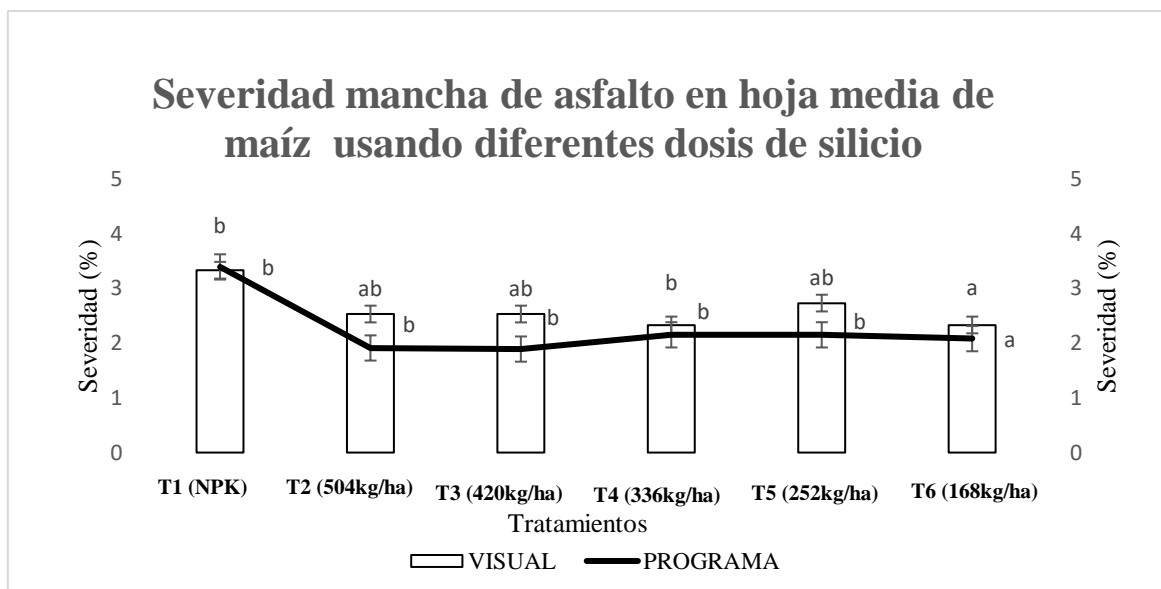


Figura 5. Severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas medias.

En la figura 5. Muestra la severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas medias (4 nudos desde la raíz) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y un programa. Letras diferentes presentan diferencia estadística (Tukey $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar.

Para determinar el nivel de daño de (*P. maydis*) en las hojas medias del cultivo se realizó una correlación entre el nivel de daño evaluado de forma visual y también mediante el uso del programa Leaf Doctor, en la figura 6, se puede observar que existe una correlación positiva y alta entre la evaluación visual frente a la arrojada por el programa Leaf Doctor, el factor R^2 o factor de Pearson fue de 0.70.

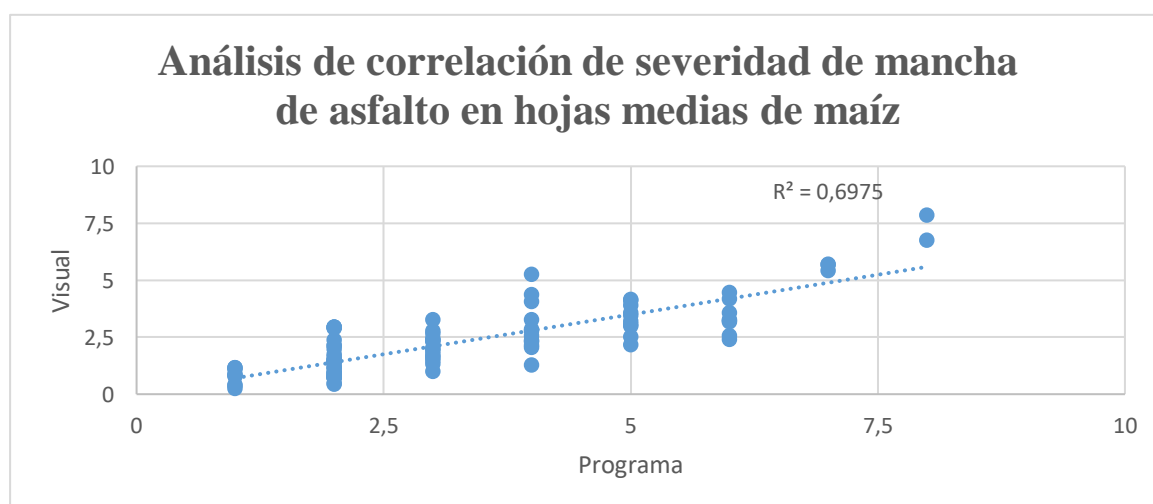


Figura 6. Correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas medias

En la figura 6. Se muestra la correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas medias (4 nudos desde la raíz hacia arriba) de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y el programa Leaf Doctor usando hojas de diferente altura. R2: 0.70.

En las evaluaciones realizadas si hay diferencias significativas en daño por la enfermedad en los tratamientos, a comparación del tratamiento control que obtuvo una mayor severidad, al igual cuando se usa el programa Leaf Doctor muestra que el mayor daño se observó en el control y menor daño de enfermedad en los demás tratamientos. (Figura 7)

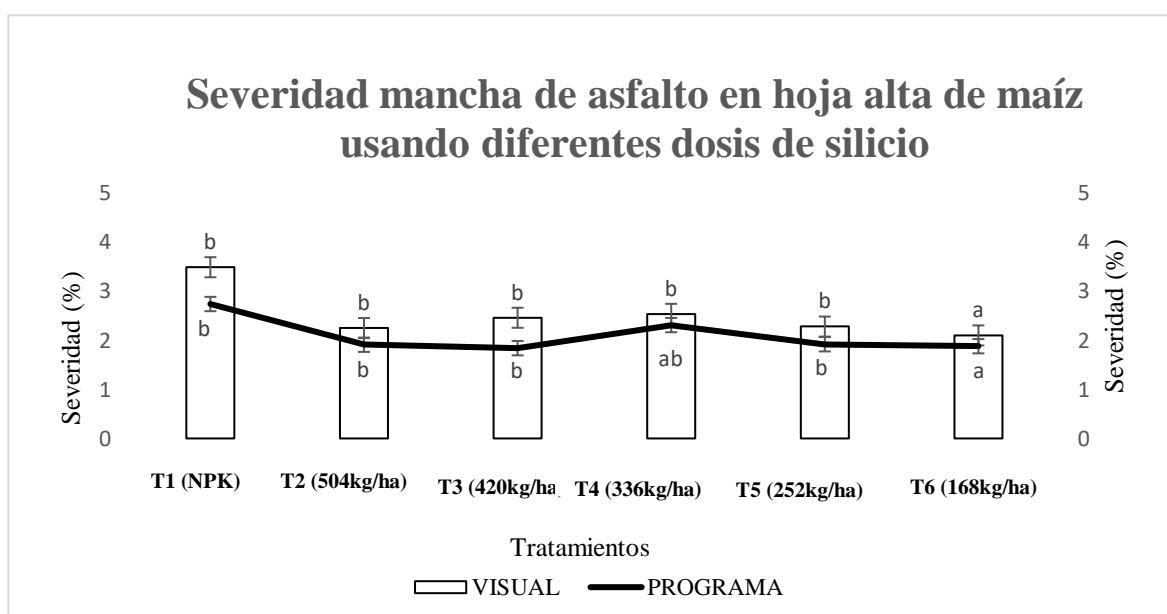


Figura 7. Severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas altas.

En la figura 7. Se observa la severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas altas (6 nudos desde la raíz) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y un programa. Letras diferentes presentan diferencia estadística (Tukey $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar.

Para determinar el nivel de daño de (*P. maydis*) en las hojas altas del cultivo se realizó una correlación entre el nivel de daño evaluado de forma visual y también mediante el uso del programa Leaf Doctor, en la figura 8, se puede observar que existe una correlación positiva entre la evaluación visual frente a la arrojada por el programa Leaf Doctor, el factor R² o factor de Pearson fue de 0.78.

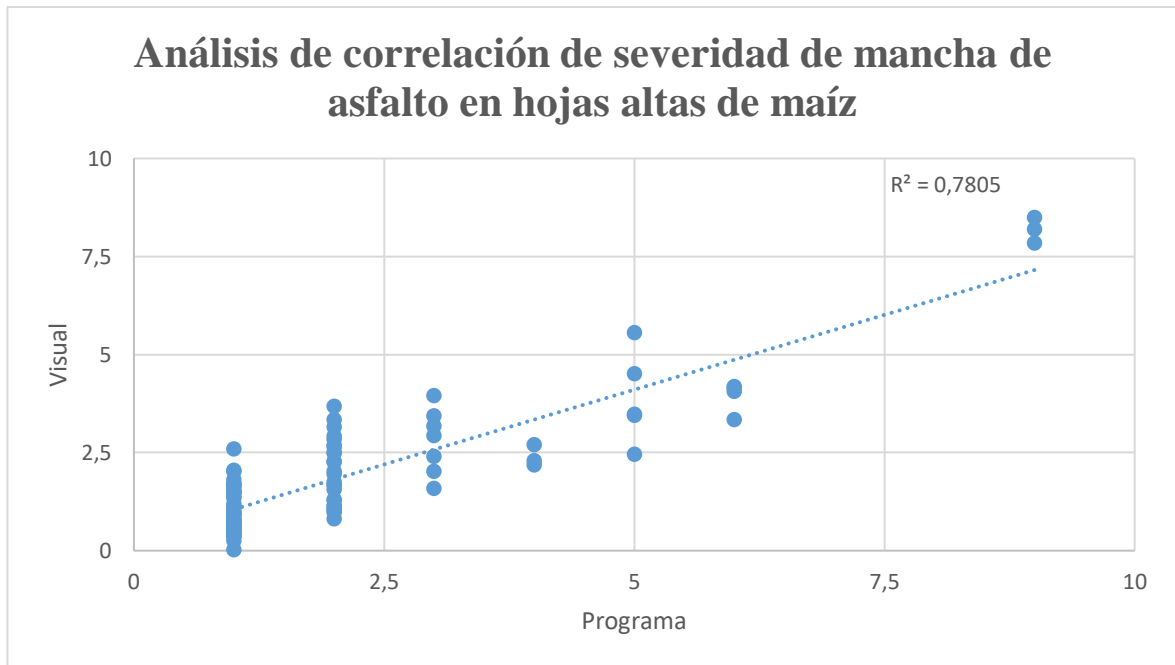


Figura 8. Correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas altas

En la figura 8. Se observa la correlación de severidad de (*P. maydis*) en hojas altas (6 nudos desde la raíz hacia arriba) de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y el programa Leaf Doctor usando hojas de diferente altura. $R^2: 0.78$.

En la evaluación hecha a las diferentes hojas en la planta de maíz se observa que las hojas bajas presentan mayor daño de Mancha de Asfalto, seguidas por las hojas medias, y las hojas con menos daños fueron las hojas altas. (Figura 9)

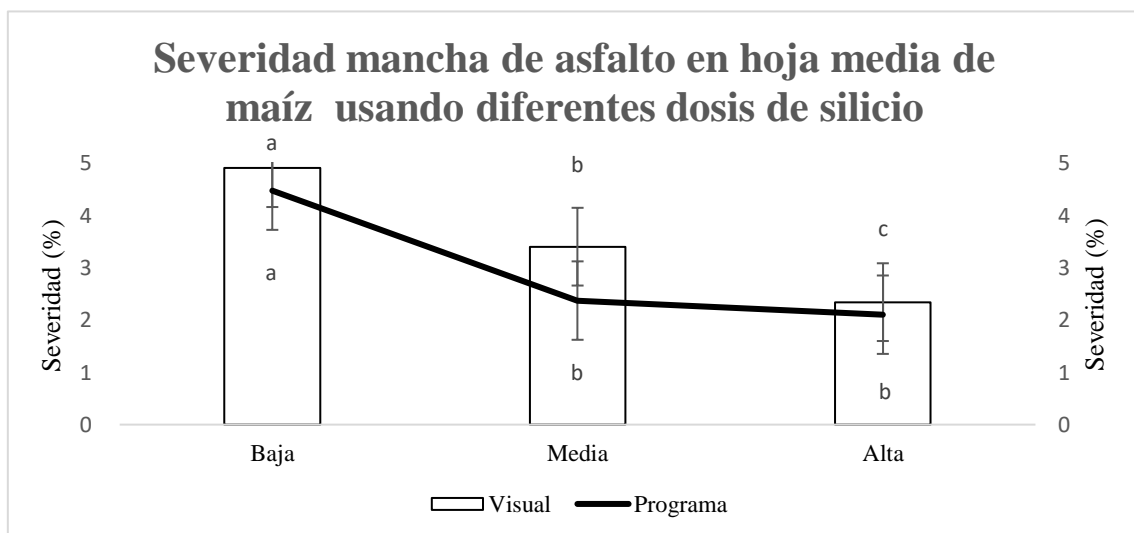


Figura 9. Severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas de diferente altura.

Figura 9. Severidad de la mancha de asfalto (*P. maydis*) en hojas de diferente altura en el cultivo de maíz (*Zea mays*) usando escalas de evaluación visual y un programa. Letras diferentes presentan diferencia estadística (Tukey $p < 0.05$). Las barras representan el error estándar.

Se puede evidenciar que todos los tratamientos rinden estadísticamente más que el control, demostrando que la aplicación de Silicio al cultivo de maíz resulta beneficiosa para su producción.

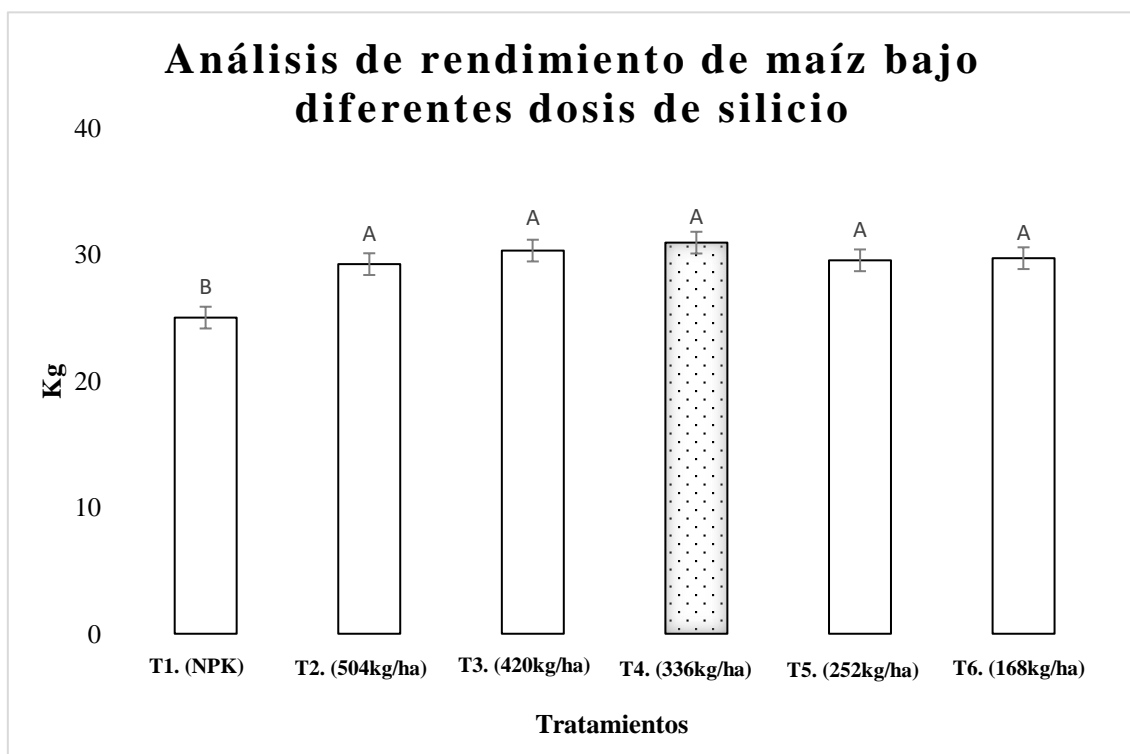


Figura 10. Rendimiento en diferentes tratamientos en el cultivo de maíz.

En la figura 10. Se observa el rendimiento en diferentes tratamientos en el cultivo de maíz. Las barras de error indican $\pm ES$; diferentes letras indican diferencias significativas entre los cocientes que presentan cada tratamiento a $p < 0.05$ (prueba de Tukey).

El tratamiento seis presenta un beneficio/costo superior al control. El precio de venta al momento del ensayo fue de \$0.50 el Kg (Sipa, 2021).

Tabla 4. Rendimiento de maíz de los diferentes tratamientos. La relación beneficio/costo es comparada con el control. El precio del maíz fue de \$0.50 el Kg.

Tratamientos	Rendimiento (kg)	Beneficio/Costo
T ₁ (NPK)	165 b	1.000
T ₂ (504kg/ha)	193 a	0.960
T ₃ (420kg/ha)	200 a	0.982
T ₄ (336kg/ha)	204 a	0.998
T ₅ (252kg/ha)	195 a	0.992
T ₆ (168kg/ha)	196 a	1.004

4.2. Discusión

En esta investigación donde se analizaron las hojas de la planta de maíz de diferente altura, se determina que el silicio es un oligoelemento que ayuda a mejorar la estructura de la planta haciéndolas más resistentes a las enfermedades. Conforme a trabajos realizados en Intagri S.C. (2021), los beneficios del silicio al incluirse en programas de fertilización son: 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. Otros efectos benéficos comprobados del silicio son la reducción de pérdida de agua cuticular por la acumulación de silicio en la epidermis.

Al analizar el grado de severidad por enfermedad, se puede evidenciar la disminución de la Mancha de Asfalto en el cultivo, principalmente en la hojas altas que son las más jóvenes por lo que cabe reconocer que los tratamientos usados con Silicio beneficiaron a al ser incorporado en la planta de maíz estas absorben por la raíz o vía foliar que es llevado hasta las células epidérmicas lo que las hace más vigorosas y resistente, con mayor tamaño y ofreciendo una mejor producción por lo que Intagri S.C. (2021), no descarta la posibilidad que el silicio proporcione mayor resistencia a los tejidos vegetales ante el ataque de plagas y enfermedades.

El rendimiento del maíz INIAP-551 todos los tratamientos tuvieron rendimiento estadísticamente superior comparados con el control, sobresaliendo la dosificación de silicio de 420kg/ha. Esto concuerda con Jiménez (2016) en el ensayo “Evaluación de dosis y fuentes de silicio líquido aplicado foliarmente en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”, donde nos indica que el silicio aumenta el crecimiento y modifica la arquitectura de las plantas, ya que también tiene potencial para aumentar la productividad de rendimiento en los cultivos. Estos resultados sugieren que el silicio tiene efectos positivos en cuanto al rendimiento del cultivo de maíz bajo esta dosis en la zona de Mocache.

De acuerdo al análisis económico, aunque la dosificación de 420kg/ha de silicio presentó un mayor rendimiento en volumen, la dosis económicamente recomendable para el cultivo de maíz es la de 168kg/ha de silicio, pues a pesar de obtener una pequeña diferencia en cuanto al rendimiento la relación beneficio/costo es mayor. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Treminio (2017), quien en su ensayo sobre los efectos del silicio asevera que

el tratamiento con silicato obtiene un beneficio neto, mejor que el que se obtiene del tratamiento comercial. Este estudio corrobora que la aplicación del silicio es más efectiva y rentable, optimizando el rendimiento y la ganancia del cultivo de maíz.

Finalmente, algo muy importante que se debe tomar de esta investigación, es comprobar la eficiencia que puede tener diferentes fuentes de silicio en el área de la agricultura. El silicio aumenta la resistencia de las plantas y al poder brindar un mejor producto en cuanto a presentación y precio, optimizará la economía del agricultor. En los tratamientos que se aplicaron silicio hubo una incidencia mínima del hongo patógeno debido al alto grado de resistencia de la variedad utilizada. Rodrigues y Datnoff (2015) mencionan que la pérdida de rendimiento debido a enfermedades es un problema importante en la producción de cultivos en todo el mundo es de vital importancia ayudar a los cultivos a resistir a los diversos agentes patógenos causantes de enfermedades. Janislampi (2012) y Rizwan *et al.* (2012) mencionan que la fertilización con silicio mejoró la tolerancia de las plantas a estrés por falta de humedad. Todos estos resultados, por lo tanto, nos demuestran que el silicio en la dosis adecuada puede tener diferentes efectos en las plantas logrando que muchos cultivos sean más rentables.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El análisis realizado de manera visual arrojó valores más altos en hoja baja con 4,90 %, hoja media 3,40% y hoja alta 2,34%, mientras que Leaf Doctor mostró valores más bajos en hoja baja 4,47 %, en hoja media 2,37% y hoja alta 2.10 %.
- Los datos obtenidos de los tratamientos aplicados en la investigación determinaron que la dosis de óxido de Silicio que mejor logro controlar la enfermedad de la mancha de asfalto fue la de 168 kg/ha.
- Realizado un análisis económico de los tratamientos aplicados se puede determinar que el tratamiento seis genera mejor rentabilidad ya que invierto \$ 2300, obtengo una utilidad bruta de \$4300 lo que me genera una utilidad neta de \$ 2000 respecto a los demás tratamientos.

5.2. Recomendaciones

- Evaluar otras enfermedades mediante el programa Leaf Doctor, para demostrar que este programa es eficiente como lo fue con el hongo *P. maydis* en el cultivo de maíz.
- Extender y mejorar el modelo dinámico utilizado en esta Tesis para determinar la eficiencia del silicio, no solo en el cultivo de maíz.
- En base a los resultados recogidos en la presente investigación se recomienda analizar las posibilidades de que el silicio pudiera ser considerado para otras investigaciones en el futuro.

CAPÍTULO VI.

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Amador, A., y Boschini. (2000). *Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje*. *Agronomía mesoamericana*, 11 (1), 171-177. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v11n01_171.pdf
- Arneson, P. (2001). *Epidemiología de las enfermedades de las plantas: Los aspectos temporales*. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094. PHI-A-2001-0524-01. Cornell University. Recuperado de <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/Epidemiologia/Pages/default.aspx>
- Borda, O., Barón, F., y Gómez, M. (2007). El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa* L.) respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. *Agronomía colombiana*, 25(2), 273-279. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a09.pdf>
- Crespo, S., Burbano, M., y Vasco, S. (1990). INIAP H-551: Híbrido de maíz para la zona central del Litoral. Quevedo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Programa de Maíz. (Plegable no.112). Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1650>
- Cruz, O. (2013). El cultivo del maíz. *Manual para el cultivo del maíz en Honduras*.
- Datnoff, L. (2017). Productos de Silicio: Ayudan a las plantas a superar estrés biótico y abiótico. *Redagricola*. Recuperado de <https://www.redagricola.com/cl/productos-de-silicio-ayudan-las-plantas/>
- Deras, H. R., De Serrano, R. F., Mejía, C., y Moreno, W. (2015). Evaluación de híbridos tri-lineales de maíz (*Zea mays* L.), por su reacción al Complejo Mancha de asfalto causada por los patógenos (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllacorae*). *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible* 3, 77-88. <https://doi.org/10.5377/payds.v3i0.3973>
- Deras Flores, H. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Eneji, E., Inanaga, S., Muranaka, S., Li, J., An, P., Hattori, T., y Tsuji, W. (2005). Effect of calcium silicate on growth and dry matter yield of *Chloris gayana* and *Sorghum sudanense* under two soil water regimes. *Grass and Forage Science*, 60(4), 393-398. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2494.2005.00491.x>

- Eneji, A. E., Inanaga, S., Muranaka, S., Li, J., Hattori, T., An, P., & Tsuji, W. (2008). Growth and nutrient use in four grasses under drought stress as mediated by silicon fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 31(2), 355-365. Recuperado de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300899392>
- Fallas, J. (2012). Correlación lineal. *Midiendo la relación entre dos variables. Universidad para la Cooperación Internacional*. p, 3. Recuperado de https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/correlacion_lineal_2012.pdf
- Groves, CL, Kleczewski, NM, Telenko, DE, Chilvers, MI y Smith, DL (2020). Phyllachora maydis liberación de ascosporas y germinación de residuos de maíz invernados. *Progreso en sanidad vegetal*, 21 (1), 26-30. Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-10-19-0077-RSICA->
- Prociandino. (1993). *"Experiencias en el cultivo de maíz en el Area Andina. Volumen II*. Edición Prociandino Quito, Ecuador. 56 p. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/10206>
- Intagri S. C., (2021). *www.intagri.com*. Silicio para la Nutrición y Protección Vegetal. Recuperado el 07 de septiembre del 2021 de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/silicio-para-la-nutricion-y-proteccion-vegetal>
- Kleczewska, N. M., Chilvers, Mueller, D. S., Plewa, D., Robertson, A. E., Smith, D. L., and Telenko, D. E. (2020, 01 de mayo). Punto de alquitrán. *Corn disease management*. Recuperado de <https://cropprotectionnetwork.org/resources/publications/tar-spot>
- Janislampi, K. W. (2012). *Effect of silicon on plant growth and drought stress tolerance*. Utah State University. Recuperado de <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2373&context=etd>
- Jiménez, E. (2016). Evaluación de dosis y fuentes de silicio líquido aplicado foliarmente en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Guayaquil: Universidad de guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13976/1/Jim%C3%A9nez%20Franco%20Elvis%20Damian.pdf>
- Melgar, R., y Torres, M. (2002). Manejo de la Fertilización en Maíz (No. H1084). *Agritotal.com*. Recuperado de <https://www.agritotal.com/nota/plan-de-fertilizacion-en-maiz/>

- Mora, A. (2016). *Efecto de la incorporación de silicato de magnesio en la fertilización mineral del cultivo de maíz (Zea Mays L.) en finca La Vega, San Carlos*. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica, San Carlos.
- Orejuela, J. (2010). *Evaluación de la aplicación de varias dosis de Ácido monosilícico en la Producción del cultivo de arroz*. Var. INIAP 15. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/10397/D-42588.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paliwal, R. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Recuperado de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>
- Pei, Z. F., Ming, D. F., Liu, D., Wan, G. L., Geng, X. X., Gong, H. J., & Zhou, W. J. (2010). Silicon improves the tolerance to water-deficit stress induced by polyethylene glycol in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29(1), 106-115. Recuperado de <http://ir.nsf.gov.cn/paperDownload/1000000777162.pdf>
- Pereyda, J., Hernández, J., Sandoval, S., Aranda, S., De León, C., y Gómez, N. (2009). Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México.". *Agrociencia* 43.5, 511-519. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000500006
- Perez, J., y Mancilla, C. (2012). El papel del silicio en los organismos y ecosistemas. *Dialnet*, (43), 42-46. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3985098#:~:text=En%20las%20plantas%20juega%20un,tener%20su%20estudio%20y%20aplicaci%C3%B3n>.
- Pethybridge, S., y Scot, N. (2015). *Leaf Doctor: una nueva aplicación portátil para cuantificar la gravedad de las enfermedades de las plantas*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/276087775_Leaf_Doctor_A_New_Portable_Application_for_Quantifying_Plant_Disease_Severity
- Quero, E. (2017). Manejo Soil4+ en el cultivo del maíz. *XIV Simposio Internacional y IX Congreso Nacional de Agricultura Sostenible*. México: Engormix 1999-2020. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/315044292_manejo_soil4_en_el_cultivo_del_maiz

- Rizwan, M., Meunier, J. D., Miche, H., y Keller, C. (2012). Effect of silicon on reducing cadmium toxicity in durum wheat (*Triticum turgidum* L. cv. Claudio W.) grown in a soil with aged contamination. *Journal of hazardous materials*, 209, 326-334. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34346223/rizwan_2012.pdf?1407012657=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMetals_Uptake_Silicon_Wheat_Remediation.pdf&Expires=1627076743&Signature=L4hzbABFoAHLRxrFJ2wzKvu22GVk3apH5fCI3T~MvNHLLHdLO6DxxlHo3AUnyJhAQvC7tsb7Jr92VOMf5ijaLNI0IYX1kO-jsZMgmT1M95E-AN60IXph-qEEp3OhUSOkQ3UFmP4ky1~CPK4Ctvm3Vk2Tk~RC7vhkJIx1ILWgn1dkOaeY0xvQLGzFv~OAa~YBORQ60IGz-p0jZKLdqpitq735RgrM8xtI2RYnmwiRspdOg~WIPjJDra0Yf1cYuVWTtJJ~aZnOd w4YNQbhjno7E25cd1CsAG5Fx5n~Q-TetPUN3DjGYPI7C54PROr0jvzGDm~KFzuuuvoMIIRNrxHFEQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Rodrigues, F., y Datnoff, L. (2015). *Enfermedades del silicio y de las plantas*. Los Ángeles: Universidad Estatal de Luisiana. Recuperado de [silicon-and-plant-diseases-2015.pdf](#)
- Santistevan Pilay, N. M. (2015). *Efecto de láminas de riego en la producción de maíz (Zea mays L), en Río-Nuevo, Santa Elena*, Tesis de Grado. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.
- Sephu. (2009). El silicio (Si) como elemento fertilizante y protector de enfermedades y plagas. *Sephu.com*, pág. 2. Recuperado de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/028---15.05.09---El-Silicio-como-fertilizante-y-fungicida.pdf
- Silva, C. (2019). *Manejo integrado de la mancha de asfalto (Phyllachora maydis Maubl) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Tesis de Ingeniero Agronomo. UTB. Babahoyo.
- Sipa. (2021). MAG - Ministerio de Agricultura y Ganadería. Precios. www.agricultura.gob.ec. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/>
- Stupenengo, F. (2011). Materiales y materias primas. Recuperado de <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/materiales-compuestos.pdf>
- Treminio Rojas, J. A. (2017). *Efectos del silicato agrícola térmico al 75% en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) variedad Palo 2, en variables de crecimiento y*

rendimiento, en el municipio de San Isidro-Matagalpa, 2016. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua)). Recuperado de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01t789.pdf>

Valencia, J. (1996). Las mujeres productoras de alimentos en Ecuador: tecnología y comercialización. *IICA Biblioteca Venezuela.* Recuperado de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/13669>

Vera Onofre, M. G. (2020). *Clases texturales de los suelos y su relación con la compactación en sistemas de cultivos de maíz (Zea mays L.) en el Ecuador.* Tesis de grado. BABAHOYO: UTB. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8430/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000276.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zambrano Mendoza, J. L., Yáñez, C., Sangoquiza Caiza, C. A., Limongi Andrade, R., Alarcón Cobeña, F., Zambrano, E., ... & Pinargote García, L. F. (2019). Situación del cultivo de maíz en Ecuador: *Investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap.* Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5457/1/iniapeppdf62.pdf>

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

6.1. Anexos

Anexo 1: Proceso para preparar el terreno.



Anexo 2: División de las parcelas.



Anexo 3: Cultivo ya establecido.



Anexo 4: Cultivo con sus respectivos rótulos de los tratamientos.



Anexo 5: Raleo y desmalezada del cultivo.



Anexo 6: Cosecha



Anexo 7: Fruto de cada uno de los tratamientos de las tres repeticiones.



Anexo 8: Análisis de hojas con el programa Leaf Doctor.



Anexo 9: Análisis de suelo de la finca la María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre :	Bermeo César		Nombre :	La María		Cultivo Actual :			
Dirección :			Provincia :	Los Rios		N° Reporte :	4082		
Ciudad :	Quevedo		Cantón :	Quevedo		Fecha de Muestreo :	23/05/2018		
Teléfono :			Parroquia :			Fecha de Ingreso :	23/05/2018		
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :	12/06/2018		

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm				
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
89595	Muestra 1 sector 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



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.


INTERPRETACION				Elementos: de N a B		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH						pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAe = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		N,P,B = Colorimetría		N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio		S = Turbidimetría		Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto		S = Absorción atómica		B,S	

x. W. Infante

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

+ Infante

RESPONSABLE LABORATORIO




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre :	Bermeo César		Nombre :	La María		Cultivo Actual :			
Dirección :			Provincia :	Los Rios		N° Reporte :	4082		
Ciudad :	Quevedo		Cantón :	Quevedo		Fecha de Muestreo :	23/05/2018		
Teléfono :			Parroquia :			Fecha de Ingreso :	23/05/2018		
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :	12/06/2018		

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	C.E.	M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	meq/100ml	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na					Mg	K	K	Σ Bases	CIC	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
89595				0,11 NS	1,1 B			6,1	1,55	11,07	10,14	13,87		42	40	18	Franco



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl			
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	C.E. = Conductividad Eléctrica		C.E. = Conductímetro	
M = Medio	LS = Lig Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	M.O. = Materia Orgánica		M.O. = Titulación de Welkley Blacé	
T = Tóxico			A = Alto	RAS = Relación de Adsorción de Sodio		Al+H = Titulación con NaOH	

x. W. Infante

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

+ Infante

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 10: Estado de resultado del análisis económico del control.

Estado de resultado del cultivo		
Ingresos	Total (\$)	Unitario (\$)
Lb. Vendidas	165	
Precio Venta lb.	\$ 0,24	
Ingresos totales	\$ 39,60	\$ 0,24
COSTOS VARIABLES		
Mano de obra	\$ 12,00	
Fertilizantes	\$ 3,29	
Plántulas	\$ -	
Semilla	\$ 3,56	
Sanidad vegetal	\$ -	
Costos variables totales	\$ 18,85	\$ 0,11
COSTOS FIJOS		
Preparación de parcela	\$ 2,50	
Alquiler del terreno	\$ -	
Depreciación de herramientas	\$ -	
Costos fijos totales	\$ 2,50	\$ 0,02
Otros gastos	\$ 1,15	\$ 0,01
COSTOS TOTALES	\$ 59,60	\$ 0,36
UTILIDAD NETA	\$ (20,00)	

Anexo 11: Precios oficiales de acuerdo al gobierno ecuatoriano.

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

Consulta por Producto:

Para el presente módulo de consulta de precios se le informa que se tiene información desde Junio 2011

Producto: Selección la frecuencia:

Mercado	Fecha (*)	Precio \$/kg
Ambato EP-EMA	28/07/2021	0.40
Cuenca - El Arenal	28/07/2021	0.48
Guaranda - 24 de Mayo	22/07/2021	0.33
Guayaquil - TTV	27/07/2021	0.50
Ibarra - COMERCIBARRA	26/07/2021	0.30
La Libertad - ASOPROCOMPRA	22/07/2021	0.32
Latacunga	24/07/2021	0.24
Machachi - Feria de Prod. Agrícolas	22/07/2021	0.26
Machala - Mercado Mayorista	22/07/2021	0.39
Milagro - Mercado de Transferencia	23/07/2021	0.39
Quito MMQ-EP	27/07/2021	0.25
Salcedo - Plaza América	22/07/2021	0.18

Localidad	Precio_1	Precio_2	Precio_3	Precio_4	Precio_5	Precio_6
Ambato EP-EMA	0.00	0.37	0.35	0.37	0.41	0.39
Cuenca - El Arenal	0.00	0.48	0.48	0.44	0.48	0.48
Guaranda - 24 de Mayo	0.00	0.22	0.22	0.27	0.33	0.00
Guayaquil - TTV	0.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ibarra - COMERCIBARRA	0.00	0.30	0.29	0.30	0.31	0.30
La Libertad - ASOPROCOMPRA	0.00	0.30	0.30	0.30	0.32	0.00
Latacunga	0.00	0.25	0.25	0.24	0.24	0.00
Machachi - Feria de Prod. Agrícolas	0.00	0.22	0.23	0.23	0.26	0.00
Machala - Mercado Mayorista	0.00	0.46	0.47	0.39	0.39	0.00
Milagro - Mercado de Transferencia	0.00	0.38	0.38	0.36	0.39	0.00
Quito MMQ-EP	0.00	0.24	0.21	0.23	0.26	0.25
Riobamba - EP-EMMPA	0.00	0.27	0.28	0.00	0.00	0.00
Salcedo - Plaza América	0.00	0.17	0.18	0.17	0.18	0.00

Maíz Suave Choclo

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:

Anexo 12: Resultados del análisis de varianza.

Resultados

Analisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VISUAL	18	0,56	0,37	6,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,03	5	0,21	3,00	0,0552
TRATAMIENTO	1,03	5	0,21	3,00	0,0552
Error	0,82	12	0,07		
Total	1,85	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71704
 Error: 0,0684 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T6	4,27	3	0,15 A
T4	4,16	3	0,15 A
T1	4,01	3	0,15 A
T5	3,84	3	0,15 A
T2	3,76	3	0,15 A
T3	3,57	3	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Resultados

PROGRAMA 18 0,64 0,48 14,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,30	5	0,66	4,19	0,0196
TRATAMIENTO	3,30	5	0,66	4,19	0,0196
Error	1,89	12	0,16		
Total	5,18	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,08801
 Error: 0,1574 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	3,34	3	0,23 A
T6	3,25	3	0,23 A
T5	2,94	3	0,23 A B
T2	2,81	3	0,23 A B
T3	2,38	3	0,23 A B
T1	2,16	3	0,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)