

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Facultad Regional Multidisciplinaria, Matagalpa.

UNAN FAREM-Matagalpa.



Monografía para optar a título de Ingeniería Agronómica.

Diagnóstico de *Fusarium oxysporum* en sistemas musáceas, café y forestales en fincas de Monterrey-Jinotega y Yasica Sur-San Ramón, Matagalpa, II Semestre 2012.

Autoras:

Br: Francisca Eunice Duarte Treminio.

Br: Bielka Ninoska Rojas Altamirano.

Tutor.

MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz.

Asesor.

MSc. Juan Duley Castellón.

MSc. Julio César Laguna Gámez.

Matagalpa, Nicaragua.



DEDICATORIA.

A nuestro buen padre Dios y nuestra madre María santísima por el don de la vida, la salud, la sabiduría y fortaleza para culminar mis estudios.

A mi madre Reyna Treminio, por su amor, entrega, ejemplo de superación, fortaleza, por estar en los momentos difíciles y alegres de mi vida, por sus consejos, por apoyarme en mis estudios.

A mi padre y Martin Duarte, por su apoyo, amor, por sus consejos.

A mi tía Leydi por su amor, consejos, paciencia, animo que es como una segunda mamá.

A mi abuelito (q.e.p.d.) Francisco Duarte Corea, por ser alguien fundamental en mi formación como persona, por su amor, consejos.

A mis hermanas y hermano: por su amor, paciencia, por su apoyo en todo momento.

A mi amiga, compañera: Bielka Rojas por ser mi amiga y compañera en la realización de esta investigación.

A mis amigas y compañeras de clase por su cariño y apoyo en todo momento.

Al M.S.c Francisco Javier Chavarría por paciencia, conocimiento consejos en la realización de la investigación.

A todos los docentes que durante toda la carrera compartieron sus conocimientos

Al M.S.c Juan Castellón por su apoyo y conocimiento.

Br. Francisca Eunice Duarte Treminio

DEDICATORIA.

A Dios por darme el don de la vida, la sabiduría y fortaleza para culminar uno de mis sueños y el de mis padres de ser una profesional.

A mi madre Ana Altamirano Martínez, que estuvo y está siempre presente en los momentos más felices y tristes de mi vida, por apoyar mis estudios y ser un ejemplo de superación, fortaleza, por enseñarme de que todo lo que me proponga en la vida lo puedo conseguir con dedicación y fuerza de voluntad.

A mi padre Orlando Rojas Sánchez, por apoyar mis estudios siempre, con consejos y su amor incondicional.

A mi hermana y hermano Aura y Orlando, por su amor, apoyo y consejos que me han dado fortaleza para lograr culminar mis estudios.

A mis sobrinos Ana y Fernando, por formar parte importante de mi vida.

A mi esposo e hija Melany por formar parte de las personas que estuvieron a mi lado en el proceso de mis estudios como profesional.

A mi amiga y compañera de tesis Francisca Eunice Duarte Treminio, por brindarme su cariño, amistad y por ayudarme especialmente estos últimos meses a cumplir con mi sueño.

A todas mis compañeras de clase que siempre estuvieron conmigo dándome sus muestras de cariño.

Al M.S.c: Francisco Chavarría, por su tutoría, consejos, conocimientos y disponibilidad.

Br. Bielka Ninoska Rojas Altamirano.

AGRADECIMIENTO.

A nuestro buen padre **Dios** y **María santísima** por el don de la vida, la salud, la inteligencia y la perseverancia para llegar a culminar nuestros estudios.

A nuestro tutor M.S.c Francisco Javier Chavarría Aráuz por su dedicación, tiempo y conocimientos brindados para realizar y culminar esta investigación.

Agradecemos al M.S.c Juan Duley Castellón, coordinador por Nicaragua del proyecto Musáceas por su apoyo, asesoría, aportes técnicos y científicos, para el desarrollo de la investigación al **M.S.c Julio César Laguna Gámez**, por su apoyo, asesoría, conocimiento y consejos.

A GIZ coordinado por **Bioversity International** y ejecutado por el Proyecto Musáceas de **La UNAN – León** por la oportunidad brindada a través del apoyo económico y la confianza para el desarrollo y culminación de esta investigación.

A los productores por su disposición, tiempo y por habernos brindado la información que necesitábamos para la elaboración nuestra investigación.

Al cuerpo docente del colectivo de agronomía: M.S.c Virginia López Orozco, M.S.c Evelyn Calvo Reyes, que durante estos cinco años compartieron con nosotras sus conocimientos y a todos los maestros que en el transcurso de nuestras vidas han compartido con nosotras.

A todas las personas: Que nos apoyaron desinteresadamente en la elaboración de este trabajo de titulación.

Br. Francisca Eunice Duarte Treminio.

Br. Bielka Ninoska Rojas Altamirano.

OPINIÓN DEL TUTOR.

Por este medio en mi calidad de tutor de la monografía de las egresadas FRANCISCA EUNICE DUARTE TREMINIO con número de Carnet 08-064945 y BIELKA NINOSKA ROJAS ALTAMIRANO con número de carnet 08-064013, bajo el título “Diagnóstico de *Fusarium oxysporum* en sistemas musáceas, café y forestales en fincas de Monterrey-Jinotega y Yasica Sur-San Ramón, Matagalpa, II Semestre 2012”. Avalo la entrega del documento final, considerando que el mismo cumple con la coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

El trabajo desempeñado por las egresadas DUARTE TREMINIO y ROJAS ALTAMIRANO, conto con el valioso apoyo de la UNAN León y Biodiversity International a través del proyecto “*Mejorando la producción y mercadeo de bananos en cafetales con árboles de pequeños productores: utilizaciones de recursos, vida de los suelos, selección de cultivares y estrategias de mercado*”. El cultivo y la temática estudiada tiene un gran impacto en la Región Matagalpa y Jinotega.

Es meritorio señalar el esfuerzo y empeño mostrado por **DUARTE y ROJAS** por llevar a feliz término su trabajo de tesis.

Que sigan cosechando éxitos en sus próximas metas.

Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor.

RESUMEN.

La investigación se llevó a cabo en 70 fincas de la comunidad de Monterrey departamento de Jinotega y 35 fincas de la comunidad de Yasica Sur, Municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa. Se contó con el apoyo de Bioversity Internacional a través de la UNAN León. Las variables estudiadas fueron incidencia de *Fusarium oxysporum*, severidad de la enfermedad, características edafológicas, características agronómicas, culturales, características productivas y manejo de la enfermedad. El objetivo del estudio “Diagnosticar incidencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de banano producido en asocio con café y árboles en finca de la comunidad de Monterrey – Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur – San Ramón, Matagalpa durante el II semestre del año 2012”. Por medio de la presente investigación se logró diagnosticar el nivel de incidencia, severidad de *Fusarium oxysporum*, el manejo que los productores le dan a la enfermedad en dichas comunidades, así como para brindar alternativas de prevención y control de la misma. La investigación es de carácter cuantitativo, cualitativo, descriptivo y explicativo. El estudio consistió en georeferenciar las plantas afectadas por *Fusarium oxysporum cubense*, para determinar la incidencia de la enfermedad, a nivel de finca y comunidad, también identificar las características edafológicas, agronómicas, culturales y productivas de la zona. Las conclusiones principales son: la comunidad de Monterrey presenta mayor nivel de incidencia y severidad del *Fusarium oxysporum cubense* en comparación con Yasica Sur, las prácticas agronómicas, culturales favorecen la diseminación del hongo, además influyen sobre las características productivas.

Palabras claves: *Fusarium oxysporum cubense* (FOC), musáceas, diagnosticar, incidencia, severidad.

INDICE GENERAL.

Contenido	Páginas
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
OPINION DEL TUTOR.....	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	9
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4.1. Pregunta general	11
4.2. Preguntas específicas	12
V. OBJETIVOS.....	13
5.1. Objetivo general	13
5.2. Objetivos específicos.....	13
VI. HIPÓTESIS.....	14
6.1. Hipótesis general.....	14
6.2. Hipótesis específicas.....	14
VII. MARCO TEÓRICO	15
7.1. Asocio banano con café y árboles forestales	15
7.2. Origen de las musáceas (<i>Musa ssp</i>)	15
7.3. Clasificación taxonómica de las musáceas	16
7.4. Características generales de las musáceas	16
7.5. Genética y fitomejoramiento de musáceas.....	18
7.6. Prácticas culturales	18
7.6.1 Deshoja	18
7.6.2 Deschire	19
7.6.3 Control de malezas.....	19
7.6.3.1 Prevención	20

7.6.3.2	Control manual.....	20
7.6.3.3	Control químico.....	20
7.7.	Prácticas agronómicas.....	21
7.7.1	Fertilización.....	21
7.8.	Variedades de musáceas.....	22
7.8.1	Variedad Gros Michel.....	22
7.8.2	Variedad FHIA 17 y 23.....	23
7.8.3	Variedad FHIA 25.....	23
7.8.4	Variedad Dátil o Pisangmas.....	24
7.8.5	Variedad Caribe Rojo.....	24
7.8.6	Variedad Manzano.....	24
7.9	Conceptos generales.....	25
7.10	Historia, diseminación e importancia de la enfermedad.....	25
7.11	Morfología y taxonomía de Marchitez por <i>Fusarium</i>	28
7.12	Epidemiología de la enfermedad Mal de Panamá (<i>Fusarium oxysporum cubense</i>).....	28
7.13	Infección y ciclo de la enfermedad Mal de Panamá causada por <i>Fusarium oxysporum cubense</i>	29
7.14	Razas fisiológicas de <i>Fusarium oxysporum cubense</i>	30
7.15	Condiciones edafoclimáticas.....	31
7.16	Síntomas externos del Mal de Panamá causada por <i>Fusarium oxysporum cubense</i>	32
7.17	Síntomas internos del Mal de Panamá causada por <i>Fusarium oxysporum cubense</i>	32
7.18	Hospederos externos de <i>Fusarium oxysporum cubense</i>	33
7.19	Importancia económica del hongo <i>Fusarium oxysporum</i>	33
7.20	Variedades resistentes.....	34
7.21	Manejo actual de la enfermedad.....	35
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	36
8.1.	Descripción de la zona de estudio.....	36
8.2.	Criterio de selección de la finca.....	37

8.3.	Tipo de estudio	37
8.4.	Técnicas de recopilación de la información	38
8.5.	Población y muestra	39
8.6.	Evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad ..	39
8.7.	Procesamiento de la información	40
8.8.	Operacionalización de variable.....	41
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
9.1.	Distribución de la enfermedad en las comunidades de Monterrey	46
9.2.	Distribución de <i>Fusarium oxysporum cubense</i> en la comunidad de Yasica Sur.....	47
9.3.	Conocimiento del productor acerca de la presencia de la enfermedad	48
9.4.	Incidencia de número de plantas afectadas con <i>Fusarium oxysporum cubense</i>	49
9.5.	Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> , expresados en las plantas mediante los síntomas externos (amarillamiento)....	50
9.6.	Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> , expresados en las plantas mediante los síntomas externos (marchitez).....	51
9.7.	Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> , expresados en las plantas mediante los síntomas internos	52
9.8.	Características edafológicas.....	53
9.8.1	Encharcamiento en la parcela.....	53
9.8.2	Cárcavas en la parcela	53
9.8.3	Presencia de erosión en la parcela	54
9.8.4	Realizan drenaje.....	54
9.9	Prácticas culturales realizadas en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey	55
9.9.1	Regulación de sombra	55
9.9.2	Deshoja	55
9.9.4	Deschire.....	55

9.10	Control de malezas	57
9.11	Porcentaje de cobertura en el suelo	58
9.12	Presencia de barreras vivas y muertas	59
9.13	Practiclas agronómicas realizadas por los productores de ambas comunidades	60
9.13.1	Manejo de plagas	60
9.13.2	Fertilización	60
9.13.3	Manejo de <i>FOC</i>	60
9.14	Tipo de sistema.....	61
9.15	Área cultivada con musáceas en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey	62
9.16	Variedades de musáceas cultivadas en las comunidades sujetas a estudio	63
9.17	Características productivas.....	64
9.17.1	Número de racimos cosechos por finca	64
9.17.2	Costo de producción.....	64
9.17.3	Utilidades	64
9.18	Destino de la producción	65
9.19	Mercados de comercialización.....	66
9.20	Selección de plantas madres, vigorosas, sanas y libres de <i>FOC</i>	67
9.21	Eliminación de plantas enfermas en el mismo hoyo (fosa) y aplicación de cal y ceniza	68
9.22	Manejo de la enfermedad	69
9.22.1	Desinfección de las herramientas.....	69
9.22.2	Utilización de suelos de plantaciones de musáceas para viveros de café	69
9.22.3	Fuentes de agua.....	69
9.22.4	Transito continuo	69
9.23	Desinfección del cormo para la siembra	71
9.24	Conocimiento de la familia del productor acerca de	

la enfermedad Mal de Panamá.....	72
9.25 Propuesta para manejo de la enfermedad para cada comunidad de acuerdo al grado de incidencia.....	73
9.25.1 Alternativas de prevención y control de <i>Fusarium</i>	74
X. CONCLUSIONES	76
XI. RECOMENDACIONES.....	77
XII. BIBLIOGRAFIA.....	78
ANEXOS.....	84
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE CUADRO.....	xi
INDICE DE GRAFICAS.....	xii
INDICE DE ANEXOS	xiii
ABREVIATURAS.....	xiv

ÍNDICE DE CUADRO.

Cuadro.	Páginas.
Cuadro 1. Genética y fitomejoramiento de musáceas.....	17
Cuadro 2. Escala de evaluación de síntomas provocados por <i>Fusarium oxysporum</i>	38
Cuadro 3. Operacionalización de variable.....	40
Cuadro 4. Incidencia de número de plantas afectadas por <i>Fusarium</i> <i>oxysporum cubense</i>	49
Cuadro 5. Características edafológicas.....	53
Cuadro 6. Prácticas culturales realizadas en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey	55
Cuadro 7. Prácticas agronómicas realizadas por los productores de ambas comunidades	60
Cuadro 8. Área cultivada con musáceas.....	62
Cuadro 9. Características productivas	64
Cuadro 10. Manejo de la enfermedad	69
Cuadro 11. Alternativas de prevención y control de <i>Fusarium</i>	75

ÍNDICE DE GRAFICOS.

Gráficos	Páginas.
Gráfico1. Conocimiento del productor sobre la presencia de la enfermedad ...	48
Gráfico 2. Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> , expresados en las plantas mediante los síntomas externos (amarillamiento)	50
Gráfica 3. Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> , expresados en las plantas mediante los síntomas externos (marchitez)	51
Gráfica 4. Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> , expresados en las plantas mediante los síntomas internos	52
Gráfico 5. Control de malezas	57
Gráfica 6. Porcentaje de cobertura en el suelo.....	58
Gráfica 7. Presencia de barreras vivas y muertas.....	59
Gráfica 8. Tipo de sistema	61
Gráfica 9. Variedades de musáceas cultivadas en las comunidades sujetas a estudio.....	63
Gráfica 10. Destino de la producción.....	65
Gráfica 11. Mercados de comercialización.....	66
Gráfica 12. Selección de plantas madres, vigorosas, sanas y libres de <i>FOC</i> . .	67
Gráfica 13. Eliminación de plantas enfermas en el mismo hoyo (fosa) y aplicación de cal y ceniza.....	68
Gráfica 14. Desinfección del cormo para la siembra	72
Gráfica 15. Conocimiento de la familia del productor acerca de la enfermedad Mal de Panamá	73

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo	Página.
Anexo 1. Hoja de campo	88
Foto 1. Sintomas externo de <i>Fusarium</i>	89
Foto 2.Toma de muestra mediante extraccion de una seccion del pseudotallo.	89
Foto 3. Seccion de pseudotallo con presencia de <i>Fusarium</i>	90
Foto 4. Corte transversal del pseudotallo afectado por <i>Fusarium</i>	90
Foto 5. Levantamiento de datos	91

Abreviaturas.

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

CENAGRO: Centro Nacional Agropecuario.

FHIA: Federación Hondureña de Investigación Agrícola.

FOC: *Fusarium oxysporum cubense*.

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

INETER: Instituto Nacional de Estudios Territoriales.

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

PIB: Producto Interno Bruto.

PROMOSTA: Proyecto de Modernización de los Servicios de Transferencia de Tecnología Agrícola.

SAF: Sistema Agro Forestal.

ZAC: Zona agroclimática.

ZAE: Zona agroecológica.

I. INTRODUCCIÓN.

Las musáceas son las frutas tropicales más cultivadas y una de las cuatro más importantes en términos globales. Son utilizadas como sombra en los cafetales y por algunos autores denominados sombra temporal (Sosa y Ordóñez, Sf). Pero la definición dependerá de la región cafetalera hasta los aspectos socioeconómicos del productor. En muchas ocasiones las musáceas se utilizan como sombra permanente por ser fuente de alimento y su venta genera ingresos económicos importantes para el productor.

En Centro América los mayores productores de musáceas son Honduras seguido de Guatemala, Costa Rica, Nicaragua y en último lugar El Salvador (IICA, 1989). En Nicaragua el mayor productor de musáceas es Rivas con un 78 % del total de la producción nacional. El cultivo forma parte de la dieta alimenticia de las familias nicaragüenses (CENAGRO, 2002).

El hongo *Fusarium oxysporum cubense*, causante de la enfermedad Mal de Panamá, habita en el suelo de las plantaciones bananeras hasta por más de 30 años causando pérdidas económicas, en la actualidad no existe ningún control químico de la enfermedad, sin embargo, se pueden realizar algunas prácticas de suelo que disminuyen e inhiben la incidencia del patógeno, estas prácticas pueden ser culturales y agronómicas.

El patógeno *Fusarium oxysporum cubense*, penetra a la planta a través de las raíces secundarias y terciarias, causando a la planta amarillamiento uniforme de las hojas más adultas y decoloración vascular, entre otros síntomas. Este patógeno es capaz de destruir plantaciones bananeras por completo, dejando el hongo presente por varios años en el área (Lara, 2009).

La presente investigación se llevó a cabo en 70 fincas de productores de café en asocio con bananos y árboles, de la comunidad de Monterrey–Jinotega y 35 fincas

de la comunidad de Yasica Sur -San Ramón, Matagalpa, durante el II semestre del año 2012, que coordina el proyecto musáceas de la UNAN León y Bioversity International. Esta investigación se realizó con el propósito de diagnosticar incidencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de banano producidos en asocio con café y árboles de los productores en estudio, con la finalidad de generar herramientas de manejo a nivel de comunidad.

El estudio fue descriptivo como instrumentos de toma de datos en campo, se aplicó entrevista a productores de la muestra, se registraron datos de incidencia de *Fusarium oxysporum cubense* en hoja de campo y sobre ellos se realizará análisis estadísticos paramétricos. Con el cual se diagnosticó un mayor nivel de incidencia de Marchitez por *Fusarium* en la comunidad de Monterrey, debido a que en esta comunidad no existe una diversidad de variedades de banano comparado con Yasica Sur donde existe diversidad de variedades.

II. ANTECEDENTES.

La producción mundial de musáceas se estima en más de 60 toneladas al año, lo cual en su mayoría es utilizada para consumo local y a pesar que las exportaciones solo representan el 11.6 % de la producción mundial, en los países de América tropical y el Caribe el cultivo del banano tiene una especial importancia por los beneficios que se derivan de la actividad bananera, medidos a través de su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), el establecimiento de fuentes de empleo y la generación de divisas e ingresos fiscales (Jaramillo, 1987).

En el 2011, Panamá exportó 369,286 toneladas de musáceas en U\$ 88.14 millones, a un precio promedio de U\$ 238 la tonelada, a diferencia de los productores de banano de Costa Rica que ingresaron al menos unos U\$ 639,84 millones en el año 2011 (Central América Date, 2012).

La producción de banano de exportación inicialmente se desarrolla en la Costa Atlántica. La primera trasnacional de gran escala fue United Fruit Company en 1899, pero se retiraron en 1911. Luego en 1921 se establece Standar Fruit. La creación de BANANIC remonta a principios de los años ochenta, ya en 1979 Standar Fruit Compañía se retira de Nicaragua (Gavilán, Sf).

La producción de musáceas en Nicaragua se realiza durante todo el año, la que más sobresale en producción es el plátano, que se concentra en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Rivas; todos de la zona del pacífico (III CENAGRO, 2002).

El cultivo de musáceas en Nicaragua se calcula en unos 90,700 manzanas distribuidas en 51,665 unidades productivas, 183,963 productores individuales de las cuales 72,620 son hombres representando un 85 % y 11,343 son mujeres representando el 15 %. Del total de manzanas a nivel nacional el 18 % se cultiva

en el departamento de Rivas, esto equivale a un aproximado de 16,700 manzanas (III CENAGRO, 2002).

También se cultivan musáceas en los otros departamentos de Nicaragua aunque no se tiene documentado la distribución en manzanas. Es importante señalar que en ninguno de los departamentos existen datos sobre el nivel de incidencia de Marchitez por *Fusarium* en las plantaciones bananeras.

En zonas cafetaleras de Honduras y Nicaragua, estudios han demostrado que más del 70 % de los productores plantan *Musa spp* en el sustrato con café en sombra y con árboles maderables. Para el 20 % de los productores que asocian los tres cultivos, la venta de bananos es una fuente importante de ingresos (Schibli, 2001).

Los productores de Nicaragua en su mayoría asocian el café con musáceas obteniendo beneficios producto de la comercialización proporcionando ingresos económicos y seguridad alimentaria para familias de pequeños y medianos productores.

Es importante destacar que en Costa Rica, el Mal de Panamá es la principal enfermedad presente en los sistemas de producción orgánica, donde se cultiva la variedad Gros Michel en asocio con café y cacao. Estudios realizados en la región de Turrialba demostraron que el 90 % de las fincas que cultivan café en asocio con banano Gros Michel están afectadas por Marchitez por *Fusarium* y en la zona de Talamanca el 40 % de las fincas que cultivan cacao en asocio con banano presentaron problemas de Marchitez por *Fusarium*, según Silagyi y Pocasangre (2003) citado por Lara (2009).

En Nicaragua se cultiva una amplia gama de variedades de musáceas desde criollas hasta mejoradas, el cultivar Gros Michel (AAA) es establecido por pequeños y medianos productores, esta variedad posee extraordinarias

cualidades en cuanto a manejo y conservación, se cultivan en asocio con café, cacao y yuca bajo sistemas de producción convencional y orgánica para mercado local es susceptible a la raza 4 de *Fusarium oxysporum*, constituyendo una grave amenaza para la industria bananera de América Latina y el Caribe. Pero no existen medidas de combate químico eficientes de la enfermedad, ni buenas prácticas culturales que reduzcan su incidencia y severidad (UNAN – León, 2011). Lo más recomendable es que los productores utilicen plantas libres del patógeno, entre otras medidas de control.

El Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum cubense*, es una enfermedad cuarentenada, que en la década de los 50 y 60 arrasó con las plantaciones bananeras centroamericanas (Sánchez, 2011).

En 1972 se hace referencia a un período de 50 años, 40,000 ha de bananos fueron destruidas o abandonadas en América Central debido al mal de Panamá Thurston (1989) citado por Stansbury (2000).

El Mal de Panamá se cree llegó a Nicaragua en 1987 – 1989. Actualmente el Mal de Panamá se encuentra diseminado en las 2 Regiones Autónomas (RAAS y RAAN), Jinotega, Matagalpa, Chinandega, Rivas, León y Carazo (Castellón, 2011).

La enfermedad Mal de Panamá causado por el patógeno *Fusarium oxysporum cubense* raza 1, continua siendo un problema porque puede permanecer en suelos bananeros por más de 30 años, destruyendo cultivares susceptibles a la raza 1 de *Fusarium*, como el cultivar Gros Michel “AAA” (UNAN-León, 2011).

Es importante que al momento de establecer una plantación se conozca que variedad de musáceas y que problemas se presentaron en el cultivo anteriormente, para tomar en cuenta la presencia del hongo en el suelo.

En Malasia se realizó un artículo científico sobre “Efecto del suelo con supresión artificialmente inducida sobre el marchitamiento por *Fusarium*”, donde se realizaron una serie de pruebas de antagonismo in vitro para determinar el comportamiento de nitrato de calcio cuya fórmula es $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en el suelo y *T. harzianum* hacia el *Fusarium oxysporum cubense* R4. El nitrato de calcio fue elegido como enmienda antibiótica del suelo, ya que se demostró que su aplicación reduce la incidencia de la mayoría de las enfermedades que se originan en el suelo, según Punja (1986); Sitterly (1962), citado por Ting (Sf).

Se seleccionó *Trichoderma harzianum* debido a los informes de que es eficaz contra los parásitos fungosos y es propagada en la microflora de la rizósfera. Se examinaron 8 tratamientos bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron 8 plantas por tratamiento. Las plántulas fueron sembradas en suelos esterilizados inoculados previamente con *T. harzianum* (3×10^5 / g de sustrato), utilizando el método de potes dobles. Una semana después, se aplicó $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ a 2 g/plántula. Una semana más tarde se introdujo FOC R4 (1×10^5 / g de sustrato).

Las plantas fueron dispuestas en un diseño completamente aleatorio. Todas las plantas fueron regadas dos veces al día y fertilizadas quincenalmente utilizando NPK (15:15:15) a una dosis de 1 g/planta. La adición de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (tratamiento T3) dio la menor incidencia de la enfermedad (51% en comparación el 59 % cuando se añadieron *T. harzianum* y $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ [T4] y el 69 % cuando se añadió solo *T. harzianum* [T2] (Ting *et al*, Sf).

Investigaciones en Kenia sobre la “Distribución del marchitamiento por *Fusarium* del banano y su impacto sobre los pequeños agricultores”, tomando en cuenta los efectos del clima y las precipitaciones sobre la distribución, incidencia severidad del marchitamiento por *Fusarium* así como los efectos del tipo del suelo (Kung’u *et al*, Sf).

El objetivo principal de la investigación fue identificar los cultivares afectados por la enfermedad y determinar si existe alguna correlación entre la distribución de la enfermedad y zona agroecológica (ZAE), zona agroclimática (ZAC) o factores específicos del suelo (Kung'u *et al*, Sf).

De las observaciones durante las encuestas, parece que la distribución del marchitamiento por *Fusarium* está correlacionada con ZAC (zona agroclimática) y específicamente con la temperatura, pero no con ZAE (zona agroecológica) o el tipo de suelo. La enfermedad estaba restringida generalmente a las zonas de temperatura 1 (24- 30 °C), 2 (22-24°C, 900-1200 msnm) y 3 (20-22°C, de 1200 a 1500 msnm), pero era más común en la zona de temperatura 3 (20-22°C, de 1200 a 1500 msnm). La zona de temperatura 1 (24-30°C) es la zona predominante en la línea costera, con excepción de las montañas Taita (zona de temperatura 2). La región costera de Kenia generalmente tiene condiciones calientes y húmedas, que parecen favorecer el desarrollo de la enfermedad (Kung'u *et al*, Sf).

En las provincias centrales y orientales la enfermedad también fue descubierta en la zona de temperatura 2 (22-24°C, 900-1200 msnm). Las zonas de temperatura 1, 2, y 3 también se caracterizan, por un ocasional, sino frecuente, estrés hídrico, particularmente durante los meses de julio, agosto y septiembre. Es durante estos períodos cuando los bananos parecen estar más afectados por el marchitamiento por *Fusarium*, debido a que la infestación es más probable y más rápida o simplemente debido a que los síntomas están más pronunciados (Kung'u *et al*, Sf).

Estudios realizados en África del Sur sobre dinámica de las relaciones hospedante-patógeno en el marchitamiento por *Fusarium* y *Radopholus similis* en bananos, mediante un sistema aeropónico, sus características principales fueron la accesibilidad y la observación de las raíces sin destruirlas. Con esta investigación se llegó a la conclusión de que el sistema aeropónico proporciona un método sencillo y no destructivo para estudiar la infección y colonización de las raíces por *F. oxysporum f. spp. Cúbense* y *R. Similis*. El sistema también hace

posible realizar estudios histológicos e histoquímicos, ya que se puede manipular el sitio de inoculación y la tasa de infección (Elli *et al*, Sf).

En el laboratorio de nematología y fitopatología del CATIE en el año 2011, se realizó una investigación que tuvo como finalidad evaluar la utilización de aislamientos edáficos de *Trichoderma spp*, para el combate biológico del Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum cubense* raza 1 en vitroplantas del cultivar Gros Michel (AAA), bajo condiciones de invernadero (UNAN-León, 2011).

La prueba de biocontrol consistió en la evaluación de la incidencia de marchitez y la severidad de los síntomas externos e internos de la enfermedad Mal de Panamá en vitroplantas de banano del cultivar Gros Michel (AAA), empleando la escala de Orjeda (1998). Las vitroplantas fueron protegidas con los aislamientos edáficos de *Trichoderma spp*, sumergiendo las raíces en una suspensión conidial durante 15 minutos. Fueron trasplantados en contenedores plásticos que contenían una mezcla esterilizada de tierra y arena, se realizaron ocho repeticiones por cada tratamiento, éstos se distribuyeron al azar en ocho mesas en el invernadero, durante 11 semanas a temperaturas 27.3°C (UNAN-León, 2011).

Tres semanas después se realizó una inoculación con los aislamientos 2- 4 de *Fusarium oxysporum cubense*, aplicando 5 ml de suspensión ajustada de *Fusarium oxysporum cubense*, en tres agujeros de 1-2 cm de profundidad realizado en el sustrato del área radical. Tres semanas después se realizó una segunda inoculación de *Fusarium oxysporum cubense*, siguiendo el mismo procedimiento (UNAN- León, 2011).

Cabe señalar que en Matagalpa no se han realizado estudios relacionados con la Marchitez por *Fusarium*.

III. JUSTIFICACIÓN.

Las musáceas son consumidas en Nicaragua y la Región Centroamericana, en estos últimos años Nicaragua ha logrado autosatisfacer la demanda nacional que no está calculada técnicamente. En primer lugar los más grandes consumidores de las musáceas son las familias rurales, seguida por los hogares consumidores urbanos, restaurantes, negocios gastronómicos e informales (Castellón, 2011).

Es por ello que las musáceas juegan un papel muy importante dentro de la dieta alimenticia de los nicaragüenses, ya que la mayoría de los pequeños productores lo cultivan en asocio, utilizándolo como alimento o para la comercialización.

Una variedad de musáceas establecidas por pequeños y medianos productores de Nicaragua es el cultivar Gros Michel (AAA), siendo esta una de las variedades cultivada por los productores del municipio de Jinotega de la comunidad Monterrey y productores del municipio de San Ramón, Matagalpa de la comunidad de Yasica Sur. El cultivar es susceptible al hongo *Fusarium oxysporum cubense* el cual provoca la enfermedad Mal de Panamá que causa pérdidas económicas e incluso la destrucción de una plantación bananera, como en el caso de Costa Rica que en 1923 exportaba más de 11 millones de racimos y para 1941 la exportación se redujo a 1.4 millones, posteriormente en 1972 se había referenciado a un periodo de 50 años donde 40,000 hectáreas de banano fueron destruidas o abandonadas en América Central debido a este problema (Thurston, 1989) y en la actualidad causa la pérdida de miles de toneladas de banano, en países productores como Chile, Filipinas, Taiwán, Indonesia y Australia (OIRSA, 2009).

Esta investigación pretende identificar características productivas, nivel de afectación de *Fusarium oxysporum* que poseen las fincas de la comunidad de Monterrey–Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur – San Ramón así como algunas recomendaciones para el manejo de la enfermedad.

La información generada en la presente investigación servirá a los productores de musáceas, específicamente a los productores de las comunidades de Monterrey y Yasica Sur, para diagnosticar el nivel de incidencia del hongo *Fusarium oxysporum cubense* y establecer algunas medidas de prevención y control. También servirá a los estudiantes interesados en este tema. La divulgación de los resultados obtenidos se realizará en coordinación con la UNAN-León durante los talleres que se le impartirán a los productores.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Nicaragua posee diferentes áreas que ofrecen condiciones que van desde las adecuadas hasta la óptimas para la siembra de musáceas, con altas posibilidades de rentabilidad económica o de seguridad alimentaria, entre estas zonas se plantean: Rivas, Granada, Managua, Carazo, León, Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia y zonas de la RAAN y RAAS (IICA, 1989).

León y Chinandega son las zonas que poseen las mejores condiciones agroclimáticas para la siembra de musáceas como el plátano, banano y guineo, por las características edáficas y la abundancia de recursos (agua subterránea) para el establecimiento de explotaciones bajo riego (Blanco, 2007).

La enfermedad Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum cubense*, continua siendo un problema, porque puede permanecer en suelos bananeros afectados por más de 30 años, destruyendo cultivares susceptible como el cultivar Gros Michel (AAA) establecido por pequeños y medianos productores de Nicaragua (UNAN-León, 2011).

Pregunta general.

¿Cuál es la incidencia de *Fusarium oxysporum* en sistemas musáceas, café y forestales en fincas de la comunidad de Monterrey - Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur - San Ramón, Matagalpa, durante el II semestre del año 2012?

Preguntas específicas.

- 1- ¿Qué incidencia de *Fusarium oxysporum*, presenta cada finca muestreada en las dos comunidades de estudio?

- 2- ¿Qué características edafológicas, agronómicas, culturales y productivas presentan las fincas de la comunidad de Monterrey–Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur-San Ramón?

- 3- ¿Cuáles son las propuestas de manejo de la enfermedad, para ambas comunidades de acuerdo al grado de incidencia de la enfermedad?

V. OBJETIVOS

Objetivo general:

Diagnosticar incidencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de banano producidos en asocio con café y árboles en fincas de la comunidad de Monterrey - Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur - San Ramón, Matagalpa, durante II semestre del año 2012.

Objetivos específicos:

1. Determinar la incidencia de *Fusarium oxysporum* en cada finca de las dos comunidades en estudio
2. Identificar las características edafológicas, agronómicas, culturales y productivas de las fincas en estudio en las comunidades de Monterrey – Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur-San Ramón.
3. Elaborar propuesta para manejo de la enfermedad para ambas comunidades de acuerdo al grado de incidencia de la enfermedad.

VI. HIPÓTESIS.

6.1. Hipótesis general.

Ha. Existe incidencia de *Fusarium oxysporum cubense* en la mayoría de las fincas en estudio.

Ho. La incidencia de *Fusarium oxysporum cubense* en la mayoría de las fincas en estudio es nula.

6.2. Hipótesis específicas.

Ha. Las características edafológicas, las prácticas agronómicas, culturales y productivas propician la incidencia de *FOC*.

Ho. Las características edafológicas, las prácticas agronómicas, culturales y productivas no propician la incidencia de *FOC*.

Ha. Con diagnóstico realizado en plantaciones de bananos producidos en asocio con café y árboles en la comunidad de Yasica sur y Monterrey, se determinó que existe una severa afectación de *Fusarium oxysporum*.

Ho. Con diagnóstico realizado en plantaciones de bananos producidos en asocio con café y árboles en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey, se determinó que no existe una severa afectación de *Fusarium oxysporum*.

VII. MARCO TEÓRICO.

7.1. Asocio banano con café y árboles forestales.

Al intercalar banano con café, simultáneamente se brindan beneficios ya que las musáceas le proporcionan sombra al cultivo, hay un equilibrio ecológico en el ecosistema ya que se mantiene la micro fauna en los suelos y el nicho ecológico de especies existentes. En las zonas de Matagalpa y Jinotega, en su mayoría asocian café con musáceas ya que se obtiene sombra e ingresos económicos así como árboles de distintas especies tales como: elequeme, guaba, búcaro, cítricos, madero negro (*Gliricidia sepium*), eucalipto (*Eucalyptus ssp*), (Gagnon, *et al*, 2006).

La existencia de los árboles en este sistema favorece al ciclaje de nutrientes en los suelos, las hojas al caer actúan como fertilizante natural y con esto habrá una mejor producción y disponibilidad de los nutrientes en el momento que los necesite y se evita la erosión hídrica.

7.2. Origen de las musáceas (*Musa spp*).

Se presume que los bananos y los plátanos realmente tuvieron su origen en el Sudeste Asiático, en el llamado archipiélago Malayo o región Indo Malaya en el Asia meridional, y en una amplia región que se extendería desde el noreste de India al norte de Australia. Desde Indonesia se propagaron hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawai y la Polinesia por etapas (Vergara, 2010).

Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol o planta a Europa alrededor del siglo III a.c, se conoce en el Mediterráneo desde el año 650, la especie llegó a las islas canarias en el siglo XV, pero no lo introdujeron hasta el siglo XX en toda Europa de las plantaciones de África Occidental y Las Canarias, los colonizadores portugueses y españoles lo llevarían a Sudamérica en el siglo XVI. El cultivo

comercial se inicia en las Canarias a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. En el Siglo XX este cultivo se convierte en uno de los más cultivados en Centro y Sur América, siendo uno de los principales renglones de exportación en los países tropicales y convirtiéndose en el cuarto cultivo a nivel mundial, tanto por su consumo, exportación y la alta mano de obra que requiere para su producción (Vergara, 2010).

7.3 Clasificación taxonómica de las musáceas según Vergara, 2010.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musáceae

Género: Musa

Especie: *M. paradisiaca* (plátano de freír)

Musa nana (plátano manzano)

Musa acuminata (plátano de seda)

Musa balbisiana (del SE Asiático)

7.4 Características generales de las musáceas.

Planta; herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo perenne, que resulta de la unión de vainas foliares, cónico y de 3.5-7 metros de altura terminando en una corona de hojas según (Esquivel, 2010).

Sistema radicular; raíz superficial menos ramificada en el peral según (Esquivel, 2010).

Hoja; grandes dispuestas en forma de espiral, de 2-4 metros de largo y hasta medio metro de ancho, con un peciolo de 1 metro a más y limbo elíptico alargado.

Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de las hojas, sale durante la floración una escapa pubescente de 5-6 cm de diámetro, terminando por un racimo colgante de 1-2 metros de largo. Este lleva una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas de color rojo púrpura, cubiertas de un color blanco harinoso, de las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores según (Esquivel, 2010).

Tallo; el verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo que está coronado con yemas, estos se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia, al ser empujado hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba el pseudotallo, según (Esquivel, 2010).

Flores; flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el régimen de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada mano, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14 (CVCA, 2010).

Fruto: oblongo durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, hace que el pedúnculo se doble. Esta reacción determina la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos; siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo (Esquivel, 2010).

7.5. Genética y fitomejoramiento de musáceas.

Según Martínez (Sf) las musáceas pueden ser diploides, triploides o tetraploides y pueden tener genomas de Acuminata o de Balbisina y existen híbridos entre los dos genomas.

Cuadro 1. Clasificación de los plátanos más conocidos en Colombia.

Genoma.	Nombre.	Común.
AA.	Bocadillo, chirarío, chiro, banano oro.	Originados en Malasia.
AAA.	Banano común o Gros Michel con sus variantes Banano tipo Cavendish con sus variantes.	Originados en Malasia.
AAB.	Plátano dominico, dominico-hartón, hartón, horteta, Bourokou, etc.	Originados en la India.
ABB.	Pelipita, cachaco, Topocho.	Originados en la India.
ABBB.	Treparoid.	Originado en el sureste de Asia.

Fuente: Martínez, Sf

7.6 Prácticas culturales.

7.6.1. La Deshoja.

Es una práctica que consiste en eliminar las hojas secas o amarillas, hojas dobladas, hojas enfermas, hojas manchadas y hojas que estorban al racimo. En hojas afectadas menos del 50% se puede hacer una defoliación parcial,

eliminando únicamente la parte enferma. En hojas dañadas más del 50% deberán ser cortadas a ras del pseudotallo. Es importante no dejar las hojas cortadas encima de hijos, drenajes o muy cerca de la cepa, pues aumenta la humedad u obstaculizan el drenaje superficial (Vázquez *et al* 2005).

Esta práctica es un medio de diseminación de Marchitez por *Fusarium*, si no se realiza las medidas preventivas, como desinfección de las herramientas.

7.6.2.Deschire.

El deschire es una labor que generalmente se realiza en conjunto con las labores de deshije y deshoja. Se realiza a una distancia de una cuarta de la cabeza, así no se perjudica está. La chira le quita fuerza a los guineos que se desarrollarán en el racimo (Enlace, 2002).

Con la labor de deschire se evita que avispas y otros insectos, lleguen a la chira a buscar miel siendo estos transmisores de enfermedades como el Moko (Enlace, 2002).

Realizando esta labor los nutrientes se traslocan hacia el fruto y no a la flor, además que se evita trasmisión de enfermedades.

7.6.3. Control de malezas.

El manejo de malas hierbas debe realizarse mediante la integración de métodos de prevención, culturales, mecánicos y químicos y su efectividad dependerá de la oportunidad y eficiencia con que se realicen (Rodríguez, 1987).

Algunas malezas presentes en el banano son hospederas de Marchitez por *Fusarium*, es por tal razón que se deben controlar para evitar su presencia y diseminación.

7.6.3.1. Prevención.

- Sembrar hijos libres de tierra y previamente desinfectados.
- La maquinaria procedente de otras fincas debe ser limpiada en el sitio de origen para eliminar residuos de maleza, terrones, etc, de los implementos.
- Destrucción temprana de las malezas, antes de que formen semilla, tanto dentro de la siembra como en sus alrededores (Rodríguez, 1987).

7.6.3.2. Control manual.

El uso de machete es el método tradicional empleado por los cultivadores de musáceas para combatir las malezas; la utilización de este método se ha reducido, debido al elevado costo de la mano de obra y su efecto no pasa de un mes. En época de lluvia, período del año en el cual las malezas proliferan más y crecen con mayor vigor, el desarrollo de las malezas es exuberante, debido a la alta fertilidad de los suelos y la distribución de las lluvias, lo cual mantiene una humedad (Rodríguez, 1987).

El control de malezas de forma manual, es el método más utilizado por los productores, ya que es de bajo costo, pero su efectividad se ve reducida por que el tiempo de germinación de las malezas es mas corto que mediante un control químico.

7.6.3.3. Control químico.

El control químico se realiza mediante el uso de herbicidas, tales como: Paracuat (Gramoxone), el glifosato "Round-Up", Diurón (Karmex, Hierbatox, Penco Diurón 80), Ametrín (Gesapax), Metribuzina (Sencor y Lexone), Oxifluorfen (Rodríguez, 1987).

Es importante aplicar el herbicida de acuerdo al tipo de maleza que se tenga presente en la parcela para una erradicación efectiva de las malezas.

7.7. Prácticas agronómicas.

7.7.1. Fertilización.

Las primeras fases de crecimiento de las plantas son decisivas para el desarrollo del fruto, por tanto es recomendable en el momento de la siembra utilizar un fertilizante rico en fósforo. Cuando no se haya fertilizado al momento de la siembra, la primera fertilización tendrá lugar cuando la planta tenga entre 3 a 5 semanas, recomendándose abonar al pie en vez de distribuir el abono por todo el terreno, ya que esta planta extiende poco las raíces, es recomendable aplicarlo a una distancia de 15 cm del pseudotallo. En condiciones tropicales, los compuestos nitrogenados se elevan rápidamente, por tanto se recomienda fraccionar la aplicación de este elemento a lo largo del ciclo vegetativo (Vargas, 2011). Al aplicar fertilizantes a la planta es importante tener presente como realizarlo ya que los nitrogenados tienden a volatilizarse fácilmente.

A los dos meses es recomendable aportar Urea o Nitrato de Amonio repitiendo el tratamiento a los 3 y 4 meses, al quinto mes se debe realizar una aplicación de un fertilizante rico en potasio por ser uno de los elementos más importantes para la fructificación del cultivo. En las plantaciones adultas se seguirá empleando una fórmula rica en potasio (500 gramos de sulfato o cloruro potásico), distribuida en el mayor número de aplicaciones anuales sobre todo en suelos ácidos. Se tendrá en cuenta el análisis de suelo para determinar con mayor exactitud las condiciones actuales de la fertilidad del mismo y elaborar un adecuado programa de fertilización (Vargas, 2011). Se debe tener presente un plan de actividades para realizar en tiempo y forma cada fertilización, llevar un manejo adecuado conociendo las necesidades nutricionales del suelo y el cultivo.

7.8 Variedades de musáceas presentes en la comunidad de Monterrey y Yasica Sur .

7.8.1 Variedad Gros Michel.

Este cultivar fue la base de la exportación de Latinoamérica desde comienzos del siglo XX hasta los años 1960. Hoy en día apenas se cultiva por su alta sensibilidad a *Fusarium oxysporum cubense* (IICA, 1989).

Es una variedad de porte alto (6 a 8 metros de alto), vigorosa, produce frutos de excelente calidad y de gran resistencia a la manipulación y transporte, de sabor ligeramente áspero cuando no está plenamente maduro, es muy sensible al viento (IICA, 1989).

Es una variedad grande y robusta, su peciolo posee en la base manchas de color marrón oscuro y los limbos son verdes de 4 m de largo por 1 m ancho. Los racimos son alargados de forma cilíndrica, con 10 - 14 manos promedio, los frutos de la fila interna se muestran erectos pues su curva se encuentra en el pedúnculo y en la parte basal del fruto. El ápice tiene forma de cuello de botella y el pedúnculo es más corto y robusto, la maduración es regular y homogénea, esta variedad se adapta a las condiciones de trópico y responde bien a la fertilización con urea, además, es resistente a enfermedades fungosas (Ortiz *et al*,1999).

Estas variedades se encuentran en las fincas de Monterrey y Yasica Sur, es muy susceptible al *FOC* por lo que hoy casi ha desaparecido, siendo sustituida por el grupo Cavendish.

7.8.2 Variedad FHIA – 17 Y FHIA – 23.

Son variedades de banano que tienen características parecidas al banano Patriota o Caraceño. Son plantas altas que alcanzan de tres metros y medio hasta cuatro metros y medio (Enlace, 2002).

Da su primera cosecha entre los 15 y los 17 meses. Las cabezas tienen de 10 a 12 manos y se les han contado entre 200 y 250 bananos. Los bananos miden entre 20 y 25 centímetros. Los frutos de estas variedades se comen maduros. (Enlace, 2002).

Estas variedades son resistentes al Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y a los nematodos, tolerante a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*). La FHIA – 17 es resistente a *Fusarium oxysporum cubense* (Enlace, 2002).

7.8.3 Variedad FHIA – 25.

Esta planta llega a una altura de 2 metros y medio, a 3 metros y medio. Cosecha entre los 11 ó 13 meses. La cabeza tiene de 14 a 17 manos y se le han contado entre 250 a 330 dedos. Cada guineo mide entre 15 y 20 centímetros. La fruta se puede comer madura o verde cocida en sopa, o frita como tostón y tajada (Enlace, 2002).

Esta variedad es muy resistente al Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*), Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*) y a los nematodos (Enlace, 2002).

7.8.4 Variedad Dátil o Pisangmas.

La planta llega a una altura aproximada de 2 metros. Cosecha entre los 12 y 13 meses. La cabeza tiene de 5 a 7 manos. Cada banano mide entre 7 a 10 centímetros, es un banano dulce, propio para comerse maduro (ENLACE, 2002).

Esta variedad es resistente al picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*) (ENLACE, 2002).

7.8.5 Variedad Caribe rojo.

El plátano rojo es muy apreciado en muchos lugares del mundo por su hermosa coloración y el sabor delicioso con un ligero toque de frambuesa. Su pulpa es blanca-cremosa con un tono pálido rosado o anaranjado. Es más pequeño, más dulce, más corto y más gordo que el banano Cavendish (SEPHU, 2009).

Tienen una carne de color rosa son más dulce que las variedades amarillas Cavendish, cuando está maduro su texturas es algo suave y lo hace de una buena calidad para comerlos como fruta. Los dedos pueden llegar a medir entre 12.7 a 20.32 centímetros con un número de dedos por mano de 5 hasta 12 dedos (SEPHU, 2009).

7.8.6 Variedad Manzano.

Es un miembro más pequeño de las familia de las bananas, con aspecto más grueso que el banano tradicional, con una piel exterior de color oro pálido, tiene sabor mezcla de manzana y banano, más dulce y algo más seco, esta variedad tiene una maduración rápida que hace que comiencen a ennegrecer hasta volverse totalmente negro, que es el mejor momento de comerse (SEPHU, 2009).

7.9 Conceptos generales.

Origen del nombre de la enfermedad: Se llama Mal de Panamá, porque los primeros reportes de la enfermedad en América, se dieron en el país de Panamá en la década de 1890 (OIRSA, 2009).

Rizoma: tallo subterráneo o cormo del cual brota un pseudotallo aéreo; el cormo emite raíces y yemas laterales que formarán los hijos o retoños (PROMOSTA, 2005).

Pecíolo: filamento que une la hoja al tallo o la rama. Algunas hojas carecen de él, uniéndose de forma directa al tallo. Estas hojas se denominan sésiles (Otero, 2010).

Limbo: es la parte plana de la hoja (Otero, 2010).

Envés: es el reverso de la hoja (Otero, 2010).

Micelio: es el conjunto de hifas o filamentos que conforman las estructuras del hongo (CIAT, Sf).

7.10. Historia, diseminación e importancia de la enfermedad.

El Mal de Panamá es una de las enfermedades en musáceas de mayor importancia a través del tiempo y se muestra en mayor cantidad después de parición de la planta (Lara, 2009).

Según Stover (1962); Pegg *et al.* 1994; Ploetz y Pegg (2000) citado por Román (2012). Los síntomas de marchitamiento causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*, fueron descritos por primera vez en Brisbane, Australia, en 1876 afectando el cultivar 'Silk' (Silk/Pisang Rasthali, AAB). Este cultivar, fue

introducido en las Antillas antes de 1750 y se utilizaba como planta de sombra en plantaciones de cacao. La principal causa de la dispersión del patógeno a largas distancia es el traslado de rizomas infectados para su uso como semilla y el suelo contaminado adherido a las cepas que se trasladan de finca a finca. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ha co-evolucionado con el banano en Asia Bentley *et al.* (1998); Ploetz (2006); Pérez *et al* (2010) citado por Román (2012).

Stover y Simmonds (1987) citado por Lara (2009), reportan que el hongo *Fusarium oxysporum cubense* causante de la enfermedad de Mal de Panamá, se originó en el suroeste de Asia, por primera vez fue reportada en Australia en 1876. Posteriormente fue reportado en Costa Rica y Panamá (1890), Suriname (1906), Cuba, Puerto Rico, Jamaica y América Central (1910), la India (1911) y Colombia (1954).

Según Ploetz (2010), Smith (1910) citado por Román (2012), los hijuelos de una planta enferma, visiblemente asintomáticos albergan el patógeno fue el primero en aislar, al cual llamó *Fusarium cubense*, pues recibió las muestras de Cuba. Brandes (1919), fue el primero en completar los postulados de Kosh. Durante las décadas siguientes casi todos los reportes de la enfermedad en el área fueron sobre Gros Michel Stover (1962). Wollenweber y Reinking (1935) reconocieron que *Fusarium cubense* era una variante de *Fusarium oxysporum*, inmediatamente después la especie *Fusarium oxysporum* var. *cubense* fue renombrada como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC) por Snyder y Hanns en (1940) citado por Román (2012).

Los primeros reportes de la enfermedad en 'Gros Michel' provienen de Costa Rica y Panamá en 1890. Es de consenso entre los investigadores que el patógeno se dispersó a través del material de plantación propagado masivamente para instalar nuevas plantaciones Stover (1962); Ploetz y Pegg (2000) citado por Román (2012). En esa época grandes cantidades de hijuelos y rizomas contaminados fueron transportados a otros países por las empresas multinacionales de comercio

de fruta para complementar las reservas locales de cultivares comerciales, lo que favoreció la diseminación de la enfermedad. El escenario estaba preparado para una epidemia que ocurriría más tarde en las plantaciones bananeras Ploetz (2010). Un aumento dramático en los registros de la Marchitez por *Fusarium* se produjo entre 1900-1950, provocando un descenso constante y acelerado en la producción de 'Gros Michel'.

En la actualidad esta enfermedad se encuentra en las áreas donde se cultiva banano a excepción de las Islas del Pacífico Sur incluyendo Papúa Nueva Guinea y las Islas de Borneo, Somalia y países bordeados por el Mediterráneo según Stover y Simmonds (1987) citado por Lara (2009), se ha estimado que entre 1890 y 1960 más de 80,000 ha del cultivar Gros Michel (AAA) fueron destruidas en Centro y Sur América, según Pocasangre y Pérez (2009) citado por Lara (2009), indican 30,000 ha pérdidas en el Valle de Ulúa en Honduras; 4000 ha en Suriname; 6000 ha en el área de Quepos en Costa Rica y 40,000 ha en México Orozco *et al* (2009) y Ploetz (2005) citado por Lara (2009), mencionan que es importante conocer el origen del Mal de Panamá ya que este hongo es muy devastador cuando llega a las plantaciones.

Nuevas plantaciones se establecieron en tierras vírgenes. Sin embargo, Marchitez por *Fusarium* fue introducido a nuevas áreas con el material de siembra y/o en el suelo adherido a la maquinaria y el proceso comenzó de nuevo.

La producción de banano se convirtió en agricultura migratoria, pero igualmente ineficiente, pues el patógeno migraba junto al material de siembra. Los primeros programas de mejoramiento genético en bananos se iniciaron en el Caribe como una respuesta a la Marchitez por *Fusarium* Rowe (1998); Jones (2000); Álvarez y Rosales (2008) citado por Román (2012) y se basaron en la mejora de 'Gros Michel', que posee cierta fertilidad a pesar de ser triploide. Sin embargo, fue únicamente el reemplazo de 'Gros Michel' por clones resistente de Cavendish

(AAA) en el período 1950-1960 que salvó a la industria bananera del colapso total Stover (1962); Ploetz y Pegg (2000) citado por Román (2012).

7.11. Morfología y taxonomía de *Fusarium oxysporum cubense*.

El agente causal de la Marchitez por *Fusarium* en bananos es *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y posee la siguiente clasificación taxonómica.

Reino: *Hongos*

División: *Eumycota*

Sub-división: *Ascomycota*

Clase: *Ascomycetes*

Sub clase: *Sordariomycetes*

Orden: *Hypocreales*

Sección : *Elegans*

Familia: *Nectriaceae*

Género: *Fusarium*

Especie: *Fusarium oxysporum*

: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* W.C. Snyder & H.N. Hansen

Fuente: (Agrios 2005; Fourie, *et al.* 2011) citado por Román (2012).

7.12. Epidemiología de la enfermedad Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum cubense*).

Según Nelson *et al* (1981) citado por Caballero (2011), es un patógeno que habita en el suelo con formación de 3 esporas asexuales microconidias, macroconidias y clamidiosporas. Las microconidias presentan una forma ovalada y están constituidas por uno o más células, mientras que las macroconidias son ligeramente curvas y relativamente delgadas en forma de haz, presentan de 4-8 células, tanto las macroconidias como las microconidias se producen sobre cortas monofilíadas ramificadas o no ramificadas. Las clamidiosporas son generalmente

globosas y se forman individualmente o en pares de hifas o conidias y tienen una doble membrana fuerte.

7.13. Infección y ciclo de la enfermedad Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum cubense*.

El patógeno puede permanecer estático en el suelo como las clamidiosporas que son estimulados a germinar por los exudados de las raíces o por el contacto del tejido sano susceptible (Stover, 1962; Pérez, 2004). El micelio y los conidios, se producen después de 6-8 horas de germinación de clamidiosporas y se forman nuevas clamidiosporas, después de 2-3 días. La infección toma lugar a través de raíces absorbentes secundarias y terciarias, pero no de la raíz principal, a menos que haya una herida en el núcleo central de la raíz (Trujillo, 1963; Pérez, 2004).

Pérez (2004), afirma que el patógeno pasa a la zona vascular del rizoma, en los lugares de inserción de la raíz enferma, provocando una infección en la corteza y el cilindro central del cormo por la gran cantidad de vasos xilemáticos que se encuentran.

Los conidios se mueven a través de las haces vasculares del pseudotallo, provocando una infección. El patógeno se mueve del sistema vascular al parénquima adyacente, en estados avanzados de la enfermedad formando microconidias y clamidiosporas, que son lanzadas al suelo cuando la planta muere entrando en dormancia durante varios años (Stover, 1962; Pérez, 2004).

El ciclo de la enfermedad se repite cuando germinan las clamidiosporas y un crecimiento saprófito de restos vegetativos o por la invasión de un hospedero. El *Fusarium oxysporum cubense*, está confinado a los elementos del xilema, multiplicándose en plantas afectadas, pero en algunos conidios son suficientemente pequeños que logran pasar a las placas del xilema. Cuando están

colonizados los vasos, las conidias se producen durante las próximas 2-3 días (Pérez 2004).

La colonización del patógeno en el cultivar Gros Michel (AAA), se provee sin limitaciones, en cultivar Cavendish la colonización es impedida por la acumulación de tilíde y gel, entre las 24-48 horas impidiendo cualquier tipo de colonización (Pérez, 2004).

Existen muchas razones, directas e indirectas, del porqué la temperatura puede tener efecto sobre el desarrollo del marchitamiento. Estas incluyen la habilidad de las plantas hospedantes de producir geles y tilosis que ayudan a obstruir los vasos vasculares y por lo tanto, restringir el movimiento del patógeno dentro de ellas. A temperaturas más viables para el desarrollo de la enfermedad (27-28°C), por ejemplo, las estructuras gelatinosas en los hospedantes susceptibles son más débiles que en los hospedantes resistentes, permitiendo así la colonización sistemática en los primeros las temperaturas entre 26.4 y 30.4°C, se encuentran dentro de las temperaturas viables para el desarrollo de la enfermedad en los hospedantes susceptibles, según Beckman (1990) citado por Kung'u, *et al*, (Sf).

Es por esta razón que el cultivar Cavendish es resistente a la enfermedad y sustituyó a la variedad Gros Michel, debido a que esta no opone resistencia ante el ataque de *Fusarium oxysporum cubense*, por la conformación química y física que la variedad posee.

7.14. Razas fisiológicas de *Fusarium oxysporum cubense*.

Fusarium oxysporum cubense afecta las especies de *Musa* y *Heliconia*, sus cepas se han clasificado en cuatro razas fisiológicas basándose en su poder patógeno sobre los cultivares hospedantes. La raza 1 ataca a Gros Michel (AAA), Silk, Pome y Lady Finger (AAB), Pisang Awak (ABB) y Maqueño (AAB); la raza 2 ataca a los bananos de cocción tipo Bluggoe y clones (ABB) estrechamente relacionados

según Stover y Waite (1960) citado por Lara (2009); la raza 3 afecta principalmente a *Heliconia* spp, según Waite (1977) citado por Lara (2009) y la raza 4 ataca al subgrupo Cavendish (AAA) y a todos los cultivares susceptibles a la raza 1 y raza 2 del patógeno según Ploetz (1994) citado por Lara (2009).

Las razas 1 y 2 están ampliamente distribuidas por el mundo, ya la raza 4 tropical se encuentra restringida al Sur de Asia y representa una gran amenaza a la industria bananera mundial. La raza 3 no causa enfermedad a los bananos y ya no se considera parte de la estructura en las razas de la Marchitez por *Fusarium* Ploetz, (2005) b; Daly y Walduck (2006) citado por Román (2012).

7.15. Condiciones edafoclimáticas.

Cárdenas (2001) citado por Caballero (2011), la supervivencia de *FOC*, así como su crecimiento y esporulación son mayores en suelos de textura fina a francos y franco-arcillosos que en suelos arcillosos pesados con pH 7.2 a 8.

El micelio y las conidias sobreviven sólo durante poco tiempo en suelos muy secos, punto de partida para el desarrollo de clamidiosporas (estructuras reproductivas de supervivencia) que se mantienen latentes aproximadamente de 0 a 30 años Pegg y Langdon (1987); Aguilar *et al*, (2000); Cárdenas (2001); Pérez y Pocasangre (2010) citado por Caballero (2011).

Se ha documentado que inundaciones por más de 18 meses destruyen las estructuras reproductivas de *FOC* Ploetz (1989); Ploetz, *et al*, (1989); Ploetz (1990); Ploetz y Pegg (1997); Cárdenas (2001) citado por Caballero (2011).

7.16. Síntomas externos del Mal de Panamá causado por (*Fusarium oxysporum cubense*).

Amarillamiento uniforme de las hojas más adultas, a lo largo del margen foliar, que continua hacia la nervadura central, hasta que las hojas quedan completamente marchitas de color café, puede o no manifestarse un agrietamiento en la base del pseudotallo (CVCA, 2010).

Thurston (1989) citado por CVCA (2010), señala que en los inicios de la enfermedad los síntomas pueden confundirse con los producidos por deficiencia de potasio, especialmente bajo condiciones de sequía y frío. Todas las hojas se agobian en la unión del peciolo con el pseudotallo y quedan colgadas de la planta.

No todas las hojas presentan síntomas, debiéndose buscar en la cuarta – sexta hoja, contando de fuera adentro. Otro síntoma es la aparición de estrías necróticas en la cara interna de algunas vainas foliares del falso tallo (CVCA, 2010).

7.17. Síntomas internos del Mal de Panamá causado por (*Fusarium oxysporum cubense*).

Los síntomas internos consisten en una decoloración vascular en el interior del pseudotallo; líneas de color marrón, rojo o amarillo son visibles solamente en las vainas externas o en estado muy avanzado puede alcanzar hasta las vainas internas. En el cormo los síntomas son parecidos a los del pseudotallo, estrías necróticas, oscuras o azuladas pueden observarse sobre un fondo blanco (Lara, 2009).

Cuando se corta transversalmente el falso tallo, se suelen encontrar coloraciones amarillentas o necróticas en los vasos, que normalmente son de color blancuzco. Esta coloración puede afectar a todos los vasos o solo parte de ellos, según Wardlaw (1961), Stover (1962) citado por Lara (2009).

En el racimo piña nunca se han observado lesiones, las plantas afectadas producen piñas con retraso o no llegan a producirlas. En todo caso los plátanos no llenan normalmente, denominándoseles plátanos habichuelados. No se presentan pudriciones en la fruta ocasionados por ataque de este hongo. Además, no existen diferencias definidas entre raíces sanas y raíces enfermas, por término medio su estado sanitario es bueno, si los nematodos están bien controlados (CVCA, 2010).

7.18. Hospederos externos de *Fusarium oxysporum cubense*.

Fusarium oxysporum cubense puede infectar y colonizar las raíces de las malezas, presentes en los bananos, permaneciendo en el suelo durante un largo periodo. De las raíces estériles de las malezas se puede obtener *Fusarium oxysporum cubense*, las malezas son: *Commelina diffusa burm*, *Paspalum fusciculatum cuilld*, *Panicum purpurascen* Radd, et al (1986) citado por Caballero (2011), también documentan que aislamientos de *Fusarium oxysporum cubense*, causa marchitez vascular en plantas de banano, obtenidas de las siguientes malezas *Cyperus iría* L, *Cyperus rotundus* L.

7.19. Importancia económica del hongo *Fusarium oxysporum cubense* causante de Mal de Panamá.

El Mal de Panamá, empieza en Panamá, de ahí surge su nombre en la década de los 40, afectando a más de 50 mil hectáreas del cultivo en América, a un costo de alrededor de U\$ 2, 300,000 (OIRSA, 2009).

A lo largo de la historia ha tenido efectos devastadores en la economía de muchos países del Caribe y fue la primera causa de del cambio en el uso de la tierra. En 1923 Costa Rica exportaba más de 11 millones de racimos y para 1941 la exportación se redujo a 1.4 millones posteriormente en 1972 se había referenciado a un periodo de 50 años donde 40,000 hectáreas de banano fueron

destruidas o abandonadas en América Central debido a este problema (Thurston, 1989).

En la actualidad ataca miles de hectáreas de cultivo de banano, en Asia ha provocado la pérdida de miles de toneladas de banano, en países productores como Chile, Filipinas, Taiwán, Indonesia y Australia (OIRSA, 2009). En Indonesia más de 8 millones de plantas en plantaciones tradicionales y más de 5,000 en plantaciones comerciales del cultivar Cavendish, han sido afectadas con pérdidas de alrededor de U\$ 75 millones (Pérez, 2004).

Según CIAP, (Sf) en México para el año 2008, se establecieron 79,375.14 hectáreas de las cuales se cosecharon 77,705.14 hectáreas, con una producción de 2,150,800.84 toneladas y un valor de producción de 4,514,292.80 de millones de pesos, distribuidos en 18 estados productores de las que destacan por superficie de siembra Chiapas, Tabasco y Veracruz con 63.7 % de la superficie nacional.

El hongo *Fusarium oxysporum cubense* causante del Mal de Panamá, es una enfermedad que causa pérdidas económicas y productivas por el nivel de afectación y la duración del hongo en el suelo que puede ser hasta por más de 30 años. Los países afectados por el hongo reducen su producción hasta en un 50% e incluso la tasa de desempleo aumenta producto de las pérdidas de las plantaciones bananeras (IICA, 1989).

7.20. Variedades resistentes.

Son resistentes al hongo (*Fusarium oxysporum cubense*) que provoca la enfermedad Mal de Panamá, el grupo Cavendish y Pequeñas Enanas, aunque de la última, la resistencia interna es solo relativa, viéndose disminuida por factores adversos del medio, tales como frío, suelos de textura arcilloso, mal drenaje y el empleo de aguas salinas para riego (IICA, 1989).

Cada productor siembra lo que más le conviene, es por ello importante la selección de variedades resistente a *Fusarium oxysporum cubense* como: variedad dedos de oro o FHIA – 01, variedad FHIA – 02, variedad FHIA – 17 Y FHIA – 23, variedad Dátil o Pisang mas, variedad Moroca o FHIA – 03, variedad FHIA – 25 (ENLACE, 2002).

En las variedades de plátanos, plátano Luisón PITA – 14 o TMPX – 7152, cenizo o Carolina o TMBX – 1378 (ENLACE, 2002).

7.21. Manejo actual de la enfermedad Mal de Panamá.

El Mal de Panamá se encuentra entre las enfermedades de más difícil manejo Ploetz (2004); no existen medidas de control químico efectivas (Getha y Vikineswary 2002, Pérez 2004, Ploetz 2006). Sin embargo, existen algunas prácticas culturales que a través de la creación de ambientes desfavorables para el patógeno, pueden evitar el desarrollo y la propagación de la enfermedad. Así mismo, el uso de antagonistas en la supresión de *FOC* ha sido reconocido como una alternativa al manejo de esta enfermedad (Getha y Vikineswary 2002, Pérez et al, 2003 citado, por Lara 2009).

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.

8.1. Descripción de la zona de estudio.

El estudio se llevó a cabo en 70 fincas de pequeños productores de la comunidad Monterrey – Jinotega y 35 fincas de pequeños productores de la comunidad de Yasica Sur – San Ramón departamento de Matagalpa.

El departamento de Jinotega se caracteriza por presentar un clima subtropical húmedo con mucha nubosidad modificada por la altura (precipitación anual entre 645 – 1900 mm, temperatura media entre los 15.6 – 21.8° C, humedad relativa 65 a 87 %). Los vientos predominantes son del Norte con una velocidad entre 2.7 y 3.2 m/s (INETER, 2010).

En el año 2011 en la comunidad de Monterrey se colocó una pequeña base meteorológica con el proyecto de Bioversity y la UNAN – León. La información que se tiene de febrero hasta septiembre indica una temperatura promedio de 30.28 °C, un promedio de humedad relativa de 59.62 %, 1,389.82 mm de precipitación y un promedio desde marzo a septiembre de 24.80 % de humedad del suelo (García, 2012).

La comunidad de Monterrey se encuentra a una altura de 1,020 msnm, está ubicado a 40 km de Matagalpa se puede llegar a través de transporte público. Jinotega está ubicada en la zona septentrional de Nicaragua, en el centro de la cordillera Isabelia a unos 168 km de Managua es una de las regiones con mayor altitud, pendiente de 21 a 30%. La extensión territorial del departamento es de 9755 km² y cuenta con una población de 257,933 habitantes. Posee un clima sub tropical húmedo de mucha nubosidad, con temperaturas de 18-22°C promedio anual y precipitaciones de 800 mm anuales, texturas de franco arenosa a franco arenoso arcilloso (García, 2012).

La comunidad de Yasica Sur está ubicada al norte del municipio de San Ramón, a 23 km de la cabecera departamental Matagalpa, con precipitaciones anuales de 800-1200 mm, temperatura media de 29- 33° C y humedad relativa de 62 %, altura sobre el nivel del mar entre 750-800 msnm y pendiente de 34 %, el tipo de suelo es franco arcillo arenoso, la profundidad de suelo es de 45 cm, color de suelo negro a gris oscuro y gris amarillento es una zona de bosque tropical húmedo pre montano, según Castellón (2011), citado por Hernández y Mendoza (2012).

8.2 Criterio de selección de la finca.

Se seleccionaron catorce productores de la comunidad de Monterrey y siete productores de la comunidad de Yasica Sur que tenían establecidas en sus áreas cultivos de café en asocio con banano y árboles dispersos. Todos ellos pertenecen al grupo de productores investigadores en el proyecto: *Mejorando la producción y mercadeo de bananos en cafetales con árboles de pequeños productores: utilizaciones de recursos, vida de los suelos, selección de cultivares y estrategias de mercado*; que fue impulsado por Bioversity International en apoyo de la UNAN-León, también se tomaron en cuenta en la presente investigación a los vecinos de los socios, con el propósito de saber si la afectación por Marchitez por *Fusarium* proviene de sus fincas o de la finca del socio.

El estudio se llevó a cabo en la variedad Gros Michel, establecida en las parcelas de los productores, ya que es susceptible al hongo y es la variedad de mayor mercado.

8.3. Tipo de estudio.

La investigación es de carácter cuantitativo, cualitativo, ya que permitió medir la incidencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de bananos producidos en asocio con café y árboles. Es descriptivo y explicativo, porque se describieron las condiciones edafológicas y productivas que presenta cada comunidad, así como la fundamentación de las posibles razones del nivel de afectación de *Fusarium*

oxysporum cubense que presentan las fincas de la comunidad de Monterrey - Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur - San Ramón, Matagalpa, durante el II semestre 2012.

8.4. Técnicas de recopilación de la información.

Entrevistas: se le explicó al productor el objetivo del trabajo. Es recomendable que el productor esté en presencia de algunos, si no por todos los miembros de la familia, para que cada uno tenga conocimiento y conciencia del trabajo, por lo tanto, la visita se realizó en su casa de habitación. Una vez que el productor y su familia conocen el objetivo del trabajo, se traslada a la parcela en compañía del productor y miembros de la familia. Posteriormente, se aplicó la entrevista en la parcela, así, se facilitó las respuestas por parte del productor. Una vez terminada la entrevista se realizó un recorrido por la parcela para levantar el croquis de la misma, haciendo notar lotes con plantas enfermas con Mal de Panamá, lotes limpios, situación del vecino con respecto a la enfermedad.

Observación directa: sirvió como medio para corroborar si hay presencia del hongo *Fusarium oxysporum cubense* mediante los síntomas externos visualizados en campo y si están realizando medidas adecuadas de control.

Fotografía: es un instrumento auxiliar para dar respaldo a la investigación y tener un medio visual respaldando la información.

Hoja de campo: sirvió para recopilar información sobre el porcentaje de incidencia de *FOC* a nivel de parcela y comunidad, así como para obtener información general de zona de estudio.

GPS: instrumento utilizado para georeferenciar las parcelas a nivel de finca y las fincas a nivel de comunidades.

Materiales utilizados: GPS, cámara, hoja de campo.

8.5. Población y muestra.

En la presente investigación el universo de estudio lo conformaron 70 fincas, distribuida en 14 socios y 56 productores colindantes de las fincas de los socios que forman parte del proyecto *Mejorando la producción y mercadeo de bananos en cafetales con árboles de pequeños productores: utilizaciones de recursos, vida de los suelos, selección de cultivares y estrategias de mercado* en la comunidad de Monterrey–Jinotega y 35 fincas en Yasica Sur–San Ramón, distribuidos en 7 productores investigadores y 28 productores colindantes.

La muestra fue tomada por conveniencia ya que estuvo conformada por 70 productores de Monterrey Jinotega y 35 productores de la comunidad de Yasica Sur, San Ramón.

8.6. Evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad

Cuadro 2. Escala de evaluación de síntomas provocados por *Fusarium oxysporum cubense*.

Valor	Síntomas externos.		Síntomas internos
	Amarillamiento	Marchitez	
1	Ausencia de síntomas	Ausencia de síntomas	Ausencia de síntomas
2	Amarillamiento en hojas viejas	Marchitez en hojas viejas	Puntos aislados de decoloración en el tejido vascular
3	Amarillamiento en hojas bajas	Marchitez en hojas bajas	
4	Amarillamiento las hojas jóvenes	Marchitez en las hojas jóvenes	

5	Severo Amarillamiento	Severa marchitez.	
6	Muerte de la planta	Muerte de la planta	Decoloración total del tejido vascular

Fuente: Orjeda (1998), citado por Lara (2009), adaptado para protocolo.

Esta escala de evaluación permitió medir en campo, la severidad de la enfermedad, se evaluó por el grado de daño expresado en las plantas mediante los síntomas externos e internos, los cuales serán estimados visualmente y mediante un corte vertical en el pseudotallo de la planta, según la escala propuesta por Orjeda (1998) (cuadro 2).

La incidencia de la enfermedad fue calculada por el número de plantas que presentarán los síntomas de la enfermedad y se expresaron con los estadísticos máximo, mínimos y media de plantas enfermas, por comunidad. Las evaluaciones se realizaron de acuerdo a la visita realizada a cada finca de la comunidad de Yasica Sur y Monterrey.

8.7. Procesamiento de la información.

La información generada en las entrevista y hoja de campo (anexo 1) se procesó con el programa SPSS versión 19, utilizando estadística paramétrica como media aritmética, máximos, mínimos, porcentajes y además se obtuvo cuadros, gráficos y croquis en Argis versión 9.3, Garmin y Excel.

8.8. Cuadro 3. Operacionalización de variable.

Objetivos específicos	Variable.	Subvariable.	Indicador.	Materiales y/o técnicas empleadas.
Determinar la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en cada finca de las dos comunidades en estudio.	Incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> para ambas comunidades en estudio.	Distribución de la enfermedad por comunidad.	Puntos afectados	GPS. Croquis
		Número de plantas afectadas por comunidad.	Unidad	Hoja de campo. Observación directa.
		Conocimiento del productor, sobre la presencia de la enfermedad	Pasado. Actual. No sabe	Hoja de campo.
	Severidad	Amarillamiento	Ausencia de síntomas. Hojas viejas. Hojas bajas. Hojas jóvenes. Severo amarillamiento Muerte de la planta	Observación directa.
		Marchitez.	Ausencia de síntomas. Hojas viejas. Hojas bajas. Hojas jóvenes.	Observación directa.

			Severo amarillamiento Muerte de la planta	
		Síntomas internos	Ausencia de síntomas. Puntos aislados de coloración del tejido vascular. Decoloración total del tejido vascular.	Toma de muestra, con corte longitudinal.
Identificar las características edafológicas, agronómicas y productivas de las fincas en estudio, en las comunidades Monterrey-Jinotega y Yasica Sur-San Ramón.	Características Edafológicas	Encharcamiento	Poco, algo, alto, muy alto	Hoja de campo.
		Drenaje	Poco, algo, alto, muy alto	Hoja de campo.
		Cárcavas	Poco, algo, alto, muy alto	Hoja de campo.
		Erosión hídrica	Poco, algo, alto, muy alto	Hoja de campo.
	Características agronómicas y culturales	Prácticas culturales	Regulación de sombra. Deshire. Deshoje. Manejo de malezas. Presencia de cobertura en el suelo.	Hoja de campo.

			Presencia de barreras vivas y muertas.	
		Prácticas agronómicas	Fertilización Manejo de plagas. Manejo de FOC.	Hoja de campo
		Tipo de Sistema	(SAF) café-forestales-musáceas. Café-musáceas.	Hoja de campo.
	Características productivas.	Área cultivada con musáceas	Mz	Hoja de campo.
		Variedades de musáceas presentes.	Variedades.	Hoja de campo.
		Nº de racimos cosechados de Gros Michel	Unidad	Hoja de campo.
		Destino de la producción	Autoconsumo. Comercialización. Ambas.	Hoja de campo.
		Mercados	Hortifrutti. Corredores. Mercado departamental Cooperativas.	Hoja de campo

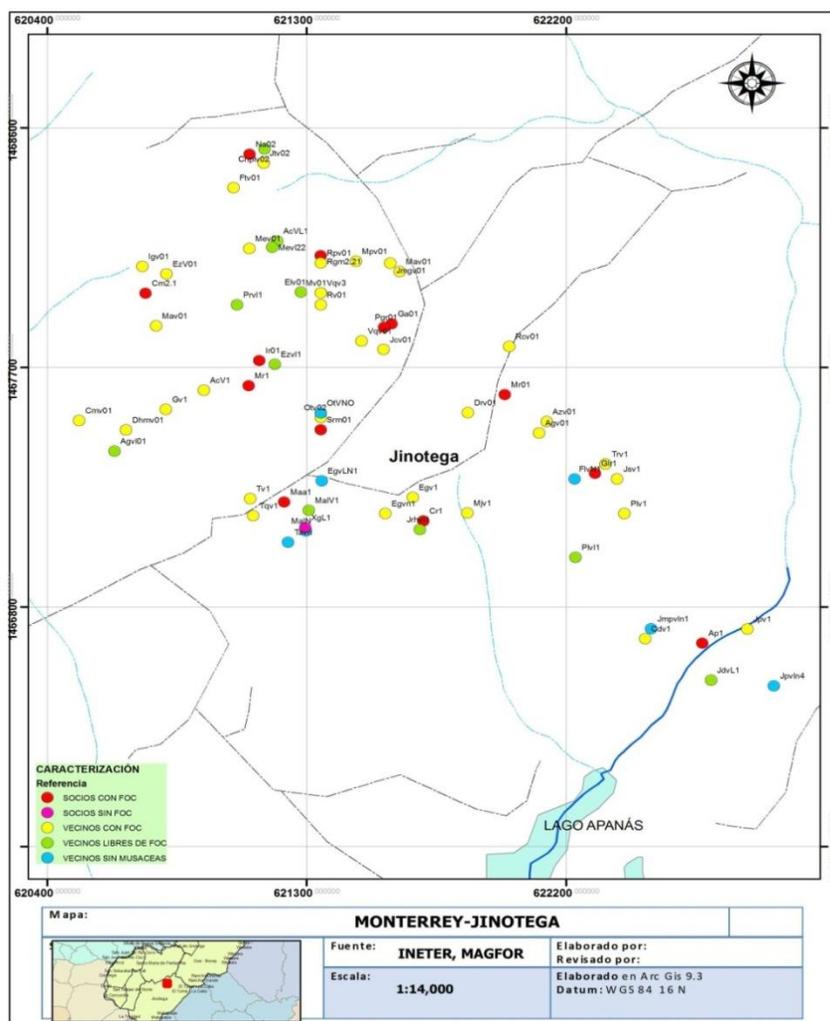
			Ninguna de las anteriores.	
		Costos de producción.	C\$	Hoja de campo.
		Utilidades	C\$	Hoja de campo.
Elaborar propuesta para manejo de la enfermedad para ambas comunidades de acuerdo al grado de incidencia de la enfermedad.	Manejo de la enfermedad	Selecciona plantas madres, vigorosas, sanas y libres de FOC.	Poco. Algo. Alto. Muy alto.	Hoja de campo
		Elimina plantas enfermas en el mismo hoyo (fosa), aplica cal o ceniza.	Poco. Algo. Alto. Muy alto	Hoja de campo
		Desinfecta las herramientas.	Poco. Algo. Alto. Muy alto	Hoja de campo.
		Desinfecta el corno para la siembra.	Poco. Algo. Alto. Muy alto	Hoja de campo.
		Utiliza suelos de plantaciones de musáceas para viveros de café.	Poco. Algo. Alto. Muy alto	Hoja de campo.
		Existen fuentes de agua.	Si No	Hoja de campo.
		Transito	Poco.	

		continuo de animales, personas y vehículos en la parcela.	Algo. Alto. Muy alto	Hoja de campo.
		La familia del productor tiene conocimiento de la enfermedad.	Poco. Algo. Alto. Muy alto	Hoja de campo.

IX. Resultados y discusión.

9.1. Distribución de *Fusarium oxysporum cubense* en la comunidad de Monterrey - Jinotega.

Figura 1. Distribución de *Fusarium oxysporum cubense* en la comunidad de Monterrey – Jinotega.



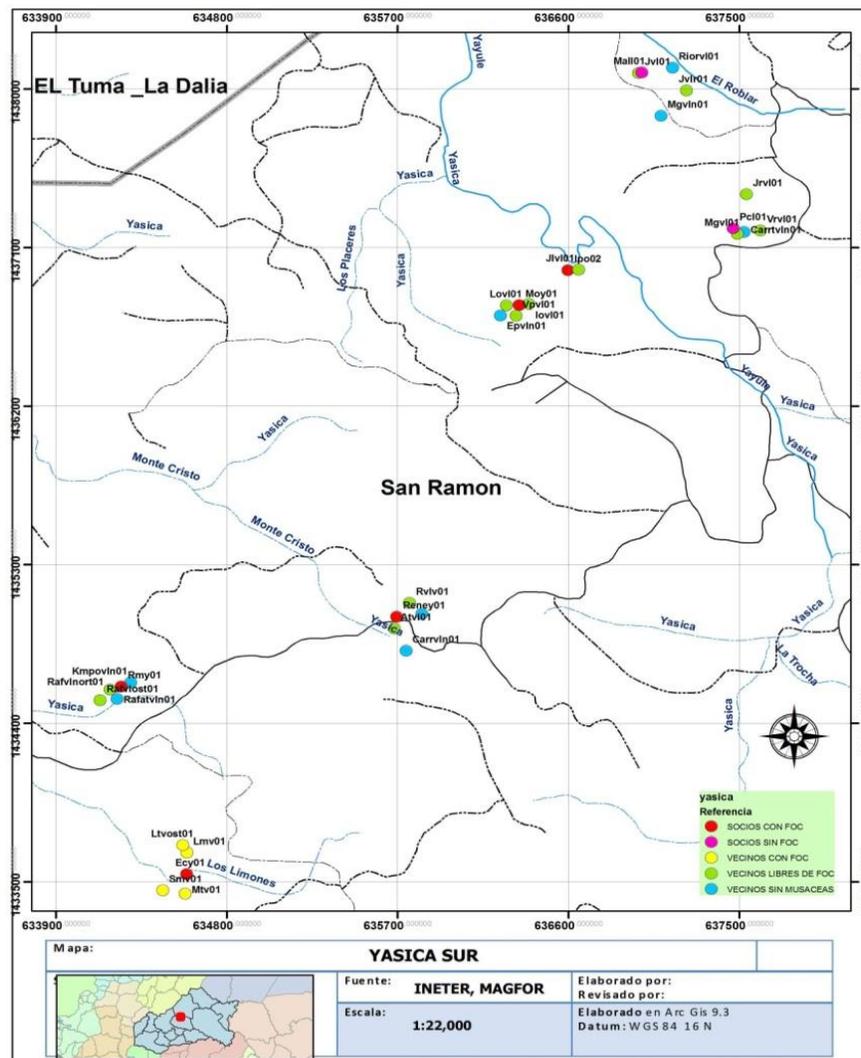
Fuente: Escobar, E (2013) en base a resultados de investigación.

La comunidad de Monterrey presenta los más altos niveles de afectación de Marchitez por *Fusarium*, en comparación con Yasica Sur como se observa en la figura 2, en Monterrey 13 fincas de los socios del proyecto presentan afectación

por Marchitez por *Fusarium* en sus parcelas y solo una parcela experimental se encuentra libre del patógeno, 34 fincas colindantes, a las parcelas de los socios se encuentran con incidencia de FOC, algunos a mayor escala que otros, según la escala de Orjeda (1998) que se detalla en el cuadro 2. Por otro lado se encontró 11 fincas de vecinos libres de la enfermedad.

9.2. Distribución de *Fusarium oxysporum cubense* en la comunidad de Yasica Sur.

Figura 2. Distribución de *Fusarium oxysporum cubense* en la comunidad de Yasica Sur.

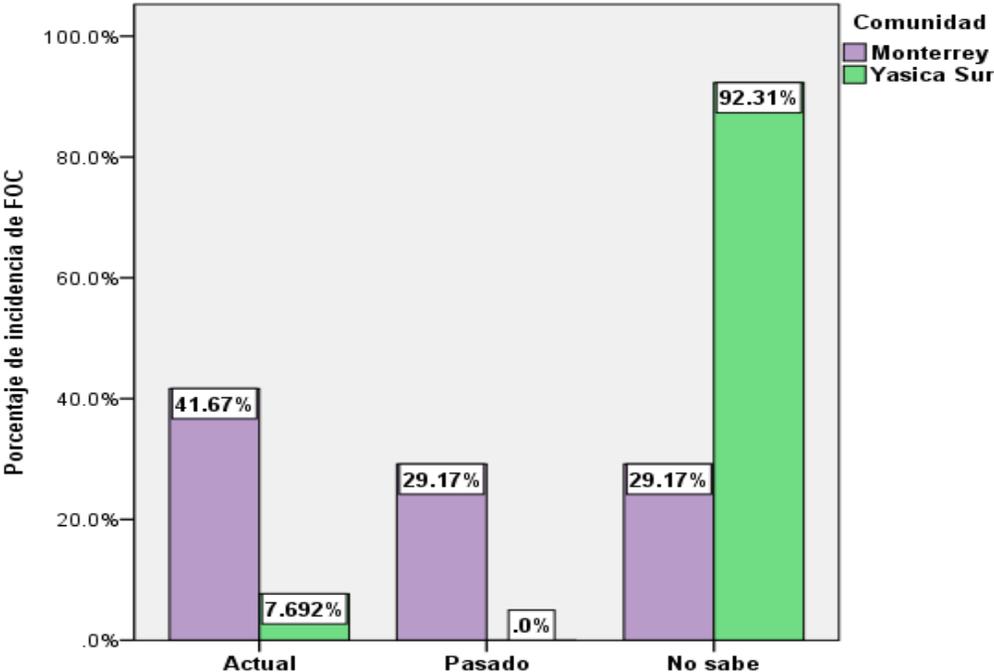


Fuente: Escobar, E (2013) en base a resultados de investigación.

De las 32 fincas geo referenciadas, en la comunidad de Yasica Sur, 7 fincas pertenecen a productores (socios), de ellas 5 se encuentran afectadas por Marchitez por *Fusarium*, el resto corresponden a fincas de productores colindantes, de las cuales 4 presentan incidencia de FOC y 21 se encuentran libres del patógeno como se muestra en la figura 1.

9.3. Conocimiento del productor sobre la presencia de la enfermedad.

Gráfico 1. Conocimiento del productor sobre la presencia de la enfermedad.



Fuente: Resultados de investigación.

Es importante que el productor tenga conocimiento sobre las enfermedades que afectan a sus cultivos para tomar las medidas de prevención y control. En el gráfico 1 se observa que los productores de la comunidad de Yasica Sur en un 92.3 % no tienen conocimiento acerca de la presencia de Marchitez por *Fusarium* en su parcela y un 7.7 % aseguran haberlo adquirido actualmente, en cambio en Monterrey el 41.67 % de los productores dicen haber adquirido el hongo en sus parcelas actualmente (a partir del año 2009, fecha de inicio del proyecto en

ambas comunidades) y un 29.17 % aseguran no saber de la presencia de la enfermedad en su parcela.

9.4. Incidencia de número de plantas afectadas por *Fusarium oxysporum cubense*.

Cuadro 4. Incidencia de número de plantas afectadas por *Fusarium oxysporum cubense*.

Plantas con incidencia y sin incidencia de <i>FOC</i> .	Comunidad					
	Monterrey			Yasica Sur		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
Incidencia de <i>FOC</i>	8.50	28.00	.00	2.00	9.00	.00
Sin incidencia de <i>FOC</i>	1660.08			1196.58		

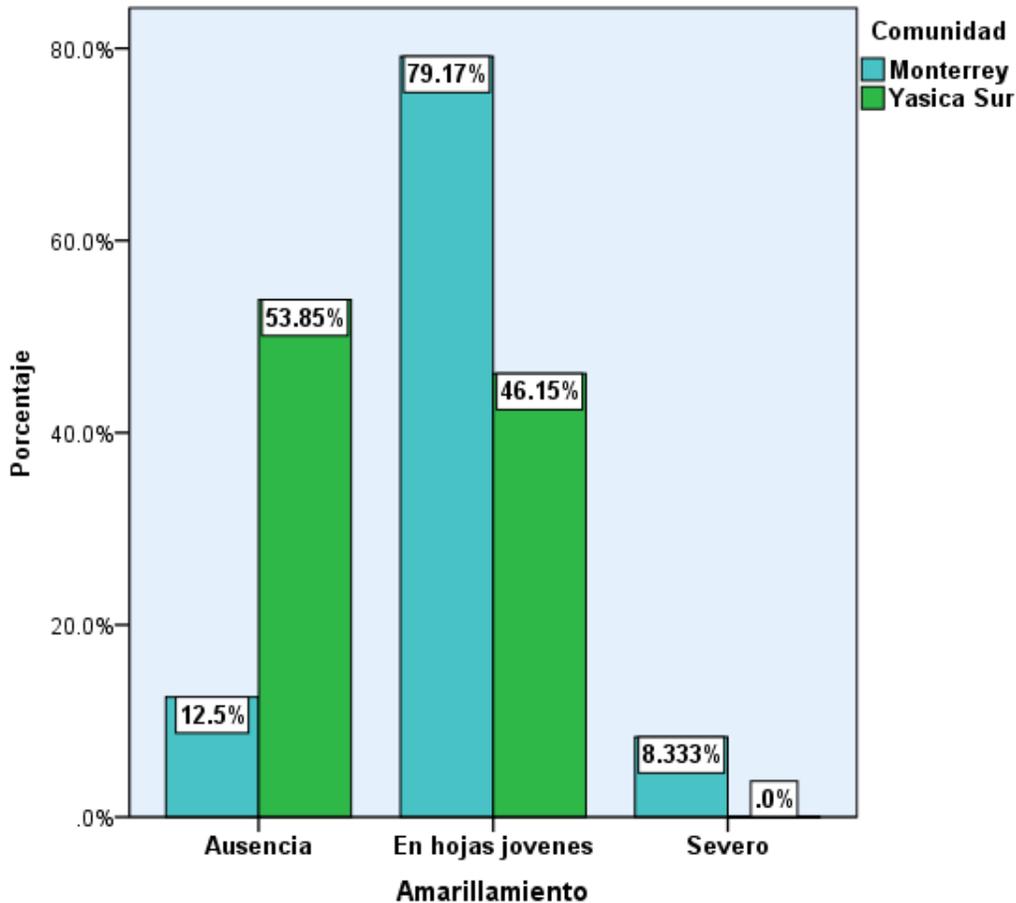
Fuente: Resultados de investigación.

El cuadro 4, se refleja el número de plantas afectadas por finca, con Marchitez por *Fusarium* en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey, se encontró un máximo de 28 plantas por finca afectadas en la comunidad de Monterrey en comparación con Yasica Sur 9 plantas afectadas por finca, con una media 8.5 para Monterrey y 2 para Yasica Sur. La incidencia del hongo en Monterrey se explica en parte por las prácticas que los productores realizan. Por ejemplo; ellos siembran más Gros Michel que en Yasica Sur, además hay diversidad de variedades mejoradas resistentes a la enfermedad.

La media de las plantas sin incidencia de Marchitez por *Fusarium* es mayor en Monterrey, porque las áreas de Café – musáceas son más extensas, que en Yasica Sur.

9.5. Severidad de *Fusarium oxysporum*, expresados en las plantas mediante los síntomas externos (amarillamiento).

Gráfico 2. Severidad de *Fusarium oxysporum*, expresados en las plantas mediante los síntomas externos (amarillamiento).



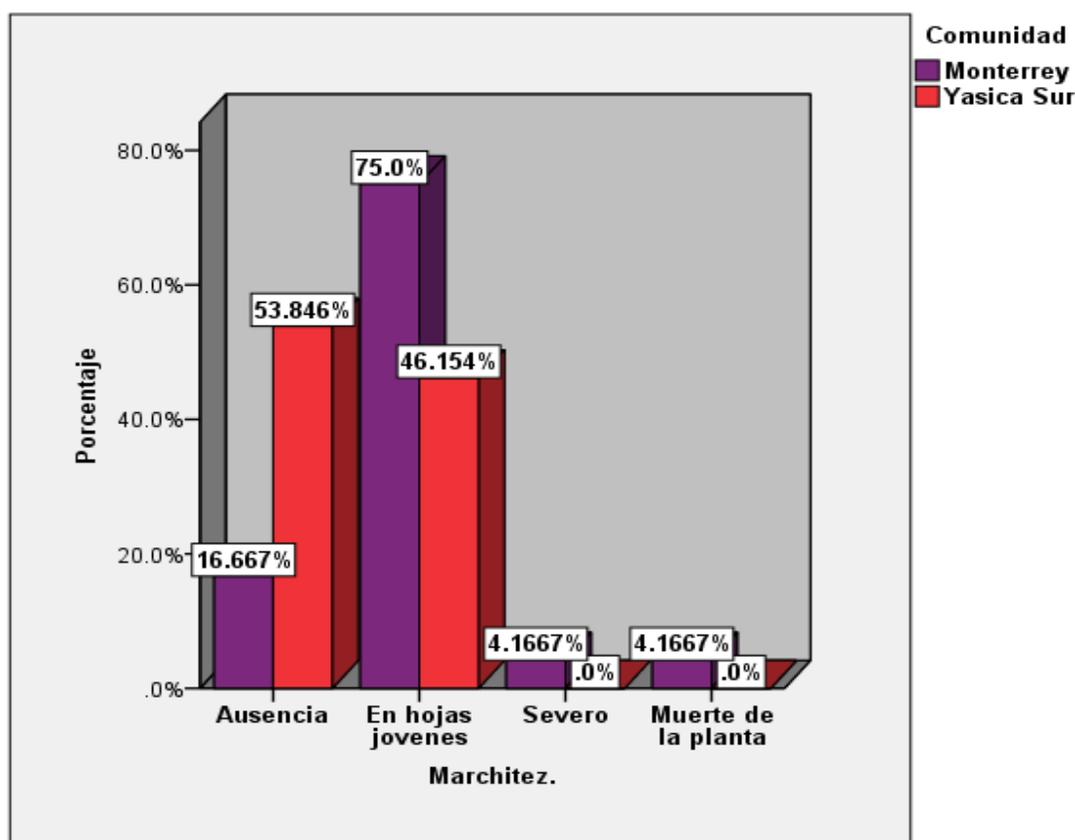
Fuente: Resultados de investigación.

La severidad de la enfermedad se evaluó por el grado de daño expresado en las plantas mediante los síntomas externos (amarillamiento), el cual fue realizado mediante inspección visual tomando como referencia la escala propuesta por Orjeda (1998), que según la magnitud de severidad de la enfermedad da un valor de daño. El gráfico 2 muestra que en la comunidad de Monterrey los síntomas externos (amarillamiento), se presentan en las hojas jóvenes con un 79.17 %

(valor 4) y en Yasica Sur se encontró una ausencia de amarillamiento en hojas jóvenes en un 53.85 % (valor 1), un 46.15 % presentaba los síntomas en las hojas jóvenes. En la comunidad de Monterrey se presenta con mayor severidad el amarillamiento en hojas jóvenes porque el hongo tiene mayor incidencia.

9.6. Severidad de *Fusarium oxysporum*, expresados en las plantas mediante los síntomas externos (marchitez).

Gráfica 3. Severidad de *Fusarium oxysporum*, expresados en las plantas mediante los síntomas externos (marchitez).



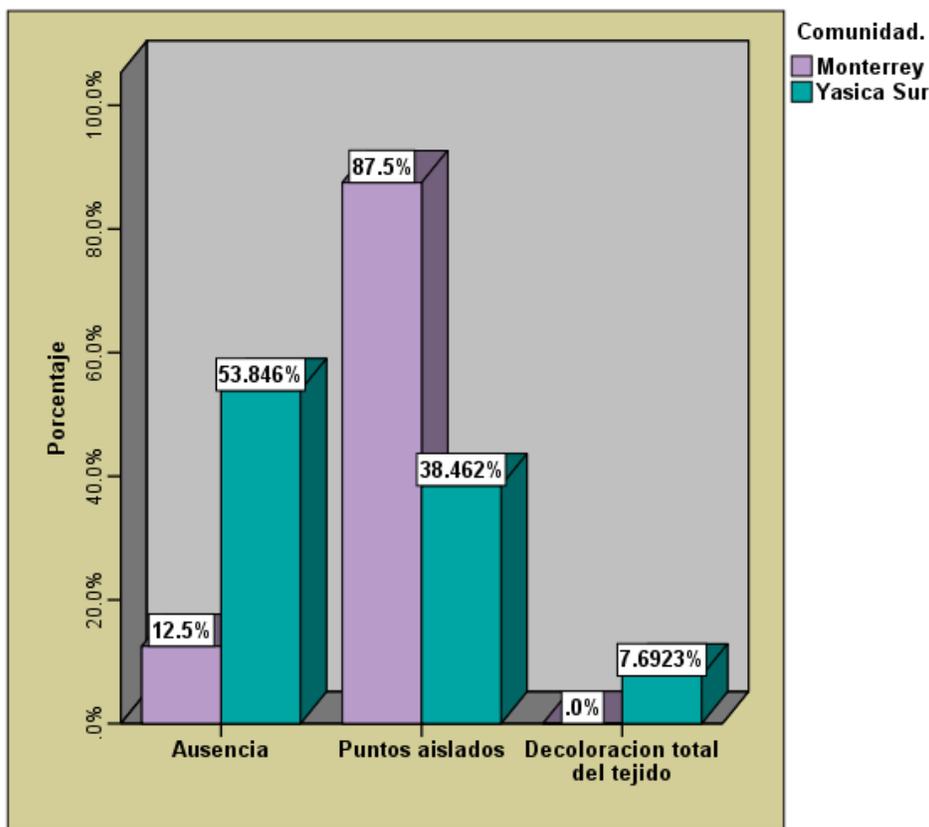
Fuente: Resultados de investigación.

Para la evaluación de la severidad de la Marchitez por *Fusarium*, se realizó un muestreo por conveniencia, evaluando el total de plantas afectadas por finca.

Cada planta enferma encontrada fue geo-referenciada y categorizada según la escala de evaluación de síntomas externos de la Marchitez por *Fusarium* propuesta por Orjeda (1998), la magnitud de severidad de la enfermedad da un valor de daño. En la gráfica 3 se observa que en Monterrey los síntomas por marchitez se muestran en las hojas jóvenes con un 75 % (valor 4) mientras que en Yasica Sur hay ausencia de síntomas del 53.8 % (valor 1). Tanto en los síntomas externos por amarillamiento como por marchitez, la comunidad de Monterrey presentó mayor severidad, lo que según los productores se debe a la presencia del hongo en el pasado.

9.7. Severidad de *Fusarium oxysporum*, expresados en las plantas mediante los síntomas internos.

Gráfica 4. Severidad de *Fusarium oxysporum*, expresados en las plantas mediante los síntomas internos.



Fuente: Resultados de investigación.

Los síntomas internos fueron evaluados según la escala de Orjeda (1998), el cual da un valor de severidad a la enfermedad según el daño ocasionado en la planta.

De las fincas evaluadas en Monterrey se detectó que el 87.5 % (valor 2) de las plantas presentan puntos aislados de decoloración vascular en el interior del pseudotallo con líneas de color marrón, rojo o amarillo, las cuales fueron visibles al momento de realizar un corte en el pseudotallo, coincidiendo con lo descrito por Wardlaw (1961) y Stover (1962) citado por Lara (2009). En cambio en Yasica Sur se presenta 53.8 % (valor 2), de ausencia de síntomas internos, como se muestra en la gráfica 4.

9.8. Características edafológicas.

Cuadro 5. Características edafológicas.

Características edafológicas		Comunidad			
		Monterrey		Yasica Sur	
		Recuento	Porcentaje	Recuento	Porcentaje
Encharcamiento en la parcela	Poco	5	20.8 %	2	15.4 %
	Algo	1	4.2 %	0	0.0 %
	Alto	0	0.0 %	0	0.0 %
	Muy alto	0	0.0 %	0	0.0 %
	No	18	75.0 %	11	84.6 %
Cárcavas en la parcela	Poco	7	29.2 %	6	46.2 %
	Algo	2	8.3 %	1	7.7 %
	Alto	1	4.2 %	2	15.4 %
	Muy alto	0	0.0 %	0	0.0 %
	No	14	58.3 %	4	30.8 %
	Poco	9	37.5 %	8	61.5 %

Presencia de erosión hídrica.	Algo	2	8.3 %	0	0.0 %
	Alto	1	4.2 %	2	15.4 %
	Muy alto	0	0.0 %	0	0.0 %
	No	12	50.0 %	3	23.1 %
Realizan drenaje	Poco	10	41.7 %	9	69.2 %
	Algo	2	8.3 %	0	0.0 %
	Alto	0	0.0 %	0	0.0 %
	Muy alto	1	4.2 %	0	0.0 %
	No	11	45.8 %	4	30.8 %

Fuente: Resultados de investigación.

Las características edafológicas influyen sobre la incidencia y severidad del hongo ya que favorece su presencia y diseminación. Como se muestra en la cuadro 5 en la comunidad de Monterrey la mayoría de las fincas no presentan problemas de encharcamiento (75 %). Con respecto a la presencia de cárcavas en dicha comunidad en la mayoría de las fincas no las presentan en un 58.3 %, los procesos de erosión hídrica contribuyen a la formación de las cárcavas es por ello que en dicha comunidad presenta poca formaciones de cárcavas porque un 50 % de las fincas no presenta erosión hídrica. En la comunidad de Monterrey no se realizan obras de drenaje en 45.8%.

En cambio la comunidad de Yasica Sur refleja 15.4 % de presencia charcas en las parcelas debido a que realizan drenaje en un 69.2 % y por consiguiente contribuye a que exista menos presencia del hongo, porque se reducen las condiciones favorables de humedad para que este se presente o adapte. Hay mayor presencia de erosión hídrica en Yasica Sur (61.5 %), porque presenta pendientes mayores en relación a Monterrey incidiendo sobre la formación de cárcavas que se

presentan en un (46.2 %), además que las precipitaciones son más intensas en Yasica Sur según Castellón (2011).

9.9. Prácticas culturales realizadas en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey.

Cuadro 6. Prácticas culturales realizadas en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey.

		Comunidad			
		Monterrey		Yasica Sur	
		Recuento	Porcentaje	Recuento	Porcentaje
Regulación de sombra	Cada tres meses o menos	10	41.7 %	6	46.2 %
	Cada cuatro meses	2	8.3 %	4	30.8 %
	Cada seis meses	4	16.7 %	3	23.1 %
	Anual	7	29.2 %	0	0.0 %
	No	1	4.2 %	0	0.0 %
Deshoje	Cada tres meses o menos	12	50.0 %	6	46.2 %
	Cada cuatro meses	4	16.7 %	5	38.5 %
	Cada seis meses	7	29.2 %	2	15.4 %
	Anual	1	4.2 %	0	0.0 %
	No	0.0	0.0 %	0	0.0 %
Deschire	Cada tres meses o menos	11	45.8 %	6	46.2 %
	Cada cuatro meses	2	8.3 %	5	38.5 %
	Cada seis meses	6	25.0 %	1	7.7 %
	Anual	2	8.3 %	0	0.0 %

Fuente: Resultados de investigación.

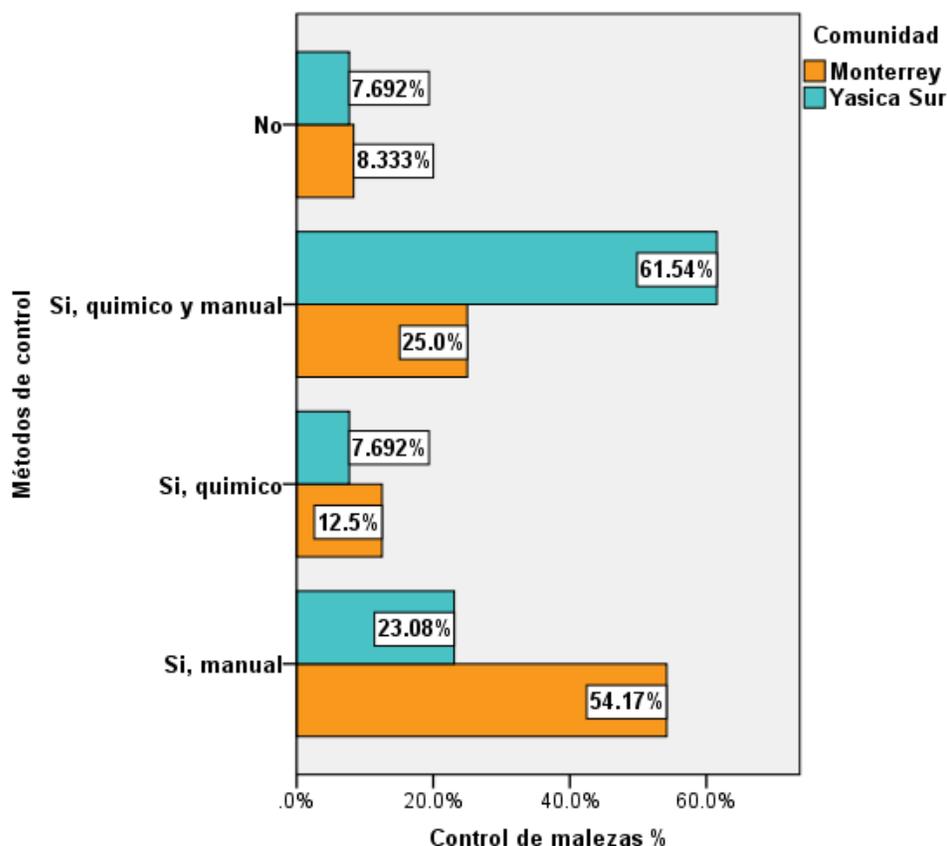
Las prácticas culturales están enmarcadas a fortalecer el vigor de la planta y crear condiciones desfavorables para el desarrollo del patógeno en el suelo; como se muestra en el cuadro 6, las labores de regulación de sombra se realizan con mayor frecuencia cada tres meses o menos en ambas comunidades, Monterrey con 41.7 % (10 productores) y Yasica Sur con 46.2 % (6 productores), seguido de la regulación de sombra anual que la hacen en Monterrey 29.2 % (7 productores) y solo un productor que representa el 4.2 % no realiza regulación de sombra, en cambio en Yasica Sur realizan 30.8 % (4 productores), la regulación de sombra cada cuatro meses.

El deshoje en la comunidad de Monterrey la practican los productores en su mayoría cada tres meses o menos en 50 % (12 productores), seguida la deshoje cada seis meses con 29.2 % (7 productores) y solo un productor que representa el 4.2 % la practica anual; en cambio en la comunidad de Yasica Sur un 46.2 % (6 productores) realiza la labor cada tres meses o menos y un 38.5 % (5 productores) cada cuatro meses.

Los productores realizan las prácticas culturales (deschire, regulación de sombra y deshoje) durante el mismo período en ambas comunidades. Estas prácticas están encaminadas a reducir la incidencia de *FOC* en las parcelas. El 45.8 % (11 productores) practica deschire cada tres meses o menos y 8.3 % que representa (2 productores) lo realiza cada cuatro meses y anual en Monterrey por el contrario en Yasica Sur el 46.2 % que representa (6 productores) lo realiza cada tres meses o menos y el 7.7 % (1 productor) lo realiza cada seis meses.

9.10. Control de malezas.

Gráfico 5. Control de malezas.



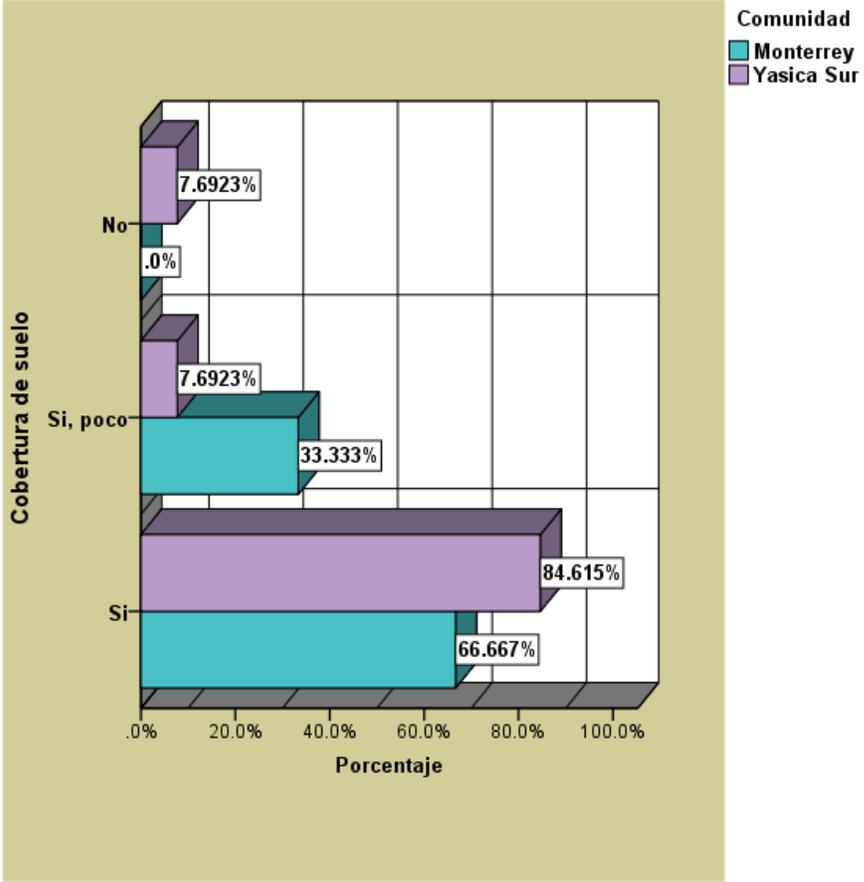
Fuente: Resultados de investigación.

El *Fusarium oxysporum cubense* puede infectar y colonizar las raíces de algunas malezas presentes en los bananos permaneciendo en el suelo durante un largo período (Radd, *et al* 1986), citado por Caballero (2011). Algunos químicos utilizados por los productores para el control de malezas son el Glifosato, Gramoxone. Es por ello que en el presente estudio se decidió tomar en cuenta el indicador control de malezas que se reflejan en el gráfico 5, donde ambas comunidades realizan control químico, manual o combinación, como es el caso de Monterrey que hacen el control manual en un 54.17 % a diferencia de Yasica Sur que hacen combinación de un control químico y manual en un 61.54 % y solo un

8.3 % en Monterrey no efectúan ningún tipo de control, al igual que Yasica Sur en un 7.7 % no efectúan control de las malezas.

9.11. Porcentaje de cobertura en el suelo.

Gráfica 6. Porcentaje de cobertura en el suelo.

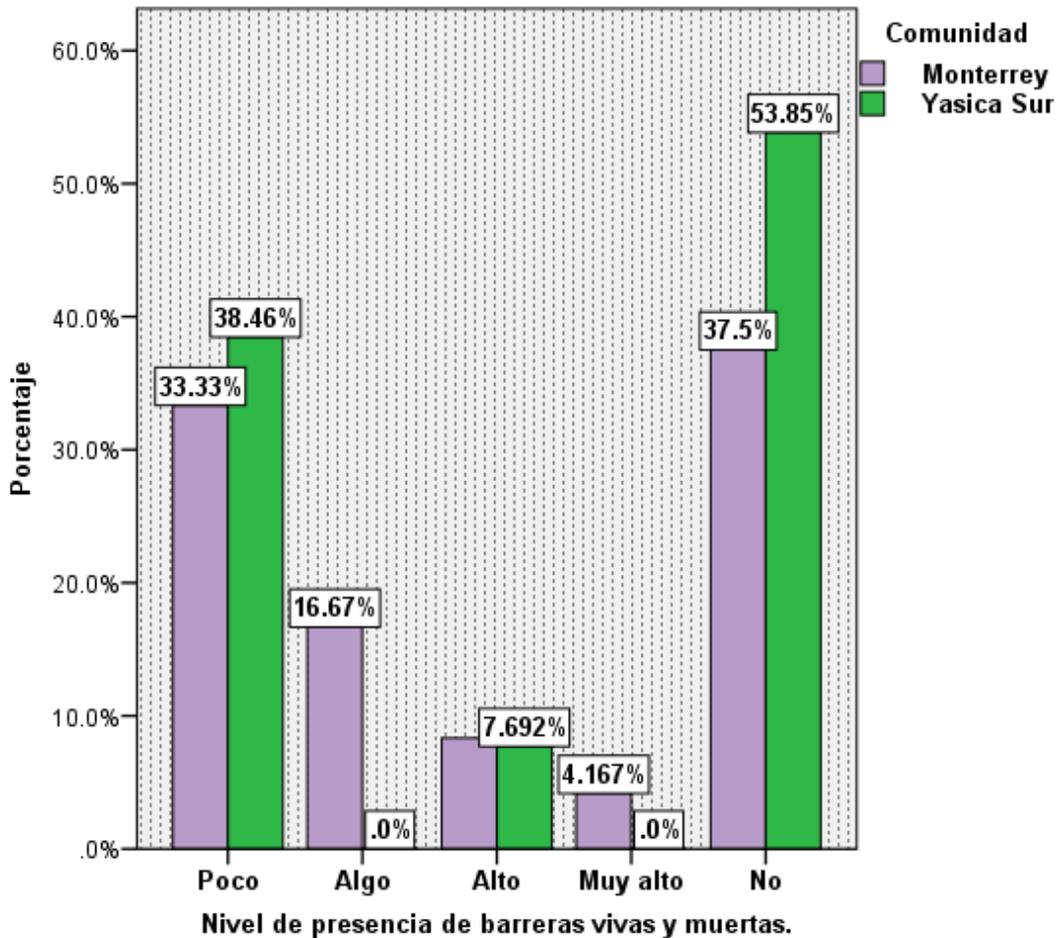


Fuente: Resultados de investigación.

Presentan mayor cobertura los suelos de las fincas de la comunidad de Yasica Sur con 84.6 % y un 7.7 % de los suelo se encuentran descubiertos de hojarasca, en comparación con Monterrey que presenta 66.7 % de los suelo cubiertos con hojarasca y 33.3 % que presentan poca cobertura en el suelo, como se muestra en la gráfica 6.

9.12. Presencia de barreras vivas y muertas.

Gráfica 7. Presencia de barreras vivas y muertas.



Fuente: Resultados de investigación.

Los productores de ambas comunidades utilizan este tipo de obras de conservación de suelos, con el fin extra de que sirvan como límite fronterizo con sus vecinos, lo que disminuye el tránsito por la zona, las especies de barreras vivas que predominan son flor de avispa (Hibiscus). En la gráfica 7 se observa que en la comunidad de Yasica Sur el 53.85 % de los productores no tienen barreras vivas y muertas, esta es una de las razones por las que presenta mayor erosión hídrica a pesar de que los suelos se encuentran con presencia de cobertura

vegetal a diferencia de Monterrey solo el 37.5 % no realizan obras de conservación de suelo.

9.13. Prácticas agronómicas realizadas por los productores de ambas comunidades.

Cuadro 7. Prácticas agronómicas realizadas por los productores de ambas comunidades.

		Comunidad			
		Monterrey		Yasica Sur	
		Recuento	Porcentaje	Recuento	Porcentaje
Manejo de plagas	Si	5	20.8 %	0	0.0 %
	No	19	79.2 %	13	100.0 %
	NR	0	0.0 %	0	0.0 %
Fertilización	Si	2	8.3 %	1	7.7 %
	No	22	91.7 %	12	92.3 %
Manejo de FOC	Si	7	29.2 %	1	7.7 %
	No	15	62.5 %	12	92.3 %
	NS	2	8.3 %	0	0.0 %

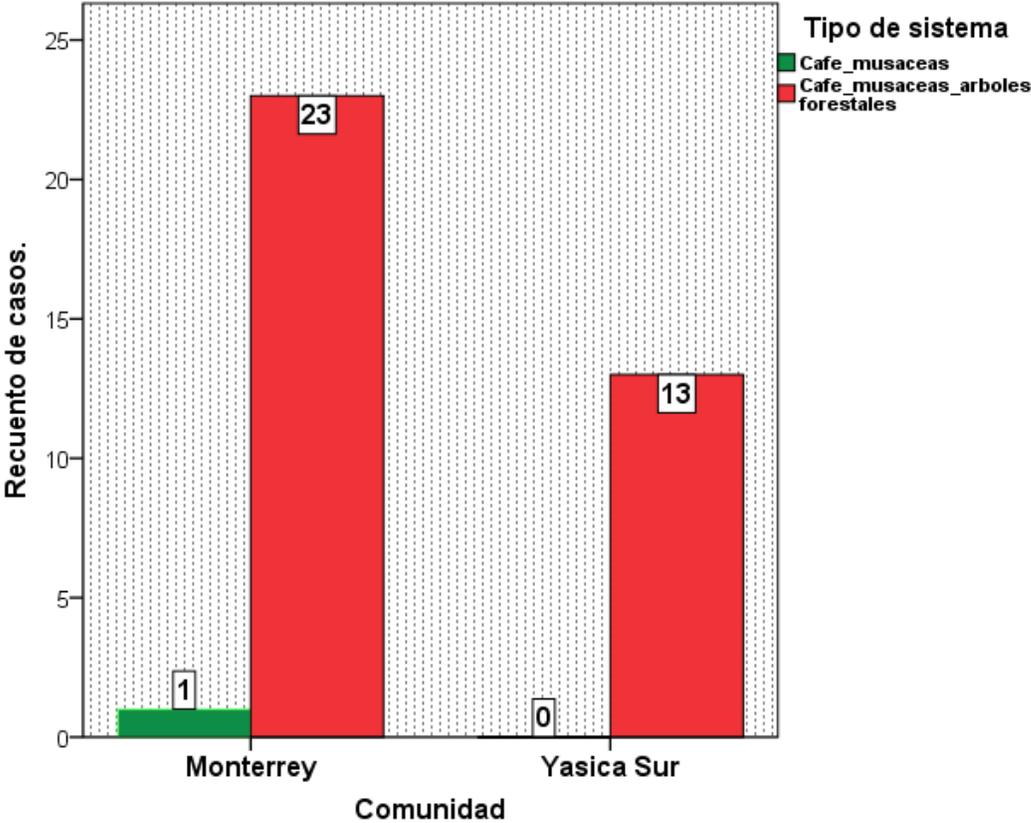
Fuente: Resultados de investigación.

El control de plagas influye sobre susceptibilidad que tiene la planta para adquirir cualquier patógeno en este caso Marchitez por *Fusarium*. El cuadro 7 refleja que en la comunidad de Monterrey la mayoría de los productores no realizan control de plagas 79.2 % y solo un 20.8 % realiza esta actividad, esto trae como consecuencia que la planta se encuentre expuesta a vías de entrada para una afectación por FOC. En cambio en Yasica Sur, el 100 % de los productores no realizan ningún control. Esto se debe probablemente a que no se han presentado casos graves de plagas de suelo

Es importante tomar en cuenta que las plantas deficientes de nutrientes están expuestas a adquirir el hongo o cualquier enfermedad, en Monterrey el 91.7 % de los productores no fertiliza, siendo mayor el porcentaje en Yasica Sur, (92.3 %) y los productores que fertilizan aplican urea. En la comunidad de Monterrey realizan un mayor control de Marchitez por *Fusarium*, por presentar los mayores niveles de incidencia registrados en el estudio.

9.14. Tipo de sistema agroforestal.

Gráfica 8. Tipo de sistema agroforestal.



Fuente: Resultados de investigación.

Los sistemas agroforestales aportan materia orgánica a los suelos es por tal razón que la comunidad de Yasica Sur presenta un alto porcentaje de cobertura de suelo debido a que todos los productores encuestados (13) implementan el sistema

café-musáceas y árboles forestales en cambio en Monterrey 1 productor implementa el sistema café – musáceas y 23 tienen en sus parcelas asocio de café – musáceas y árboles forestales, como se muestra en la gráfica 8.

9.15. Área cultivada con musáceas en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey.

Cuadro 8. Área cultivada con musáceas.

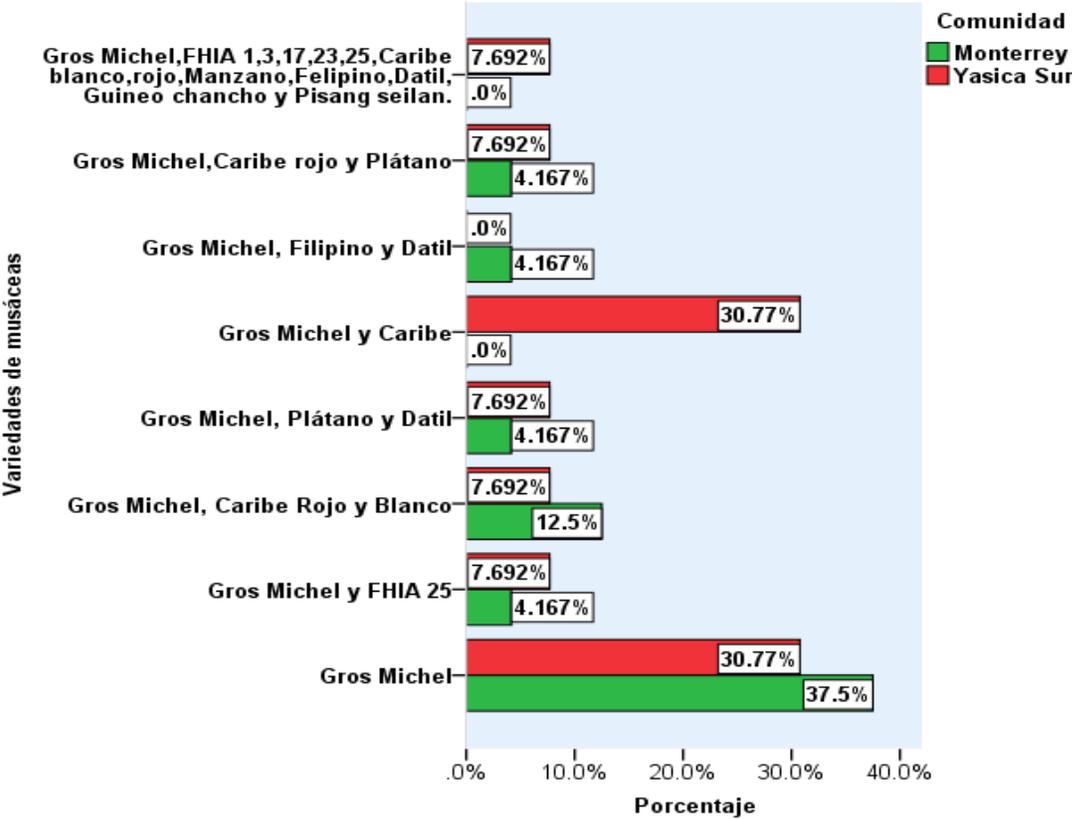
	Comunidad			
	Monterrey		Yasica Sur	
	Porcentaje.	Recuento	Porcentaje.	Recuento
1	4.2 %	1	7.7 %	1
2	16.7 %	4	15.4 %	2
3	29.2 %	7	7.7 %	1
4	12.5 %	3	7.7 %	1
5	4.2 %	1	23.1%	3
6	4.2 %	1	0.0 %	0
7	4.2 %	1	7.7 %	1
9	8.3 %	2	7.7 %	1
10	8.3 %	2	0.0 %	0
12	0.0 %	0	7.7 %	1
15	4.2 %	1	0.0 %	0
20	0.0 %	0	7.7 %	1
27	4.2 %	1	0.0 %	0
38	0.0 %	0	7.7 %	1

Fuente: Resultados de investigación.

En el cuadro 8 se observa que en su mayoría los productores de Monterrey poseen 3 manzanas con un 29.2 % que representan a 7 productores, 16.75 % poseen 2 manzanas y 4 productores entre 9 – 10 manzanas. En Yasica Sur 23.1 % que representa a 3 productores poseen 5 manzanas y solo 2 productores (15.4 %) tienen 2 manzanas.

9.16. Variedades de musáceas cultivadas en las comunidades sujetas a estudio.

Gráfica 9. Variedades de musáceas cultivadas en las comunidades sujetas a estudio.



Fuente: Resultados de investigación.

Los productores que forman parte de los grupos de investigadores que han trabajado con UNAN-León y Bioversity International, deben tener establecido en

sus parcelas musáceas. Como se observa en la gráfica 9 todos los productores tienen la variedad Gros Michel asociada con otras variedades de banano o plátano, en Yasica Sur el 30.77 % de los productores tienen la variedad Gros Michel y Gros Michel asociada con caribe en sus parcelas; en cambio en Monterrey la mayoría de los productores que representan el 37.5 % tienen en sus sistemas de producción la variedad Gros Michel.

9.17. Características productivas.

Cuadro 9. Características productivas.

	Comunidad					
	Monterrey			Yasica Sur		
	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo
Racimos cosechados por finca	7200.00	1059.00	60.00	3600.00	759.64	12.00
Costo de producción	C\$ 54000.00	C\$ 6824.44	C\$ 720.00	C\$ 13200.00	C\$ 5008.18	C\$ 800.00
Utilidades	C\$ 90000.00	C\$ 15108.89	C\$ -700.00	C\$ 32000.00	C\$ 8612.04	C\$ -551.60

Fuente: Resultados de investigación.

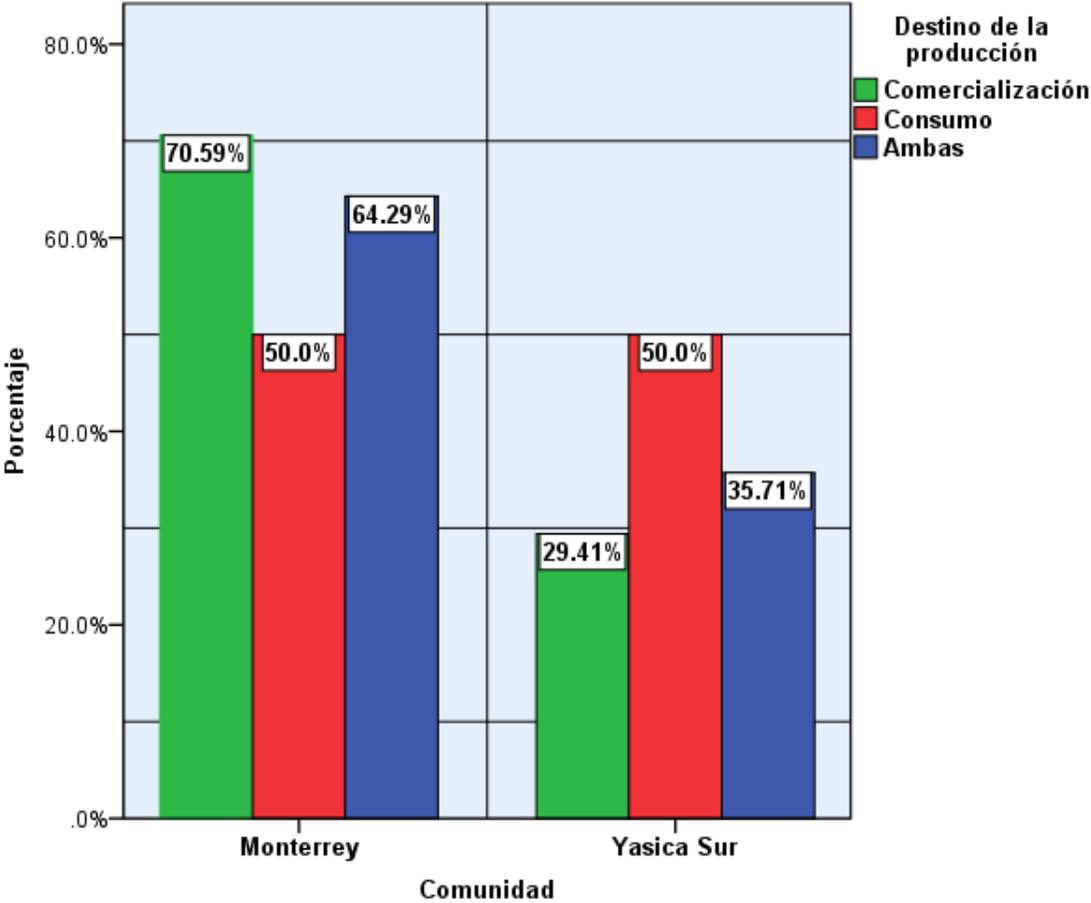
El cálculo de los racimos cosechados por finca se realizó anual y en la comunidad Monterrey la producción media de racimos cosechados es de 1059 racimos, con un máximo de producción de 7200 racimos. A diferencia de los productores de Yasica Sur que producen una media de 759.64 racimos, con un máximo de 3600 unidades.

En la comunidad de Monterrey los productores realizan en promedio una inversión en los costos de producción de C\$ 6824.44, en comparación con Yasica Sur que es de C\$ 5,008.18. Tanto los racimos cosechados, como los costos de producción

están íntimamente relacionados con la utilidad, por lo que invierten más de lo que producen ocasionando pérdidas económicas, ya que los productores no llevan un registro de producción.

9.18. Destino de la producción.

Gráfica 10. Destino de la producción.



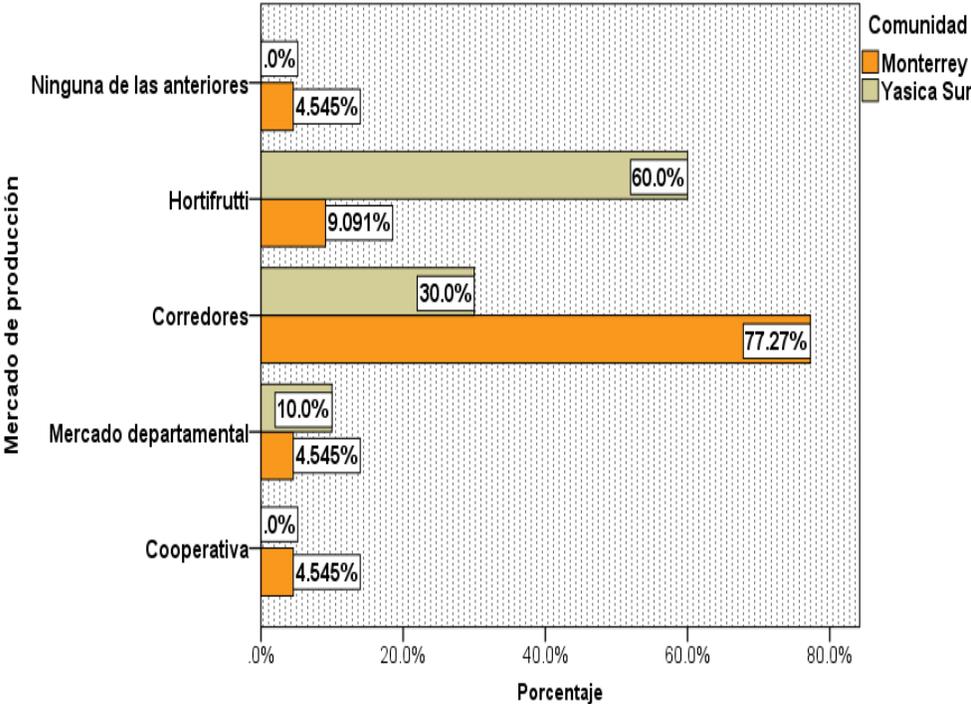
Fuente: Resultados de investigación.

Muchos de los productores destinan su producción tanto a la comercialización como al consumo, es por ello que las musáceas juegan un papel muy importante dentro de la dieta de los productores y sus familias. Como se observa en el gráfico 10 en la comunidad de Monterrey, el 70.59 % de los productores comercializa su

producción, en cambio en Yasica Sur el 29.41 % de los productores destinan su producción a la comercializan, un 50 % la destinan solo para consumo, al igual que en Monterrey. En Yasica Sur 35.71 % destinan su producción a ambas actividades, a diferencia de Monterrey que 64.30 % desarrollan una combinación de ambas. Los resultados se ven influenciados por la diferencia del número de productores encuestados en ambas comunidades.

9.19. Mercados de comercialización.

Gráfica 11. Mercados de comercialización.

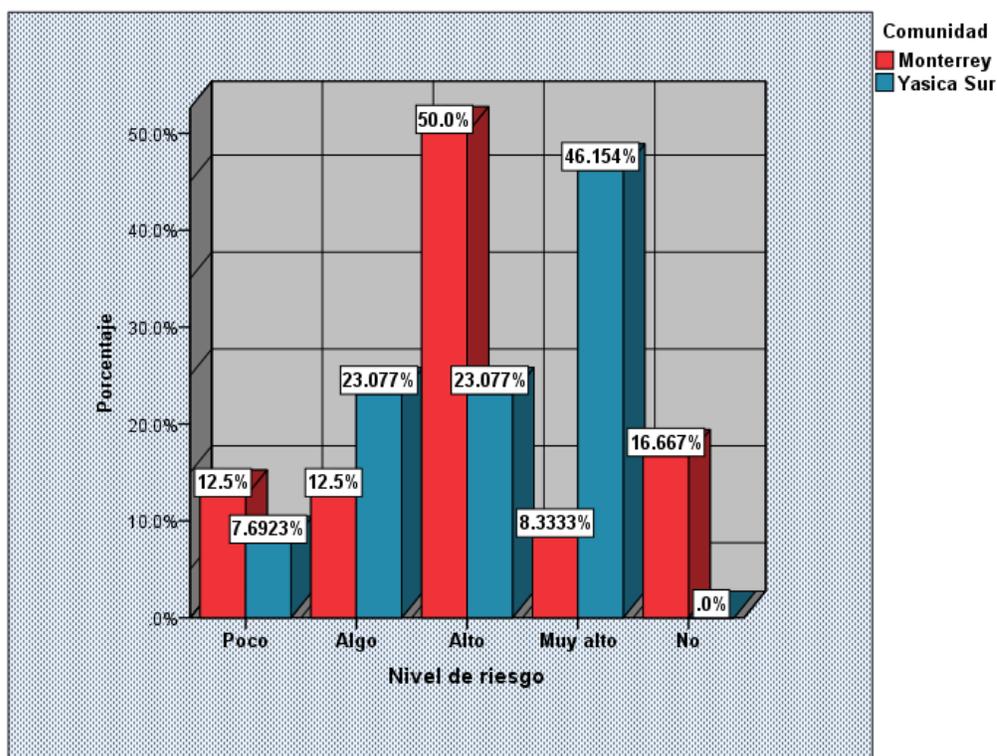


Fuente: Resultados de investigación.

Los mercado de comercialización de los productores de Monterrey son más amplio ya que venden su producción a cooperativas, mercado departamental, Hortifrutti y corredores representando este último al 77.27 % de los productores, en cambio en Yasica Sur los mercados se reducen al mercado departamental, corredores y en un 60 % a Hortifrutti, siendo este el de mayor importancia en la zona.

9.20. Selección de plantas madres, vigorosas, sanas y libres de *FOC*.

Gráfica 12. Selección de plantas madres, vigorosas, sanas y libres de *FOC*.



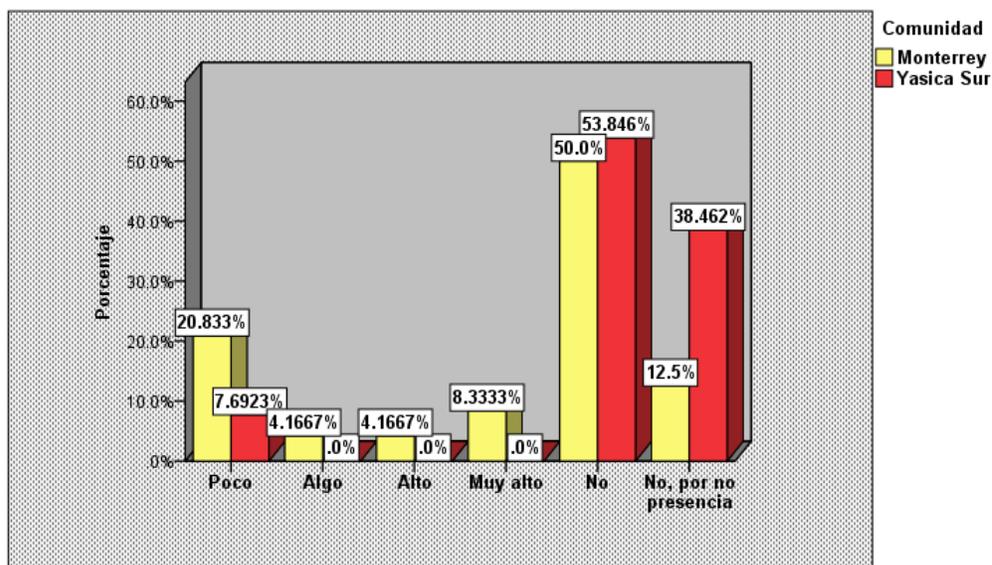
Fuente: Resultados de investigación.

Importante mencionar que el *FOC* también se puede propagar por el traslado y siembra de hijos visiblemente sanos, pero que están infectados; los hijos provenientes de una planta enferma son potenciales fuentes de inóculo y consecuentemente vías de dispersión del hongo. Es por eso que en el presente estudio se tomó en cuenta la subvariable selección de plantas madres, vigorosas, sanas y libres de *FOC*, para evaluar las medidas de prevención que están realizando los productores para el manejo de la enfermedad. Como se muestra en la gráfica 12. Yasica Sur el 46.15 % de los productores realizan una muy alta selección de las plantas, el resto de los productores de esta comunidad realizan una selección ya sea poco, algo o alto, en cambio en Monterrey el 50 % de los productores realizan una alta selección de las plantas cuando van a realizar una

nueva siembra, aunque un 16.67 % no realiza ninguna selección. Es por esta razón que dicha comunidad presenta mayor incidencia y está más expuesta a la enfermedad.

9.21. Eliminación de plantas enfermas en el mismo hoyo (fosa) y aplicación de cal y ceniza.

Gráfica 13. Eliminación de plantas enfermas en el mismo hoyo (fosa) y aplicación de cal y ceniza.



Fuente: Resultados de investigación.

La erradicación de plantas enfermas y las medidas cuarentenarias son prácticas vitales que impiden el movimiento del material vegetal infectado hacia áreas libres del patógeno Katan, *et al.* (1983); Rutherford y Kangire (1998); Seshu *et al.* (1998) citado por Caballero (2011). Los productores de Monterrey en un 50 % no eliminan plantas enfermas con *FOC*, un 20.83 % realiza poca eliminación de las plantas y 12.5 % no realiza ningún descarte por no tener presencia del patógeno en la parcela, el resto de los productores realizan un control ya se algo, alto, muy alto.

Por el contrario en Yasica Sur el 7.7 % realiza poco descarte de plantas enfermas y 53.85 % no realiza control. El 38.47 % de los productores de dicha comunidad dicen no realizar esta actividad por no tener presencia.

9.22. Manejo de la enfermedad.

Cuadro 10. Manejo de la enfermedad.

		Comunidad			
		Monterrey		Yasica Sur	
		Recuento	porcentaje	Recuento	Porcentaje
Desinfección de herramientas	Poco	2	8.3 %	0	0.0 %
	Algo	0	0.0 %	0	0.0 %
	Alto	5	20.8 %	1	7.7 %
	Muy alto	3	12.5 %	0	0.0 %
	No	14	58.3 %	12	92.3 %
Utilización de suelo de plantaciones de musáceas para vivero de café	Poco		4.2 %	3	23.1 %
	Algo	0	0.0 %	0	0.0 %
	Alto	1	4.2 %	1	7.7 %
	Muy alto	7	29.2 %	2	15.4 %
	No	15	62.5 %	7	53.8 %
Fuentes de agua	Si	14	58.3 %	11	84.6 %
	No	10	41.7 %	2	15.4 %
Tránsito continuo	Poco	9	37.5 %	6	46.2 %
	Algo	4	16.7 %	1	7.7 %
	Alto	3	12.5 %	0	0.0 %
	Muy alto	4	16.7 %	1	7.7 %
	No	4	16.7 %	5	38.5 %

Fuente: Resultados de investigación.

Otra manera de dispersión del hongo es a través de los implementos agrícolas por ello es importante desinfectar las herramientas después de realizar las labores de regulación de sombra, deshire, deshoje, control de malezas y material vegetal de propagación (cormo), los productores que realizan desinfección de los implementos agrícolas utilizan cloro a una solución de una bolsita de 200 ml por cada 20 litro de agua.

El cuadro 10 muestra que el 20.8 % de los productores de Monterrey realizan desinfección de las herramientas y 58.3 % no hacen ninguna desinfección, el resto de los productores que representa el 20.8 % realizan desinfección ya sea poca o muy alta. En Yasica Sur el 92.3 % no desinfecta las herramientas y solo un 7.7 % productores efectúan alta desinfección, esto se debe a que el 38.46 % de las parcelas no tiene presencia del hongo.

La movilización de suelo contaminado de manera natural y/o artificial ya sea por el arrastre de suelo provocado por las lluvias o por el viento, la utilización de suelo para viveros de café y el suelo contaminado adherido a las cepas que se trasladan de finca a finca o en la misma finca es una forma común de dispersar el patógeno. Los productores de la comunidad de Monterrey en un 29.2 % dicen utilizar suelo de plantaciones de musáceas para viveros de café y 62.5 % aseguran utilizar suelo provenientes de otras áreas (potreros). En Yasica Sur el 23.1 % de los entrevistados afirma utilizar poco suelo proveniente de plantaciones de musáceas y el 53.8 % asegura no utilizar suelos de las áreas con musáceas.

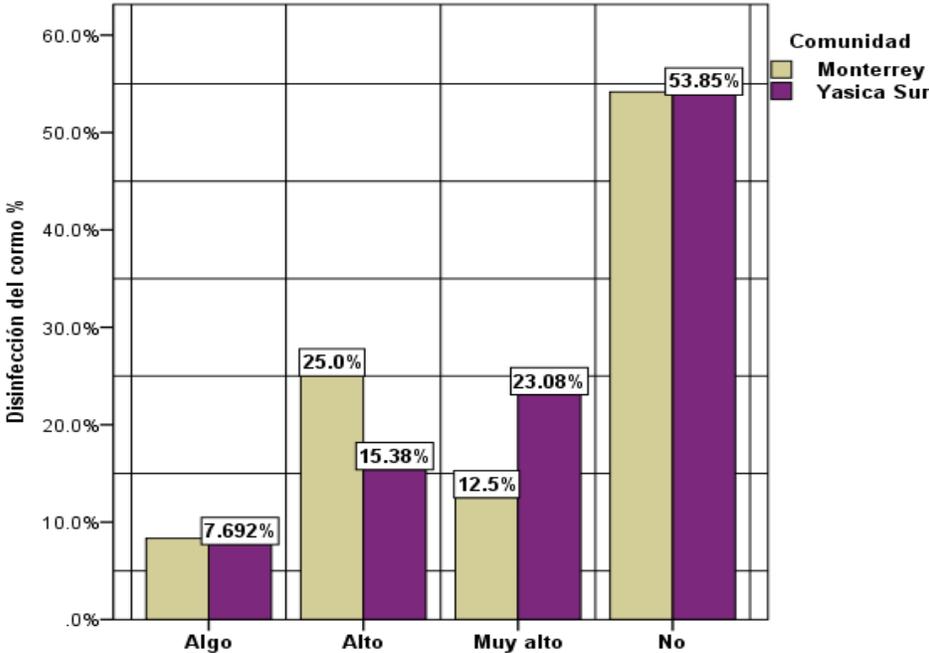
Fusarium oxysporum f. sp. *Cubense* puede dispersarse de manera eficiente a través del agua de riego o agua de escorrentía tras las lluvias, así como en el curso de ríos cuyo cauce corra entre áreas con presencia de la enfermedad y áreas libres. Si se utilizara agua de un reservorio contaminado con Marchitez por *Fusarium* para irrigar áreas libres, el patógeno podría dispersarse rápida y eficientemente Zadoks y Schein (1979). Como se indica en el cuadro 7 el 58.3 % (que representa a 14 productores) de Monterrey tienen fuentes de agua en sus

parcelas en orillas o en el centro de la parcela y un 41.7 % no tienen fuentes de agua. Comparando ambas comunidades las parcelas de los productores de Yasica Sur tienen mayor presencia de fuentes de agua en un 84.6 % (11 productores) y solos un 15.4 % (2 productores) no tienen fuentes de agua.

Otra forma de diseminación artificial del patógeno es a través del tránsito continuo de animales, personas y vehículos en la parcela con presencia del hongo que luego es trasladado a áreas libres del FOC ocasionando la propagación. En Yasica Sur el 46.2 % de los productores asegura que hay poco tránsito continuo en sus parcelas, pero un 38.5 % asegura que no existe tránsito por sus parcelas, a diferencia de Monterrey que solo un 37.5 % de los productores afirman que hay poco tránsito en sus parcelas y un 16.7 % dice que no hay presencia.

9.23. Desinfección del corno para la siembra.

Gráfica 14. Desinfección del corno para la siembra.

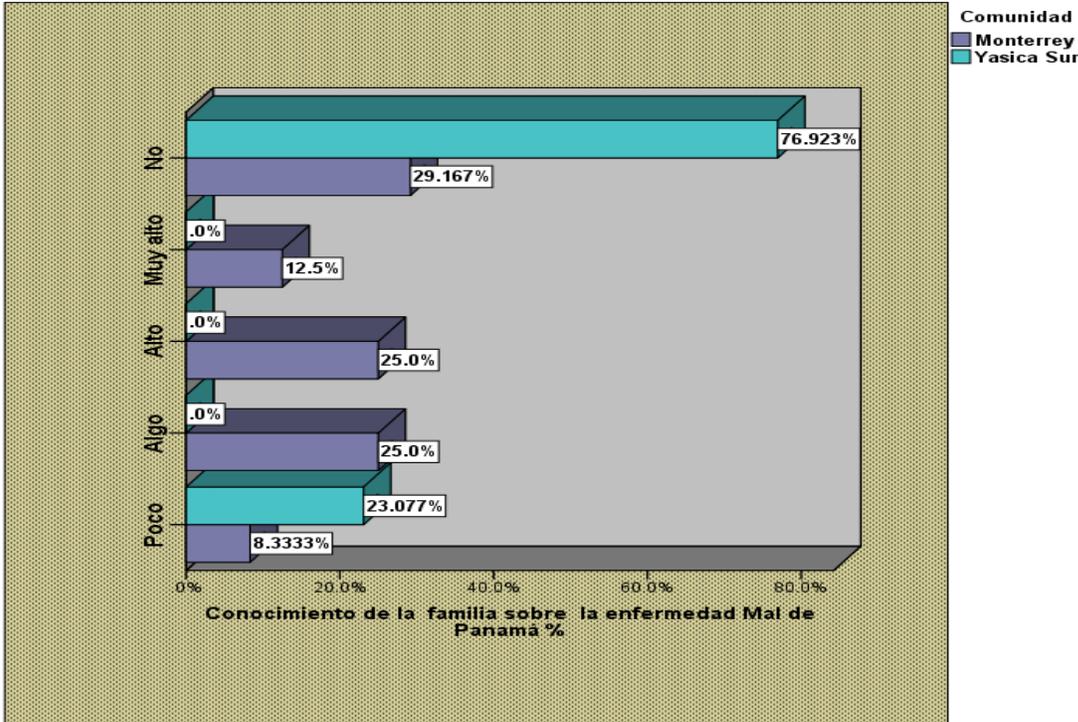


Fuente: Resultados de investigación.

La principal causa de la dispersión del patógeno dentro de la finca y a largas distancia, es por el traslado de cormos infectados para su uso como semilla, es por esta razón que es importante desinfectar el corno antes de la siembra. Los productores que realizan desinfección del corno utilizan una bolsita de cloro de 200 ml en 20 litros de agua, luego sumergen en el agua con cloro el corno durante 3 a 5 minutos, actividad que no se realiza en un 53.85 % en ambas comunidades, solo un 25 % de los productores de Monterrey la realiza y el 23.08 % de los encuestados en Yasica Sur realiza desinfección del corno, como se muestra en la gráfica 14.

9.24. Conocimiento de la familia del productor acerca de la enfermedad Mal de Panamá.

Gráfica 15. Conocimiento de la familia del productor acerca de la enfermedad Mal de Panamá.



Fuente: Resultados de investigación.

Es importante que la familia del productor tenga conocimiento sobre la sintomatología, dispersión, la forma de prevención y control de la enfermedad para identificar si está presente o no Marchitez por *Fusarium* en su parcela. En la comunidad de Yasica Sur el 76.9 % de las familias de los productores encuestados desconocen sobre la enfermedad y un 23.1 % tiene poco conocimiento sobre dicha enfermedad. Las familias de los productores de Monterrey en su mayoría tienen conocimiento de la enfermedad ya sea poco, algo, alto y muy alto, solo 29.17 % afirma no tener ningún conocimiento sobre FOC.

9.2.1 Propuesta para manejo de la enfermedad para las comunidades de acuerdo al grado de incidencia.

La recolección y procesamiento de los datos en la presente investigación permitió determinar elementos para diseñar la propuesta de manejo de la enfermedad con el objetivo de disminuir la dispersión en áreas con presencia de la enfermedad y en áreas libres del patógeno, mediante las prácticas agronómicas y culturales adecuadas.

Para elaborar esta propuesta se tomó en cuenta la entrevista realizada a los productores de ambas comunidades, para identificar los puntos débiles que tienen en cuanto a conocimiento, prevención y control de Marchitez por *Fusarium*.

Muchos de los productores entrevistados no tienen conocimiento de la enfermedad, es por esto que ellos no toman medidas de control adecuadas provocando la diseminación del patógeno de áreas contaminadas a áreas libres ya sea por el uso de herramientas agrícolas, cormos y suelos contaminados (gráfica 14, cuadro 9). Algunos de los productores que tienen conocimiento de la enfermedad en sus parcelas cortan las plantas dejándolas sin picar entre las hileras dentro de la parcela y los que la pican no la entierran ni aplican cal y ceniza para desinfectar el lugar.

La selección de material vegetal de siembra (gráfica 12), es una práctica importante para evitar la dispersión del hongo, así como el uso de las hojas para proteger los racimos durante la comercialización que muchas veces pueden estar contaminadas o no y los productores muchas veces no tienen conocimiento de que esta es otra vía de diseminación del hongo.

Una planta deficiente de nutrientes esta propensa ante la afectación de cualquier patógeno, en la investigación se determinó que en su mayoría los productores no realizan fertilización en las plantas de musáceas, ya que ellos aseguran que abonando el café de una u otra manera las musáceas se fertilizan de una forma indirecta (cuadro 6).

9.2.2. Propuesta de prevención y control de *Fusarium*.

Cuadro 11. Propuesta de prevención y control de *Fusarium oxysporum cubense*.

Que los productores reciban capacitaciones sobre sintomatología, prevención y control de la enfermedad, para identificar la presencia o no del hongo.	Eliminar las plantas que presentan la enfermedad mediante el enterrado de las plantas en una fosa y aplicar cal y ceniza.
Tomar en cuenta el historial del terreno sobre si hubo o no plantaciones de banano, que variedades fueron establecidas y si el hongo estuvo presente.	Desinfectar las herramientas agrícolas antes y después de realizar las labores culturales, en cada planta, con cloro o agua caliente.
Seleccionar plantas madres, vigorosa, sanas y libres de <i>FOC</i> . No utilizar plantas que se muestran visiblemente asintomáticas, pero provenientes de	No utilizar suelos de plantaciones de musáceas para viveros de café u otro cultivo procedentes de áreas afectadas o de origen desconocido.

plantas infectadas.	
Establecer el cultivo en contra de la pendiente para evitar por medio de la erosión hídrica, la diseminación del hongo.	Diversificar las variedades de banano y plátano.
Mantener las barreras vivas y muertas para reducir la conectividad con áreas que tienen presencia del hongo, así como variedades resistentes.	En el lugar donde se presentó el hongo marcar y sembrar una variedad resistente, evitar sembrar nuevamente una variedad susceptible.
Realizar obras de drenaje para evitar el encharcamiento.	Señalar ruta de entrada al área, para evitar la propagación del hongo.
Desinfectar el corno antes de la siembra con agua caliente a 55°C durante 3 a 5 segundos, dejar enfriar y aplicar cal y ceniza.	Aplicar cal y ceniza al fondo del hoyo antes de la plantación utilizando 4 onzas de cal y el doble si la desinfección es con ceniza para eliminar algún posible patógeno que se encuentra en el suelo ENLACE (2002).
Realizar control de malezas porque pueden ser hospederas del hongo.	

X. CONCLUSIONES.

Los productores investigadores de Yasica Sur y sus vecinos, presentan menor incidencia de *Marchitez por Fusarium* en sus parcelas, en comparación con los socios y vecinos de Monterrey que presentan mayor incidencia del hongo. Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa general, ya que en ambas comunidades existe incidencia de *Fusarium oxysporum*.

Las condiciones edafológicas cárcavas y erosión hídrica, propician la incidencia del hongo en la comunidad de Yasica Sur, pero su afectación se ve reducida por la presencia de variedades resistentes al hongo, sin embargo, en la comunidad de Monterrey el encharcamiento favorece la presencia del hongo, aceptándose la hipótesis alternativa 1.

Las prácticas agronómicas y culturales favorecen la diseminación del hongo en ambas comunidades, por lo que se acepta la hipótesis alternativa 1.

Existe una severa afectación de *Marchitez por Fusarium oxysporum* en plantaciones de banano producidos en asocio con café y árboles en la comunidad de Monterrey, ya que en esta comunidad predomina la variedad Gros Michel la cual es susceptible al patógeno, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa 2, a diferencia de las parcelas de los productores de Yasica Sur que tienen más variedades de banano resistentes al hongo, registrando menor nivel de daño en las plantas, por lo tanto se acepta parcialmente la hipótesis alternativa nula 2.

XI. RECOMENDACIONES.

Se recomienda que en las fincas los productores donde no hay presencia del hongo estén realizando periódicamente pruebas visuales de los síntomas externos e internos que presentan las plantas en sus parcelas.

Que los productores a nivel de comunidad se organicen para evitar que la enfermedad se expanda a áreas libres del hongo, así como a comunidades aledañas.

Utilizar la propuesta elaborada a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación para el manejo de Marchitez por *Fusarium*, en ambas comunidades mediante la divulgación de los resultados obtenidos en el presente estudio en conjunto con la UNAN-León.

XII. BIBLIOGRAFIA.

Blanco F. (2007). Análisis multisectorial para identificar brechas tecnológicas y retos para el desarrollo del sector musáceas en Nicaragua, Nicaragua.

Caballero A. (2011). Uso de hongos edafóticos *Trichoderma* spp para el biocontrol de Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum cubense*) raza tropical 1 en vitroplantas del cultivar Gros Michel (AAA). (Tesis de maestría). CATIE “Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza”, Turrialba, Costa Rica.

Cárdenas D. (2002). Estudio del mercado de la cadena de plátano.

Castellón J. (2009). Marchitez por *Fusarium* o Mal de Panamá en Nicaragua estado actual de su distribución y desafíos de investigación, León, Nicaragua.

CATIE “Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza”. (2002). Manejo ecológico del plátano banano y guineo. Revista Enlace. Managua, Nicaragua. ISSN 1561-5618 correo electronico circutec_sdnnic.org.ni/enlaceibw.com.ni.

Central América Date. (2012). Exportaciones de plátano en Panamá y Costa Rica. (Sábado 4 de agosto de 2012). pág. 1

CIAT “Centro Internacional de Agricultura Tropical”. (Sf). Producción de micelio en medio líquido para extracción de ADN.

CVCA “Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria”. (2010). Monografía del plátano. Veracruz. México.

Dirección General de Sanidad Vegetal – Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. (2011). Mal de Panamá raza 4 (*Fusarium oxysporum cubense*), ficha técnica SAGARPA – SENACICA. México, DF. pág. 9.

Ellis S; Daneel M; Jager K & Waele D. (Sf). Desarrollo de un sistema aeropónico para el estudio de la respuesta de las raíces de banano a la infección con *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* y *R. similis*. InfoMusa, vol 12, n° 1, pág 22-23 .

Escobar E, (2013). *Distribucion de Fusarium oxysporum cubense en la comunidad de Yasica Sur y Monterrey*, mapa Yasica Sur escala 1:22000, mapa Monterrey escala 1:14000. Argit, Matagalpa, Nicaragua

Esquivel E, (2009). Observaciones sobre el control biologico del Mal de Panamá del banano FOC, revista Agrociencia panamensis.

Gagnon D; Leduc C; Martel S; Nunes C; Pasquier R; Porras S; Boucher E; Segovia H; Cruz J; Moncada M, (2006). Reproducción y propagación de árboles forestales y frutales, revista El Machete Verde, Managua, Nicaragua, ISBN 99924-0-416-7.

García J. (2012). Densidad y diversidad de nemátodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua, (Tesis de maestría). CATIE “Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza”. Turrialba, Costa Rica.

Hernández y Mendoza. (2012). Evaluaciones de poblaciones de fitonemátodos, nematodos de vida libre en cultivo de banano asociado con café y árboles en 7 fincas del municipio de san ramón, departamento

de Matagalpa, Nicaragua, septiembre- diciembre 2012. (Tesis para optar a título de ingeniero). León, Nicaragua.

IICA "Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura". (1989). Compendio de agronomía a tropical. San José, Costa Rica, tomo 2, pág. 94- 107, ISBN 92-9039-152-9.

CENAGRO. (2002) Producción de musáceas.

INETER. (2010). Descripción taxonómica de los suelos a nivel de orden <http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/capitulo7.3.html>.

Jaramillo R. (1987). La red internacional para el mejoramiento de banano y plátano. (INIBAP) ASBANA. Revista de la asociación bananera Nacional, Costa Rica, Pág. 2.

Kung'u J, Rutherford & Jeffries. (Sf). Distribución del marchitamiento por *Fusarium* del banano en Kenia y su impacto sobre los pequeños agricultores, Kenian, InfoMusa, Vol 10, N° 1.

Lara D. (2009). Uso de bacterias endofíticas para el control biológico del Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum f. spp. cubense*) en el cultivar Gros Michel (AAA), (Tesis para Posgrado). CATIE "Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza". Turrialba, Costa Rica.

León L. (2009). Valoración del potencial de frutos de tres musáceas para producción de alcohol a nivel de laboratorio. Guayaquil, Ecuador.

- Martínez A. (Sf). El plátano. CORPOICA “Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria”. Colombia, 1p.
- OIRSA “Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria”. (2009). Boletín informativo Mirador agro sanitario. San Salvador. El Salvador. N°3.
- Orjeda G. (1998). Evaluation of Musa germplasm for resistance to Sigatoka diseases and *Fusarium* wilt Montpellier, Francia. INIBAP “International Network for Improvement of Banana and Plantain”. Pág 19-29.
- Ortiz. R; López A; Ponchner S & Segura A. (1999). El cultivo del banano. EUNED, San José Costa Rica, 186.
- Otero S. (2010). Jardín actual.com, Revista digital de jardinería
- Pérez V. (2004). *Fusarium* wilt (Panamá disease) of banano; on updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent. Mexico.
- PROMOSTA “Proyecto de Modernización de los Servicios de Transferencia de Tecnología Agrícola”. (2005). El cultivo del plátano, Costa Rica.
- Rodríguez E, 1987, Control de Malezas en Musáceas, Maracay, Venezuela, divulgado por FONAIAP, número 25.
- Román C. (2012). Consideraciones epidemiológicas para el manejo de la marchitez por fusarium (*fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) del banano en la región central del Perú.(tesis de maestría). CATIE

“Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza”.
Turrialba, Costa Rica.

Sánchez E, (2011). Afectación por fusarium en bananos. Periódico El Nuevo diario.

Schibli C. (2001). Percepciones de familias productoras y uso, sobre el manejo de sistemas agroforestales café con musáceas, en el norte de Nicaragua; Agroforestería en Las Américas. Vol. 7, N ° 28, pág. 8-14.

SEPHU “Sociedad Española de Productos Húmicos S.A”. (2009). Bananos exóticos. Zaragoza. N° 39.

Sosa M; Ordóñez M. (Sf). Uso y manejo de sombra en los cafetales. Capítulo 6, pág. 9.

Stansbury C. (2000). La enfermedad de Panamá. N°4, editado y publicado por los servicios de información, agricultura de Australia occidental.

Stover R. (1962). Fusarial wilt (Panamá disease) of bananas and other musa sp commonw mycol instit phytopath, pap 4:117 pp

Thurston D. (1989). Enfermedades de cultivos en el trópico. Trad. J.J. Galindo. CATIE “Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza”. Pág. 113-123.

Ting A; Sariah M & Jugah K. (Sf). Efecto del suelo con supresión artificialmente inducida sobre el marchitamiento por *Fusarium*. Malaysia. InfoMusa, vol. 12, n° 1.

- Trujillo E. (1963). Pathological anatomical studies of Gros Michel banana affected by *Fusarium* wilt phytopathology. Pág 162-166.
- UNAN-León. (2011). Uso de aislamientos endofíticos de *Trichoderma spp*, para el biocontrol de Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum F. spp cubense*) raza 1 en vitroplantas de bananos del cultivar Gros Michel (AAA) en condiciones de invernadero. Nicaragua. Volumen 3.
- Vargas J. (2011). Antecedentes del banano y / o plátanos en línea. Monografias.com/ trabajos 73/antecedentes-banano/plátano-antecedentes, 2011.
- Vázquez R; Romero A y Figueroa J. (2005). Paquete Tecnológico del Cultivo del Plátano en Colima. Colima, México.
- Vergara E. (2010). Origen e historia del plátano *Musa paradisiaca* L, artículo científico

ANEXO

Anexo. 1

Hoja de campo.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN – FAREM – Matagalpa.



Diagnóstico de *Fusarium oxysporum* en sistemas musáceas, café y forestales en fincas de la comunidad de Monterrey-Jinotega y fincas de la comunidad de Yasica Sur-San Ramón, Matagalpa, durante el II semestre del año 2012.

I. Datos generales.

1. Productor: _____
2. Nombre de la finca: _____
3. N° de Mz totales: _____ N° Mz cultivadas con musáceas: _____
4. Tipo de sistema: A- café-musáceas: _____
B-Café-musáceas-arboles forestales: _____

II. Datos de la parcela.

Descripción.		
Variedades de musáceas presentes		
Densidad de plantas / Mz		
Incidencia de Mal de Panamá actual o pasado.		
Existen fuentes de agua		
Presencia de cobertura del suelo.		
Realiza regulación de sombra		
Realiza deshire.		
Realiza deshoja		
Realiza un control de maleza		
Manejo de plagas		
Manejo de FOC		
Fertilización	Frecuencia	
	Producto	
	Forma de aplicación.	

III. Observación en campo.

Nivel de riesgo.				
Observaciones generales.	Poco	Algo	Alto	Muy alto
Selecciona plantas madres vigorosas, sanas y libres de <i>FOC</i> .				
Desinfecta las herramientas.				
Elimina las plantas enfermas en el mismo hoyo (fosa), aplica cal y ceniza.				
Los vecinos tienen incidencia de la enfermedad.				
Presencia de erosión hídrica.				
Presencia de barreras vivas y muertas en la parcela				
La familia del productor tiene conocimiento de la enfermedad.				
Desinfecta el corno para siembra.				
Encharcamiento en la parcela.				
Existencia de cárcavas en la parcela.				
Utiliza suelo de plantaciones de musáceas para vivero de café.				
Realiza obras de drenaje en la parcela.				
Hay un tránsito continuo de personas, animales y vehículos en la parcela.				

IV. Escala de evaluación de síntomas provocados por *Fusarium oxysporum cubense*.

Síntomas externos					Síntomas internos	
Valor	Amarillamiento.		Marchitez.			
1	Ausencia de síntomas.		Ausencia de síntomas.		Ausencia de síntomas.	
2	Amarillamiento en hojas viejas.		Marchitez en hojas Viejas.		Puntos aislados de decoloración en el tejido vascular.	
3	Amarillamiento en hojas bajas.		Marchitez en hojas bajas.			
4	Amarillamiento en hojas jóvenes.		Marchitez en hojas jóvenes.			
5	Severo amarillamiento		Severa Marchitez.			
6	Muerte de la planta.		Muerte de la planta.		Decoloración total del tejido vascular.	

V. Incidencia de *Fusarium oxysporum cubense*.

N°	Variedad.		
		Establecidas	Afectadas
1			
2			
3			
4			
5			
TOTAL			

VI. Productividad de la finca.

	Cantidad.	Costo.	Total C\$
Numero de racimos cosechados de Gros Michel.			
Destino de la producción.			
Mercado de producción			
Costos de producción.			
Utilidades.			

Foto 1. Síntomas externo de *Fusarium*.



Foto 2. Toma de muestra mediante extracción de una sección del pseudotallo.



Foto 3. Sección de pseudotallo con presencia de Marchitez por *Fusarium*.



Foto 4. Corte transversal del pseudotallo afectado con Marchitez por *Fusarium*.



Foto 5. Levantamiento de datos.



