



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA DE SIGATOKA
NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) DENTRO DEL ÁREA
AGRÍCOLA DEL CANTÓN NARANJAL
INVESTIGACION Y DESARROLLO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR
ZUMBA MONTESEDOCA ERIKA KATIUSKA**

**TUTOR
ING. AGR. GARCIA MARTILLO JUAN, M. Sc**

MILAGRO – ECUADOR

2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **MARTILLO GARCIA JUAN JAVIER**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) DENTRO DEL ÁREA AGRÍCOLA DEL CANTÓN NARANJAL**, realizado por la estudiante **ZUMBA MONTESDEOCA ERIKA KATIUSKA**; con cédula de identidad N° 0969799680 de la carrera **INGENIERÍA AGRÓNOMICA**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

.....
ING. AGR. GARCIA MARTILLO JUAN, M.Sc

Milagro, 08 de septiembre del 2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**DESCRIPCION DE LA INCIDENCIA DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) DENTRO DEL AREA AGRICOLA DEL CANTON NARANJAL**”, realizado por la estudiante **ZUMBA MONTESDEOCA ERIKA KATIUSKA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Fernando Martínez Alcívar
PRESIDENTE

PhD. Freddy Gavilánez Luna.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Juan Javier Martillo.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Nuvia Moran Sánchez.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 08 de septiembre del 2020

Dedicatoria

Con mucho amor dedico el presente trabajo investigativo a Kleber Zumba y Luisa Montesdeoca, mis padres. A Ronny, Mildred y José, mis hermanos. A mis demás familiares que me brindaron su apoyo incondicional durante toda mi carrera y culminación de mi tesis. Esto es por ustedes y para ustedes.

Agradecimiento

Mi eterna gratitud para mis padres, mis hermanos y demás familiares por su apoyo desmedido y desinteresado.

Al Ing. Juan Javier Martillo y al Ing. Abel Borbor Cruz, por toda su confianza, ayuda y dedicación.

A la Asociación de Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas.

A la Universidad Agraria del Ecuador.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **ZUMBA MONTESDEOCA ERIKA KATIUSKA**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “**DESCRIPCIÓN DE LA INCIDENCIA DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) DENTRO DEL ÁREA AGRÍCOLA DEL CANTÓN NARANJAL**” para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 08 de septiembre del 2020

.....
ZUMBA MONTESDEOCA ERIKA KATIUSKA
C.I. 0929775724

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
Resumen.....	14
Abstract	15
1. Introducción	16
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema	17
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Delimitación de la investigación	19
1.5 Objetivo general.....	19
1.6 Objetivos específicos	19
2. Marco teórico	21
2.1 Estado del arte	21
2.2 Bases teóricas.....	22
2.2.1 Banano (<i>Musa paradisiaca</i>).....	22
2.2.2 Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).....	28
2.2.3 Influencia Climática	33

2.2.4 Agricultura de precisión	33
2.2.5 Postulados de Koch y la fitopatología.....	34
2.2.6 SIG	35
2.2.7 Software a utilizar	36
2.3 Marco legal	37
3. Materiales y métodos.....	39
3.2 Enfoque de la investigación.....	39
4. Resultados.....	43
4.1 Evaluación in situ de los niveles de infestación de Sigatoka Negra de forma aleatoria en cada una de las fincas de la zona de estudio.....	43
4.1.1 Nivel de infestación según Escala de Fouré.....	43
4.1.2 Incidencia según escala arbitraria.....	44
4.1.3. Prueba de confirmación – Postulados de Koch	47
4.1.4 Número de hojas funcionales al momento de enfunde y corte	50
4.2 Determinación de la información base mediante encuesta estructurada referente al manejo de Sigatoka Negra.....	50
4.2.1 Hectáreas de banano cultivada.....	50
4.2.2 Porcentaje de hectáreas afectadas por la enfermedad Sigatoka negra	51
4.2.3 Porcentaje de daño que ocasiona <i>M. fijiensis</i>	51
4.2.4 Porcentaje de reducción de rendimiento de la fruta	52
4.2.5 Ciclos de aplicaciones anuales aplicadas a la zona productiva ...	52
4.2.6 Aplicaciones de fungicidas en invierno – verano.....	53
4.2.7 Fungicidas utilizados para el control de Sigatoka Negra	54
4.2.8 Insumos se apegan a las normas FRAC 2014	54

4.2.9	Aplicación de fungicidas solos o en mezcla.....	55
4.2.10	Grupo químico al que pertenecen los fungicidas protectantes utilizados	55
4.2.11	Grupo químico al que pertenecen los fungicidas sistémicos utilizados	56
4.2.12	Mezclas de fungicidas utilizados frecuentemente para el control de <i>M. fijiensis</i>	57
4.2.13	Meses de mayor incidencia de la enfermedad.....	58
4.2.14	Estado del cultivo en el que más afecta la enfermedad	58
4.2.13	Aplicación oportuna de fungicidas para el control de <i>M. fijiensis</i> .	59
4.2.15	Enfermedades que se presentan en la plantación	59
4.2.16	Sistema de fumigación utilizado.....	60
4.2.17	Inversión de aplicaciones ciclo/has	60
4.2.18	Justifica labores realizadas	61
4.2.19	Utilización del deshoje para controlar la enfermedad.....	61
4.2.20	Intervalo de frecuencia de deshoje	62
4.2.21	Obtención de cajas/has	63
4.2.22	Hojas existentes al momento de cosecha.....	63
4.2.21	Periodo de tiempo donde se tuvo la mayor afectación de Sigatoka negra	64
4.3	Elaboración mediante sistema de información geográfica y carta de georreferencia mapas de planos personalizados indicando la incidencia de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> en la zona de estudio planteada .	65
5.	Discusión.....	84
6.	Conclusiones	86

7. Recomendaciones	87
8. Bibliografía	88
9. Anexos.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. División por categorías - Producción nacional de banano	26
Tabla 2. Productos químicos usados para el control de <i>M. Fijiensis</i>	32
Tabla 3. Productos biológicos usados para el control de <i>M. fijiensis</i>	32
Tabla 4. Influencia de los factores climáticos en las diferentes fases del proceso de la enfermedad	33
Tabla 5. Nivel de infestación según Escala de Fouré.....	43
Tabla 6. Incidencia según escala arbitraria	44
Tabla 7. Postulado de Koch como prueba de confirmación.....	47
Tabla 8. Síntomas de la Sigatoka negra según Escala de Foure.	95
Tabla 9. Registro de productores y fincas pertenecientes a la Asociación de Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas.	96
Tabla 10. Cronograma de visitas a las fincas evaluadas.....	97

Índice de figuras

Figura 1. Hectáreas de banano cultivada.....	50
Figura 2. Porcentaje de Has. afectadas por sigatoka negra.....	51
Figura 3. Porcentaje de daño causado por sigatoka negra.....	51
Figura 4. Reducción de producción a causa de <i>M. fijiensis</i>	52
Figura 5. Ciclos de control de sigatoka negra.....	52
Figura 6. Ciclos de aplicaciones de fungicidas en invierno.....	53
Figura 7. Ciclo de aplicaciones de fungicidas en verano.....	53
Figura 8. Clases de fungicidas utilizados para el control de la enfermedad. ...	54
Figura 9. Productos utilizados de acuerdo a normas FRAC 2014.....	54
Figura 10. Método de aplicación de fungicidas.....	55
Figura 11. Grupo químico de fungicidas protectantes utilizados.....	55
Figura 12. Grupo químico de fungicidas sistemicos utilizados.....	56
Figura 13. Mezclas de fungicidas utilizados para el control de la enfermedad. 57	57
Figura 14. Meses de mayor incidencia de sigatoka negra.....	58
Figura 15. Estado de la plantación en la que más afecta la enfermedad.	58
Figura 16. Aplicación oportuna de fungicidas para el control de <i>M. fijiensis</i>	59
Figura 17. Otras enfermedades que afectan a la plantación.....	59
Figura 18. Sistema de fumigación utilizado.....	60
Figura 19. Inversión de aplicaciones de ciclo/has.....	60
Figura 20. Justificación de labores realizadas.....	61
Figura 21. Deshoje como control de la enfermedad.....	61
Figura 22. Intervalo de frecuencia del deshoje.....	62
Figura 23. Obtención de cajas/has.....	63
Figura 24. Hojas presentes al momento de cosechar.....	63

Figura 25. Período de mayor afectación de sigatoka negra	64
Figura 26. Modelo de encuesta.....	98
Figura 28. Modelo de encuesta.....	98
Figura 29. Modelo de encuesta.....	98
Figura 30. Modelo de encuesta.....	98

Resumen

El presente trabajo investigativo fue realizado en los predios pertenecientes a la Asociación de Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas, ubicados en el Cantón Naranjal, Provincia del Guayas, en cultivos de banano ya establecidos y en producción. Esta investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia del fitopatógeno *Mycosphaerella fijiensis* en cada parcela productiva. La población evaluada fue de 19 bananeras y la toma de datos se realizó cada 15 días, empezando desde la semana 3 y extendiéndose hasta la semana 30 del 2020. Se realizó una encuesta referente al manejo de la enfermedad, se contó número de hojas funcionales al momento del enfunde y corte, luego se verificó mediante escalas el estadio y presencia de la enfermedad, posteriormente fue corroborado en laboratorio aplicando los Postulados de Koch. Entre los resultados se obtuvo que el predio con mayor incidencia fue la finca San José, mientras que el predio con menos incidencia fue la finca Lote 1. Los datos de número de hojas funcionales demostraron un mayor deshoje empezando en el mes de mayo, esto se corrobora con las visitas donde se valoraba con ayuda de las escalas la presencia de la enfermedad en avanzados estadios. Los valores de la incidencia según la Escala de Fouré que se presentó en las semanas evaluadas fueron representados en mapas temáticos por cada parcela productiva. Siendo así, se recomendó el uso de escalas para la correcta identificación de los estadios de la enfermedad y la implementación de los sistemas de información geográfica en el cultivo de modo que permita la toma de decisiones de una manera más acertada.

Palabras clave: incidencia, Escala de Foure, *Mycosphaerella fijiensis*, Postulados de Koch.

Abstract

The present research work was carried out in the properties belonging to the Banana Growers Association of Canton Naranjal and Surrounding Areas, located in the Canton Naranjal, Province of Guayas, in already established and producing banana crops. The objective of this research was to determine the incidence of the phytopathogen *Mycosphaerella fijiensis* in each productive plot. The population to be evaluated was 19 banana plantations and data collection was carried out every 15 days, starting from week 3 and extending until week 30 of 2020. A survey was carried out regarding the management of the disease, the number of functional leaves was counted at the time of sheathing and cutting, then the stage and presence of the disease was verified by means of scales, later it was corroborated in the laboratory applying Koch's Postulates. Among the results it was obtained that the farm with the highest incidence was San José farm, while the farm with the lowest incidence was the Lot 1 farm. The data of number of functional leaves showed a higher leaf removal starting in May, this is corroborated with the visits where the presence of the disease in advanced stages was assessed with the help of the scales. Incidence values according to the Four's Scale presented in the weeks evaluated were represented in thematic maps for each productive plot. Thus, it was recommended the use of scales for the correct identification of the stages of the disease and the implementation of geographic information systems in the crop in order to make decisions in a more accurate way.

Keywords: incidence, Four's scale, *Mycosphaerella fijiensis*, Koch's postulates.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Según MAG (2013) en su último catastro bananero oficial, indica que a nivel nacional existen 163.960 hectáreas dedicadas al cultivo de banano.

En relación con SIG, El Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica, SIGTIERRAS, es un Programa emblemático del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Su objeto es establecer un sistema de administración de la tierra rural. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, s.f.)

El desarrollo y procesamiento de información tecnológica que provienen de imágenes satelitales mediante el uso de ordenadores y Sistemas de Información Geográfica dan la oportunidad de obtener resultados que facilitan la toma de decisiones. En el país la consideración en el tratamiento de la información es compleja y amerita la sistematización por medios informáticos de dicha cartografía para optimizar la toma de decisiones en el sector agropecuario tratando siempre de conservar los recursos para las futuras generaciones. (Velasquez, 2015)

Manguashca (2018) expresa que la limitante para aplicar agricultura de precisión, en ciertas zonas de país, es la falta de investigación debido a la inexistencia de zonificación especializada, en cuanto a las variables de clima y suelo, para que la toma de decisiones sea acertada, además acota que los estudios o análisis del espectro electromagnético para obtener una visión espacial están aún en fases de desarrollo.

Madrid (2013) manifiesta que con la llegada de las nuevas tecnologías de información que dan paso a una más rápida y económica recolección de datos, no existe justificación económica ni ambiental para utilizar paquetes tecnológicos fijos

para grandes áreas de cultivo, especialmente en lo que dice relación a fertilización y control de plagas y enfermedades. El mismo autor también expresa que “El Manejo del cultivo por sitio utilizando los Sistemas de Información geográfica (SIG) se desarrolló inicialmente para identificar y mapear la variabilidad espacial de los nutrientes dentro de los lotes de producción y correlacionarla con la variabilidad espacial de rendimiento”. p.47

En el cultivo de banano ya se ha utilizado los sistemas de información geográfica, estos sirvieron para desplegar mapa, los mismos que pueden ser utilizados para asperjar de forma selectiva y con más eficiencia áreas específicas de la plantación. (Martinez, Villalta, Soto, Murillo, & Guzman, 2011)

Arias (2019) en su trabajo de campo experimental evaluó la implementación de un SIG para determinar los indicadores de suelo para banano y determinó que el uso de este sistema permite tener una distribución espacial de los elementos físicos y químicos que influyen en el desarrollo del cultivo de una manera más general.

De la misma manera, (Serna, 2015) en su trabajo investigativo del uso de SIG para modelar la respuesta de productividad en el cultivo de banano concluyó que gracias al uso de este sistema se pudo detectar excesos y deficiencias de nutrientes en la zona estudiada, además permitió el desarrollo de una metodología para la región y gracias a la herramienta de SIG dará cabida en un futuro a mayores análisis a nivel local e implementar acciones para el correcto uso de los recursos.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En el país y específicamente en la zona productora de banano del Cantón Naranjal se ha evidenciado la presencia de Sigatoka Negra durante todo el año productivo, es decir en la época invierno- verano, evidenciando un serio problema

para el productor, es por esto que se plantea el trabajo investigativo denominado “Descripción de la incidencia de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) dentro del área agrícola del Cantón Naranjal”.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será la incidencia de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) dentro del área agrícola del Cantón Naranjal en los meses de enero a julio del 2020?

1.3 Justificación de la investigación

Debido a la presencia de la enfermedad en la zona de estudio, es de suma importancia su debida investigación de presencia y esparcimiento, ya que el patógeno *Mycosphaerella fijiensis* destruye rápidamente el tejido foliar; como consecuencia se reduce la fotosíntesis, se afecta el crecimiento de la planta además de su producción. Los sistemas de información geográfica han demostrado ser una valiosa herramienta de apoyo para realizar análisis territoriales y han evolucionado a favor de la ciencia experimental, es por esto que la implementación de los SIG es catalogada como una buena opción, puesto que cada vez su utilización es más demandada, además proporciona un ahorro de tiempo en el procesamiento de alta gama de información georreferenciada y permite tomar decisiones de un territorio.

La presente investigación proporciono información procesada y actualizada de la situación actual sobre la presencia y estadio de la enfermedad en la época lluviosa que se da en nuestro país, específicamente en las bananeras del Cantón Naranjal, centrándonos en las haciendas/fincas de los agricultores de la Asociación de productores bananeros del Cantón Naranjal y zonas aledañas. Los resultados obtenidos serán un aporte técnico y científico para profesionales y productores de

la zona que permitirá tomar decisiones de manera oportuna con la finalidad de mitigar o disminuir la presencia de la enfermedad y no provoque daño económico.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: El trabajo de investigación denominado “Descripción de la incidencia de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) dentro del área agrícola del Cantón Naranjal” se desarrolló en las haciendas/fincas de los agricultores pertenecientes a la Asociación de productores bananeros del Cantón Naranjal y Zonas aledañas.

Tiempo: El proyecto tuvo lugar entre los meses de enero – julio 2020.

Población: Socios de la Asociación de Productores Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas - Provincia del Guayas.

1.5 Objetivo general

Describir la incidencia de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) dentro del área agrícola del cantón Naranjal en la época lluviosa del 2020.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar in situ los niveles de infestación de Sigatoka negra de forma aleatoria en cada una de las fincas de la zona de estudio.
- Determinar la información base mediante una encuesta estructurada referente al manejo de Sigatoka negra
- Elaborar mediante sistema de información geográfica y carta de georreferencia mapas de planos personalizadas indicando la incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en la zona planteada de estudio.

1.7 Hipótesis

El uso del Sistema de Información Geográfica por su versatilidad en cualquier rama de estudio, será una herramienta para poder clasificar de una manera total y con un base de datos, estableciendo y georreferenciando la presencia del

Mycosphaerella fijiensis en la Asociación de Productores Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

En el sector bananero se han introducido nuevas tecnologías innovadoras para aumentar el nivel de precisión y calidad en los cultivos, entre las cuales figura el Sistema de Información Geográfica, el cual ayuda al despliegue de mapas y colaborando en el desarrollo de las labores de una manera más específica. (Martinez, Villalta, Soto, Murillo, & Guzman, 2011). Como ya nos consta, resulta importante la manipulación de herramientas tecnológicas que se basan en sistemas de posicionamiento global para la eficiencia de mayor producción por área e incrementación de la productividad. (Bolivar, Arroyo, Perret, & Soto, 2013)

Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (2018) en el país hay un uso de suelo agrícola de 2.197.231 has, representando el 100%. En el caso de banano, a nivel nacional comprende 181.548 has que representa un 8.26%. Naranjal comprende una superficie de 201.000 hectáreas (GAD Naranjal, 2019) de los cuales el área agrícola es de 72.965 has.

Bucheli (2013) manifiesta que esto refleja el 17.14% de uso de suelo agrícola del cantón, con una producción de banano en 12.508.04 has.

La agricultura de precisión entra debido a la necesidad de producción constante con precios competitivos, ayuda en el análisis de cada paso que se da en un predio y permite al agricultor hacer todas sus actividades en el momento preciso y con la medida justa sin desperdiciar insumos, es decir, este tipo de agricultura reúne todo, trae economía, protección ambiental y seguridad. (Oviedo, Nuñez, & Sapaans, 2011)

Campoverde y Crespo (2012) indican que “La incorporación de tecnología moderna ha permitido manejar con mayor interés y calidad a la agricultura de

precisión en todos sus aspectos, permitiendo conocer y tratar cada zona productiva de acuerdo a su potencial” (p.20).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Banano (*Musa paradisiaca*)

Arias, Dankers, Liu y Pilkauskas (2002) afirman que el banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el

trigo y el maíz. El banano es un alimento básico y un producto de exportación. Como producto de exportación, el banano contribuye de forma decisiva a las economías de muchos países de bajos ingresos, entre los que figuran Ecuador, Honduras, Guatemala, Cote d’Ivoire, Camerún y Filipinas. Es la fruta fresca más exportada en el mundo en cuanto a volumen y valor. (p.1). (Arias, Dankers, Liu, & Pilkauskas, 2004)

2.2.1.1 Origen del Banano

Rosales (2012), sostiene que el banano (*Musa Paradisiaca*), es originario del Sureste de China e Indochina. De allí pasó a la India y se cree que fueron los ejércitos de Alejandro Magno quienes los trajeron al Mediterráneo, donde se estableció su cultivo sobre el siglo VII. A Canarias llegó en el siglo XV procedente de Guinea, y desde el archipiélago, los conquistadores españoles lo llevaron a Santo Domingo y Jamaica, para posteriormente extender su cultivo por el resto del Caribe, Centroamérica Sudamérica.

2.2.1.2 Taxonomía

Rodríguez (2011), indica que el banano pertenece a un grupo, probablemente de más de 30 especies conocidas bajo el nombre científico genérico de *Musa*. Las

especies parentales del banano son *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*; los bananos comestibles aparecieron a través de mutaciones o hibridaciones naturales de una o ambas especies dando origen a grupos híbridos de los cuales se derivan los bananos y los plátanos. Posteriormente los agricultores ayudaron a mezclar y seleccionar las variedades.

Por su parte, (Kress, 1990) indica la siguiente taxonomía:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	paradisiaca.

2.2.1.3 Características morfológicas

Los bananos son hierbas gigantes con pseudotallos aéreos que se originan de bulbos o también llamados “cormos” carnosos en los cuales se desarrollan varias yemas laterales o “hijos”. Las hojas comprenden una distribución helicoidal y las bases foliares circundan el tallo dando origen al pseudotallo. La inflorescencia es terminal y crece a través del pseudotallo hasta alcanzar la superficie. (Holguin, 2006)

2.2.1.3.1 Rizoma

También llamado tallo subterráneo, bulbo o cormo, es una estructura cónica o asimétrica, con el eje central curvo y doblado hacia arriba, formado por muchos entrenudos cortos, marcados por la base o cicatriz de las hojas y escamas que lo atraviesan en gran parte de su anchura. (Leon, 1987)

2.2.1.3.2 Sistema radicular

Las raíces de la planta de banano poseen forma de cordón y se muestran en grupos: son blancas y tiernas al inicio, amarillean y se endurecen ligeramente según van envejeciendo. Su diámetro varía según la variedad, pueden tener entre 5 y 8 mm, la longitud es muy diversa y se da en relación al tipo de suelo, aunque pueden pasar de los 3 o 4 metros. Estas raíces primarias emiten abundantes raíces secundarias de unos 2 o 3 mm de diámetro aproximadamente. (Holguin, 2006)

2.2.1.3.3 Tallo

Rizoma grande que esta coronado de yemas, las mismas que se desarrollan luego de que la planta ha florecido y dado fruto. Cuando cada rizoma alcanza la madures, su yema terminal se convierte en una inflorescencia. (Infoagro, 2014)

2.2.1.3.4 Hojas

La hoja consta de base o vaina foliar, pseudopetiolos y laminas. Las hojas están distribuidas en forma espiral, el patrón filotaxico varia en diferentes clones y especies. Las largas bases foliares se traslapan y forman un pseudotallo robusto, a través del cual crece la inflorescencia terminal. (Fagiani & Tapia, 2014)

2.2.1.3.5 Flores

Es una de las fases intermedias en el desarrollo fisiológico de la planta, una parte del punto de crecimiento se transforma en una yema floral, después en una etapa de diferenciación avanzada se observa un tallo o raquis muy pequeño que la une con el cormo. (Jaramillo, 1982)

2.2.1.3.6 Fruto

El desarrollo del fruto es partenocárpico o sin polinización. La epidermis del fruto está constituida de células cuadrangulares, estomas y una bien definida cutícula,

bajo la epidermis hay de 6 a 11 capas de parénquima hipodérmico, usualmente con cloroplastos y rafidios. (Soto, 1985)

2.2.1.4 Características edafo-climáticas

Davalos (2018) manifiesta que para el cultivo de banano se debe coincidir con los siguientes factores:

- **Clima:** favorable el trópico húmedo con temperaturas que van desde 18.5°C – 35.5°C.
- **Pluviosidad:** cantidad mínima de lluvia de 120 mm o precipitaciones de 44 mm semanales.
- **Luminosidad:** optimo 1.000 a 1.500 horas luz al año.
- **Viento:** ideales en zonas con vientos no mayores a 30 km/h.
- **Humedad relativa:** menor al 80%, humedades relativas altas dan cabida a plagas y enfermedades.
- **Altitud:** recomendable 0 a 300 msnm.

Por lo que respecta al suelo, (Fagiani & Tapia, 2014) indican que el suelo favorable para el cultivo es aquel que presenta textura franco arenosa, franco arcilloso, franco arcillo limoso y franco limoso, con buen drenaje y alta fertilidad.

2.2.1.5 Banano en el Ecuador

A nivel nacional los principales cultivos de banano se encuentran en el Litoral Ecuatoriano debido a que esta región contiene el clima idóneo para el cultivo de esta fruta, la estructura productiva del banano según publicaciones de organismos como el INEC y el MAGAP especifican que en el país las Unidades de Producción Agrícolas (UPAs) destinadas al cultivo del banano están divididas en tres clases que son las de los pequeños productores los 20 cuales tienen UPAs de 0 a menos de 20 hectáreas, la de los medianos productores los cuales tienen UPAs de 20 a

menos de 100 hectáreas y la de productores grandes que tienen UPAs de 100 a más de 200 hectáreas (Aguilar, 2015)

Por su parte (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013) en el último catastro bananero realizado en el año 2013, muestra la nueva división creada de acuerdo a la cantidad de hectáreas productivas con sus respectivos colores identificables.

Tabla 1. División por categorías - Producción nacional de banano

RANGO	CATEGORIA	NÚMERO DE HECTAREAS	NÚMERO DE PREDIOS	NÚMERO DE PRODUCTORES
(0 - 30)	PEQUEÑO	35.414	4.347	3.850
(31-50)	MEDIANO	22.307	572	518
(51-100)	MEDIANO-GRANDE	37.404	528	441
(101-200)	GRANDE	35.263	256	215
(201-ADEL)	MUY GRANDE	33.572	96	73
	TOTAL	163.960	5.798	5.097

Fuente: Último catastro bananero
Ministerio de Agricultura y ganadería, 2013

Ecuador es el mayor exportador de banano del mundo y su presencia en el comercio mundial va en aumento. Las exportaciones crecieron de un millón de toneladas en 1985 a 3,6 millones de toneladas en 2000. Esto equivale a un índice medio anual de casi el 9 por ciento, el más elevado de los cinco países exportadores más importantes. Este crecimiento se vio apoyado sobre todo por el aumento de la superficie plantada y, en menor medida, por el incremento de los rendimientos por hectárea. Cerca del 18 por ciento de los bananos comercializados en el mundo durante los años setenta y ochenta procedían de Ecuador y este porcentaje aumentó en los años noventa hasta el 30 por ciento. La producción y el comercio del banano en Ecuador ofrecen empleo directo a una cifra estimada de 380 000 personas. (Arias, Dankers, Liu, & Pilkauskas, 2004)

La producción y agro exportación bananera en el Ecuador, ha ido creciendo poco a poco a pesar de que ha tenido que sobrellevar varias etapas tanto de auge y de déficit. El mercado del banano del Ecuador se lo considera un mercado único ya que ha podido surgir mediante el impulso de un gran número de pequeños y medianos productores, a pesar de que en su mayoría estén obligados a vender su fruta sometidos a los reglamentos e impuestos establecidos por los pocos exportadores existentes en el país, es una de la economías englobadas netamente por la actividad agrícola la misma que constituye el principal motor de impulso del desarrollo hasta la actualidad. (Pineda, 2011)

Aguilar (2015) manifiesta que “En el Ecuador se cultivan tres tipos de banano siendo el más importante el denominado banano “Cavendish”, seguido por el “Guineo Orito” y el guineo morado llamado “Banana Rose”.

2.2.1.4 Importancia económica del banano

Tumaco (2011) manifiesta que el banano constituye para el país fuentes generadoras de trabajo, alimento y divisas. Este producto se cultiva en unas 100 mil hectáreas que se distribuyen principalmente por el litoral. p. 98

Un informe de Lizarzaburu (2018) indica que “El banano es la carga más importante de los puertos nacionales y las navieras”. Los gremios dan un cálculo de crecimiento del 3% en las exportaciones de esta fruta; empresas de cartón, plástico, puertos, insumos, fumigadoras, etc, dependen del cultivo por ende el banano genera un gran impacto social y económico.

El banano sigue siendo un puntal de las exportaciones ecuatorianas, además de ser esencial en la producción de algunas provincias del país. El comercio de este producto abarca diversos países. Es así como el principal destino y con una

tendencia creciente es Rusia. (Asociación de exportadores bananeros del Ecuador, 2017)

2.2.2 Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*)

2.2.2.1 Árbol taxonómico

Cabi (2019) citando a Morelet (1969) indica la siguiente descripción del árbol taxonómico de *M. Fijiensis*:

Dominio: eucariota

Reino: hongos

Filo: Ascomycota

Subfilo: Pezizomycotina

Clase: Dothideomycetes

Subclase: Dothideomycetidae

Orden: Capnodiales

Familia: Mycosphaerellaceae

Género: *Mycosphaerella*

Especie: *Mycosphaerella fijiensis*

2.2.2.2 *Mycosphaerella fijiensis*

Álvarez, Pantoja, Gañan y Ceballos (2013), afirman que la Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es la enfermedad foliar que representa la principal limitante en la producción de musáceas a nivel mundial. La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas. Adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto. (p.4).

Clúster Banano (2017) menciona que “fue reportada por primera vez en Fiji en el año 1963, las lesiones en la Sigatoka negra se conocen también con el nombre *Mycosphaerella fijiensis* que es el hongo que produce conidióforos en grupos pequeños”

M. fijiensis se reproduce en forma asexual y sexual. La reproducción asexual se presenta en lesiones jóvenes de la enfermedad (estrías 2 y 3 y el primer estadio de mancha). Los conidios aparecen en conidióforos sencillos que emergen de los estomas, principalmente por la superficie abaxial de las hojas. Los conidios se dispersan por el salpique de la lluvia y se asocian con la diseminación de la enfermedad a corta distancia. La fase sexual, de mayor importancia en el desarrollo de la enfermedad, se produce en las lesiones maduras, en estructuras denominadas pseudotecios, en cuyo interior se encuentran las ascosporas, las cuales son liberadas al ambiente en períodos de alta humedad para ser dispersadas hasta largas distancias por las corrientes de aire. (Martinez, Villalta, Soto, Murillo, & Guzman, 2011)

Esta enfermedad ha sido reportada en la mayoría de zonas de trópicos y subtropicos donde se cultivan las musáceas. Las variedades de plátano y banano más importantes y extensamente cultivadas son susceptibles a esta enfermedad que bajo las condiciones favorables puede reducir la producción de 35 hasta 50% (Pantoja, Gañan, Alvarez, & Ceballos, 2013). El Productor (2017) indica que “Sus primeros síntomas son visibles en la superficie inferior de la hoja de banano y si no es tratada a tiempo podría llegar a destruir toda la planta.”

El agente patógeno penetra a través de los estomas de las hojas jóvenes, se desarrolla en el interior de ellas, causando la muerte de sus células tejido, produciendo zonas extensas de necrosis foliar que , en casos extremos, deja la

planta solo con dos o tres hojas sanas, reduciendo considerablemente la actividad fotosintética como consecuencia una reducción marcada de su productividad que se manifiesta en el tamaño del racimo y en el número de retoños. (Cabezas, 2003)

Bayer (s/f) expresa que “La agresividad de la enfermedad es tan grade que en 21 días el hongo completa su ciclo causando necrosis del tejido”.

2.2.2.3 Sigatoka Negra en Ecuador

Holguín (2006) señala que la Sigatoka Negra en América del Sur, apareció por primera vez en Colombia en el año de 1981, por su parte, Núñez (1987) acota que esta enfermedad apareció en el Ecuador el 30 de enero de 1987 en la zona norte de Esmeraldas en la Hacienda “Timbre”.

La distribución de la enfermedad fue muy desigual en el país, ya que apareció en la Hacienda “Clementina” de Los Ríos, luego apareció en la Hacienda “Santa Elena” en la zona Sur de la Provincia de El Oro. Posteriormente fue distribuyéndose en todo el país y para el año de 1988-1989 todas las plantaciones estaban infectadas de Sigatoka Negra, habiendo desplazado en un 90% la Sigatoka Amarilla. (Holguin, 2006)

La Sigatoka Negra apareció en Ecuador en el año 1987 reemplazando a la Sigatoka amarilla de menor severidad, para el año 1992 ya se había expandido en todas las zonas bananeras del país, su severidad incrementó a medida que pasaba el tiempo y los ciclos de aplicación aérea aumentaron entre el 40 y 100% del 2007 al 2010 en adelante. (Calle & Yangali, 2014)

Serrano (2014) refiere que en el país se utiliza alrededor de 4 700 000 litros de fungicidas al año para mantener el control de la enfermedad.

2.2.2.4 Manejo de la enfermedad

Intagri (2018) expresa que la sigatoka negra está influenciada principalmente por las condiciones climáticas, manejo del cultivo y variedad susceptible, es por esto que el control integral incluye manejo cultural, control químico y control biológico. (p.7)

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2008) indica que los fungicidas son productos eficaces para el manejo de la enfermedad haciendo uso de diversos grupos químicos tales como morfolinas, triazoles, estrobilurinas, guanidinas, carboxamidas y protectantes y aplicados de acuerdo a las recomendaciones de la FRAC y COMTEC.

El mismo autor recomienda prácticas de campo tales como el deshoje o cirugías, despuente temprano, adecuado distanciamiento de población, sistema de riego y drenaje funcional, control de malezas y fertilización de acuerdo a análisis correspondientes.

2.2.2.5 Productos usados para su control

Cluster banano (2018) indica que la Sigatoka negra no se puede erradicar o controlar totalmente ya que es una enfermedad policíclica en cultivos permanentes con condiciones climáticas favorables para su desarrollo.

El control de *M. fijiensis* se basa en el uso continuo de fungicidas acompañado de prácticas de cultivo (Santos, y otros, 2008). La aplicación de fungicidas químicos ayuda en la disminución del daño causado por la enfermedad, pero su uso debe ser justificado y bajo supervisión (Álvarez, Pantoja, Gañán, & Ceballos, 2013)

Para su control (Bayer, s/f) ofrece productos tales como:

Tabla 2. Productos químicos usados para el control de *M. Fijiensis*.

Grupo químico	Nombre comercial
	Folicur
Triazol	
	Silvacur combi
Spiroketalamina	Impulse
Pyridinyl ethyl benzamide y Anilino-pyrimidinas	Luna Tranquility
Anilinopyrimidina	Siganex
Estrobirulina	Tega

Fuente: Bayer, s/f

Y en productos biológicos ofrece:

Tabla 3. Productos biológicos usados para el control de *M. fijiensis*

Ingrediente activo	Nombre comercial
Bacillus pumilus	Sonata
Bacillus subtilis	Serenade

Fuente: Bayer, s/f

Powmyl, del grupo Sumitomo Chemical, también ofrece una alternativa de control para la enfermedad, este es un producto nuevo en el mercado.

A la par de estos productos también se usa aceite agrícola, ya que este ayuda a la dispersión y penetración de los fungicidas en la hoja (Campoverde, Evaluación varios fungicidas y un entomopatógeno para el control de sigatoka negra en banano orgánico, 2014). Uno de los más utilizados en el país es Harvestol 12 que es de alta compatibilidad con fungicidas convencionales y orgánicos, este producto es de la industria Lub Line. (Garzon, 2017)

2.2.3 Influencia Climática

Las fases de la enfermedad son fuertemente influenciadas por las condiciones climáticas. La esporulación y germinación requieren de una alta condición de humedad. Las diseminaciones conidial y ascospórica se producen al interior de la plantación, en sentido vertical descendiente la primera y ascendente la segunda. En el primer caso la lluvia o el escurrimiento del rocío foliar constituyen el factor predominante. En el segundo caso, este factor está dado por las corrientes ascendentes de aire húmedo originado en el calentamiento del suelo por la incidencia de los rayos solares. (Cabezas, 2003). En la Tabla 4 se sintetiza la influencia de los factores climáticos en las diferentes fases del proceso de la enfermedad.

Tabla 4. Influencia de los factores climáticos en las diferentes fases del proceso de la enfermedad

FASE	CONDICION	FACTOR CLIMATICO
Esporulación	Hoja mojada	Lluvia
Diseminación	Escurrimiento de agua de hojas superiores a las inferiores (Conidias)	Lluvia
	Corrientes térmicas ascendentes (ascosporas)	Sol
Germinación	Película de agua sobre la hoja	Lluvia o alta humedad relativa

Fuente: Cabezas,2003

2.2.4 Agricultura de precisión

Vela (2016) manifiesta que la agricultura de precisión da cabida a un conjunto de tecnologías computacionales que tiene como finalidad racionalizar la toma de

decisiones para la correcta aplicación de insumos de acuerdo a lo recomendado con su proceso de producción.

Por su parte Reetz (2014) señala que la agricultura de precisión está disponible para el agricultor y sus asesores brindando nuevas e interesantes posibilidades de mejorar los sistemas de gestión de la producción agrícola.

Esta es la tendencia que está dando la pauta en la maximización de los recursos para el cultivo de todo tipo de especies comestibles, de esta manera nos permite controlar el óptimo uso de recursos como el agua y fertilizantes, implementar los ambientes más propicios, lograr el mayor tamaño o la mayor cantidad de producción. Esta tecnología favorece el consumo necesario de agua y pesticidas contribuyendo de esta manera en la conservación del entorno y medio ambiente. (Bongiovanni, Mantovani, Best, & Roel, 2006)

La agricultura de precisión no sólo se considera como otra opción ante la producción agrícola tradicional, sino como una necesidad de innovación que recopila un conjunto de técnicas que se orientan a optimizar el uso de insumos en función de varios desafíos como la creciente demanda de la población mundial, factores ambientales y optimización de recursos económicos, entre otros. (Instituto Espacial Ecuatoriano, 2018)

Este tipo de agricultura le provee al agricultor una mejor producción, además de instruirlo en el buen uso y aprovechamiento de la tierra y de esta manera generar mayor utilidad en su negocio. (Hurtado, 2012)

2.2.5 Postulados de Koch y la fitopatología

Robert Koch, creador de los 4 postulados, los publicó por primera vez en 1882, pero fue hasta 1890 que los postulados se publicaron tal y como los conocemos hoy en día. Los postulados de Koch son los siguientes:

1. La bacteria patógena debe ser proveniente de animales enfermos y ser aislada, nunca de animales sanos.
2. Cuando el animal está enfermo la bacteria debe ser aislada en un cultivo puro.
3. Debe reproducirse la enfermedad si esta fue inoculada en otro individuo.
4. La bacteria debe ser aislada en cultivo puro. (Castillo, 2007)

Para adaptar la versión original de los postulados, la fitopatología género conceptos nuevos y enriqueció la versión original de los mismos. Bos (1981) citado por Volcy (2008) dividió el proceso de diagnóstico de virus de plantas en “mandamientos”, los cuales van desde rangos del hospedero, distribución e incidencia de la enfermedad y sintomatología, definidos⁹ como “datos del paciente”, hasta etiología definida como la persistencia de infectividad presente en la savia, inoculación en serie, microscopía electrónica y propiedades físico-químicas. A continuación, se contemplan 4 postulados:

1. La asociación del virus con la enfermedad.
2. Aislamiento de la planta enferma para separarla de contaminantes y multiplicarlo en una planta indicadora, luego conocer sus características físico-químicas.
3. Inoculación de plantas sanas para reproducir la enfermedad.
4. Re aislamiento de las plantas inoculadas con la enfermedad.

2.2.6 SIG

Esri (2019) indica que un sistema de información geográfica (SIG) es usado para categorizar y describir la tierra y otras geografías, para analizar y mostrar la información a la que se hace referencia espacialmente, el objetivo del mismo es crear, compartir y aplicar útiles productos de información basada en mapas que

respaldan el trabajo de las organizaciones, así como crear y administrar la información geográfica pertinente.

Servicio Geológico Mexicano (2017) define al SIG como un “Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra” o también “Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra, para satisfacer necesidades de información concretas”

El SIG funciona como base de datos geográfica asociada a los objetos existentes en un mapa digital y dan respuesta a las consultas interactivas de los usuarios, analizando y relacionando diferentes tipos de información con una sola localización geográfica. Este sistema da paso a separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena de forma independiente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando la posibilidad de relacionar la información existente para la obtención de resultados. (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

En el SIG los mapas son usados para la comunicación y comprensión de grandes cantidades de información de una forma organizada, estos ayudan a descubrir e investigar patrones y comparar informes de datos de diversas entidades y los cambios que se producen en los fenómenos a lo largo del tiempo. (Esri, 2019)

2.2.7 Software a utilizar

2.2.7.1 ArcGis

ArcGis es un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica y permite realizar trabajo SIG profesional. Este sistema incluye software, una infraestructura on-line basada en la nube, herramientas profesionales, recursos configurables como plantillas de

aplicación, mapas base listos para utilizar y contenido propio compartido por la comunidad de usuarios. La compatibilidad con las plataformas de servidor y de la nube posibilitan la colaboración y el uso compartido, lo que garantiza que la información vital para la planificación y la toma de decisiones está disponible de inmediato para cualquiera. (ESRI, 2019)

ArcGis permite:

- Resolver problemas
- Tomar mejores decisiones
- Planificar adecuadamente
- Utilizar los recursos más eficientemente
- Anticipar y administrar los cambios
- Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
- Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- Aumentar la comprensión y los conocimientos
- Comunicar de forma más efectiva
- Educar y motivar a otros

Y puede:

- Crear, compartir y utilizar mapas inteligentes
- Compilar información geográfica
- Crear y administrar bases de datos geográficos
- Resolver problemas con el análisis espacial

(ESRI, 2019)

2.3 Marco legal

La Constitución del Ecuador, Capítulo Primero, indica:

Art 15.- (Uso de tecnologías limpias y no contaminantes). - El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el agua.

Capítulo Segundo, en la Sección segunda, expresa que:

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

La Constitución del Ecuador, Capítulo Segundo, en la Sección séptima, expresa que:

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. (Asamblea Constituyente, 2019)

Según el Plan Toda Una Vida.

Objetivo 5.

Política 5.7: Garantizar el suministro energético con calidad, oportunidad, continuidad y seguridad, con una matriz energética diversificada, eficiente, sostenible y soberana como eje de la transformación productiva y social.

Política 5.8 Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad

Objetivo 6.

Política 6.3: Impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia y acceso a mercados y sistemas productivos alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades, 2017)

3. Materiales y métodos

3.2 Enfoque de la investigación

3.2.1 Tipo de investigación

El presente trabajo fue una investigación descriptiva que, a través de mapas temáticos, permitió identificar zonas críticas de incidencia de la Sigatoka Negra dentro del área agrícola de las fincas pertenecientes a la Asociación de Bananeros del Cantón Naranjal y zonas aledañas.

3.2.2 Diseño de investigación

Esta investigación se fundamentó en componentes de campo, desde donde se obtuvo la información descriptiva a través de encuestas estructuradas pertinentes de tipo objetiva, toma de datos de números de hojas funcionales a la hora de enfunde y corte, además de la valoración de la enfermedad con ayuda de la Escala de Fouré y una escala arbitraria, luego en laboratorio, la comprobación de la presencia del hongo con los Postulados de Koch que permitió valorar la incidencia de la Sigatoka Negra en la zona de estudio y presentarlos con la ayuda gráfica de mapas generados en el software ArcGIS.

3.3 Metodología

3.3.1 Variables

3.2.1.1. Variable de respuesta

Dentro de las variables independientes que se evaluarán en este estudio y que se encuentran indicadas en la encuesta estructurada de la Figura 26-27-28-29-30.

Modelo d encuesta están:

- El clima
- Tipo de suelo
- Manejo de las fincas

- Frecuencia de aplicaciones
- Incidencia de Sigatoka
- Volúmenes de fungicidas
- Ingrediente/marcas utilizadas/moléculas
- Formas de aplicación
- Niveles de cosecha/ cajas

Además, se incluye la variable número de hojas funcionales al momento del enfunde y corte.

3.3.2 Diseño del muestreo

Para llevar a cabo este estudio se realizó un muestreo no probabilístico, que presto la facilidad en la recolección de la información dentro de las fincas. Parte de la información fue proporcionada por la asociación. En este sentido, el número de fincas a partir de las cuales se obtuvo la información fue de 19 bananeras.

3.3.3 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos bibliográficos

Para la elaboración de la presente investigación se han tomado datos de libros, informes técnicos, fichas técnicas, documentos de sitios web, tesis de diferentes universidades públicas del país, cartografías de portales web, biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador y Centro de Información Agraria.

3.2.4.2 Recursos humanos

- Docentes Catedráticos de la Universidad Agraria del Ecuador.
- Profesional representante de la Asociación de Productores Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas.
- Alumna.

- Personal de Haciendas/fincas.

3.2.4.3 Materiales y equipo

Material biológico

- Cultivo de banano ya establecido.

Herramientas

- Podón
- Curvo

Equipos de campo

- Cámara fotográfica
- Fundas Ziploc
- Caja térmica
- Guantes
- GPS
- Cuaderno de apuntes
- Bolígrafos

Equipos de laboratorio

- Microscopio
- Porta y cubre objetos
- Pinzas
- Tijeras
- Mechero
- Cajas Petri
- Computadora
- Impresora

Software

- ArcGis 10.3.1
- Google Earth
- Excel 2019
- Microsoft Word 2019

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Para este estudio se partió con la ejecución de una encuesta a principios del proyecto investigativo, para la evaluación de la incidencia en las parcelas se procedió a realizar una visita cada 15 días por el lapso de 28 semanas y para la toma de muestra se seleccionaron varios puntos, se valoró el estadio de la enfermedad con ayuda de la Escala de Fouré, además de una escala arbitraria que indicaba si la zona de estudio tenía presencia de la enfermedad. En estas visitas también se evaluó la variable número de hojas al momento de enfunde y corte; luego en laboratorio se procedió a realizar una prueba de confirmación utilizando los Postulados de Koch, con estas observaciones se sacó una media, la cual ayudo a la calificación de la parcela.

Para la confección del Sistema de Información Geográfica se partió de la información obtenida en trabajo de campo realizando el mapeo del área a explorar, luego se procedió a conformar la base de datos (campos) que se asociaron a las capas correspondientes con ayuda del software ArcGis, en donde la principal herramienta que se utilizo fue el comando Interpolación- IDW.

3.3.4 Análisis estadístico

La información se valoró a través de estadística descriptiva determinando índices como promedios y distribuciones de frecuencia.

4. Resultados

4.1 Evaluación in situ de los niveles de infestación de Sigatoka Negra de forma aleatoria en cada una de las fincas de la zona de estudio

4.1.1 Nivel de infestación según Escala de Fouré

Tabla 5. Nivel de infestación según Escala de Fouré.

FINCA	ENERO			FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO			JUNIO				JULIO				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
2 HERMANOS SILVIA PAULA	E2		E2		E3		E2		E3		E4		E4		E4		E4		E4		E4		E4		E4		E4		E4	
EL CONGO	E2		E2		E3		E2		E4		E4		E4		E4		E4		E6		E4		E4		E5		E5		E6	
YOLANDA		E2		E2		E3		E4		E4		E3		E5		E4		E5		E5		E5		E5		E5		E5		
CARMEN BURI	E2		E2		E2		E2		E4		E4		E4		E5		E4		E5		E5		E5		E4		E5		E5	
MERCEDES		E2		E3		E3		E3		E3		E3		E5		E4		E4		E5		E5		E4		E6		E5		E5
MERCEDES 2	E2		E2		E3		E3		E4		E4		E4		E4		E6		E5		E4		E4		E5		E5		E5	
LA ISLA		E2		E3		E2		E4		E5		E4		E4		E5		E5		E5		E5		E5		E5		E5		E5
JORGE ROMINA 3	E2		E2		E3		E2		E4		E3		E5		E4		E5		E5		E6		E4		E6		E6		E6	
HERMANOS		E2		E2		E3		E3		E3		E3		E4		E4		E5		E5		E5		E4		E5		E5		E5
LOTE 1	E2		E2		E3		E3		E3		E4		E5		E4		E4		E5		E5		E4		E5		E5		E4	
CARMITA 3		E2		E2		E3		E4		E4		E4		E4		E5		E5		E5		E5		E4		E5		E6		E6
CARMITA 2	E2		E2		E3		E2		E4		E4		E4		E4		E4		E5		E5		E5		E6		E5		E5	
JUANITO		E2		E3		E3		E3		E4		E3		E5		E5		E4		E5		E5		E5		E5		E5		E5
FRUTA DE PAN	E2		E2		E3		E2		E4		E3		E5		E5		E4		E4		E4		E4		E4		E4		E4	
LA PLAYA		E2		E3		E3		E4		E5		E3		E5		E4		E4		E4		E4		E4		E5		E4		E5
LA LOPEZ	E2		E2		E2		E3		E3		E4		E4		E4		E5		E5		E5		E5		E5		E5		E5	
VILLANUEVA		E2		E3		E3		E4		E4		E4		E5		E5		E5		E5		E5		E4		E4		E5		E5
SAN JOSE	E4		E4		E4		E4		E4		E6		E5		E5		E5		E5		E5		E5		E5		E5		E6	

Zumba, 2020

En la Tabla 5 se detalla el nivel de infestación según la Escala de Fouré, en la cual se tomó los datos en las fincas de los productores cada 15 días, de acuerdo al calendario bananero se inició en la semana 3 y se extendió hasta la semana 30, de esta manera cada finca fue evaluada por el lapso de 14 semanas.

4.1.2 Incidencia según escala arbitraria

Tabla 6. Incidencia según escala arbitraria

Fincas	(0) Infección controlada	(1) Infección no controlada
2 HERMANOS		14
SILVIA PAOLA	1	13
EL CONGO	1	13
YOLANDA	1	13
CARMEN BURI	2	12
MERCEDES		14
MERCEDES 2		14
LA ISLA	2	12
JORGE ROMINA		14
3 HERMANOS	1	13
LOTE 1	4	10
CARMITA 3		14
CARMITA 2	1	13
JUANITO		14
FRUTA DE PAN	1	13
LA PLAYA	1	13
LA LOPEZ	2	12
VILLANUEVA		14
SAN JOSE		14

Zumba,2019

Para la valoración de la enfermedad, según la escala arbitraria que se muestra en la Tabla 6, se procedió a evaluar la zona de estudio dándole una valoración de (0) si en el espacio evaluado la enfermedad estaba visiblemente controlada y (1) si el espacio estaba visiblemente con la enfermedad no controlada.

La Tabla 6 es una tabla sintetizada con los resultados de la evaluación que se realizó en campo, en donde:

Para la finca 2 Hermanos la enfermedad estaba visible en todas las semanas de evaluación.

En la finca Silvia Paola, la semana 21 del mes de mayo fue la única semana en donde, según la evaluación visual, demostró tener la enfermedad controlada, mientras que las 13 semanas restantes la enfermedad estaba sin controlar.

Respecto a la finca El Congo, al igual que la finca Silvia Paola, la enfermedad estuvo visiblemente controlada en la semana 21, mientras que las demás semanas evaluadas demostró estar sin controlar.

En la finca Yolanda, de acuerdo a la evaluación realizada demostró estar con la enfermedad controlada en la semana 10 perteneciente al mes de marzo, y las 13 semanas restantes demostró estar con la enfermedad sin controlar.

Para la finca Carmen Buri, en la semana 5 del mes de enero y 7 del mes de febrero, según la evaluación visual indicaron estar con la enfermedad controlada, mientras que las 12 semanas restantes la enfermedad se mostró estar sin controlar.

En las fincas Mercedes y Mercedes 2, en todas las semanas evaluadas demostraron tener presencia de la enfermedad no controlada

La finca La Isla en las semanas 12 y 13 pertenecientes a las últimas semanas del mes de marzo, demostraron tener la enfermedad controlada, mientras que las semanas restantes estaba visiblemente sin controlar.

Para la finca Jorge Romina en todas las evaluaciones realizadas indico que todas las semanas estuvieron con la enfermedad sin controlar.

En la finca 3 Hermanos demostró estar con la enfermedad controlada en la semana 7 perteneciente al mes de febrero, mientras que las semanas anteriores y continuas a esta demostró estar sin controlar.

Con respecto a la finca Lote 1, en las semanas 9, 11, 12 y 13, según la evaluación con la escala arbitraria demostró ser la finca con más semanas en la cual la enfermedad estuvo controlada, mientras que las 10 semanas restantes la enfermedad se mostró sin controlar.

Para las fincas Carmita 3, Juanito, Villanueva y San José, según las observaciones semanales realizadas demostraron estar las 14 semanas con signos de la enfermedad.

La finca La Playa en todas las semanas mostro presencia de la enfermedad sin controlar, excepto por la semana 10 del mes de marzo en donde no mostro signos visibles del patógeno.

De la misma forma las fincas Fruta de Pan y Carmita 2 en la semana 15 del mes de abril demostraron tener la enfermedad bajo control, mientras que las demás semanas se mostraron sin controlar.

Po último, para la finca La López, en las semanas 9 y 10 perteneciente a la última semana de febrero y primera semana de marzo, demostraron tener la enfermedad controlada, y las demás semanas indicaron estar con la enfermedad sin controlar.

Recapitulando, según los resultados de la escala arbitraria, la finca con más semanas con la enfermedad controlada fue la finca Lote 1 con 4 valoraciones en (0), seguida por las fincas Carmen Buri, La Isla y La López con 2 valoraciones en (0) cada una. Las fincas Silvia Paola, El Congo, Yolanda, 3 Hermanos, Carmita 2, Fruta de Pan y La Playa tuvieron 1 valoración en (0), mientras que las fincas

restantes, según la evaluación efectuada, resultaron tener presencia visible de Sigatoka negra en todas las semanas de valoración.

4.1.3. Prueba de confirmación – Postulados de Koch

Tabla 7. Postulado de Koch como prueba de confirmación

MESES	SEMANAS	INFESTACION (%)
ENERO	3	100
	4	100
	5	100
FEBRERO	6	100
	7	100
	8	100
	9	100
MARZO	10	78,57
	11	100
	12	100
	13	100
ABRIL	14	100
	15	100
	16	78,57
	17	100
	18	100
MAYO	19	100
	20	100
	21	100
	22	100
JUNIO	23	100
	24	100
	25	100
	26	100
JULIO	27	100
	28	85,1
	29	100
	30	100

Zumba,2019

En la Tabla 7 se presenta el resultado sintetizado que resulto de las evaluaciones utilizando la metodología de los Postulados de Koch para comprobar el nivel de infestación, para esta evaluación se utilizó la valoración (0) para indicar que no existía presencia del hongo y la valoración (1) si se registraba existencia del hongo en la muestra.

De acuerdo a los resultados presentados, se muestra en la semana 10 un promedio de 78,57%, esto indica que tres fincas, según la prueba de confirmación, no presentaron existencia del hongo en las muestras evaluadas; estas fincas son: Lote 1, Silvia Paola y 3 Hermanos.

En la semana 16 se evidencia un promedio de 78,57%, de la misma manera pertenecen a 3 fincas en donde no se evidencio presencia del hongo en las muestras estudiadas, estas fincas son: Lote 1, Carmen Buri y La López.

Para la semana 28 no se evidencio presencia del hongo en las muestras estudiadas en 2 fincas, esto equivale a 85,1%; estas fincas son: Lote 1 y Carmita 2.

Las fincas restantes, según la prueba de confirmación realizada, mostraron tener existencia del hongo en las placas evaluadas, es por esto que señala 100% en los cuadros de infestación.

En la Figura 1 indica la correlación existente entre la prueba de escala arbitraria y la prueba de comprobación con los Postulados de Koch, en los cuales evidenciamos los resultados ya expuestos en los puntos anteriores.

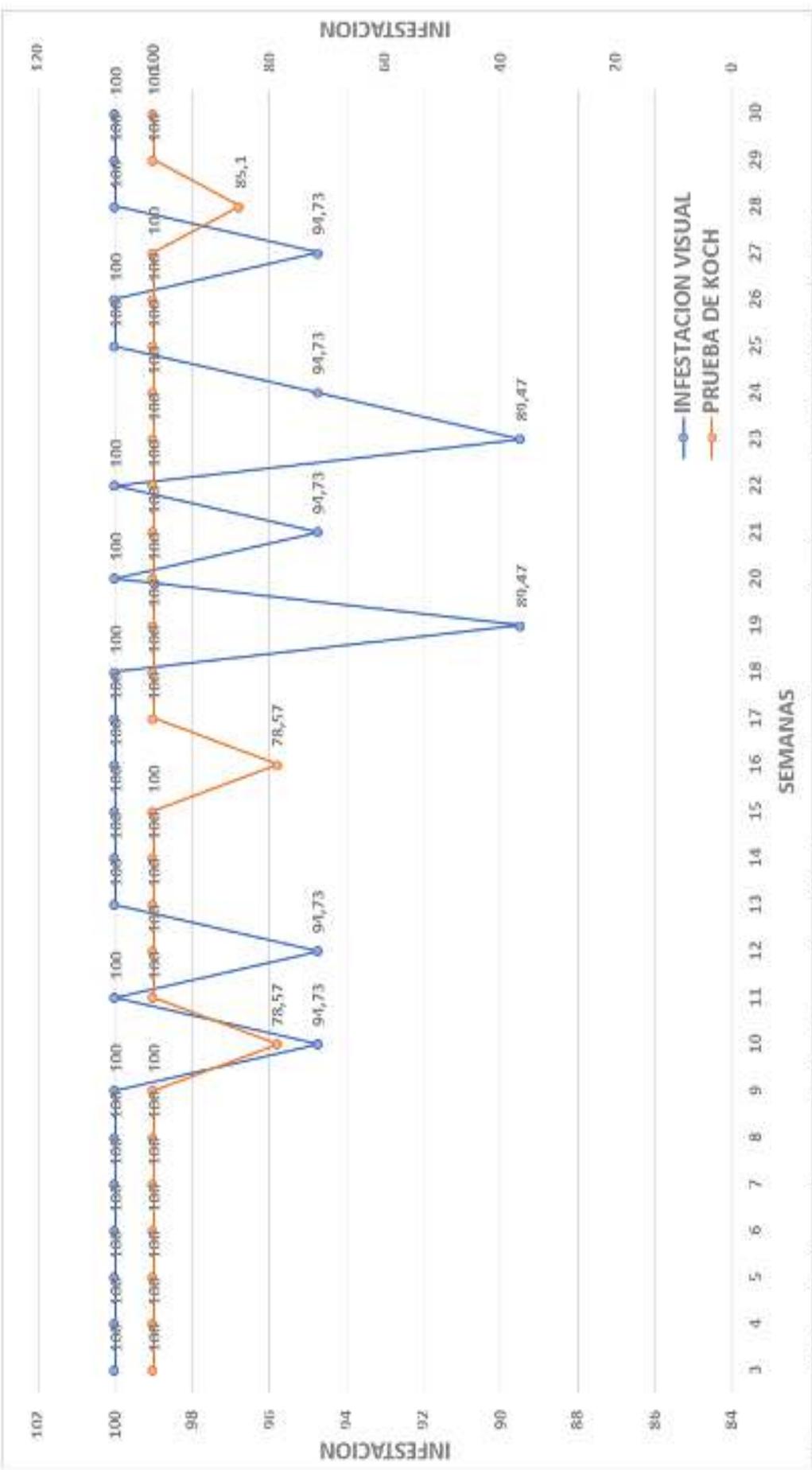


Figura 1. Correlación entre resultados de escala arbitraria y prueba de comprobación con los Postulados de Koch. Zumba, 2020

4.1.4 Número de hojas funcionales al momento de enfunde y corte

Esta variable fue medida para dar respuesta a la presencia y evolución de la enfermedad dentro de la plantación.

En la Tabla 11 que está en el apartado de anexos, se evidencia los datos tomados en cada visita quincenal en las parcelas productivas. En esta se observa que dentro de los meses de enero a abril las parcelas, a pesar de la presencia de la enfermedad, realizan las labores de enfunde y corte con el número de hojas funcionales permitidos para la optimización fisiológica, en promedio enfundan con 14 hojas y cortan con 8 hojas funcionales. A partir del mes de mayo ya se observan cambios, empiezan a bajar el número de hojas funcionales al momento del enfunde y por ende a la hora del corte haciéndose este problema más notorio en los meses de junio y julio, para estos meses críticos se enfundo con un promedio de 11 hojas y corto con 6 hojas funcionales. Las fincas más afectadas fueron: San José, Yolanda y 2 Hermanos.

4.2 Determinación de la información base mediante encuesta estructurada referente al manejo de Sigatoka Negra

4.2.1 Hectáreas de banano cultivada



Figura 1. Hectáreas de banano cultivada.
Borbor & Zumba, 2020

De acuerdo a la encuesta realizada se determinó que: de 19 predios agrícolas, 12 predios poseen menos de 10 hectáreas y 7 predios oscilan entre las 10 y 50 hectáreas.

4.2.2 Porcentaje de hectáreas afectadas por la enfermedad Sigatoka negra

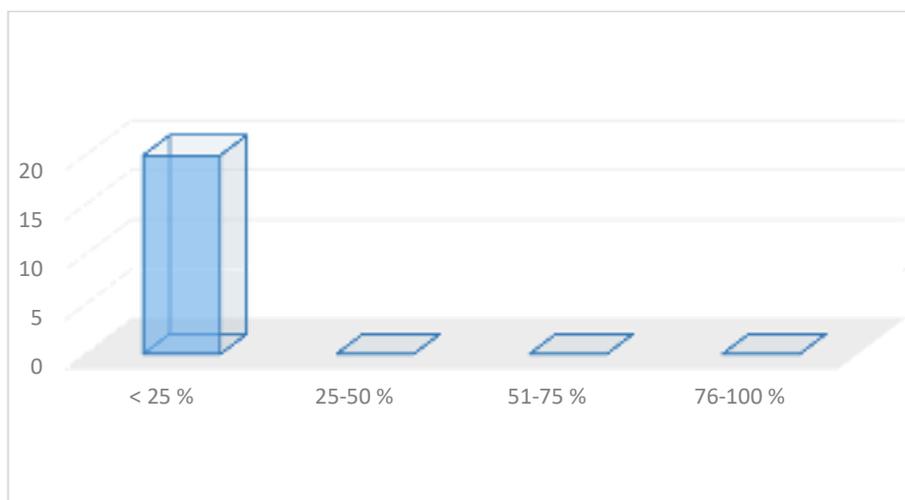


Figura 2. Porcentaje de Has. afectadas por sigatoka negra. Borbor & Zumba, 2020

De acuerdo a la Figura 2, los encuestados expresan que en los predios existe menos del 25% de infestación de la enfermedad, esto se debe a los controles técnicos de la asociación, los cuales realizan un monitoreo constante de las zonas productivas.

4.2.3 Porcentaje de daño que ocasiona *M. fijiensis*

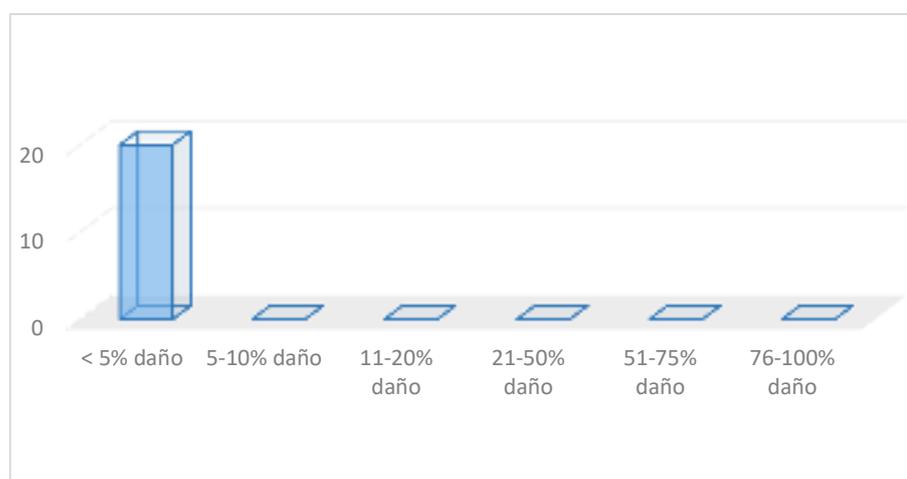


Figura 3. Porcentaje de daño causado por sigatoka negra. Borbor & Zumba, 2020

Como lo expresa la Figura 3, los responsables de los 19 predios manifestaron no tener inconvenientes con la producción agrícola debido a la enfermedad, es por esto que arroja el resultado de daño menor al 5%.

4.2.4 Porcentaje de reducción de rendimiento de la fruta

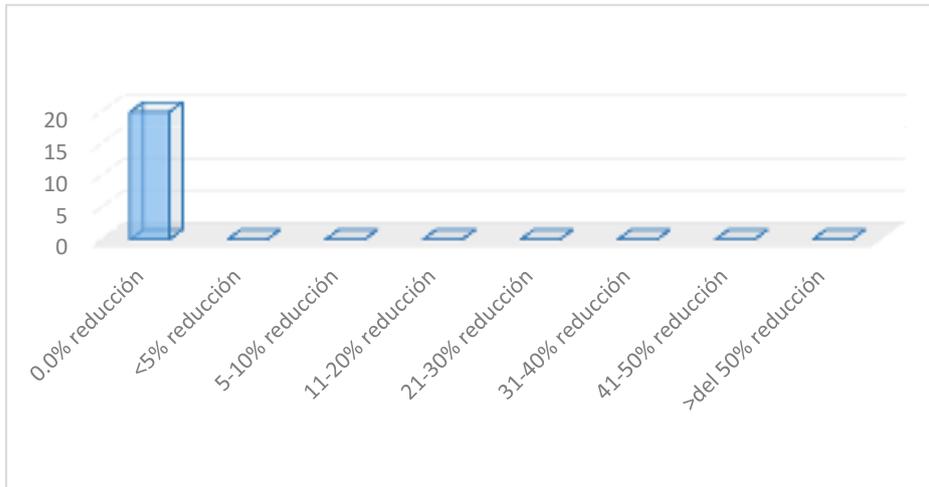


Figura 4. Reducción de producción a causa de *M. fijiensis*. Borbor & Zumba, 2020

De la misma manera, los productores manifestaron no tener reducción de fruta debido a la enfermedad, tal como demuestra la Figura 4.

4.2.5 Ciclos de aplicaciones anuales aplicadas a la zona productiva

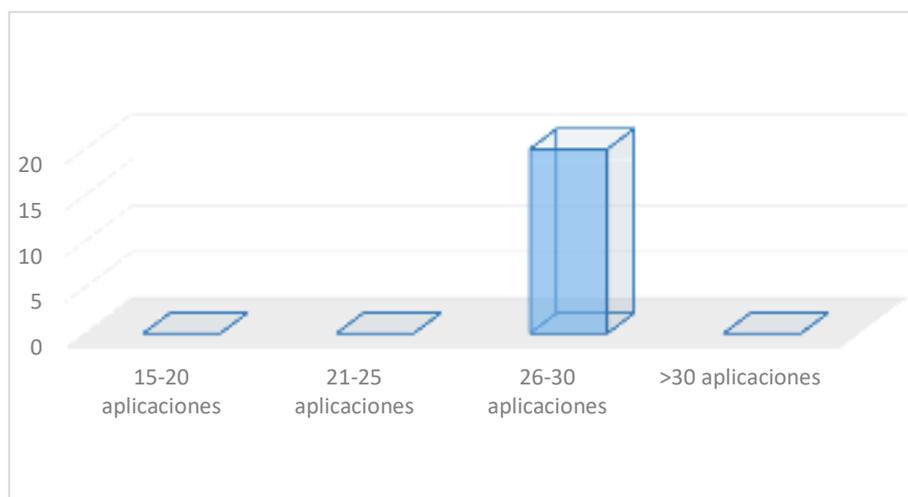


Figura 5. Ciclos de control de sigatoka negra. Borbor & Zumba, 2020

Con referencia a los ciclos de aplicaciones anuales y según la Figura 5, los encuestados manifestaron estar en el rango de 26 – 30 aplicaciones, siendo que, en realidad anualmente los productores realizan 27 ciclos.

4.2.6 Aplicaciones de fungicidas en invierno – verano

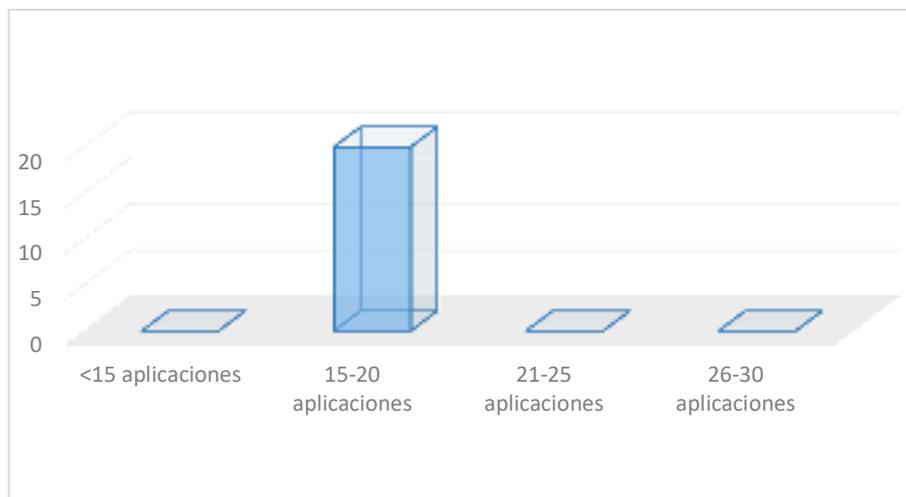


Figura 6. Ciclos de aplicaciones de fungicidas en invierno.
Borbor & Zumba, 2020

En este caso, de aplicaciones por estaciones, se concluyó que el rango es de 15 – 20 aplicaciones para la época de invierno, tal como lo indica la Figura 6. El número de aplicaciones que se realiza en esta estación es de 17.

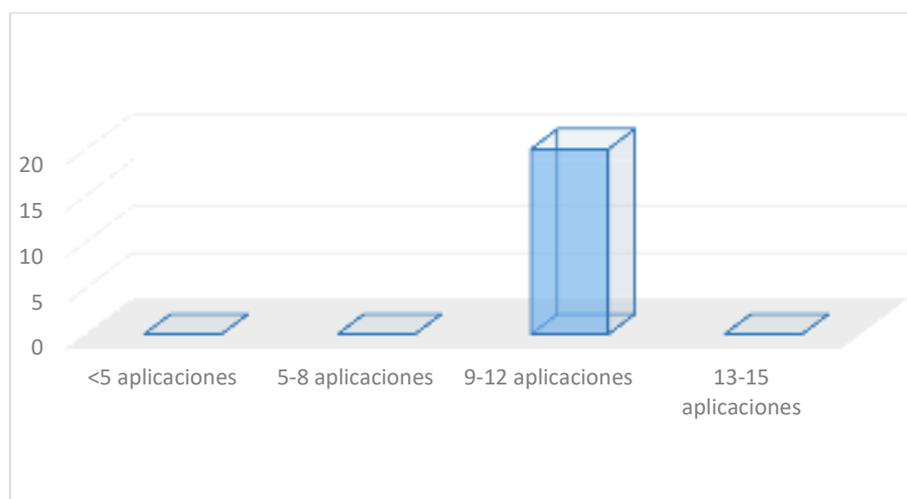


Figura 7. Ciclo de aplicaciones de fungicidas en verano.
Borbor & Zumba, 2020

Con respecto al verano y como se observa en la Figura 7, los resultados oscilan entre 9 -12 aplicaciones, siendo real que en esta época los productores realizan 10 aplicaciones para el control de la enfermedad.

4.2.7 Fungicidas utilizados para el control de Sigatoka Negra

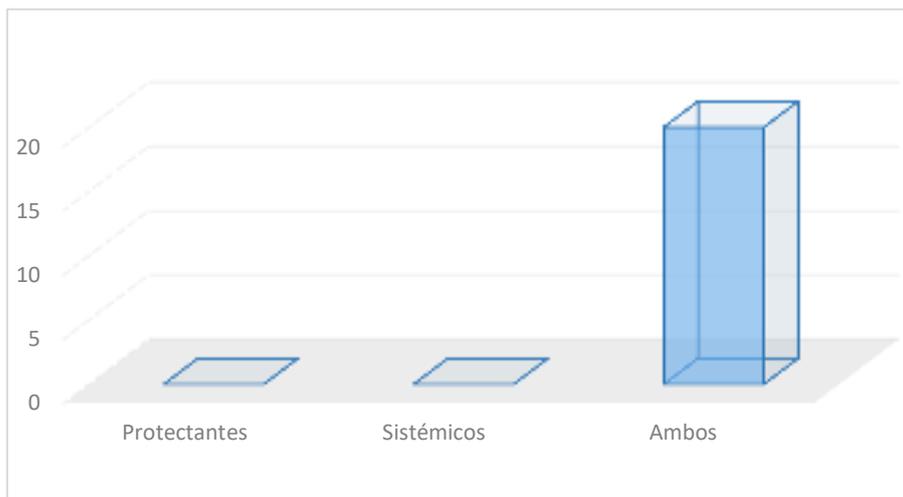


Figura 8. Clases de fungicidas utilizados para el control de la enfermedad. Borbor & Zumba, 2020

Con respecto a la Figura 8, indica que se utiliza fungicidas protectantes y sistémicos, esto debido a la necesidad que observe el técnico encargado del predio.

4.2.8 Insumos se apegan a las normas FRAC 2014

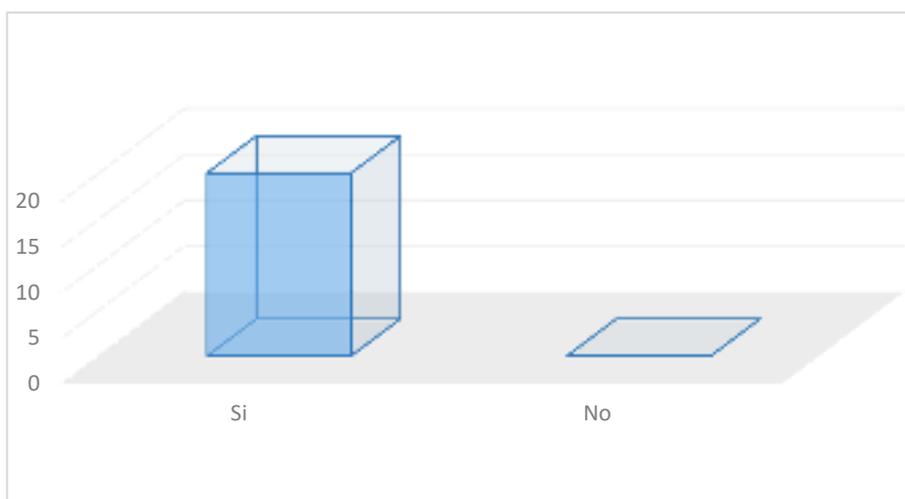


Figura 9. Productos utilizados de acuerdo a normas FRAC 2014. Borbor & Zumba, 2020

Con base a la Figura 9, se demuestra que los 19 predios productivos se apegan a las normas FRAC 2014, ya que esta es la normativa legal vigente.

4.2.9 Aplicación de fungicidas solos o en mezcla

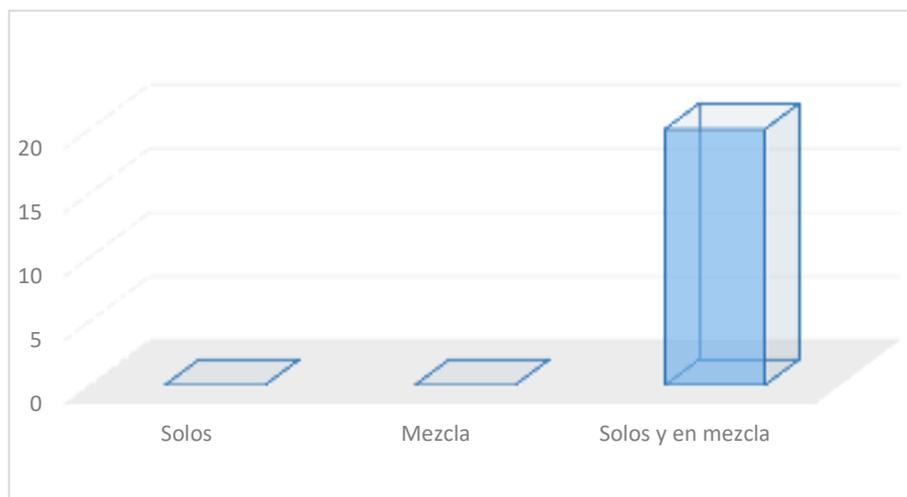


Figura 10. Método de aplicación de fungicidas.
Borbor & Zumba, 2020

Sobre la aplicación de fungicidas solos o en mezcla, los encuestados concordaron aplicar los productos de ambas maneras, tal como lo demuestra la **Figura 10**, la aplicación de los fungicidas solos o en mezcla depende del asesoramiento del técnico encargado.

4.2.10 Grupo químico al que pertenecen los fungicidas protectantes utilizados

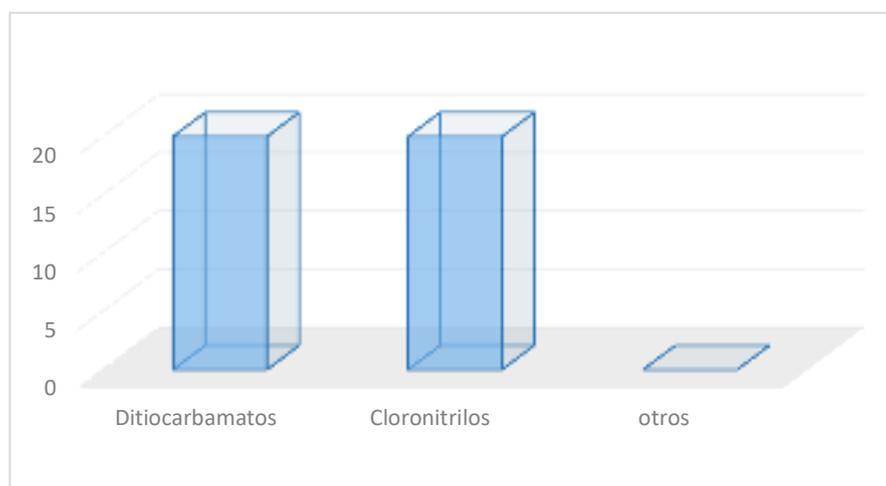


Figura 11. Grupo químico de fungicidas protectantes utilizados.
Borbor & Zumba, 2020

De igual forma, los propietarios de los 19 predios concordaron, tal como se muestra en la Figura 11, en la utilización de Ditiocarbamatos y Cloronitrilos en los fungicidas protectantes utilizados.

4.2.11 Grupo químico al que pertenecen los fungicidas sistémicos utilizados

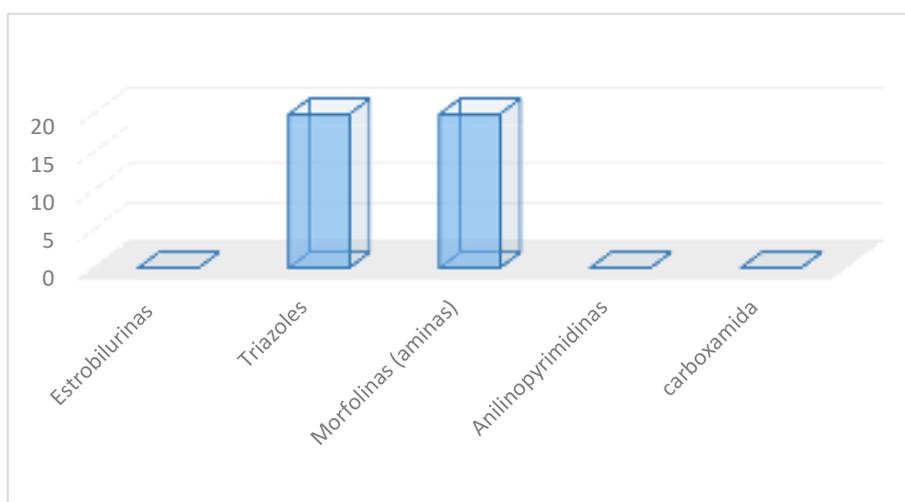


Figura 12. Grupo químico de fungicidas sistémicos utilizados.
Borbor & Zumba, 2020

Por su parte y como lo indica la Figura 12, los Triazoles y Morfolinas (aminas) son los grupos químicos utilizados por los propietarios de los predios agrícolas, para acción de fungicidas sistémicos.

4.2.12 Mezclas de fungicidas utilizados frecuentemente para el control de *M. fijiensis*

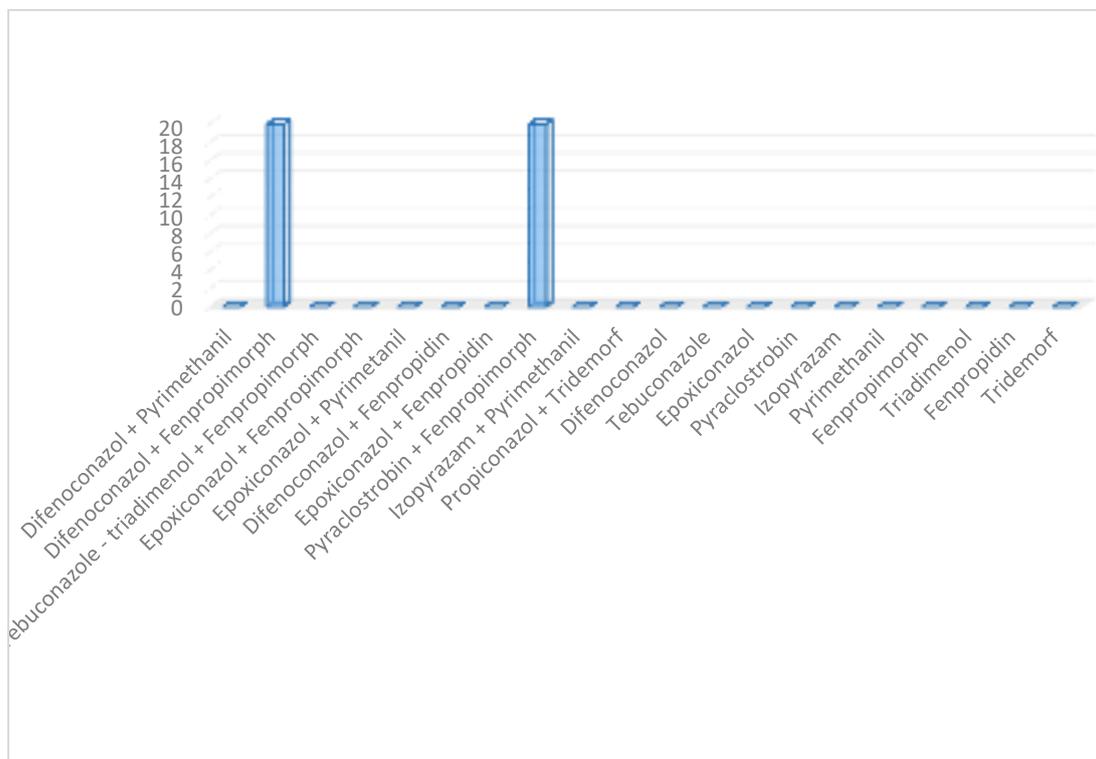


Figura 13. Mezclas de fungicidas utilizados para el control de la enfermedad. Borbor & Zumba, 2020

De acuerdo a la Figura 13, referente a las mezclas de fungicidas utilizadas para el control de la enfermedad, los encuestados manifestaron hacer uso de Difenconazol + Fenpropimorph además de Pyraclostrobin + Fenpropimorph; manifestaron que estos grupos químicos son los más utilizados en esta zona y que han observado buenos resultados a raíz de su utilización.

4.2.13 Meses de mayor incidencia de la enfermedad



Figura 14. Meses de mayor incidencia de sigatoka negra. Borbor & Zumba, 2020

De acuerdo al resultado arrojado de la encuesta, se obtuvo que los meses con mayor incidencia de la enfermedad son febrero y marzo, tal como se observa en la Figura 14, esto debido a que el clima y temperatura que se da en estos meses son el estado óptimo para el desarrollo de la enfermedad,

4.2.14 Estado del cultivo en el que más afecta la enfermedad

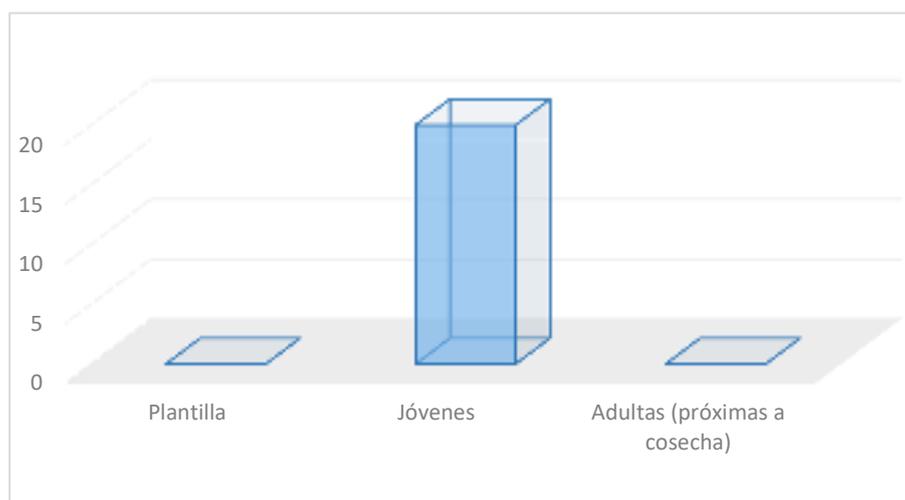


Figura 15. Estado de la plantación en la que más afecta la enfermedad. Borbor & Zumba, 2020

En base a la Figura 15, demostró que los propietarios de los 19 predios estuvieron de acuerdo en que la enfermedad afecta al cultivo cuando las plantas están jóvenes.

4.2.13 Aplicación oportuna de fungicidas para el control de *M. fijiensis*

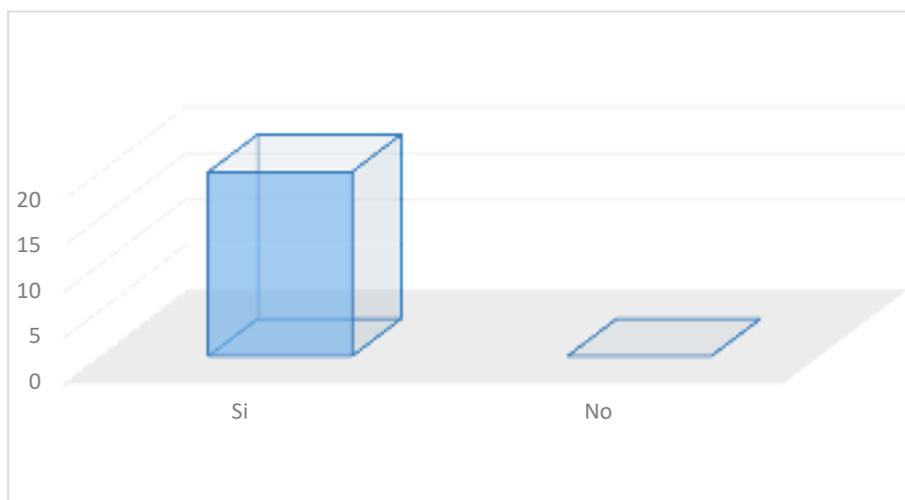


Figura 16. Aplicación oportuna de fungicidas para el control de *M. fijiensis*. Borbor & Zumba, 2020

Según lo expresado en la Figura 16, los productores manifestaron tener una oportuna aplicación de ciclos para el control de la enfermedad, específicamente 27 ciclos anuales.

4.2.15 Enfermedades que se presentan en la plantación

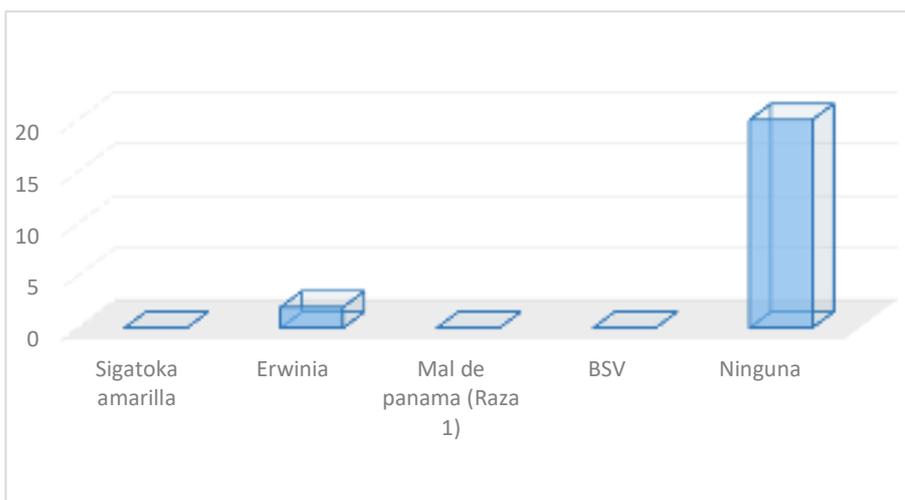


Figura 17. Otras enfermedades que afectan a la plantación. Borbor & Zumba, 2020

Los productores supieron manifestar, en su mayoría que su plantacion no presenta ninguna enfermedad, a excepcion de 2 productores que comentaron tener inicio de Erwinia, tal como lo expresa la Figura 15.

4.2.16 Sistema de fumigación utilizado

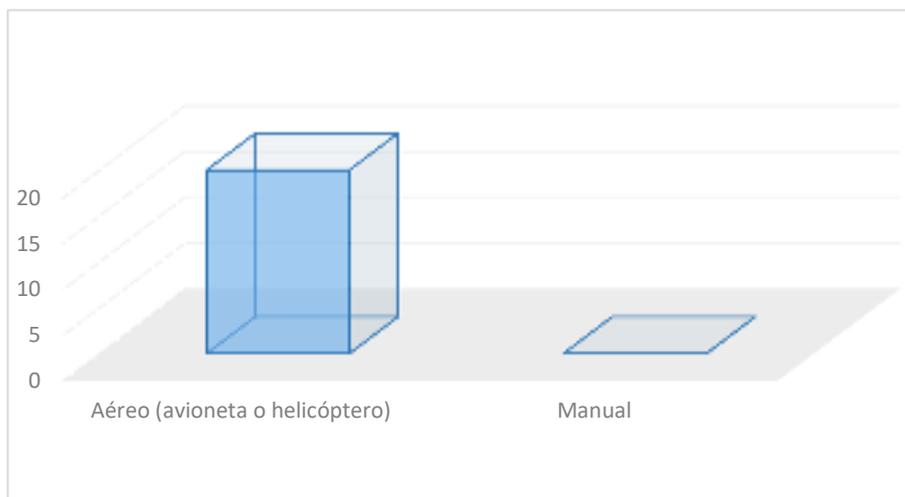


Figura 18. Sistema de fumigación utilizado.
Borbor & Zumba, 2020

De acuerdo a lo expuesto en la Figura 18, los encuestados expresaron realizar las fumigaciones de la plantación de manera aérea con ayuda de avionetas, también comentaron que rara vez se ayudan con moto bombas.

4.2.17 Inversión de aplicaciones ciclo/has

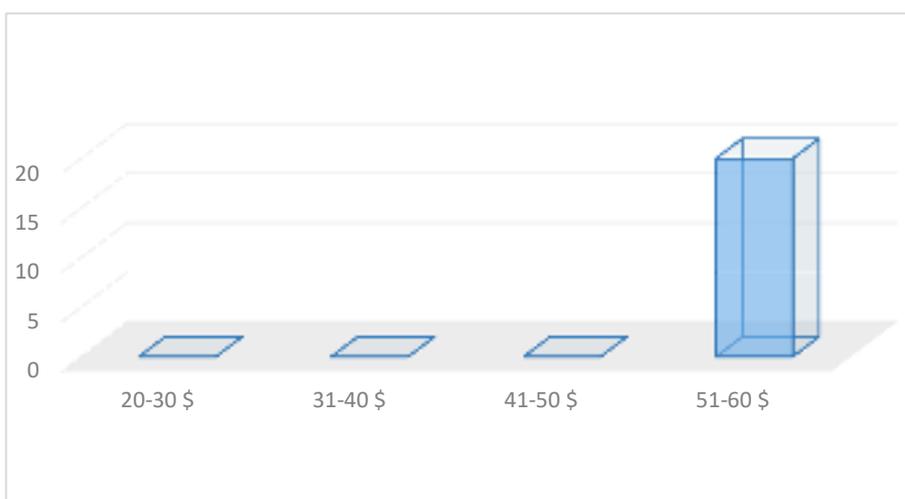


Figura 19. Inversión de aplicaciones de ciclo/has.
Borbor & Zumba, 2020

En la selección de inversión de aplicaciones ciclo/has los resultados oscilaron entre 51\$ – 60\$, tal como lo demuestra la Figura 19, esta respuesta fue seleccionada por los propietarios de los 19 predios, ya que en realidad en cada ciclo se invierte \$52.06.

4.2.18 Justifica labores realizadas

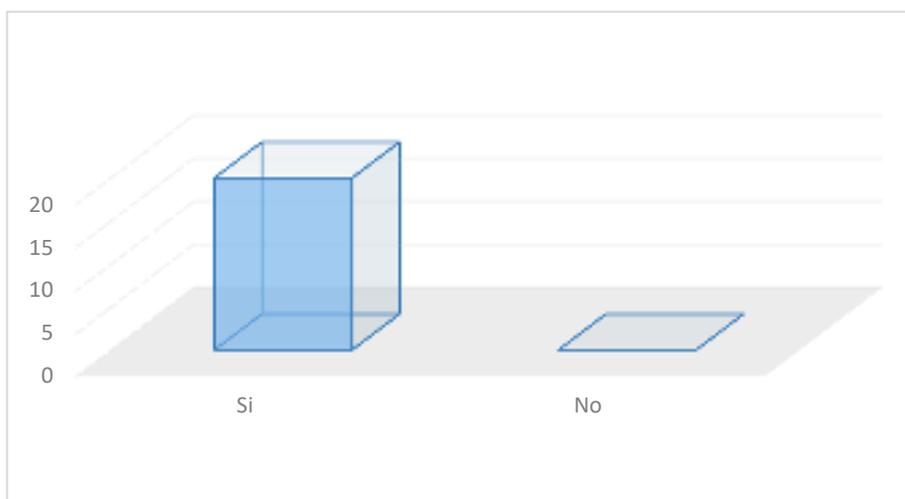


Figura 20. Justificación de labores realizadas.
Borbor & Zumba, 2020

Tal como lo muestra la Figura 20, los encuestados expresaron estar de acuerdo en que se justifica todas las labores que se realizan en la plantación, ya cada una de estas acciones tiene un fin de control o preventivo.

4.2.19 Utilización del deshoje para controlar la enfermedad

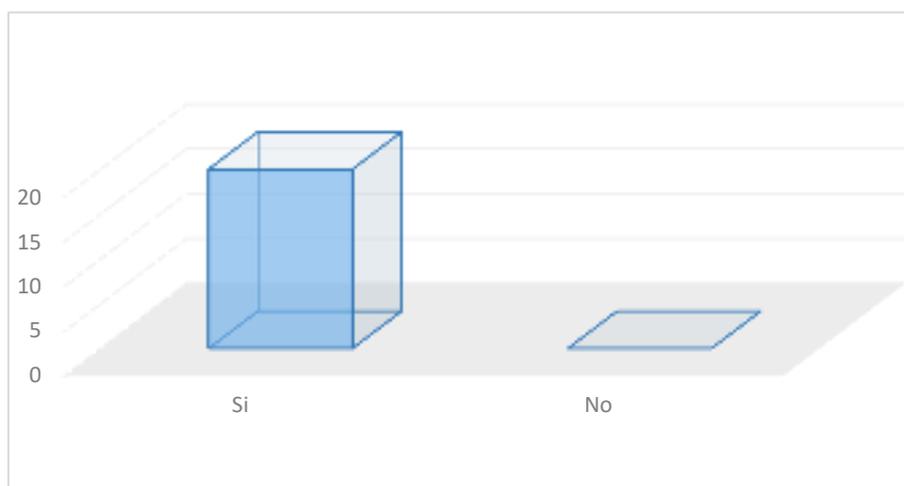


Figura 21. Deshoje como control de la enfermedad
Borbor & Zumba, 2020

Con el tema del deshoje, de la misma manera los encuestados concluyeron que si se utiliza esta práctica para diferentes fines, tales como el deshoje de protección y el deshoje fitosanitario.

4.2.20 Intervalo de frecuencia de deshoje

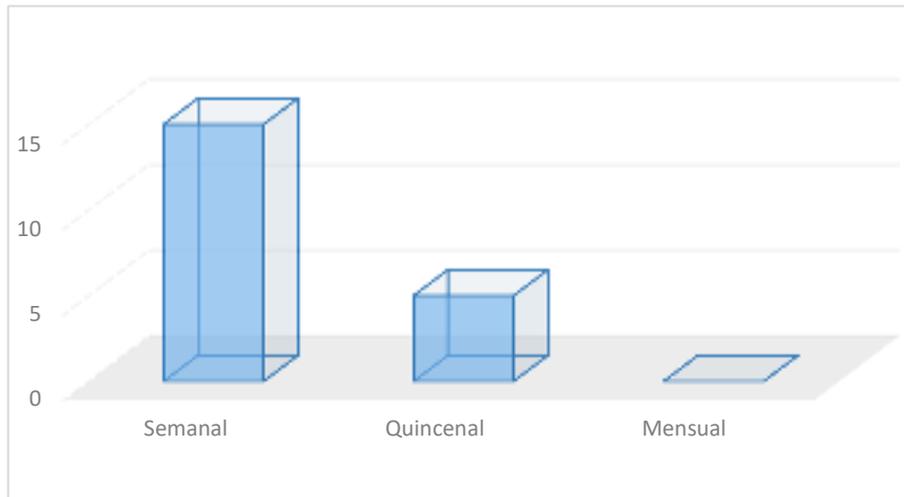


Figura 22. Intervalo de frecuencia del deshoje
Borbor & Zumba, 2020

En lo referente al intervalo de frecuencia del deshojen los resultados variaron, tal como lo expresa la Figura 22, en esta, 14 encuestados manifestaron realizar el deshoje semanalmente, mientras que 5 encuestados lo realizan de manera quincenal. Esto variación se debe a que no todos los predios son de grandes extensiones.

4.2.21 Obtención de cajas/has

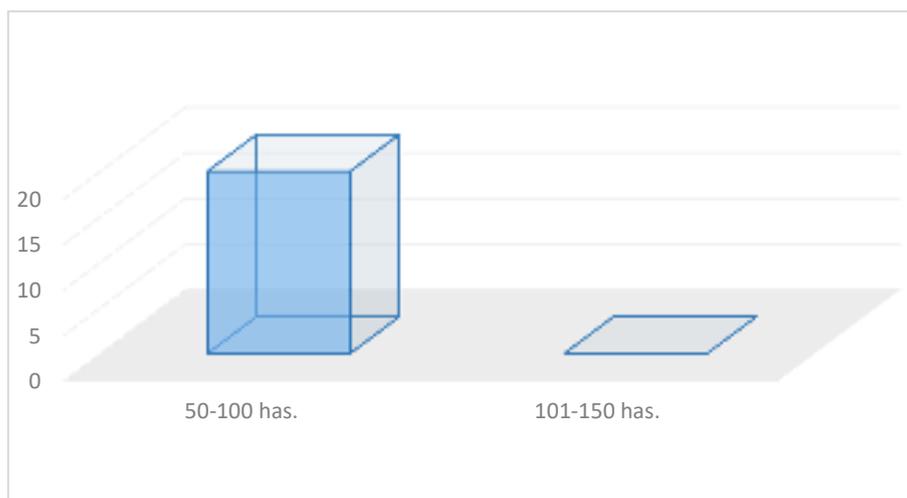


Figura 23. Obtención de cajas/has
Borbor & Zumba, 2020

En este caso de la producción de cajas/has, los encuestados concordaron en la opción de 50 – 100 has, debido a que la producción de cajas/ has es un promedio de 65.

4.2.22 Hojas existentes al momento de cosecha

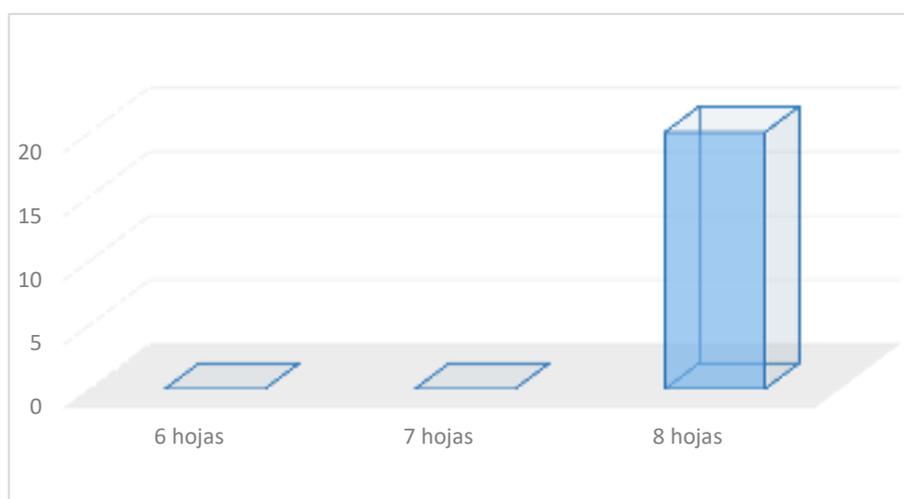


Figura 24. Hojas presentes al momento de cosechar
Borbor & Zumba, 2020

En base a la Figura 24, observamos que los encuestados seleccionaron unánimemente que existen 8 hojas al momento de la cosecha, manifestaron que

esto es por el tema de la vida verde, además de que no necesitan tanta defoliación ya que la enfermedad está controlada.

4.2.21 Periodo de tiempo donde se tuvo la mayor afectación de Sigatoka negra

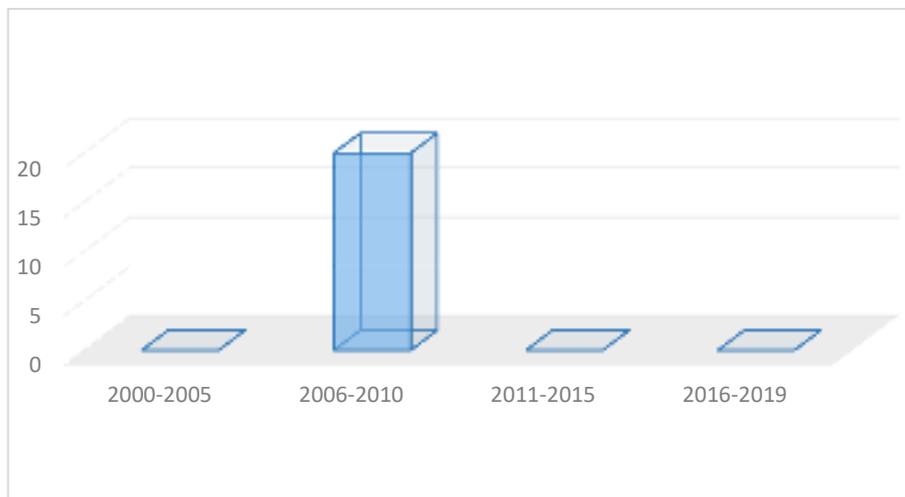


Figura 25. Periodo de mayor afectación de sigatoka negra
Borbor & Zumba, 2020

Como lo expresa la Figura 25, el periodo de tiempo con mayor afectación de sigatoka negra fue del 2006 – 2010, esta selección unánime se debió a que en el año 2008 hubo problemas económicos por lo cual no se tenía el presupuesto para insumos y fumigación, además de que los productos agrícolas alzaron su precio y no estaban siendo regulados por la entidad encargada.

4.3 Elaboración mediante sistema de información geográfica y carta de georreferencia mapas de planos personalizados indicando la incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en la zona de estudio planteada

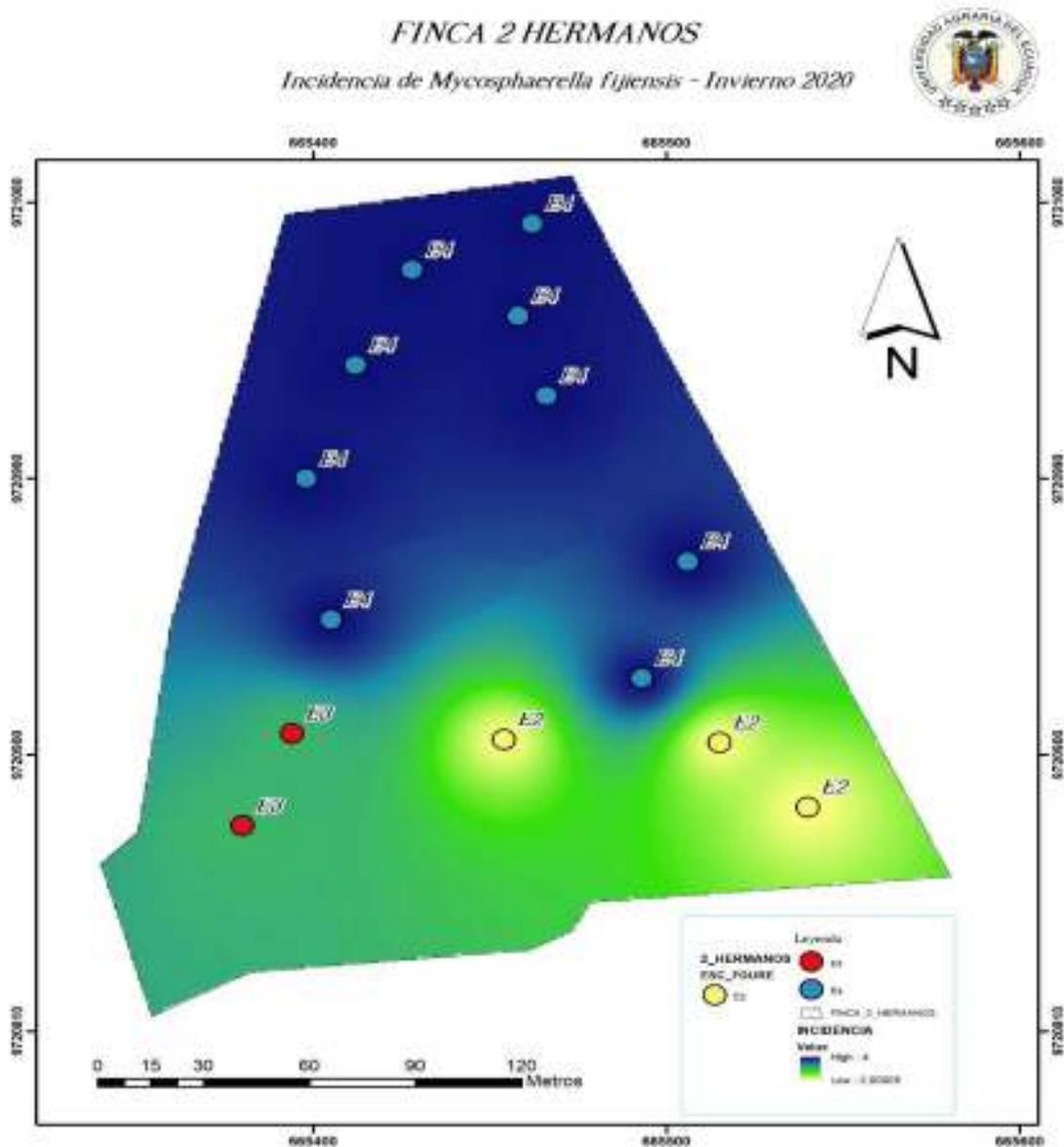


Figura 1. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca 2 Hermanos Zumba, 2020

En la finca 2 Hermanos, según el mapa temático, se evidencia que en 3 semanas se presentó el E2 que representa estrías cloróticas de color marrón, 2 semanas se presentó el E3 que representa estrías marrones de mayor tamaño y en mayor

proporción se muestra el E4 que evidencian manchas café en el envés y negras en el haz de la hoja.

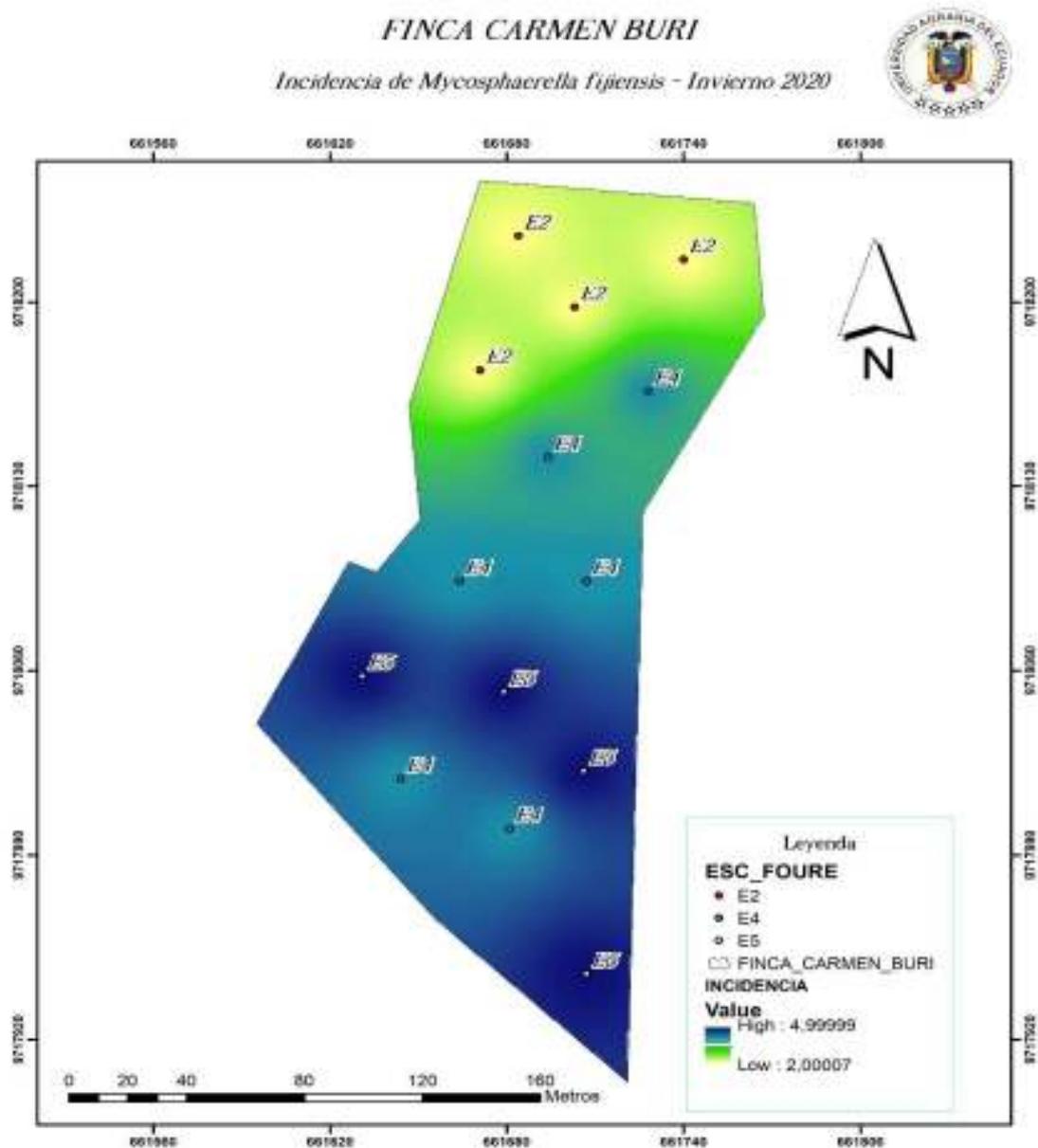


Figura 2. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Carmen Buri. Zumba, 2020

Para la finca Carmen Buri se visualizó igual incidencia de los E2 y E5, siendo en su mayoría la presencia del E4 que indica una coloración café y negra en las hojas.

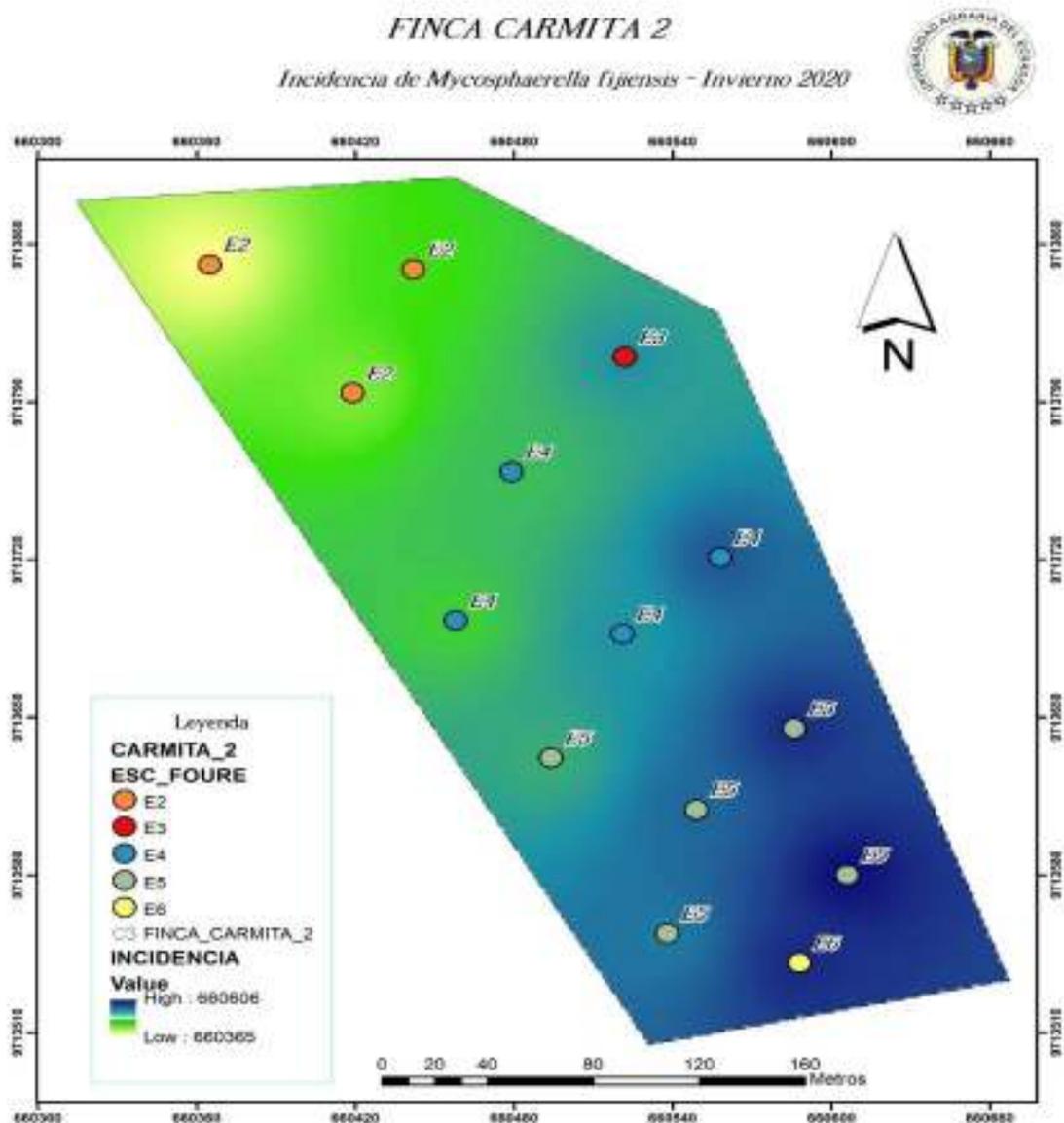


Figura 3. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Carmita 2. Zumba,2020

La finca Carmita 2 indica baja incidencia del E3 y en mayor proporción en E5 que indica manchas negras en las hojas y baja incidencia del E6 que es el último y más avanzado estadio de la enfermedad.

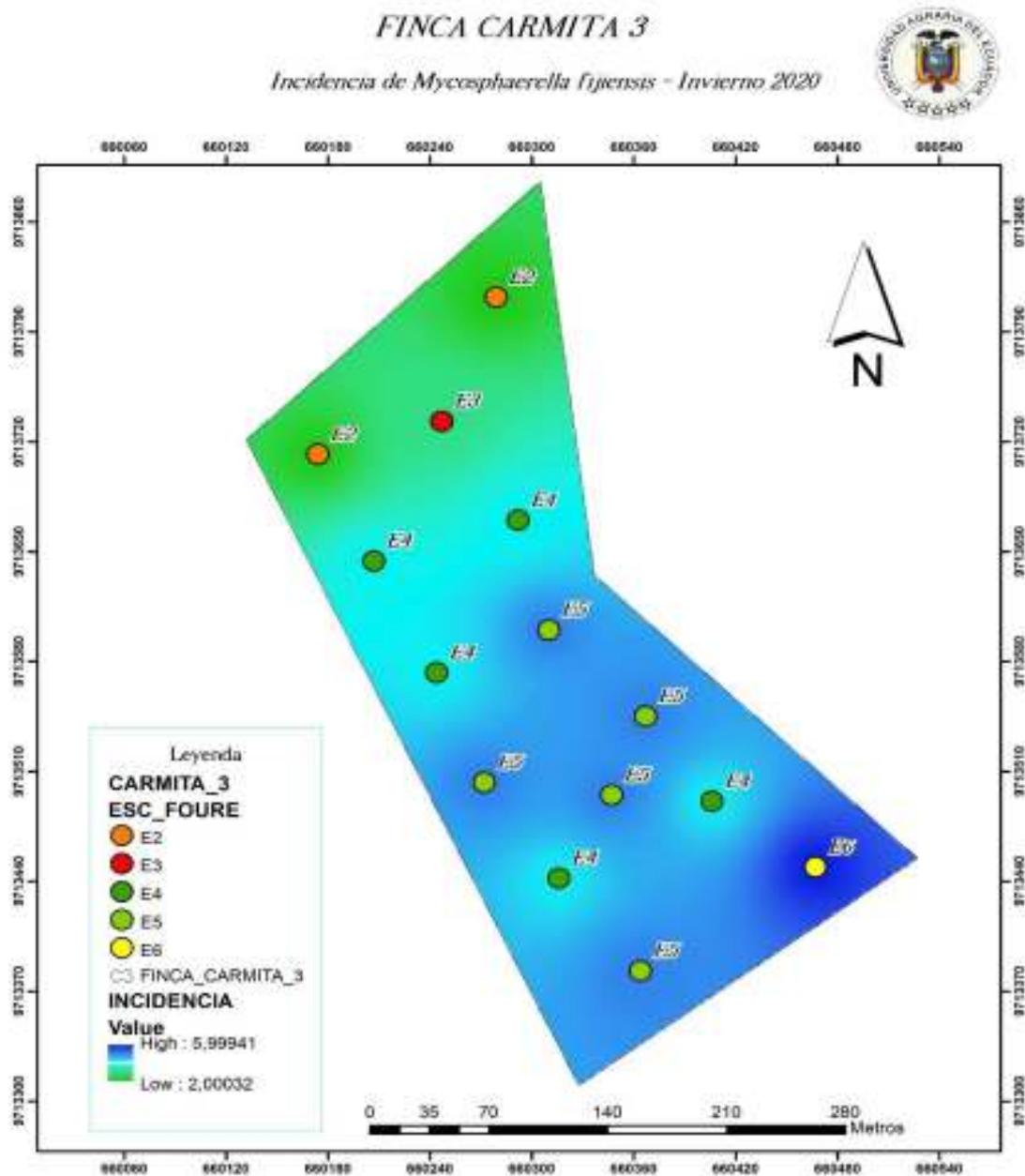


Figura 4. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Carmita 3. Zumba, 2020

Respecto a la finca Carmita 3, se muestra una mayor incidencia del E4 que demuestra los síntomas en las hojas con halos color café y negro, seguido de la incidencia del E5. En baja incidencia se muestra el estadio E2, E3 y E6.

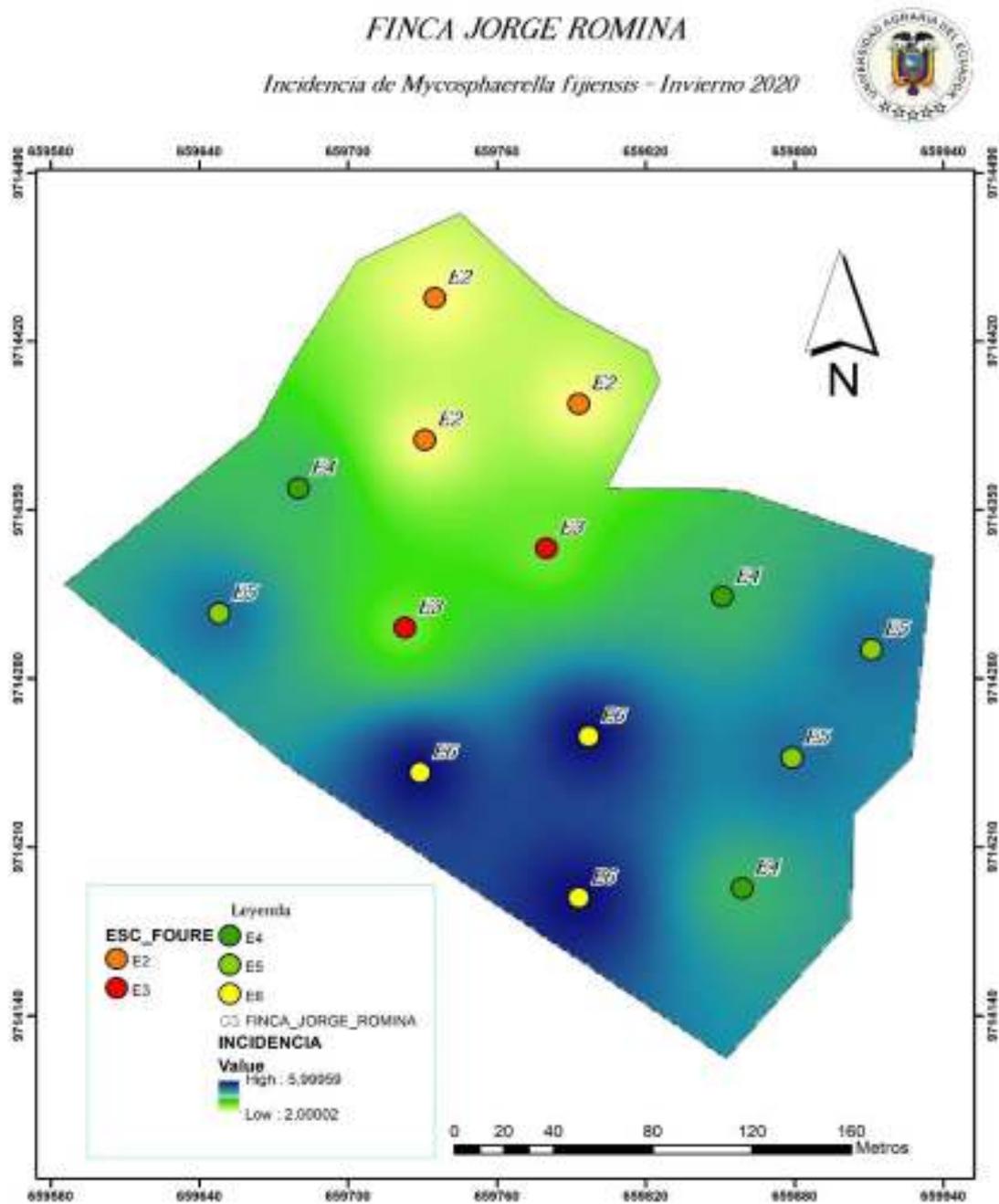


Figura 5. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Jorge Romina. Zumba,2020

Para la finca Jorge Romina se muestra en igual incidencia los E2, E4, E5 y E6, presentándose en esta finca la enfermedad hasta su mas avanzado desarrollo. En baja incidencia se muestra el E3.

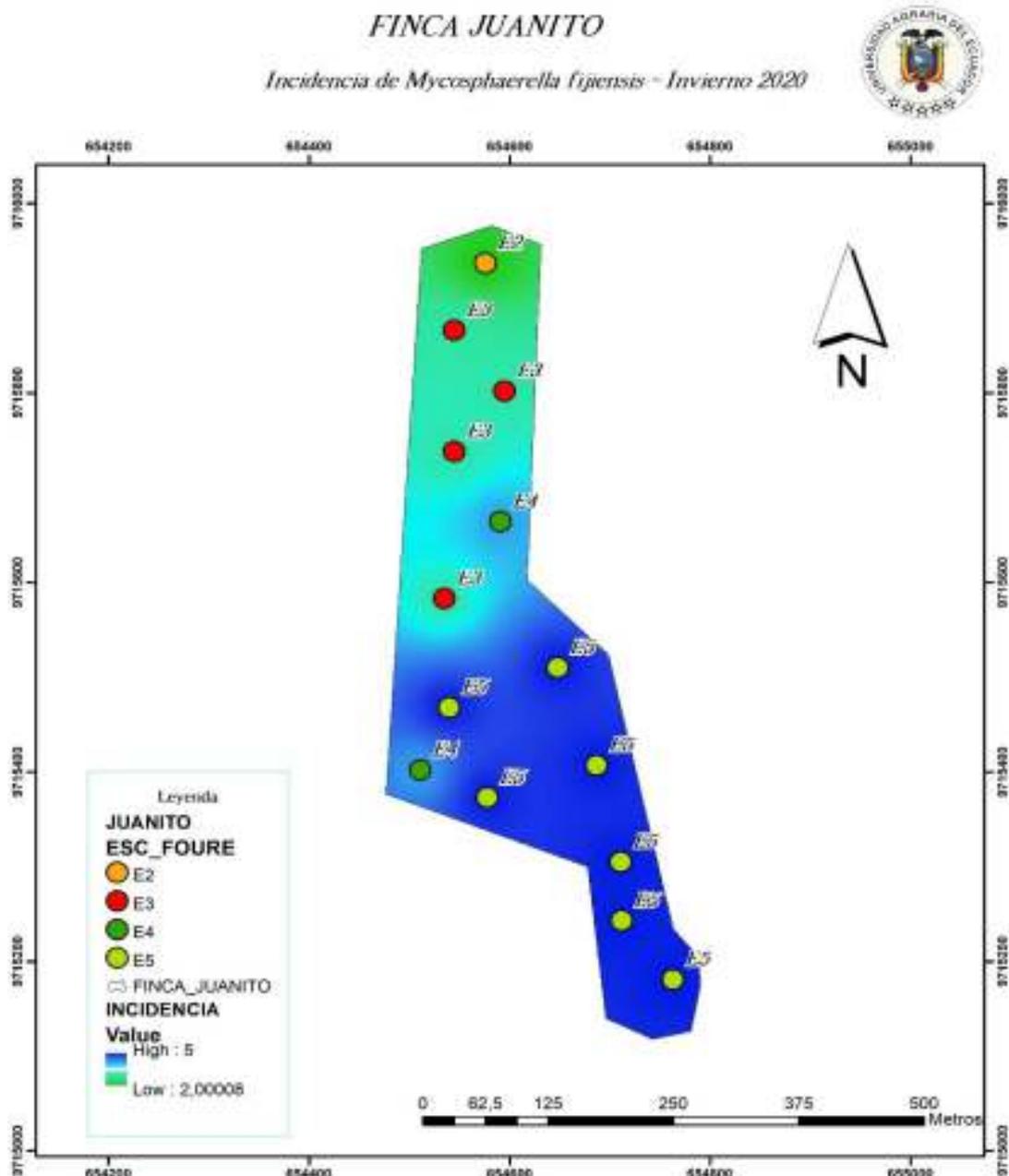


Figura 6. Incidencia de *Mycosphaerella fijensis* en finca Juanito Zumba, 2020

En la finca Juanito se observa una baja incidencia del E2, incidencia media de los E3 y E4 y una mayor incidencia del E5 que cubrió aproximadamente la mitad de la finca, en este estadio se observó manchas negras y halos amarillos en las hojas de las plantas afectadas.

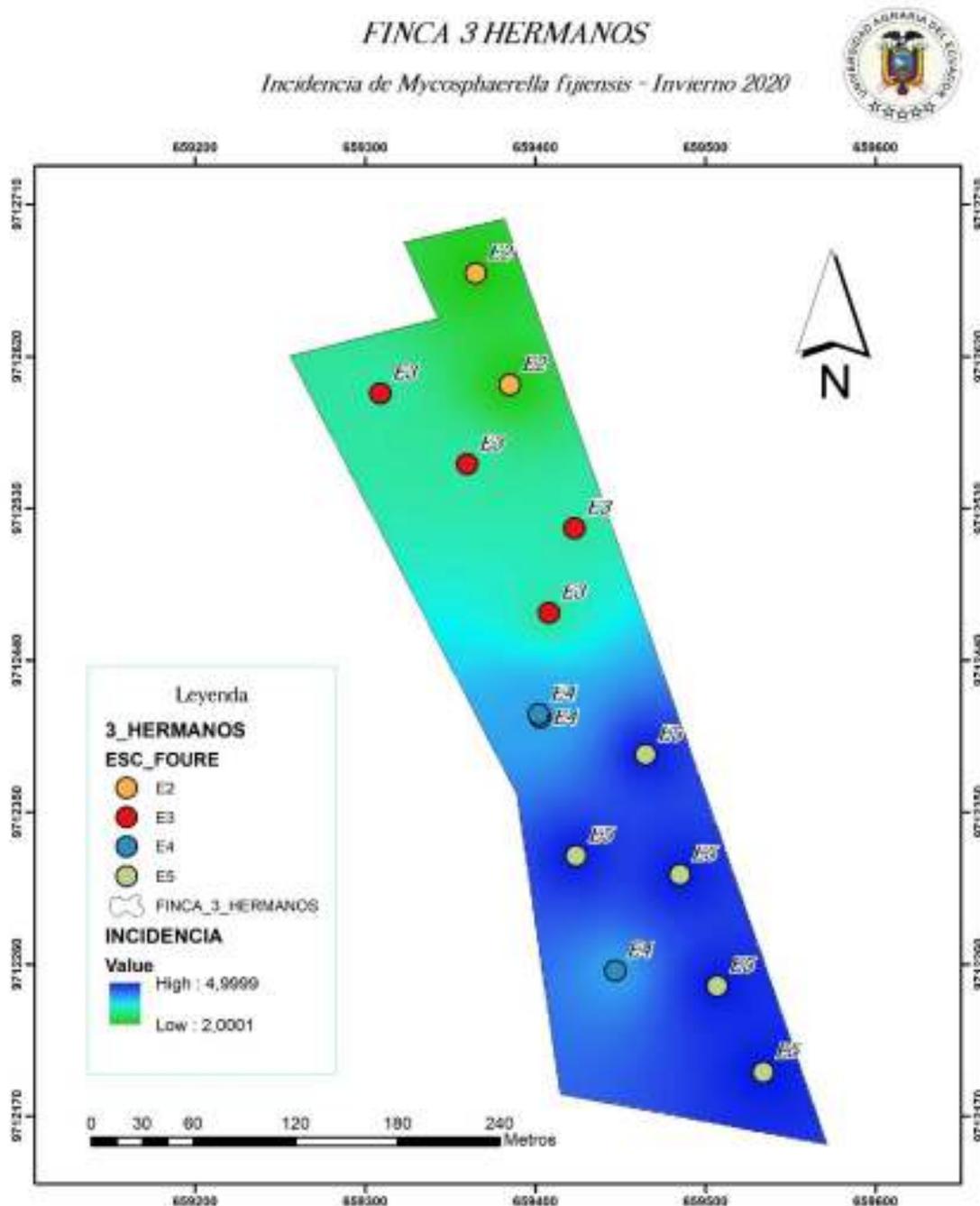


Figura 7. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca 3 Hermanos Zumba, 2020

En la finca 3 Hermanos se observó una mayor incidencia del E5, seguido por una incidencia media de los E3 y E4. Una menor incidencia se observó para el E2 mostrando los síntomas en las plantas con hojas con rayas o estrías cloróticas de color café.

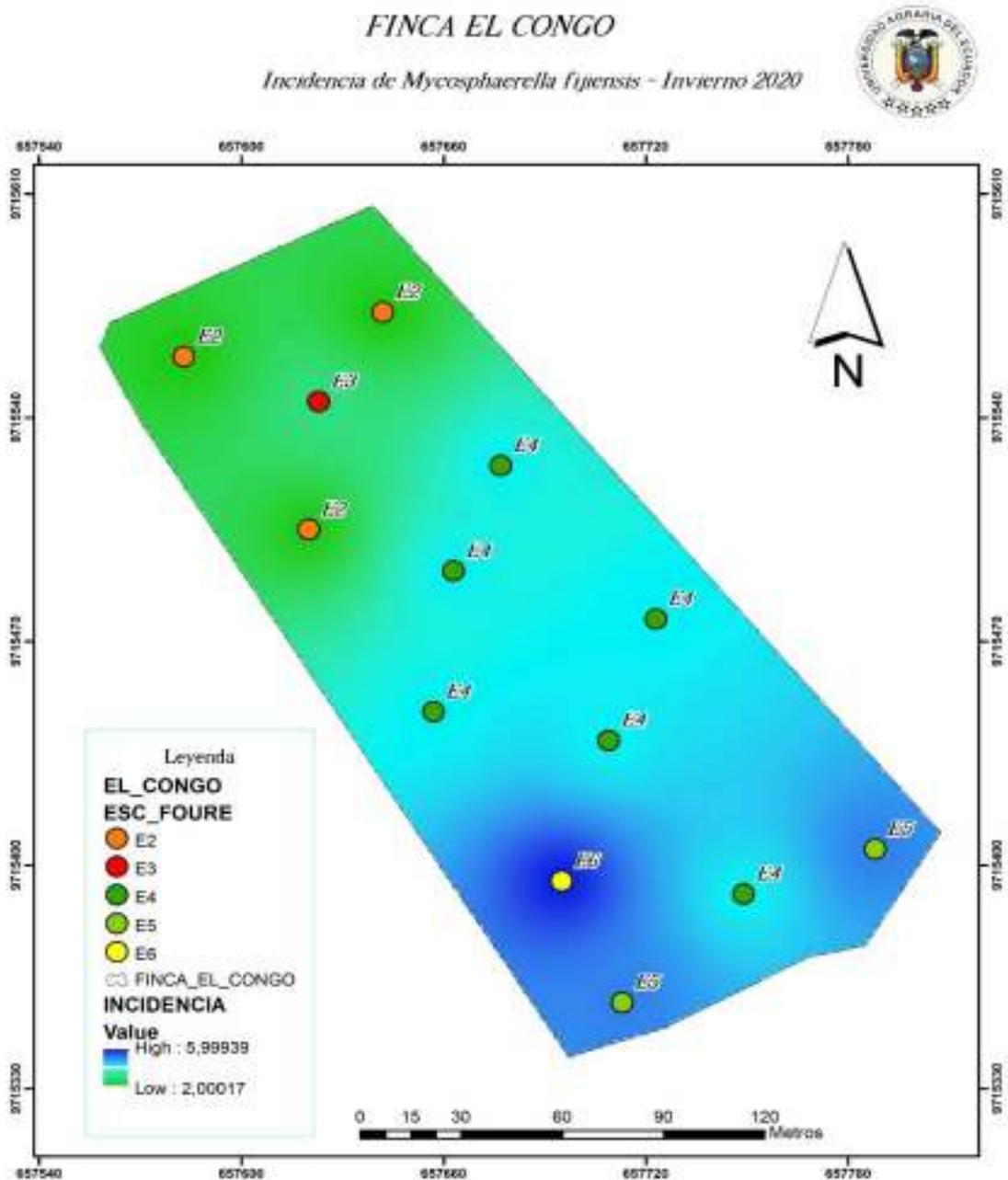


Figura 8. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca El Congo. Zumba, 2020

En la finca El Congo la incidencia predominante fue el E4 seguida por una incidencia en menor proporción del E2 y E5. En baja incidencia se mostró el E3 y E6.

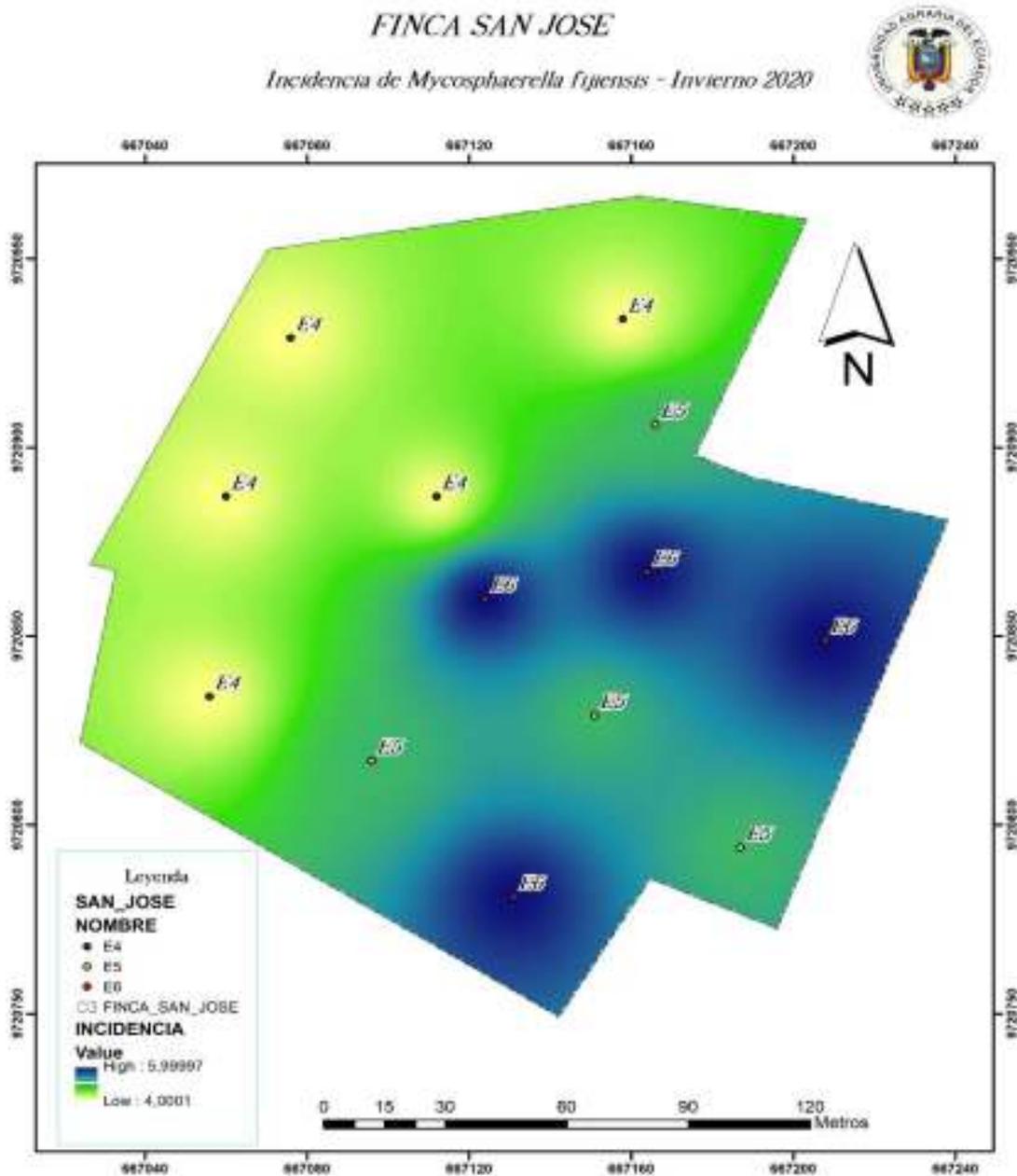


Figura 9. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca San José. Zumba, 2020

Como lo muestra el mapa temático, la finca San José fue la más afectada. Se presento una incidencia con los 3 últimos estadios más avanzados de la enfermedad, predominando el E4, seguidos por los estadios E5 y E6. En estos estadios se observó la transición de la enfermedad pasar de manchas cafés y negras a espacios de hojas con centro seco y hundido con halos cloróticos.

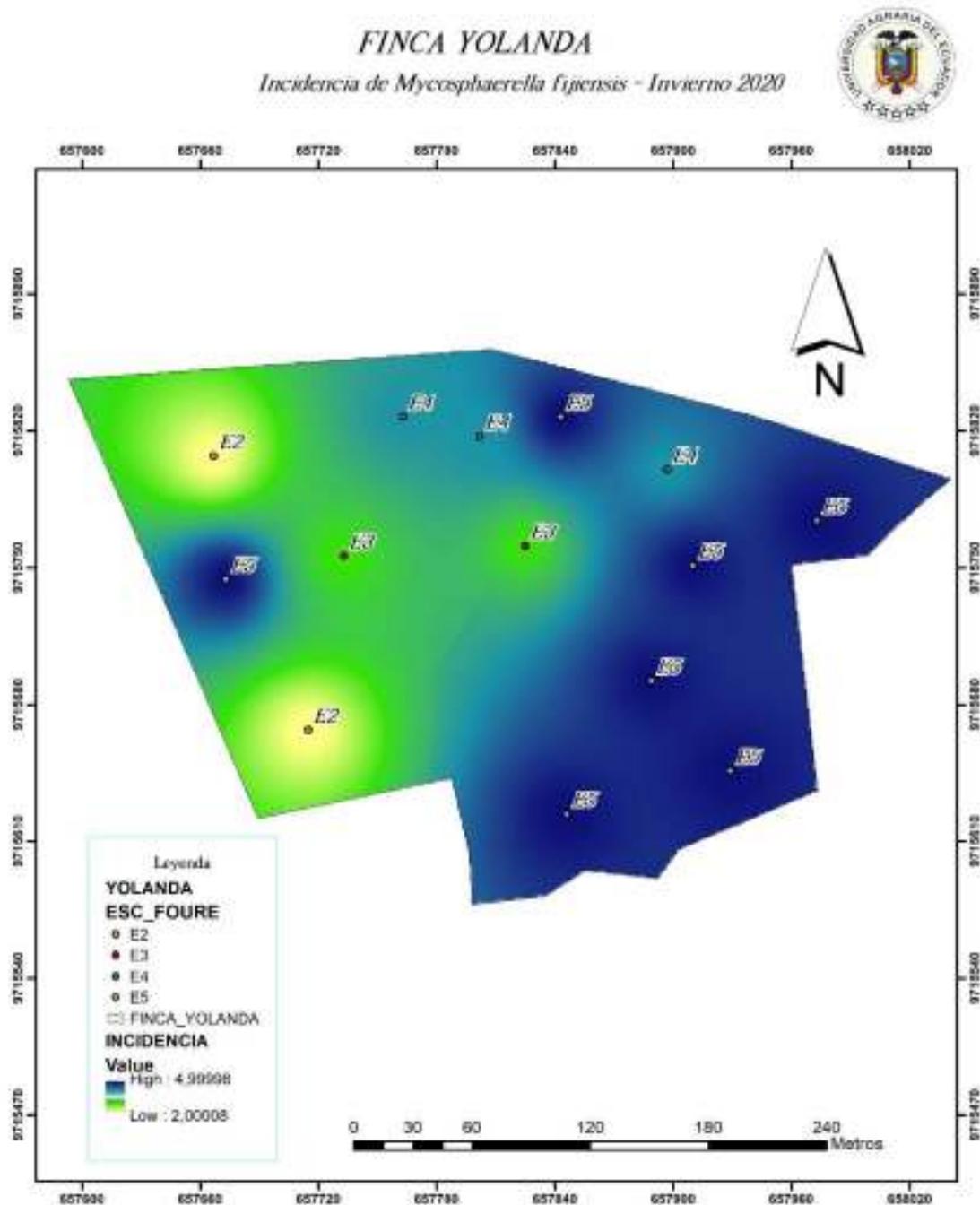


Figura 10. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Yolanda. Zumba, 2020

En la finca Yolanda, durante las semanas de evaluación se presentó una baja incidencia del E2, E3 y E4, estando en mayor proporción de incidencia el E5, presentando signos de manchas negras con un centro semi hundido.

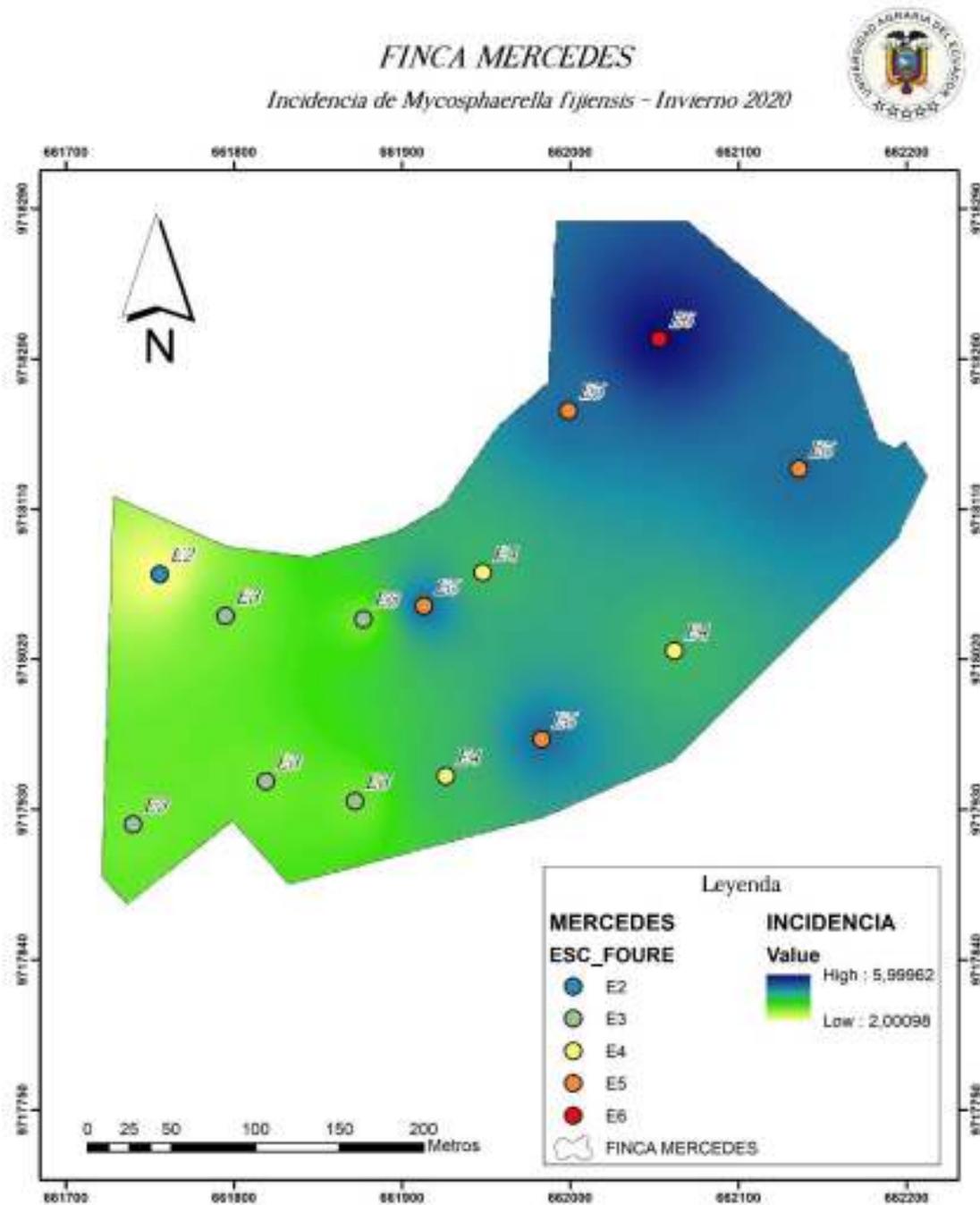


Figura 11. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Mercedes. Zumba, 2020

El mapa de la finca Mercedes revela una mayor incidencia del E3, donde se visualizó estrías alargadas con aproximados 2 cm de largo, seguida de una proporción media del E5 y E4. En muy baja incidencia se encuentra el E6.

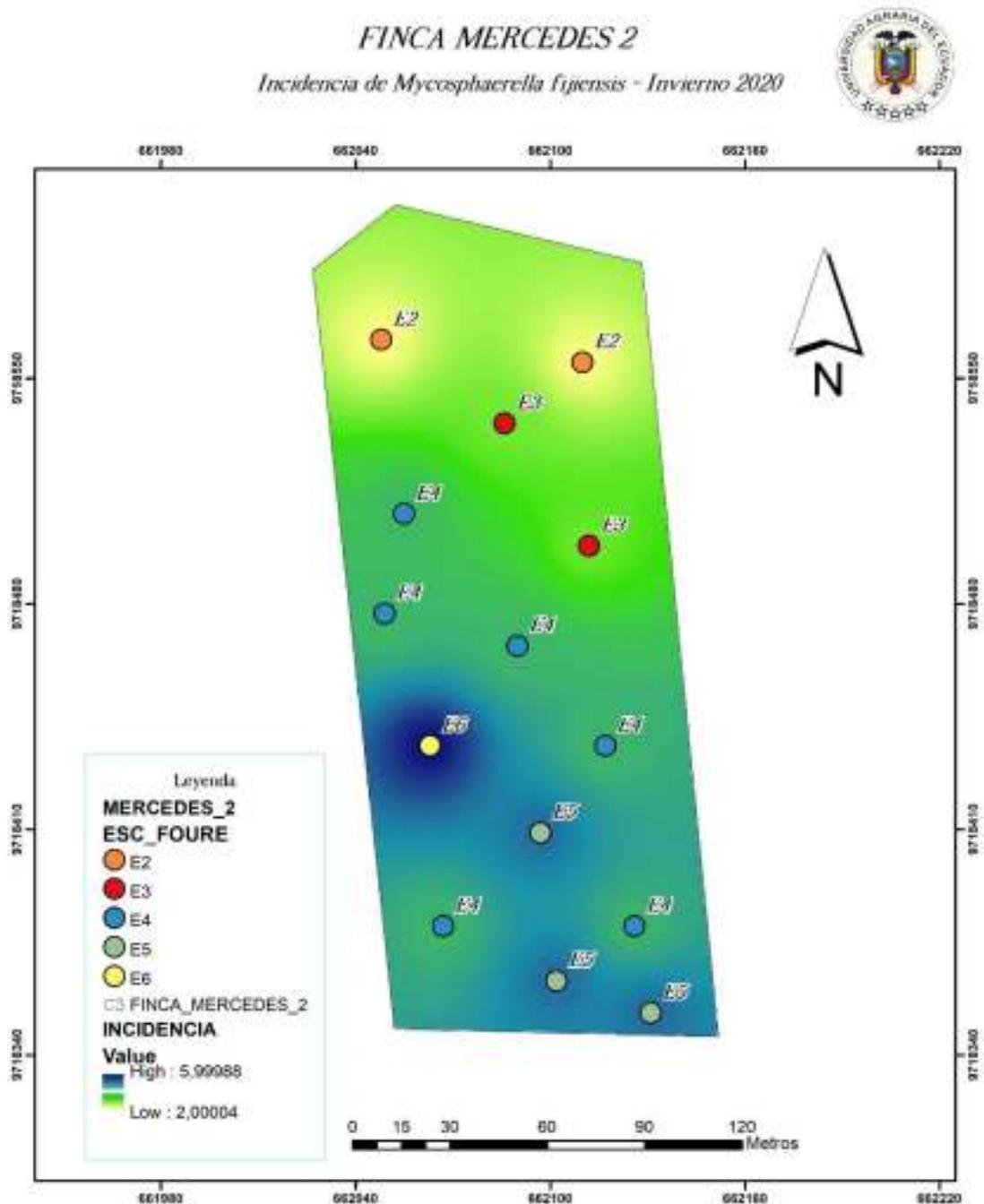


Figura 12. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Mercedes 2. Zumba,2020

Para la finca Mercedes 2 hubo una mayor incidencia del E4 donde se visualizó coloraciones negras y cafés en las hojas de la planta evaluada, los E5, E3 y E2 se manifestaron en incidencia media y en baja incidencia resulto el E6.

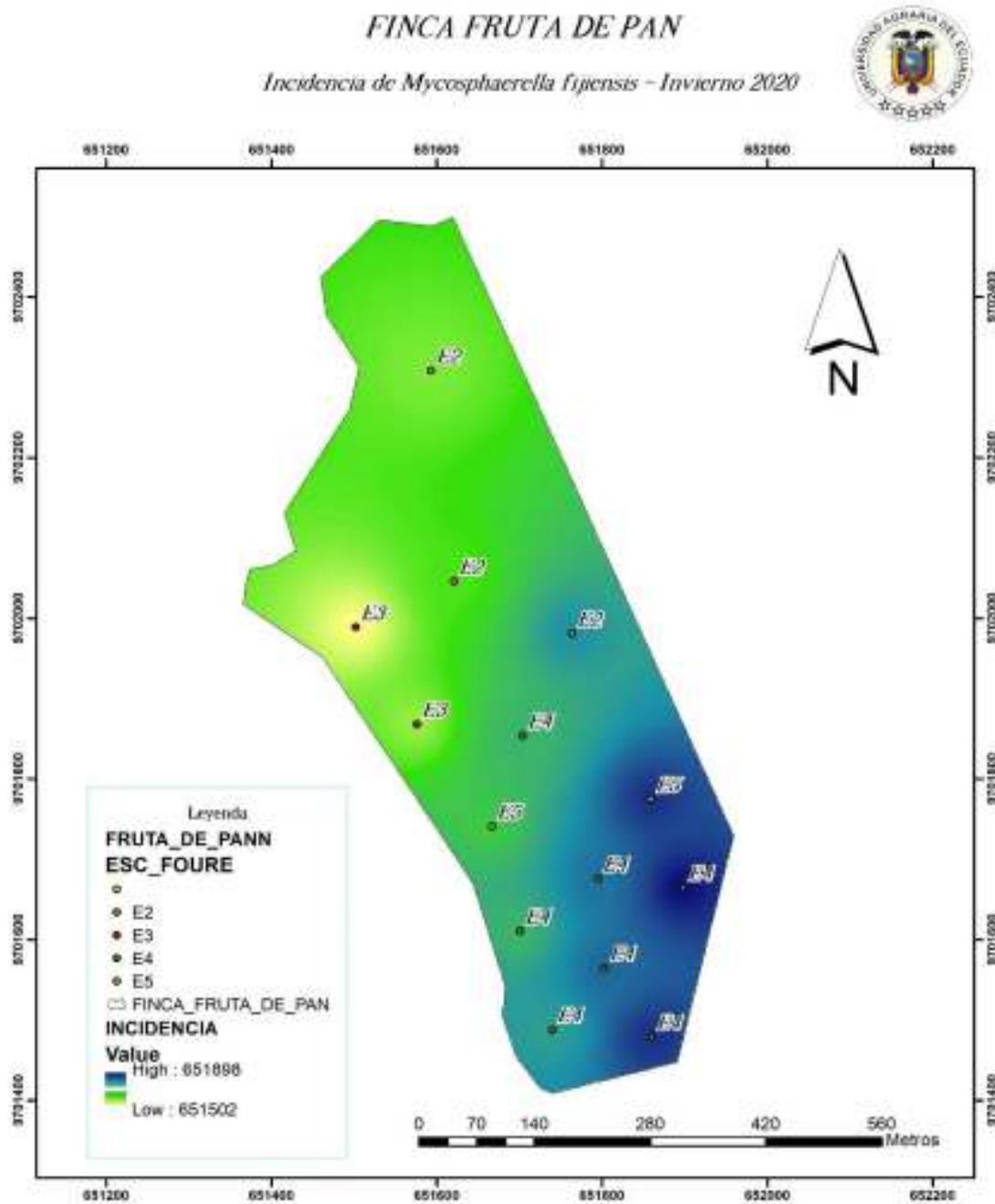


Figura 13. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Fruta de Pan. Zumba, 2020

En la finca Fruta de Pan se manifestó una baja incidencia del E2, E3 y E5. La mayor incidencia corresponde al E4 en donde se observó hojas con coloraciones cafés en el envés y negras en el haz de la hoja.

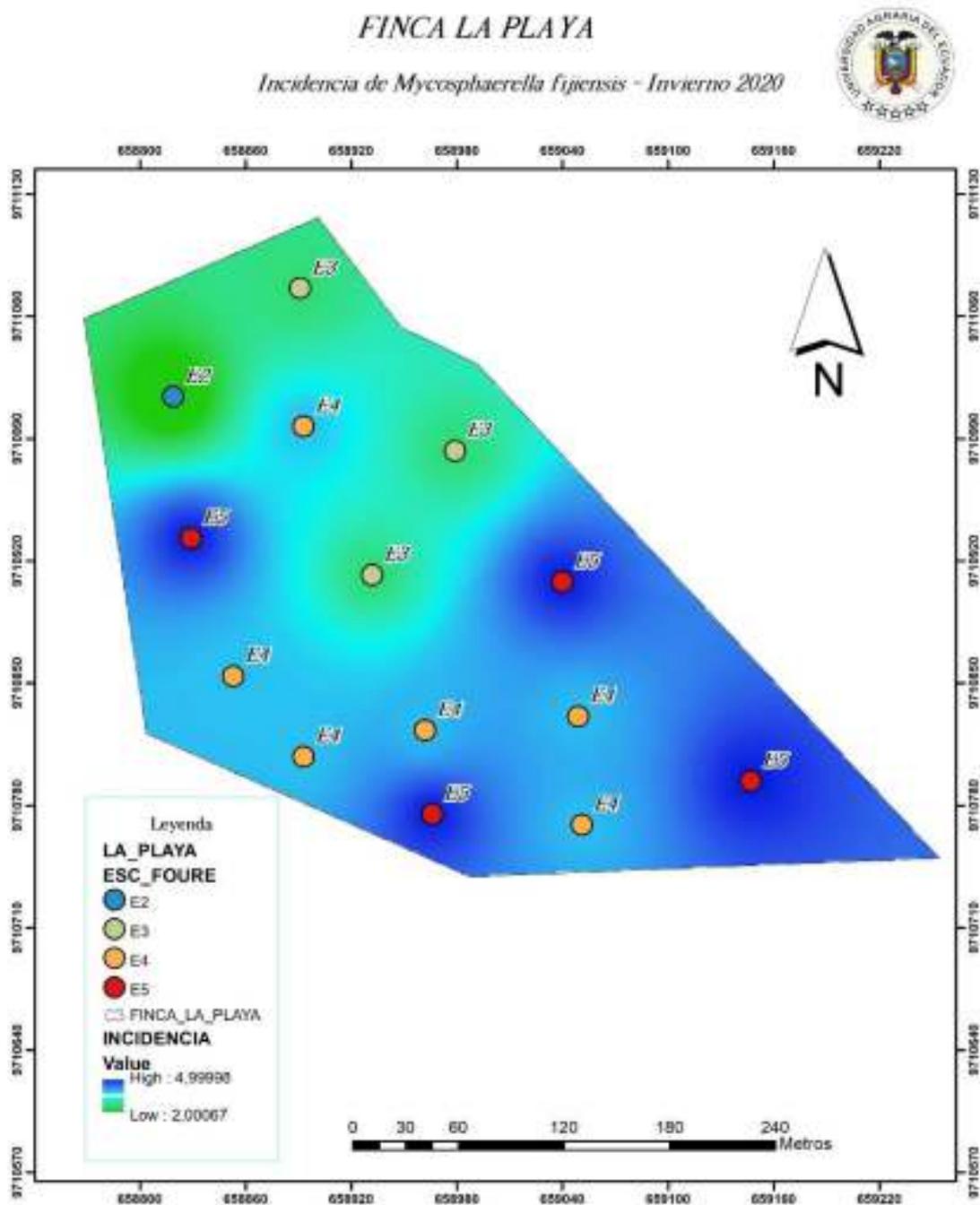


Figura 14. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca La Playa. Zumba, 2020

En la finca La Playa se observó una incidencia baja en el E2, le sigue el E3 y E5 con una incidencia media y por último la mayor incidencia fue del E4, donde se visualizó hojas con coloración negra y café.

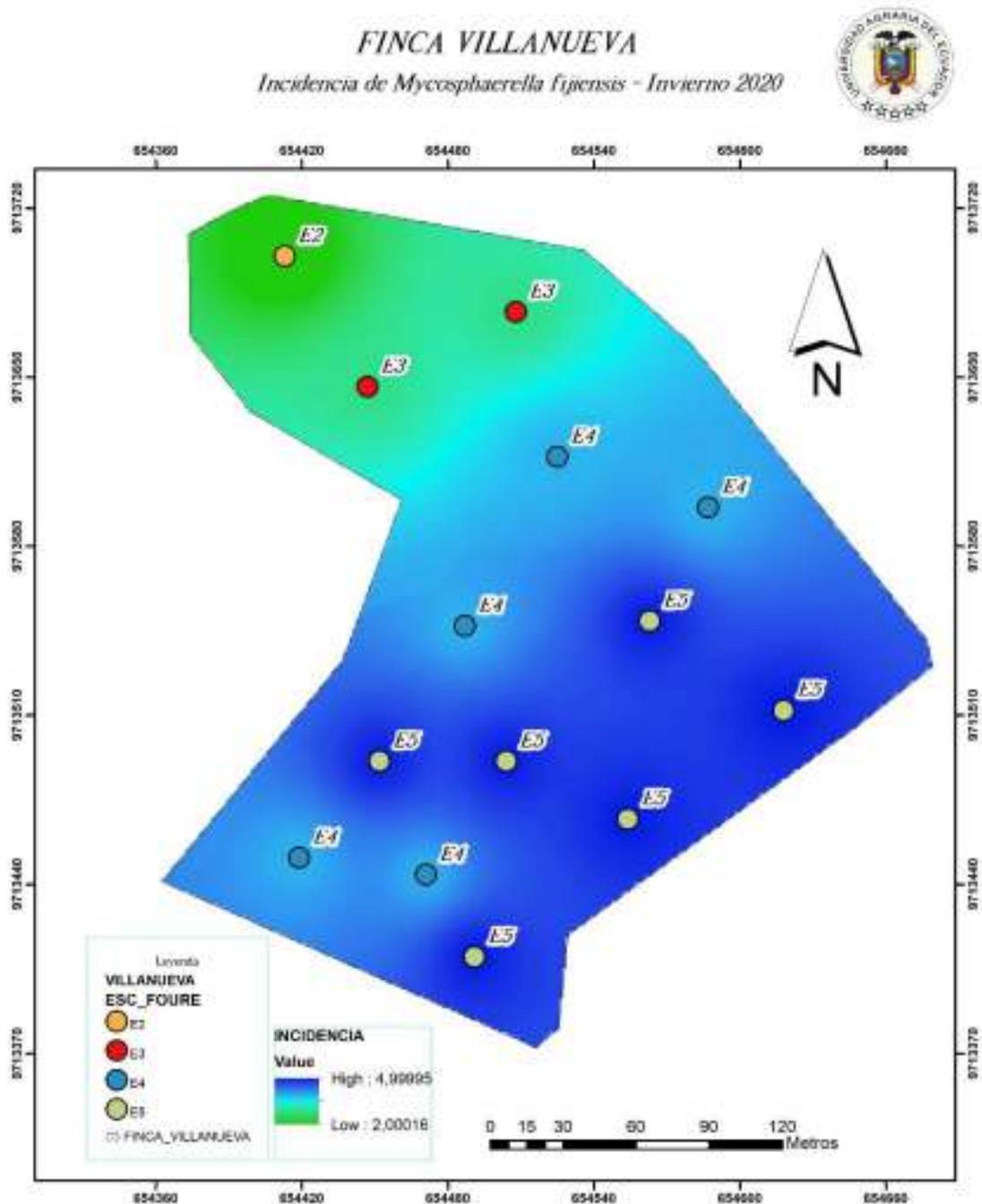


Figura 15. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Villanueva. Zumba,2020

Para la finca Villanueva se manifestó una mayor incidencia del E5 donde se presentó coloraciones negras rodeadas de halos negros o amarillos, seguido del estadio E4. En baja incidencia se evidencio a los E3 y E2.

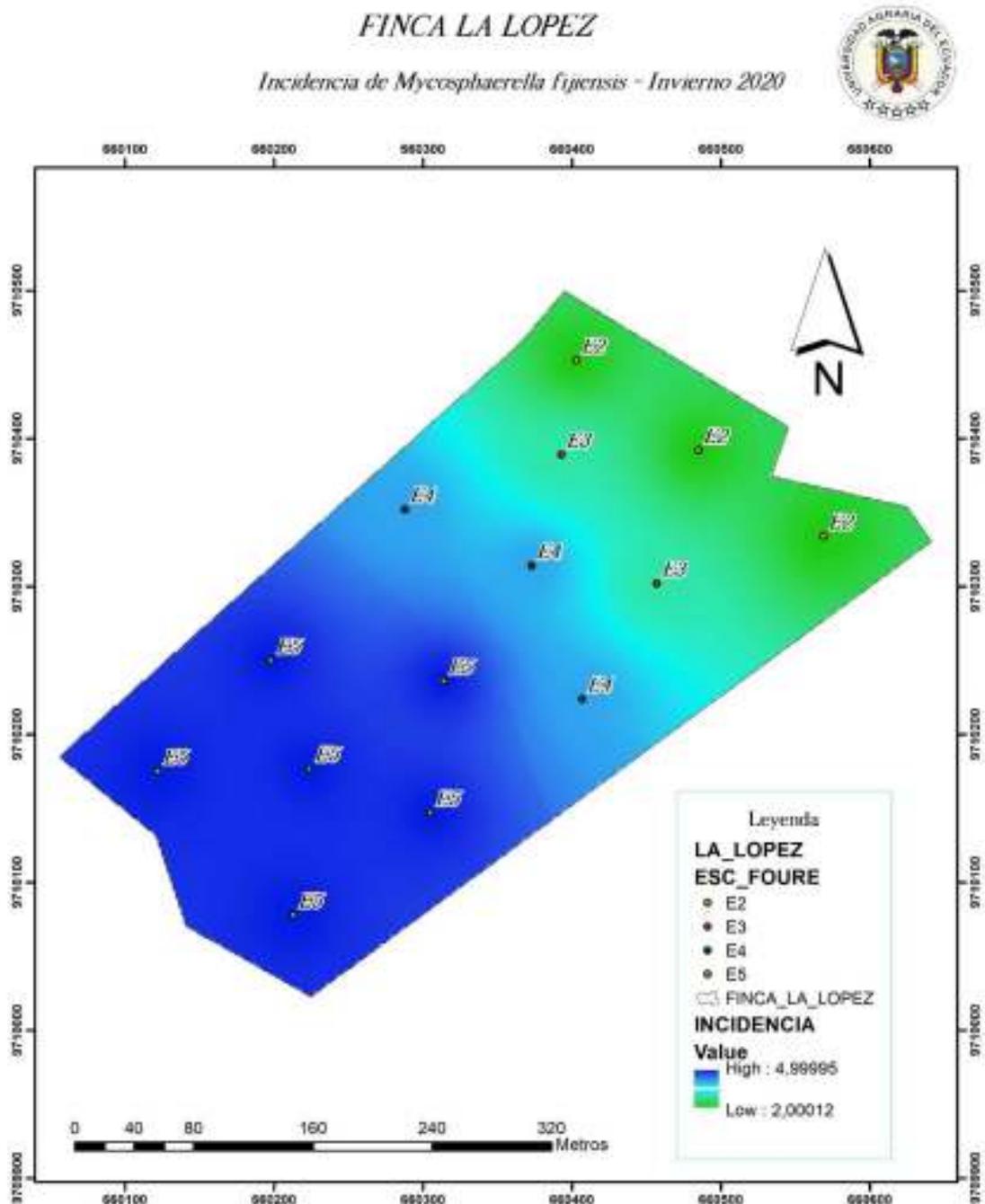


Figura 16. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca La López. Zumba, 2020

Como se observa en el mapa temático, la incidencia con mayor área fue el E5, seguido por una incidencia media de los E4 y E2. En menor proporción se presentó el E3 donde se evidenció estrías color marrón un poco alargadas.

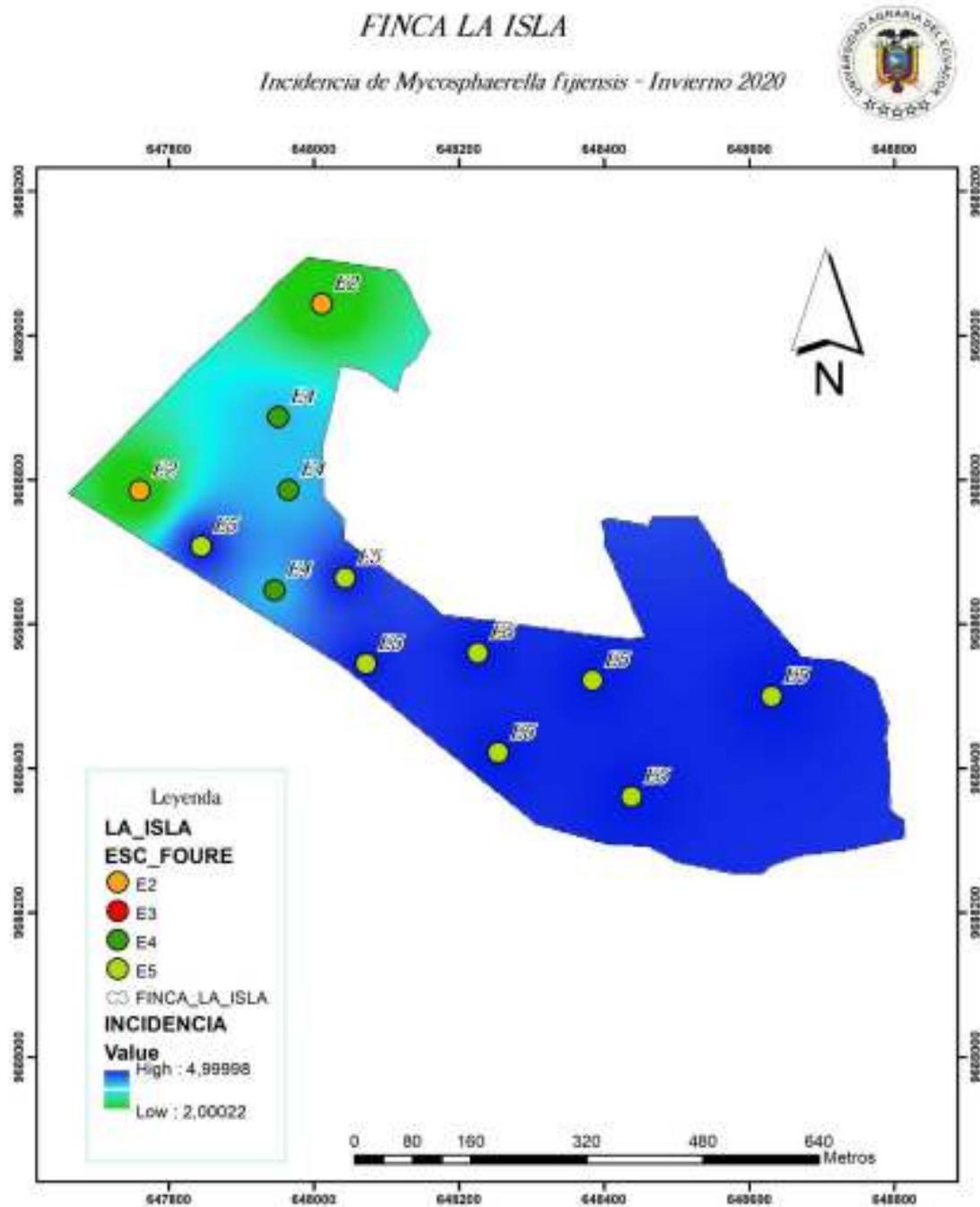


Figura 17. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca La Isla.
Zumba,2020

En la finca La Isla la incidencia con mayor área fue el E5, en este se observó hojas con coloraciones negras y centro seco. Seguido, en una incidencia baja se observaron los E4 y E2.

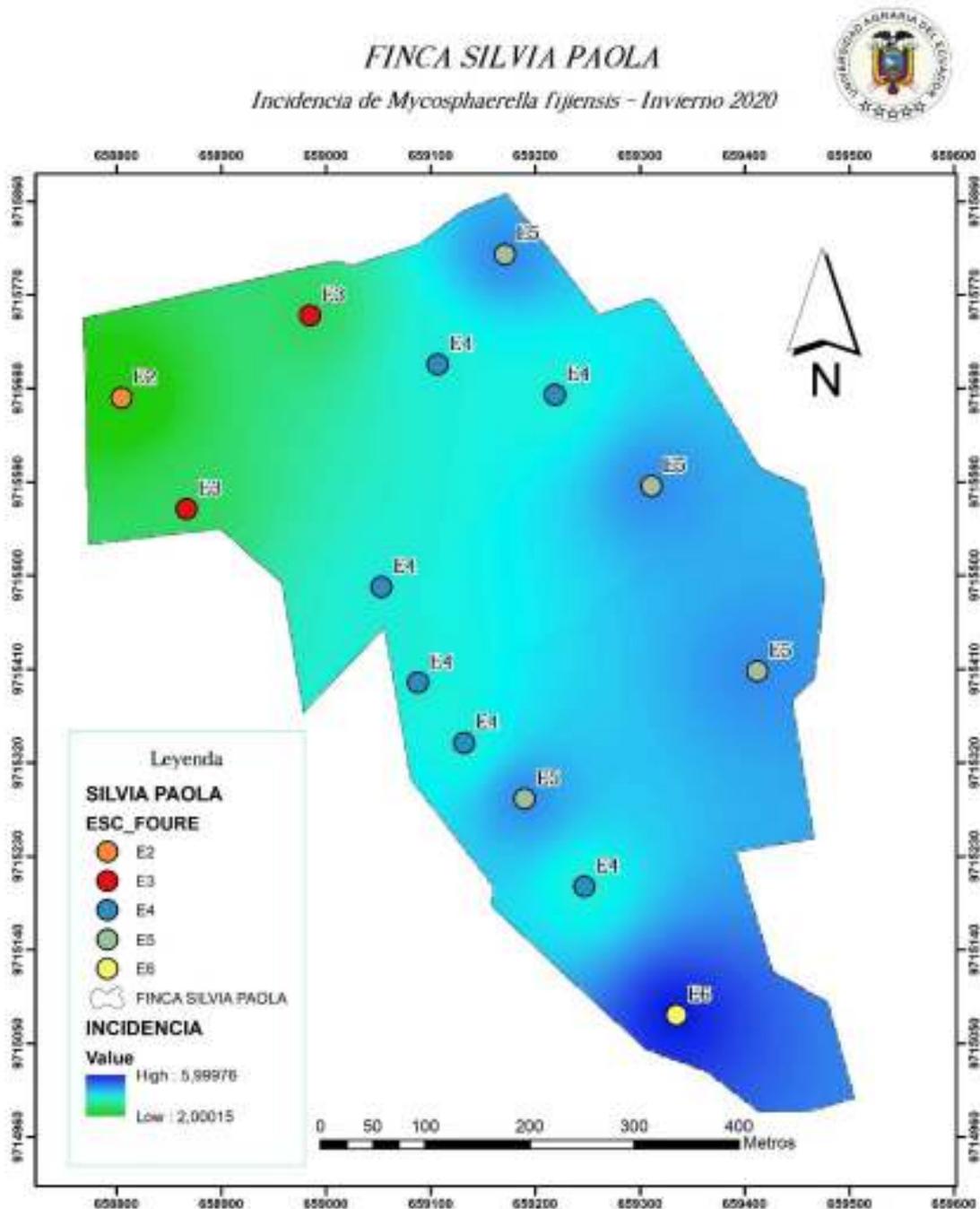


Figura 18. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Silvia Paola. Zumba, 2020

La incidencia predominante en la finca Silvia Paola fue el E4, en donde se observó manchas negras y cafés en las hojas de las plantas afectadas, en menos proporción se observó la incidencia de los E5 y E3. Para los E2 y E6 la incidencia fue baja.

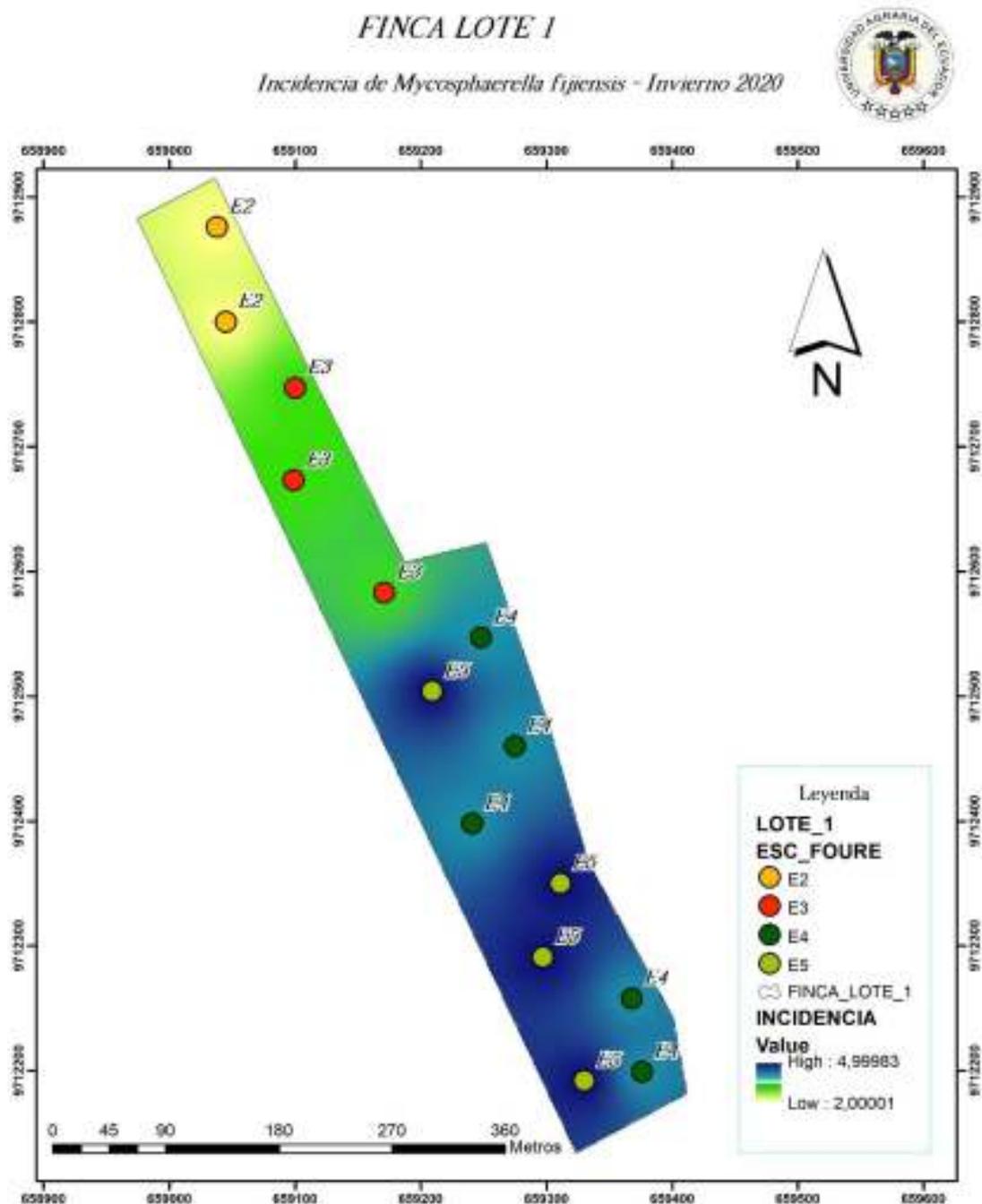


Figura 19. Incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en finca Lote 1 Zumba,2020

Para la finca Lote 1 la incidencia predominante fue el E4, con una incidencia media se presentó los E5 y E3. El E2 se evidencio con una baja incidencia, en est estadio se observó las hojas afectadas con estrías marrones.

5. Discusión

De acuerdo al primer objetivo planteado se evaluó in situ los niveles de infestación de Sigatoka negra, según (Álvarez, Pantoja, Gañán, & Ceballos, 2013) el hongo *Mycosphaerella fijiensis* es limitante en la producción de la plantación, este afecta el área foliar fotosintética y en consecuencia los racimos tienen menor peso en comparación con las plantas sanas, por su parte (Acosta & Salinas, 2011) manifiestan que la producción de banano está en función del desarrollo progresivo de sus hojas, además que el desarrollo y llenado de frutos depende de la cantidad de hojas sanas al momento de salida de la bellota, estas afirmaciones concuerdan con los resultados de esta investigación, ya que de acuerdo con la evaluación realizada con la Escala de Fouré desde el mes de mayo se evidenció que varias plantaciones tenían la enfermedad hasta su fase más avanzada, por ende se tuvo que mermar el número de hojas al momento de enfunde y corte, esto se tradujo con racimos de menor peso y dedos crema.

El segundo objetivo planteo determinar información base mediante una encuesta estructurada referente al manejo de Sigatoka negra, en el porcentaje de reducción de rendimiento de la fruta, los encuestados manifestaron tener la enfermedad bajo control por lo que no percibían daños en el racimo, este resultado concuerda con (Orozco, y otros, 2008) que indican que solo con la práctica de deshoje es viable producir fruta de calidad y para mejorar resultados se debe utilizar fungicidas. Con referencia a los ciclos de aplicaciones anuales (Campoverde, 2014) manifiesta que en Ecuador para controlar el ataque de la enfermedad se realizan alrededor de 24 ciclos/años y mientras más ciclos se

realicen mayor es el control, esto concuerda con los resultados de los encuestados, ya que realizan un total de 27 ciclos anuales.

De acuerdo al tercer objetivo se planteó elaborar mediante sistema de información geográfica y carta de georreferencia mapas de planos personalizadas indicando la incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* en la zona planteada de estudio. Serna (2015) manifiesta que “Para el cultivo de banano las herramientas de agricultura de precisión emergen como respuesta a la necesidad de rastrear y conocer el estado del producto durante todo su proceso productivo”, esto concuerda con los resultados obtenidos, ya que para cada finca perteneciente a la asociación se elaboró un mapa en donde se evidencia el estadio de la enfermedad durante el transcurso de los meses de mayor incidencia.

6. Conclusiones

Con base a los objetivos planteados y a la información obtenida, se concluye que:

Con la ayuda la Escala de Foure y la escala arbitraria se realizó una óptima evaluación de la incidencia de *M. fijiensis*, de la misma manera las pruebas con los Postulados de Koch evidenciaron presencia del hongo en las placas evaluadas. Esta prueba confirmo los datos recabados con las escalas.

La encuesta realizada a los productores indico que mantenían buenas prácticas para el control de la enfermedad, realizando las fumigaciones, cortes y deshojes oportunamente.

Los mapas temáticos mostraron los niveles de incidencia presente en cada finca perteneciente a la asociación, de donde se pudo deducir cual fue la finca más infectada.

7. Recomendaciones

Con base a los resultados de esta investigación, se recomienda que:

Las fincas bananeras utilicen la Escala de Foure o cualquier otra escala viable para la correcta identificación de los estadios del patógeno *M. fijiensis*, por consiguiente, dar el control adecuado para no permitir que la enfermedad pase a estadios más avanzados que afecten a la calidad del racimo.

En cuanto al número de hojas, es recomendable cortar con el número adecuado para de esta manera asegurar que el fruto no salga con dedos crema, además de bajo peso y llegue con la maduración correcta a su destino.

Finalmente, se recomienda la implementación de los sistemas de información geográfica para el seguimiento de las enfermedades o plagas presentes en el área productiva puesto que este ayudara a la visualización de la problemática y ayudara a la toma de decisiones de una manera más acertada.

8. Bibliografía

- Acosta, A. M., & Salinas, D. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2).
- Aguilar, R. R. (2015). *La producción y exportación de banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008-2013*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Guayaquil.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L., & Ceballos, G. (2013). *La Sigatoka negra en plátano y banano*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Valle del Cauca, Colombia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Alvarez, R. n. (1987). *El cultivo de banano*. Guayaquil -, Ecuador: Programa Nacional de Banano.
- Arias, P., Dankers, C., Liu, P., & Pilkauskas, P. (2004). *La economía mundial del banano*. Roma: Fao.
- Asamblea Constituyente. (2019). *Constitucion del Ecuador*. Quito - Ecuador.
- Asociacion de exportadores bananeros del Ecuador. (2017). *Una mirada al sector bananero ecuatoriano*. Guayaquil: AEBE.
- Asociación de Productores Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas. (2019). *Socios Actualizados 2019*. Asociación de Productores Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas, Naranjal.
- Bayer. (s/f). *Racimo de soluciones*. Guayaquil: Cropscience.

- Bolivar, K., Arroyo, J. A., Perret, J., & Soto, M. (2013). Analisis Geo- Referenciado de la distribucion del numero de manos por camino en un area bananera. *Agronomia Costarricense* , 37(2).
- Bongiovanni, R., Mantovani, E. C., Best, S., & Roel, Á. (2006). Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*, 27.
- Bos, L. (1981). Cien años de postulados de Koch y la historia de la etiología en la investigación de virus de plantas. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 87, 91-110.
- Bucheli, V. (2013). *Catastro bananero 2013*. Ecuador .
- Cabezas, L. T. (2003). *El cultivo de platanó en Ecuador*. Guayaquil: Editorial Raíces.
- Cabi. (2019). *Sigatoka Negra (M. fijiensis)*. Hoja de datos, Reino Unido.
- Calle, H., & Yangali, J. (2014). *La Sigatoka Negra en Ecuador*. Agrocalidad. Guayaquil: Sigat.
- Campoverde, B. S. (2014). *Evaluacion varios fungicidas y un entomopatogeno para el control de Sigatoka negra en banano organico*. Tesis de grado , Universidad Tecnica de Machala, Machala .
- Campoverde, B. S. (2014). *Evaluacion varios fungicidas y un entomopatogeno para el control de sigatoka nerga en banano organico*. Trabajo de titulacion , Universidad Tecnica de Machala , Facultad de Ciencias Agropecuarias, Machala .
- Castillo, C. F. (2007). Los postulados de Koch: revision historia y perspectiva actual. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 1(2), 264.

- Cluster Banano. (07 de 03 de 2017). *Banano Ebizor*. Obtenido de <http://banano.ebizor.com/sigatoka-negra-sintomas-enfermedad/>
- Davalos, S. J. (2018). *Manual de aplicabilidad de buenas practicas agricolas de banano*. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. Ecuador : Agrocalidad.
- El Productor. (2017). *Cómo prevenir la Sigatoka Negra en los cultivos de banano*. Guayaquil: Farmagro.
- Esri. (2019). *ArcGis Resources*. Obtenido de ArcGis Resources: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>
- ESRI. (2019). *ArcGis Resources*. Obtenido de ArcGis Resources: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Fagiani, M., & Tapia, A. (2014). *Ficha del cultivo de banano*. Estacion Experimental de Cultivos Tropicales . Argentina: Inta Yuto - Jujuy.
- Fouré. (1985). *Black leaf streak disease of bananas and plantains (Mycosphaerella fijiensis Morelet), study of the symptoms and stages of the disease in Gabon*. Ifra-Paris.
- GAD Naranjal. (2019). *Municipio de Naranjal*. Obtenido de <https://naranjal.gob.ec/site/historia/>
- Garzon, J. (30 de marzo de 2017). Aceite agrícola parafínico en control de la sigatoka negra. *Opinion - Diario moderno y profesional*, pág. 2.
- Hidalgo, A. L. (17 de septiembre de 2018). Ecuatoriano nominado al Nobel por su alternativa no contaminante contra la sigatoka. *El Universo*.

- Holguin, A. F. (2006). *El cultivo de banano en el Ecuador* (Vol. 2). Machala, Ecuador: Grafiram.
- Hurtado, J. M. (2012). *Elaboracion de un SIG agricola con la ayuda de una aplicacion web*. Tesis de maestria, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Infoagro. (2014). *Cultivo de banano*. Mexico .
- Instituto Espacial Ecuatoriano. (2018). *Ecuador quiere potenciar la agricultura de precision*. Ecuador.
- Intagri. (2018). Manejo de la sigatoka negra en banano. *Articulos Tecnicos Intagri* (48), 7.
- Jaramillo, R. (1982). *Las principales características morfológicas del fruto de banano*. Costa Rica: Panama UPEB.
- Kress, J. (1990). The phylogeny and classification of the Zingiberales. *Annual*(77), 698-721.
- Leon, J. (1987). *Botanica de los cultivos tropicales* (Primera ed.). San Jose , Costa Rica: Snarskis.
- Lizarzaburu, G. (2018). *El gran impacto del banano*. Guayaquil: Expreso.
- Manguashca, J. (2018). *Ecuador quiere potenciar la agricultura de precision*. Guayaquil: Instituto Espacial Ecuatoriano.
- Martinez, Villalta, Soto, Murillo, & Guzman. (2011). *Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano*. Corporacion bananera nacional, Direccion de investigaciones - Seccion Fitopatologia. San Jose, Costa Rixa: Corbana.
- Ministerio de Agricultura y Ganaderia. (s.f.). *Sig Tierras*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganaderia: <https://www.agricultura.gob.ec/sigtierras/>

- Ministerio de Agricultura y Ganaderia. (2013). *Catrazto bananero Oficial 2013*. Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2014). *Buenas practicas agricolas para banano*. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro - AGROCALIDAD, Inocuidad de los alimentos . Ecuador : Kirugraphics.
- Mora, M. L. (2013). *Efectos de La Disminución de la Aireación del Suelo en los Rendimientos del Cultivo de Banano (musa acuminata) mediante Sistemas de Información Geográfica*. Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Morelet. (1969). Micromycetes du Var et d'ailleurs (2me Note). *Annales de la Société des Sciences Naturelles et d'Archeologic de Toulon et du Var*(21), 104-106.
- Orozco, M., Orozco, J., Pérez, O., Manzo, G., Farias, J., & Silva, W. D. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos. *Tropical Plant Pathology*, 33, 189-196.
- Oviedo, M., Nuñez, O., & Sapaans, E. (11 de junio de 2011). La agricultura de precisión busca un agro competitivo. *EL Universo*.
- Pantoja, A., Gañan, L., Alvarez, E., & Ceballos, G. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y l aSigatoka negra en America Latina y el Caribe*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali-Colombia: Fao.
- Peña, O. J. (2019). *Implemetancion de un SIG para la determinacion de los indicadores de calidad del suelo para banano (Musa spp) en la Hacienda Carmita, Parroquia Cone, Yaguachi*. Tesis , Universidad Agraria del Ecuador , Facultad de Ciencias Agrarias, Milagro.
- Peralta, M. J., & Garcia, L. V. (2012). *Creacion e implementacion de una empresa de control de maleza con sistemas digitalizados para el cultivo de banano*

- en el Canton Naranjal*. Universidad Estatal de Milagro, Unidad Académica de Ciencias Administrativas y Comerciales, Milagro - Ecuador .
- Pineda, V. M. (2011). *La producción de banano en la Provincia de El Oro 2009-2010*. Tesis, Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Reetz, H. (2014). Tecnología de precisión para gestión de nutrientes. (I. I. (IICA), Ed.) *Manual de agricultura de precisión*.
- Rodriguez, L. (2001). *El banano y su desarrollo*. Universidad del Magdalena, Santa Martha - Colombia.
- Rosales, O. S. (2012). *Elaboración de un concentrado para bebidas a base de pulpa de banano de rechazo con saborizantes artificiales*. Universidad de Galileo, Guatemala.
- Santos, M. O., Romero, J. O., Zamora, O. P., Sanchez, G. M., Larios, J. F., & Moraes, W. d. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. (A. y.-I. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Ed.) *Tropical Plant Pathology*, 33(3), 189-196.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Quito - Ecuador: Senplades.
- Serna, Y. N. (2015). *SIG para modelar la respuesta de la productividad del cultivo de banano a las características químicas de suelos*. Tesis doctoral, Universidad San Francisco de Quito , Colegio de Postgrados, Quito.
- Servicio Geológico Mexicano. (22 de marzo de 2017). *Gob. mx - Museo virtual* .
Obtenido de Gob. mx - Museo virtual :
<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html>

- Sistema de Informacion Publica Agropecuaria. (2018). *Ministerio de Agricultura y Ganaderia*. Obtenido de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/mapas-interactivos/2-uncategorised/37-mapa-cultivos>
- Soto, M. (1985). *Bananos - Cultivo y comercializacion*. San Jose, Costa Rica : Lil S.A.
- Vela, A. (abril de 2016). Estudio de la Agricultura de Precisión Enfocado en la Implementación de una Red de Sensores Inalámbricos (WSN) para el Monitoreo de Humedad y Temperatura en Cultivos – Caso de Estudio Hacienda Cabalinus Ubicada en la Provincia de Los Ríos. *Revista Po*, 38(1), 12.
- Velasquez, H. (2015). *Los sistemas de informacion geografica Sig como herramientas de apoyo al estudio de los recursos naturales y la planificacion*. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Quito: Dinaren.
- Vera, J. W. (2011). *“Evaluación del efecto sobre Sigatoka negra, en hojas separadas de banano, Cavendish (variedad Williams), del extracto de Melaleuca alternifolia en 3 zonas del litoral Ecuatoriano”*. Tesis de grado, Escuela Politecnica del Litoral, Guayaquil.
- Volcy, C. (2008). Génesis y evolución de los postulados de Koch. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 108-110.

9. Anexos

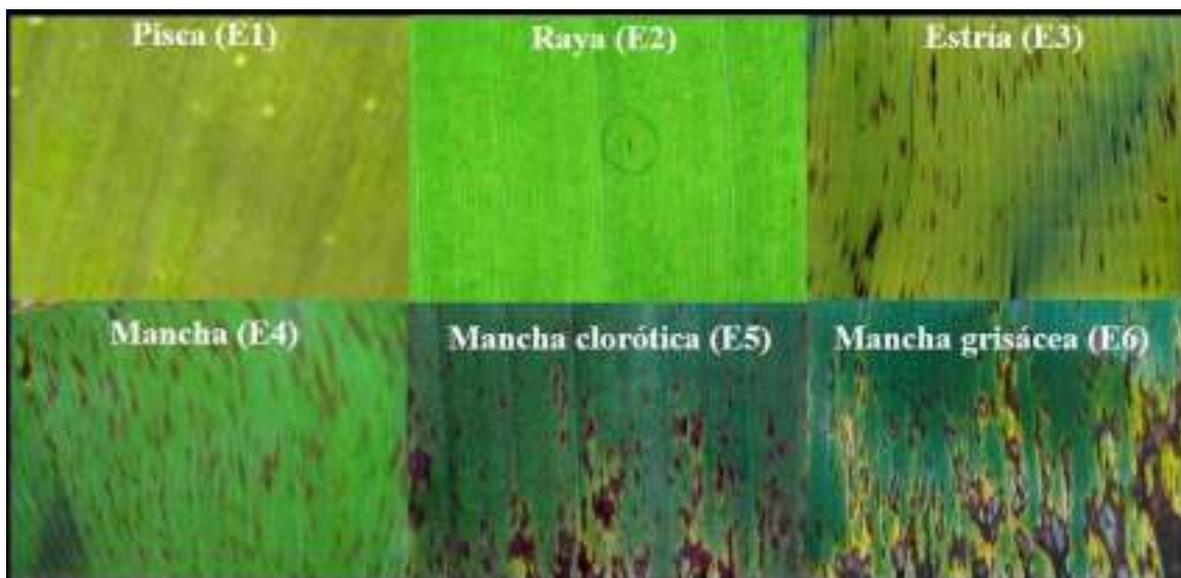


Figura 20. Escala de evolución de los síntomas de Sigatoka negra según Fouré. (Fouré, 1985)

Tabla 8. Síntomas de la Sigatoka negra según Escala de Foure.

Estado 1	Lesiones pequeñas -puntos color blanco amarillento tirando a marrón, denominadas pizcas de 1 mm de longitud y apenas visibles en el envés de las hojas.
Estado 2	Rayas- estrías cloróticas, oscilan entre 3 mm de longitud por 1 mm de ancho.
Estado 3	Rayas-estrías más alargadas, con bordes no definidos de color café, pueden tener hasta 2 cm de longitud.
Estado 4	Manchas de forma ovalada color negro en el haz y café en el envés.
Estado 5	Manchas negras con un halo amarillo y centro semihundido seco
Estado 6	Manchas color marrón, alrededor con tejido clorótico, centro seco y hundido.

(Fagiani & Tapia, 2014)

Tabla 9. Registro de productores y fincas pertenecientes a la Asociación de Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas.

PRODUCTOR	FINCA	COORDENADAS		HAS.
Bueno Chapan Luis Hermenegildo	2 HERMANOS	509592,4	1172954,4	4,00
Cedeño Bravo Silvia Paola	SILVIA PAOLA	659536,1	9715293,4	34,00
Congo Arias Jairo	EL CONGO	508620,6	1165148,8	3,06
	YOLANDA	508661,8	1165260,1	7,99
Espinoza Corrales Silverio Alejandro	CARMEN BURI	508625,3	1165254,6	3,00
	MERCEDES	505796,5	9725435,9	10,69
	MERCEDES	504687,5	1155246,6	2,50
Lema Guamán Manuel	LA ISLA	506873,6	1124479,6	35,00
Medina Santos Martha Dolores	JORGE ROMINA	508375,6	1167606,1	6,34
Santana Briones José Arturo	3 HERMANOS	508089,3	1167161,6	6,54
	LOTE NO. 1	508046,6	1166827,1	8,27
Santana Briones Néstor Isauro	CARMITA NO.3	504596,5	9725893,4	9,00
	CARMITA NO. 2	575687,2	1164548,8	6,70
Torres Castro Marianita De Jesús	JUANITO	508684,9	1168385,2	12,00
Urgiles Reinoso Carlos Ariosto	FRUTA DE PAN	506053,8	1160700,2	31,95
Uyaguari Jarama Luis Antonio	LA PLAYA	507479,4	1169844,4	10,00
Valladolid Caivinagua Luis Abel	LA LOPEZ	508556,9	1170283,6	12,80
Vásquez Chacón Tadeo Javier	VILLANUEVA	508139,3	1162696,7	6,24
Zúñiga Salvatierra Ramiro Elicio	SAN JOSE	503647,5	1125799,5	3,03

Borbor y Zumba, 2020

Tabla 10. Cronograma de visitas a las fincas evaluadas.

FINCA	ENERO			FEBRERO				MARZO					ABRIL					MAYO				JUNIO			JULIO				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2																													
HERMANOS SILVIA PAOLA	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
EL CONGO	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
YOLANDA	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
CARMEN BURI	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
MERCEDES	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
MERCEDES 2	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
LA ISLA	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
JORGE ROMINA	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
3																													
HERMANOS	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
LOTE NO. 1	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
CARMITA NO.3	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
CARMITA NO. 2	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
JUANITO	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
FRUTA DE PAN	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
LA PLAYA	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
LA LOPEZ	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
VILLANUEVA	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
SAN JOSE	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		

Zumba, 2020

Tabla 11. Número de hojas funcionales al momento de enfunde y corte.

MESES	Semanas	2 HERMANOS		SILVIA PAOLA		EL CONGO		YOLANDA		CARMEN BURI		MERCEDS		MERCEDS 2		LA ISLA		JORGE ROMIN		3 HERMANOS		LOTE N° 1		CARMITA N°3		CARMITA N°2		JUANITO		FRUTA DE PAN		LA PLAYA		LA LOPEZ		VILLANEVA		SAN JOSE																	
		Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte	Enfunde	Corte																
ENERO	3	13	7	14	8	14	8	15	7	14	8	14	8	15	8	14	7	14	9	14	8	14	7	14	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	7	14	9	15	9														
	4	14	9	15	8	15	9	14	8	15	8	15	8	14	8	16	9	14	8	15	7	15	7	13	8	14	9	15	8	14	8	14	8	15	9	14	7	14	9	15	9														
	5	14	9	15	8	15	8	14	8	15	8	15	8	14	8	15	9	13	8	14	8	13	7	13	8	15	8	14	8	14	8	14	8	14	8	15	8	14	7	13	7	13	7												
	6	15	7	13	7	12	7	12	7	14	8	13	7	13	7	15	8	15	8	15	7	13	7	14	8	15	8	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	15	9	14	7	13	7												
	7	15	7	13	7	13	7	13	7	13	7	14	8	14	8	15	7	14	8	15	7	13	7	14	8	14	8	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	7	13	7										
	8	14	8	14	8	13	7	13	7	13	7	14	9	14	9	13	7	13	7	14	8	14	8	14	8	13	7	13	7	15	8	15	8	15	8	15	8	14	8	14	8	14	8	14	8										
FEBRERO	9	15	7	14	8	14	8	14	8	14	8	15	7	15	7	15	7	14	8	15	7	14	8	14	8	14	8	14	8	15	8	15	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	13	7										
	10	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	7	15	7	14	8	14	8	15	7	15	8	14	8	14	8	14	8	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7								
	11	14	8	13	7	13	7	13	7	15	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	15	8	14	8	14	8	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7						
	12	15	8	15	8	13	7	13	7	13	7	15	7	14	8	15	8	15	8	14	8	14	8	13	7	15	8	14	8	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7						
	13	14	8	15	7	15	7	15	7	13	7	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	15	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7				
	14	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	14	8	14	8	15	7	13	7	14	8	13	7	13	7	13	7	15	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7				
MARZO	15	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8				
	16	14	8	14	8	13	7	13	7	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8		
	17	13	7	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	14	8	13	7	14	8	15	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8		
	18	13	7	13	7	13	7	13	7	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8		
	19	14	8	15	8	15	8	15	8	15	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	14	8	13	7	14	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	8
	20	15	7	13	6	13	6	13	6	13	6	14	8	14	8	15	7	13	6	13	6	13	6	14	8	13	6	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8		
ABRIL	21	15	6	13	6	13	6	13	6	14	8	15	7	15	7	15	7	15	7	13	6	13	6	14	8	13	6	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8				
	22	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	13	7	13	7	14	9	14	8	12	7	13	7	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8	14	8				
	23	11	6	11	6	11	6	11	6	11	7	11	7	11	6	11	6	11	6	12	7	11	6	12	6	11	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6				
	24	11	7	11	7	11	7	11	7	11	6	12	6	12	6	13	7	11	6	10	7	11	6	11	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6				
	25	10	6	13	6	13	6	13	6	12	7	12	7	11	7	11	7	11	6	10	7	12	7	11	7	11	6	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7				
	26	12	6	12	6	12	6	12	6	12	7	11	6	11	6	11	6	11	6	12	7	12	7	12	7	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6		
MAYO	27	12	6	11	5	11	5	11	5	11	6	12	5	12	5	12	5	12	5	12	7	12	7	13	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5				
	28	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	12	6	12	6	13	6	13	6	12	7	11	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6				
	29	11	5	11	7	11	7	11	7	12	6	11	6	11	6	11	6	11	6	13	5	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5				
	30	12	6	12	6	12	6	12	6	11	5	12	6	12	6	12	5	12	5	12	5	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6				
JUNIO	27	12	6	11	5	11	5	11	5	11	6	12	5	12	5	12	5	12	5	12	7	12	7	13	6	11	6	11	6	11	6	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5	11	5				
	28	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	12	6	12	6	13	6	13	6	12	7	11	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6				
JULIO	29	11	5	11	7	11	7	11	7	12	6	11	6	11	6	11	6	11	6	13	5	11	6	11	6	11	6	11	6	11	6	11	5																						



Figura 21. Recolección de muestra.
Zumba, 2020



Figura 22. Determinación de presencia de *S. negra* mediante Escala de Foure y escala arbitraria.
Zumba, 2020



Figura 23. Conteo número de hojas funcionales al momento del enfunde.
Zumba,2020



Figura 26. Conteo número de hojas al momento del corte.
Zumba,2020



Figura 29. Tabulación de datos resultantes de la encuesta junto al representante de la Asociación de Bananeros del Cantón Naranjal y Zonas Aledañas. Zumba,2020



Figura 31. Material vegetal a evaluarse - Inspección del tutor. Zumba,2020



Figura 34. Cajas Petri listas con el material vegetal - Inspección del tutor.
Zumba,2020



Figura 37. Análisis de las muestras vegetales.
Zumba,2020



Figura 40. Caja portaobjetos con muestra vegetal ya evaluada.
Zumba,2020

ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES BANANEROS DEL CANTÓN NARANJAL Y ZONAS ALEDAÑAS

ACUERDO MINISTERIAL N° 245, DEL 30 DE JUNIO DE 1999

RUC: 0992180188001

Hectáreas: 181.11

ENCUESTA

1. ¿Cuántas has de banano se cultiva en la propiedad que Ud. administra?

Alternativa	Selección
Menos de 10 ha	
10 a 50 ha	
51 a 100 ha	
Mas de 101 ha	x

2. ¿Qué porcentaje de has están afectadas por la enfermedad Sigatoka negra?

Alternativa (%)	Selección
< 25	x
25-50	
51-75	
76-100	

3. ¿Qué porcentaje de daño ocasiona la enfermedad de la Sigatoka negra en la plantación?

Alternativa (%)	Selección
< 5	x
5-10	
1-20	
21-50	
51-75	
76-100	

4. La enfermedad de la Sigatoka negra, ¿en qué porcentaje le reduce los rendimientos de la fruta?

Alternativa	Cantidad
0.0	
<5	x
5-10	
11-20	
21-30	
31-40	
41-50	
>del 50	



Direc.: Av. Olmedo y Tercera Este * Telefax: 042 750 703 – Email: asopbnar@hotmail.com



Figura 26. Modelo de encuesta
Borbor y Zumba, 2020

5. ¿Cuántos ciclos de aplicaciones anuales realizaba en su finca?

Alternativa	Selección
15-20	
21-25	
26-30	x
>30	

6. ¿Cuántos ciclos de aplicaciones en invierno y cuantos en verano realiza?

Invierno	Cantidad	Verano	Cantidad
<15		<5	
15-20	x	5-8	x
21-25		9-12	
26-30		13-15	

7. ¿Qué clase de fungicidas utiliza para el control de la sigatoka negra?

Alternativa	Selección
Protectantes	
Sistémicos	
Ambos	x

8. ¿Los productos fungicidas utilizados cumplen las normas establecidas por el FRAC (2014)?

Alternativa	Selección
Si	x
No	

9. ¿Aplica los fungicidas solos o en mezcla?

Alternativa	Selección
Solos	
Mezcla	
Solos y en mezcla	x

10. ¿A qué grupo químico pertenecen los fungicidas protectantes utilizados para el control de la Sigatoka negra?

Alternativa	Selección
Ditiocarbamatos	x
Cloronitrilos	x
otros	



Figura 27. Modelo de encuesta Borbor y Zumba, 2020

ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES BANANEROS DEL CANTÓN NARANJAL Y ZONAS ALEDAÑAS

ACUERDO MINISTERIAL N° 245, DEL 30 DE JUNIO DE 1999

RUC: 0992180188001

11. ¿A qué grupo químico pertenecen los fungicidas sistémicos utilizados para el control de la Sigatoka negra?

Alternativa	Selección
Estrobilurinas	
Triazoles	x
Morfolinas (aminas)	x
Anilino-pyrimidinas	
carboxamida	

12. ¿Cuáles son las mezclas fungicidas (cocteles), que utiliza frecuentemente para controlar la enfermedad de S. negra?

Alternativa	Selección
Difenoconazol + Pyrimethanil	
Difenoconazol + Fenpropimorph	x
Tebuconazole - triadimenol + Fenpropimorph	
Epoxiconazol + Fenpropimorph	
Epoxiconazol + Pyrimetanol	
Difenoconazol + Fenpropidin	
Epoxiconazol + Fenpropidin	
Pyraclostrobin + Fenpropimorph	x
Izopyrazam + Pyrimethanil	
Propiconazol + Tridemorf	
Difenoconazol	
Tebuconazole	
Epoxiconazol	
Pyraclostrobin	
Izopyrazam	
Pyrimethanil	
Fenpropimorph	
Triadimenol	
Fenpropidin	
Tridemorf	

13. ¿Cuáles son los meses de mayor incidencia y severidad de la Sigatoka negra?

Alternativa	Selección
Diciembre	
Enero	
Febrero	x
Marzo	x
Abril	
Mayo	



Direc.: Av. Olmedo y Tercera Este * Telefax: 042 750 703 – Email: asopbnar@hotmail.com



Figura 28. Modelo de encuesta
Borbor y Zumba, 2020

14. ¿En qué estado del cultivo afecta más lo Sigatoka negra?

Alternativa	Selección
Plantilla	
Jóvenes	x
Adultas (próximas a cosecha)	

15. ¿Aplica oportunamente los cocteles fungicidas para el control de la enfermedad?

Alternativa	Selección
Si	x
No	

16. ¿Qué otras enfermedades se presentan en su plantación?

Alternativa	Selección
Sigatoka amarilla	
Erwinia	
Mal de panama (Raza 1)	
BSV	
Ninguna	x

17. ¿Qué sistema de fumigación utiliza?

Alternativa	Selección
Aéreo (avioneta o helicóptero)	x
Manual	

18. ¿Cuánto dinero invierte en cada aplicación de ciclo por hectárea?

Alternativa (\$)	Selección
20-30	
31-40	
41-50	
51-60	x

19. ¿Se justifican las labores de fumigaciones realizadas?

Alternativa	Selección
Si	x
No	

20. ¿Utiliza el deshoje para controlar la S. negra?

Alternativa	Selección
Si	x
No	

21. ¿Con que intervalo o frecuencias se realizan los deshojes?

Alternativa	Selección
Semanal	x
Quincenal	
Mensual	



Figura 29. Modelo de encuesta Borbor y Zumba, 2020

ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES BANANEROS DEL CANTÓN NARANJAL Y ZONAS ALEDAÑAS

ACUERDO MINISTERIAL N° 245, DEL 30 DE JUNIO DE 1999

RUC: 0992180188001

22. ¿Cuántas cajas obtiene por has?

Alternativa	Selección
50-100	x
101-150	

23. ¿Con cuántas hojas cosecha su producto?

Alternativa	Selección
6	x
7	
8	

24. ¿En qué periodo de tiempo tuvo la mayor afectación en la plantación por Sigatoka negra?

Alternativa	Selección
2000-2005	
2006-2010	x
2011-2015	
2016-2019	



Direc.: Av. Olmedo y Tercera Este * Telefax: 042 750 703 – Email: asopbnar@hotmail.com



Figura 30. Modelo de encuesta
Borbor y Zumba, 2020