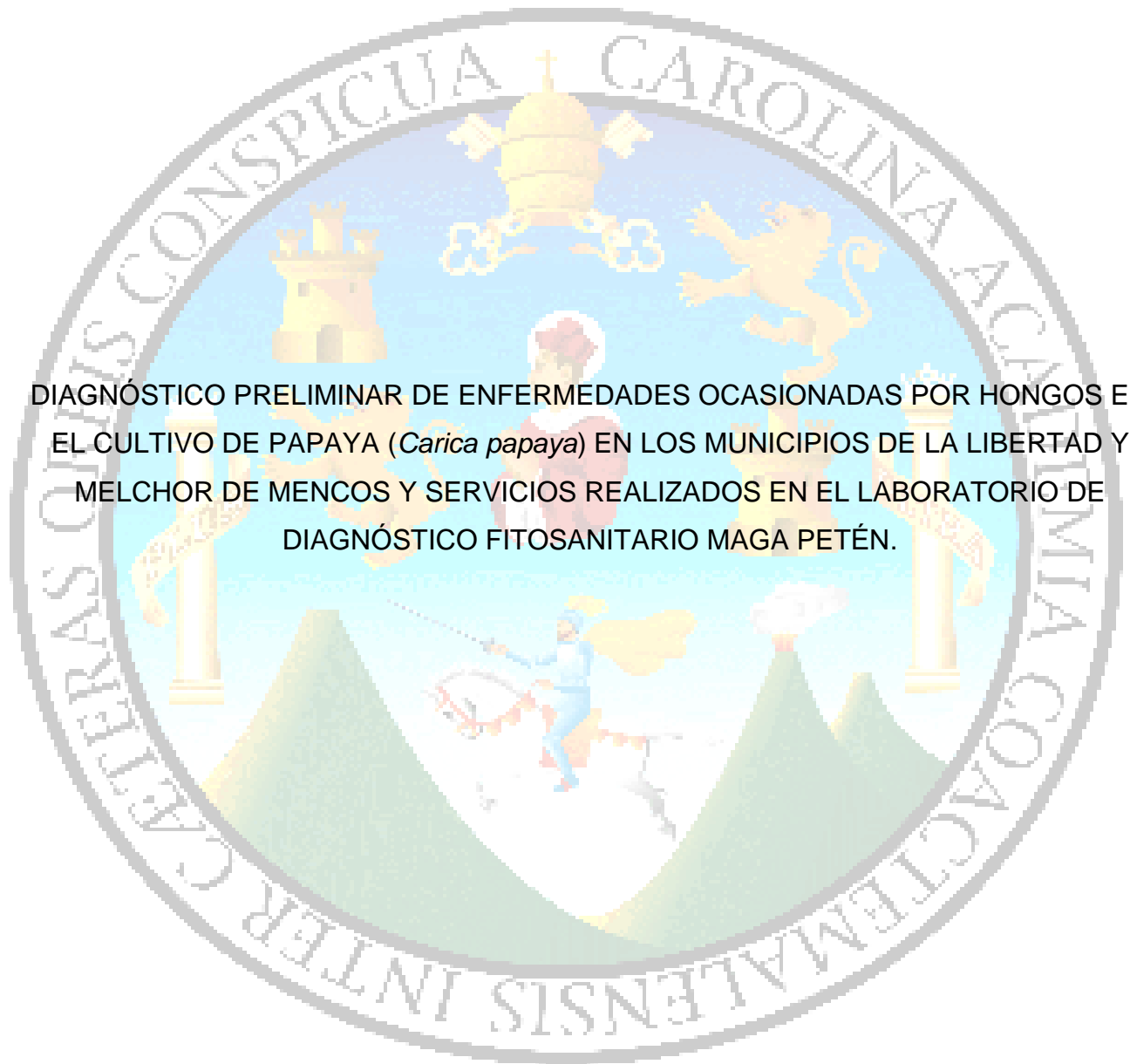


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE ENFERMEDADES OCASIONADAS POR HONGOS EN  
EL CULTIVO DE PAPAYA (*Carica papaya*) EN LOS MUNICIPIOS DE LA LIBERTAD Y  
MELCHOR DE MENCOS Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE  
DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO MAGA PETÉN.

KELDER ALEXIS ORTIZ CARDONA

GUATEMALA, ENERO 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE ENFERMEDADES OCASIONADAS POR HONGOS EN  
EL CULTIVO DE PAPAYA (*Carica papaya*) EN LOS MUNICIPIOS DE LA LIBERTAD Y  
MELCHOR DE MENCOS Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE  
DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO MAGA PETÉN.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

KELDER ALEXIS ORTIZ CARDONA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, ENERO 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. Francisco Javier Vásquez y Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	P.Forestal Axel Esaú Cuma
VOCAL QUINTO	P.Contador Carlos Alberto Monterroso Gonzáles
SECRETARIO	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, enero 2010

Guatemala, enero 2010

Honorable Junta directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado Diagnóstico preliminar de enfermedades ocasionadas por hongos en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) en los municipios de La Libertad y Melchor de Mencos y servicios realizados en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Kelder Alexis Ortiz Cardona

## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS Por acompañarme incondicionalmente en cada paso del camino recorrido. Sin Él no hubiese podido cumplir esta meta.
- Mis padres Luz Estela Cardona Nardeli y José Antonio Ortiz Gómez, por ser ejemplo de lucha y sacrificio, gracias por darme una de las herencias más importantes que una persona puede recibir en la vida: instrucción y buenos principios. Las palabras se quedan cortas para expresarles mi reconocimiento por todo su apoyo
- Mis abuelos María Luisa Nardeli, Estéfana Gómez, Sixto Cardona y Heleodoro Ortiz. Por ser la raíz de mi familia.
- Mis hermanos Edson Roger y Kelvin Josué, por cada uno de los momentos compartidos.
- Subárea de Ciencias Químicas Elizabeth Gutierrez, Gustavo Jacinto, Lic. Romeo Pérez, Ing. Agr. Pedro Armira, Lic. Enrique Flores, Lic Jorge Solis por contribuir a mi formación personal y profesionall.
- Mis profesores Licda. Silvia de Morales, Licda. Nora de Galindo, Lic. Arcadio Ruiz y Prof. David Pérez por contribuir a mi formación académica.

Mis Amigos

María José Rodríguez, Alba Solares, Londy Mejía, Bessy García, Julia Camel, Nadia Ramírez, Sofía Torres, Teresa Guerra, Esperanza Guerra, Mayra Tubac, Delmi Canel, Eunice Caravantes, Thylma Chamorro, Deissy Rodríguez, Julio Vásquez, Marco García, Elmer Ovando, Sergio Sanchez, Carlos Sicán, Soren Ramírez, Mauricio Guzmán, Heberto Rodas, Edwin Orellana, Óscar Monterroso, Diego Méndez, Carlos Galindo, Gerson Urtecho, Christian Menéndez, Enrique Gálvez-Sobral, Douglas Rodas, Luis Monroy, Juan Carlos Ordoñez, Francisco Urizar. A todos ustedes gracias por estar en el momento justo y en el lugar indicado.

Monseñor Oscar Vián, Eleuterio Carvajal, Freddy González, Clara Mendez, Alcira Morales y a la Ingeniera Marivel Girón, por su hospitalidad y apoyo. Gracias por brindarme un buen recuerdo de El Petén

Los señores Marco Antonio Fausto y Henry Dardón del CEDIA por su ayuda a lo largo de toda la carrera.

Todos los compañeros estudiantes de la Facultad de Agronomía con los cuales tuve la oportunidad de compartir un laboratorio de Química.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Mi patria Guatemala

El departamento de El Petén

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Subárea de Ciencias Químicas

Colegio Guatemala de la Asunción

Vicariato Apostólico de El Petén

Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén

Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) Petén

Mis docentes

Mis compañeros

Mis amigos

## AGREDECIMIENTOS

A las siguientes personas:

Ing. Agr. Gustavo Álvarez por las valiosas contribuciones realizadas a este documento. Gracias por todo el tiempo dedicado a este trabajo.

Ingenieros agrónomos Marvin Salguero, César García y Hermógenes Castillo por las observaciones pertinentes para la mejora de este documento.

Inga. Agra. Marivel Girón por su apoyo en todas las actividades realizadas en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén. Gracias por compartir sus conocimientos sin ningún tipo de envidia, por confiar en mi capacidad y por brindarme la oportunidad de trabajar a su lado. Por todo infinitas gracias.

Personal del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Km. 22 Bárcenas, Villa Nueva: ingenieros agrónomos Edil Rodríguez, Otto Lavagnino, Aníbal Pérez, Arturo García, analista, Nelson García, técnico laboratorista Osman Valdés y encargada de procesamientos de datos, Diana Gutiérrez, por la colaboración brindada.

Personal del Programa de Manejo Integrado de Plagas: Ingenieros Agrónomos Manuel Cano, José Dubón, Luis Guillén, Lic. Anacleto Constancia y técnicos de campo, por todo el apoyo que dieron durante la colecta de material vegetal en la fase de campo. Gracias también por haberme dado la oportunidad de conocer Petén.

Médico Veterinario Guillermo Fernández por su colaboración durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

Personal del Viceministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación para asuntos específicos de El Petén.



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DEL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO PETÉN DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN, SANTA ELENA DE LA CRUZ FLORES, PETÉN, UN AÑO DESPUÉS DE SU ESTABLECIMIENTO.....	1
1.1 Presentación .....	2
1.2 Marco referencial.....	3
1.2.1 Descripción geográfica del departamento de El Petén.....	3
1.2.2 Producción agrícola del departamento de El Petén .....	4
1.2.3 Petén como Área Libre de la Mosca de la Fruta <i>Ceratitidis capitata</i> .....	7
1.2.4 Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) Petén.....	7
1.2.5 Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) en El Petén .....	8
1.2.6 Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario (LDF) Petén.....	10
1.3 Objetivos .....	11
1.4 Metodología.....	12
1.4.1 Fuentes primarias de información .....	12
1.4.2 Otras fuentes de información .....	13
1.4.3 Análisis de la información.....	14
1.5 Resultados .....	15
1.5.1 Localización .....	15
1.5.2 Unidad reguladora.....	15
1.5.3 Servicios que presta el laboratorio y horarios de atención .....	16
1.5.4 Costo por servicios.....	16
1.5.5 Infraestructura .....	16
1.5.6 Equipo básico.....	18
1.5.7 Cristalería, materiales y reactivos .....	18
1.5.8 Recursos humanos .....	20
1.5.9 Protocolos .....	21
1.5.10 Estadísticas de las muestras procesadas durante el año 2006 .....	22

1.5.11 Identificación de problemas.....	24
1.6 Conclusiones y recomendaciones.....	32
1.7 Bibliografía .....	33
ANEXOS.....	34

CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE ENFERMEDADES OCASIONADAS POR HONGOS EN EL CULTIVO DE PAPAYA (*Carica papaya*) EN 6 FINCAS LOCALIZADAS EN LOS MUNICIPIOS DE LA LIBERTAD Y MELCHOR DE MENCOS DEL DEPARTAMENTO DE EL PETÉN. .... 39

2.1 Presentación .....	40
2.2 Marco conceptual .....	41
2.2.1 Taxonomía de la papaya.....	41
2.2.2 Descripción botánica y diversidad genética .....	41
2.2.3 Enfermedades.....	43
2.2.4 Enfermedades ocasionadas por hongos y oomicetos.....	43
2.3 Marco referencial.....	61
2.3.1 Producción de papaya en Guatemala .....	61
2.3.2 Producción de papaya en El Petén .....	62
2.3.3 Aspectos importantes de las fincas estudiadas en la presente investigación ....	63
2.3.4 Investigaciones publicadas acerca de enfermedades que afectan el cultivo de papaya ( <i>C. papaya</i> ) en El Petén.....	66
2.4 Objetivos .....	68
2.5 Metodología.....	69
2.5.1 Fase de Campo.....	69
2.5.2 Fase de Laboratorio .....	76
2.6 Resultados y discusión.....	78
2.6.1 Aspectos a considerar en esta investigación .....	78
2.6.2 Descripción de las enfermedades ocasionadas por hongos .....	80
2.7 Conclusiones y recomendaciones.....	104
2.8 Bibliografía .....	105

CAPÍTULO III. SERVICIOS EFECTUADOS EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO PETÉN .....	112
3.1 Presentación .....	113
3.2 Identificación de áreas con problemas potenciales de fitopatógenos.....	114
3.2.1 Objetivos .....	114
3.2.2 Metodología .....	114
3.2.3 Resultados .....	115
3.2.4 Evaluación.....	118
3.3 Diagnóstico fitopatológico de las muestras ingresadas al laboratorio. ....	119
3.3.1 Objetivos .....	119
3.3.2 Metodología .....	119
3.3.3 Resultados .....	120
3.3.4 Evaluación.....	127
3.4 Documentación de las enfermedades diagnosticadas en LDF Petén ocasionadas por hongos en cultivos propios del departamento.....	129
3.4.1 Objetivos .....	129
3.4.2 Metodología .....	129
3.4.3 Resultados .....	129
3.4.4 Evaluación.....	138
3.5 Manual de procedimientos para análisis fitopatológicos del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén. ....	139
3.5.1 Objetivos: .....	139
3.5.2 Metodología .....	139
3.5.3 Resultados .....	139
3.5.4 Evaluación.....	139
3.6 Exposiciones de temas fitopatológicos.....	140
3.6.1 Objetivos .....	140
3.6.2 Metodología .....	140
3.6.3 Resultados .....	140

3.6.4 Evaluación..... 142

3.7 Servicios no planificados ..... 142

3.8 Bibliografía ..... 146

ANEXOS..... 148

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa del departamento de El Petén y sus municipios.....	4
Figura 2. Vista exterior del Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Petén. Santa Elena, Flores. Marzo 2007.....	15
Figura 3. Vista interna del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén .....	17
Figura 4. Croquis del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén.....	17
Figura 5. Procedencia de las muestras recibidas por el LDF Maga Petén en el año 2006 .....	23
Figura 6. Árbol de causas y efectos para el problema detectado en el LDF Petén a principios del año 2007.....	28
Figura 7. Árbol de medios y fines para el objetivo buscado. ....	29
Figura 8. Árbol de acciones para conseguir los medios necesarios y cumplir el objetivo buscado.....	30
Figura 9A. Boleta fitosanitaria utilizada por el LDF Petén .....	35
Figura 10. Localización de puntos de colecta de material vegetal para la investigación... ..	70
Figura 11. Vista de cada finca estudiada en la presente investigación. ....	71
Figura 12. Fase de campo de la investigación .....	73
Figura 13. Escala diagramática utilizada para determinar severidad de enfermedades foliares en papaya. ....	74
Figura 14. Escala diagramática utilizada para la determinación de severidad de enfermedades en fruto de papaya.....	75
Figura 15. Vista interna y externa del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, año 2007. ....	77
Figura 16. Picnidios y conidias de <i>Botryodiplodia</i> . ....	81
Figura 17. Sintomatología ocasionada por <i>Botryodiplodia</i> en fruto de papaya híbrido Tainung. ....	82
Figura 18. Conidióforos y conidias de <i>Cercospora</i> .....	83
Figura 19. Lesiones foliares en su etapa inicial ocasionadas por <i>Cercospora</i> en hojas de la variedad Maradol. ....	83
Figura 20. Desarrollo de los síntomas de <i>Cercospora</i> en hojas del híbrido Tainung. ....	84

Figura 21. Etapas avanzadas de <i>Cercospora sp.</i> .....	85
Figura 22. Síntomas iniciales de <i>Cercospora sp.</i> en frutos del híbrido Tainung.....	86
Figura 23. Síntomas de <i>Cercospora sp.</i> en diferentes etapas.....	87
Figura 24. Conidióforos y conidas de <i>Cladosporium</i> .....	88
Figura 25. Síntomas ocasionados por <i>Cladosporium</i> en frutos del híbrido Tainung. ....	88
Figura 26. Corte transversal y vista externa de un fruto del híbrido Tainung con síntomas de pudrición ocasionada por <i>Cladosporium</i> . ....	89
Figura 27. Comparación entre una semilla de un fruto sano y una de un fruto afectado por <i>Cladosporium</i> . ....	89
Figura 28. Micelio y conidias de <i>Fusarium</i> encontrados en un 80% de frutos Tainung afectados por <i>Cladosporium</i> . ....	90
Figura 29. Problema fisiológico del híbrido Tainung.....	91
Figura 30. Ácaros encontrados en frutos de Tainung afectados por <i>Cladosporium</i> .....	91
Figura 31. Acérvulo y conidias de <i>Colletotrichum</i> .....	92
Figura 32. Síntomas de <i>Colletotrichum sp.</i> en frutos.....	92
Figura 33. Masas conidiales de <i>Colletotrichum sp.</i> en frutos .....	93
Figura 34. Etapas avanzadas de antracnosis en frutos de Tainung.....	93
Figura 35. <i>Colletotrichum sp</i> en frutos con síntomas avanzados de la enfermedad .....	94
Figura 36. Conidias de <i>Corynespora</i> .....	95
Figura 37. Conidióforos de <i>Corynespora</i> observados en lesiones foliares.....	96
Figura 38. Síntomas iniciales de <i>Corynespora</i> en frutos de Tainung. ....	97
Figura 39. Corte transversal de un fruto de la variedad Taninung con síntomas ocasionados por <i>Corynespora</i> .....	97
Figura 40. Corte transversal de un peritecio de <i>Mycosphaerella</i> .....	98
Figura 41. Peritecios de <i>Mycosphaerella</i> .....	98
Figura 42. Ascas y ascosporas de <i>Mycosphaerella</i> .....	99
Figura 43. Síntomas foliares ocasionados por <i>Mycosphaerella</i> .....	100
Figura 44. Lesiones foliares donde se observa los peritecios de <i>Mycosphaerella</i> .....	100
Figura 45. Conidióforos de <i>Cercospora</i> y peritecios de <i>Mycosphaerella</i> en la misma lesión foliar .....	101
Figura 46. Picnidios de <i>Phoma sp.</i> .....	102

Figura 47. Necrosis foliar ocasionada por <i>Phoma sp.</i> .....	103
Figura 48. Estación experimental El Remate, Flores, Petén. ....	116
Figura 49. Hacienda Las Espuelas, Melchor de Mencos, Petén. ....	117
Figura 50. Cultivo de piña, Barrio Cobán, Dolores, Petén.....	117
Figura 51. Cultivo de pepitoria, comunidad Mario Méndez, Sayaxché, Petén .....	117
Figura 52. Cultivo de limón persa, cooperativa Olazar, Sacpuy, San Andrés, Petén .....	118
Figura 53. Cultivo de Mango, Finca La Estancia, La Libertad, Petén.....	118
Figura 54. Gráfico del número de muestras procesadas para análisis fitopatológicos por mes durante el año 2007 en el LDF MAGA Petén .....	122
Figura 55. Acumulado porcentual de muestras procesadas para análisis fitopatológico en el LDF MAGA Petén 2007. ....	123
Figura 56. Ingreso de material vegetal para análisis fitopatológico al laboratorio durante el año 2007.....	124
Figura 57. Fotografías de síntomas y agentes causales de enfermedades diagnosticadas en el LDF Petén ocasionadas por hongos en hospederos propios de la región .....	138
Figura 58. Condiciones del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén durante los trabajos de remodelación, marzo de 2007. ....	142
Figura 59. Equipo del laboratorio almacenado, marzo 2007. ....	143
Figura 60. Actividades de reordenamiento de equipo y cristalería, abril 2007 .....	143
Figura 61. Área del laboratorio antes y después de la habilitación del LDF Petén, año 2007 .....	143
Figura 62. Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén después de actividades de reordenamiento, año 2007. ....	144
Figura 63. Puesto de cuarenta SEPA OIRSA localizado en la frontera de Guatemala con Belice, Melchor de Mencos, Petén. ....	145
Figura 64A. Diagnóstico de Bunchy Top efectuado por la Universidad del Valle de Guatemala.....	175
Figura.65A. Muestras colectadas para análisis de <i>Bunchy top</i> .....	176

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Producción agrícola del departamento de El Petén, año agrícola 2002-2003....	5
Cuadro 2. Personal entrevistado para la obtención de información primaria, MAGA Petén, año 2007. ....	12
Cuadro 3. Listado de cristalería y equipo Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA, año 2007 .....	18
Cuadro 4. Listado de reactivos, Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, año 2007 .....	19
Cuadro 5. Procedencia de muestras por municipio y por departamento recibidas por el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén durante el año 2006....	24
Cuadro 6. Planificación de acciones realizadas como parte del EPS .....	31
Cuadro 7. Cultivares e híbridos de papaya y países que los cultivan. ....	42
Cuadro 8. Enfermedades ocasionadas por hongos y oomicetos en papaya ( <i>C. papaya</i> ).....	47
Cuadro 9. Taxonomía de los hongos y oomicetes fitopatógenos para la papaya ( <i>C.</i> <i>papaya</i> ). ....	49
Cuadro 10. Cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en Petén, año agrícola 2002-2003.....	62
Cuadro 11. Fincas productoras de papaya con mayor actividad comercial en los municipios de La Libertad y Melchor de Mencos, año 2007.....	63
Cuadro 12. Ubicación de los lugares donde se colectó material vegetal para la investigación.....	69
Cuadro 13. Información de los lugares donde se colectó material vegetal para la investigación.....	78
Cuadro 14. Resultados de los análisis químicos de suelo de 3 fincas de papaya, Petén, 2007. ....	79
Cuadro 15. Resultados del diagnóstico de enfermedades ocasionadas por hongos en el cultivo de papaya ( <i>C. papaya</i> ) en seis fincas de El Petén durante los meses de enero a diciembre del año 2007.....	80



Cuadro 16. Lugares donde se colectó material vegetal para la elaboración de diagnósticos fitopatológicos durante los meses de marzo a diciembre del 2007. ....	116
Cuadro 17. Distribución de las muestras según el análisis para el cual fueron ingresadas. Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén. Año 2007 .....	121
Cuadro 18. Número de muestras procesadas para análisis fitopatológico por mes en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, durante el año 2007 .....	121
Cuadro 19. Procedencia de las muestras procesadas para análisis fitopatológico .....	124
Cuadro 20. Géneros de hongos determinados en muestras de cultivos en el departamento de El Petén, año 2007. ....	126
Cuadro 21. Descripción de las sintomatologías de enfermedades ocasionadas por hongos en cultivos de El Petén diagnosticadas en el LDF de este departamento durante el año 2007. ....	130
Cuadro 22. Exposiciones efectuadas a personal de campo del PROMIP, año 2007 .....	141
Cuadro 23. Lugares visitados y actividades realizadas como apoyo a personal de campo de brigadas del PROMIP, año 2007. ....	145

## RESUMEN

La Unidad de Normas y Regulaciones (UNR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) con el propósito de identificar los principales problemas fitosanitarios que afectan la producción, procesamiento y comercio de productos agrícolas cuenta con tres laboratorios de diagnóstico fitosanitario a nivel nacional, uno en el Km. 22 del departamento de Guatemala; otro en el departamento de Quetzaltenango y el tercero en el departamento de El Petén.

El presente trabajo de graduación es resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) efectuado en el año 2007 en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén, localizado en la calle a las Cuevas Actun Kan, aldea Santa Elena de la Cruz, en el municipio de Flores.

Debido a la necesidad de conocer la situación del laboratorio a un año de su establecimiento, se elaboró un diagnóstico de esta entidad cuyos resultados incluyen estadísticas y datos de las condiciones del laboratorio hasta inicios del año 2007. Como conclusión del diagnóstico se determinó que es necesario que el laboratorio cuente con un área de diagnóstico fitopatológico para poder ofrecer este tipo de servicio a los usuarios. Una parte de las acciones planteadas en este diagnóstico y que constituyó la línea base de la investigación y los servicios realizados, se orientó principalmente hacia el objetivo de proporcionar evidencia documentada de la existencia de enfermedades en cultivos de El Petén y demostrar así la necesidad de este tipo de diagnósticos.

La investigación consistió en la determinación de los géneros de hongos fitopatógenos asociados al cultivo comercial de papaya (*Carica papaya*) y la cuantificación del nivel de incidencia y severidad *in situ* en 6 fincas ubicadas en el área central del departamento de El Petén. La papaya (*C. papaya*) es uno de los frutales con mayor potencial de producción en el departamento., principalmente por la adaptación a las condiciones del lugar así como del hecho de cultivarse en una zona declarada libre de la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata*, lo que le permite la posibilidad de exportarse a Estados Unidos sin

restricciones cuarentenarias. El resultado de esta investigación fue la identificación efectuada en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén de los 7 géneros de hongos fitopatógenos siguientes: *Botryodiplodia sp.*, *Cercospora sp.*, *Cladosporium sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Corynespora sp.*, *Mycosphaerella sp.* y *Phoma sp.* En esta investigación se hace la recomendación de identificar especies de los géneros de hongos determinados, principalmente de *Colletotrichum sp.* debido a que presentó altos valores de incidencia y severidad con lo cual se redujo el valor comercial de la fruta. Además se recomienda hacer estudios acerca del control de las enfermedades diagnosticadas principalmente en el uso de variedades resistentes de papaya (*C. papaya*). Es necesario también efectuar el análisis económico de las pérdidas ocasionadas por estas enfermedades.

Los servicios consistieron principalmente en las siguientes actividades: coleccionar material vegetal enfermo para su posterior análisis, identificar lugares con problemas potenciales de enfermedades en cultivos, procesar y efectuar los diagnósticos fitopatológicos de muestras ingresadas al laboratorio, elaborar un documento con la descripción y fotografías de los diagnósticos efectuados, compilar un manual de procedimientos para ingreso de muestras y diagnóstico de enfermedades ocasionadas por fitopatógenos.

Además se efectuaron exposiciones acerca de la metodología para coleccionar y transportar muestras para análisis fitopatológicos el cual fue dirigido al personal de campo del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) Petén. Como resultado de estos servicios se presenta la documentación descriptiva y fotográfica de estas actividades lo cual constituye también evidencia de la necesidad de los diagnósticos fitopatológicos en la región.

## **CAPÍTULO I**

### **ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DEL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO PETÉN DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN, SANTA ELENA DE LA CRUZ, FLORES, PETÉN, UN AÑO DESPUÉS DE SU ESTABLECIMIENTO**

## 1.1 Presentación

El siguiente diagnóstico busca analizar la capacidad, las potencialidades y los aspectos a fortalecer del laboratorio de diagnóstico fitosanitario MAGA Petén, todo en función de los requerimientos básicos que un laboratorio de diagnóstico fitosanitario debe tener. Se debe tomar en cuenta que al momento de efectuar este diagnóstico a principios del año 2007 el laboratorio contaba con un año de haber sido establecido.

Los datos que a continuación se presentan fueron compilados tomando como referencia fuentes de información primaria y revisión de literatura. El documento inicia con una parte referencial en la cual se realiza una descripción geográfica del departamento de El Petén, incluida además información de cultivos de importancia y la situación respecto a plagas. Luego se continúa con una presentación de los antecedentes que llevaron al establecimiento del laboratorio.

En el acápite de resultados se da a conocer información referente a servicios que presta y los recursos con que cuenta el laboratorio para realizar tales actividades. Se enfatiza en aspectos de ubicación, servicios, horario de atención, infraestructura, mobiliario y equipo, cristalería, reactivos y recursos humanos. Posteriormente se explica el funcionamiento del laboratorio describiendo cada uno de los protocolos desde el ingreso, registro, procesamiento hasta la emisión de resultados de muestras. También se presentan estadísticas de muestras recibidas durante el 2006. Para compilar los datos presentados se tomó como referencia fuentes de información primaria y revisión de literatura.

En la parte del análisis se describen los aspectos detectados en el laboratorio que pueden convertirse en potenciales problemas. Se discutió principalmente el hecho que para el año 2007 el laboratorio no cuenta con un área fitopatológica formalmente establecida.

## 1.2 Marco referencial

### 1.2.1 Descripción geográfica del departamento de El Petén

El departamento de El Petén se encuentra situado en la Región VIII, colinda al Norte con México, al Este con Belice, al Sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz y al Oeste con México; tiene una extensión territorial de 35,854 Kms<sup>2</sup>, equivalentes al 33 por ciento del territorio nacional. Se ubica en la latitud 16° 55' 16" y longitud 89° 53' 27" (SEGEPLAN 2003).

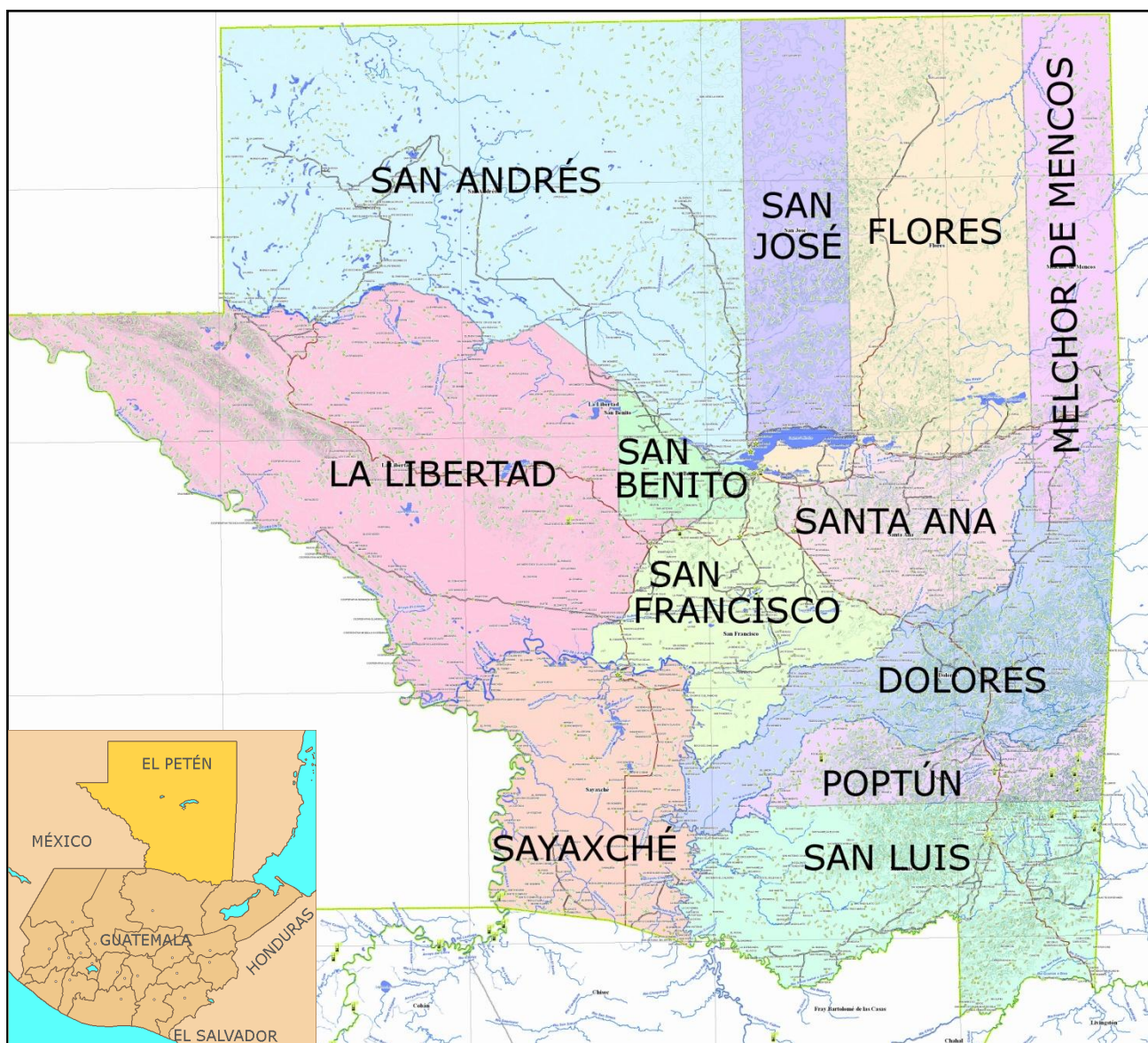
Desde el punto de vista geológico, el departamento comprende varias cuencas marinas sedimentales, dentro de las cuales se depositaron desde fines de la era Paleozoica, hace 200 millones de años, grandes espesores de rocas sedimentarias que hoy día componen el subsuelo de dicha región (SEGEPLAN 2003).

Este departamento está irrigado por varios ríos, aguadas, lagunas y lagunetas; los ríos más importantes son: Salinas, Santa Isabel, Mopán, Machaquilá, La Pasión, Usumacinta, Escondido, San Pedro, Azul, Chiquibul, Paxte, San Juan; las lagunas y lagos siguientes: El tigre, El Repasto, Petén Itzá, Oquevix, Taxjá, La Gloria y San Diego. El clima de Petén es de tipo tropical cálido y húmedo, típico de tierras bajas en estas latitudes. Se caracteriza como tropical variable – húmedo con época larga de lluvia y con época seca desarrollada pero de duración variable entre diciembre y mayo (SEGEPLAN 2003).

Este departamento por el tipo de topografía existente en su terreno, cuenta únicamente con dos tipos de zona de vida vegetal, según la clasificación de Holdridge: a) Bosque muy húmedo subtropical y b) Bosque húmedo subtropical (SEGEPLAN 2003).

Petén tiene 12 municipios: Dolores (3050 Km<sup>2</sup>), Flores (4336 Km<sup>2</sup>), La Libertad (7047 Km<sup>2</sup>), Melchor de Mencos (823 Km<sup>2</sup>), Poptún (1129 Km<sup>2</sup>), San Andrés (8874 Km<sup>2</sup>), San Benito (112 Km<sup>2</sup>), San Francisco (320 Km<sup>2</sup>), San José (2252 Km<sup>2</sup>), San Luis (3000 Km<sup>2</sup>), Santa Ana (1008 Km<sup>2</sup>) y Sayaxché (3904 Km<sup>2</sup>) (SEGEPLAN 2003).

La población total del departamento, según el censo del 2002, es de 366,735, representando el 3.27 por ciento del total nacional (SEGEPLAN 2003).



**Figura 1. Mapa del departamento de El Petén y sus municipios**

Fuente: <http://conred.gob.gt/sig/mapas/peten.jpg/view>

### 1.2.2 Producción agrícola del departamento de El Petén

Para el año 2003 la superficie dedicada a cultivos anuales o temporales (excepto pastos) en el departamento de El Petén ascendió a 422593.5 hectáreas, representando un 11.8% de su extensión territorial mientras que la extensión dedicada a cultivos permanentes y

semipermanentes fue de 414949.5 hectáreas, un 11.6% de su territorio. En total este departamento tiene cerca del 25% de su territorio cubierto con cultivos (INE 2004).

El siguiente cuadro hace referencia a los principales productos agrícolas del departamento.

**Cuadro 1. Producción agrícola del departamento de El Petén, año agrícola 2002-2003**

Cultivo	Superficie cosechada (Há)	Producción (1X10 <sup>3</sup> Kg) (ton)	Cultivo	Superficie cosechada (Há)	Producción (1X10 <sup>3</sup> Kg) (ton)
Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> )		4.55	Frijol de otros colores ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	9.8	5.50
Ajonjolí ( <i>Sensamun indicum</i> )	338.8	257.09	Frijol negro ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	35418.6	27717.50
Achiote ( <i>Bixa Orellana</i> )	21.7	16.23	Garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> )	0.7	0.68
Aguacate ( <i>Persea americana</i> )	221.2	2202	Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> )	1.4	15.00
Arroz (en granza) ( <i>Oriza sativa</i> )	494.2	1227.23	Limón ( <i>Citrus limon</i> )	132.3	1675.55
Anona ( <i>Annona</i> )	3.5	12.27	Maicillo (para ensilaje) ( <i>Sorghum vulgare</i> )	2.1	13.64
Ayote ( <i>Cucúrbita pepo</i> )	314.3	154.59	Maíz amarillo ( <i>Zea mays</i> )	1068.9	1595.64
Banano ( <i>Musa sapientum</i> )	350.7	3107.27	Maíz blanco ( <i>Zea mays</i> )	119317.1	189989.95
Berenjena ( <i>Solanum melongena</i> )	0.7	4.55	Maíz para ensilaje ( <i>Zea mays</i> )	21.7	202.27
Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> )	42.7	127.36	Mango ( <i>Mangifera indica</i> )	113.4	634.73
Café ( <i>Coffea arabica</i> )	199.5	412.91	Maní ( <i>Arachis hypogaea</i> )	174.3	181.77
Camote ( <i>Ipomea batatas</i> )	23.8	154.27	Melón ( <i>Cucumis melo</i> )	18.2	632.23
Caña de Azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> )	269.5	33.55	Miltomate ( <i>Physalis philadelphica</i> )	0.7	0.68
Cebolla ( <i>Allium cepa</i> )	1.4	33.27	Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> )	246.4	4360.91
Chile picante ( <i>Capsicum frutescens</i> )	135.1	961.41	Okra ( <i>Hibiscus esculentus</i> )	0.7	6.05
Chile pimiento ( <i>Capsicum annum</i> )	9.1	83.45	Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	39.2	720.23
Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )	99.4	6.82	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )	4.9	86.36
Culantro ( <i>Eryngium foetidum</i> )		1.32	Pepitoria ( <i>Cucurbita pepo</i> )	5834.5	2404.91
Ejote ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	4.2	18.23	Perejil ( <i>Petroselinum crispum</i> )	0.7	3.45
Flores y plantas ornamentales	3.5	32.18	Piña ( <i>Ananas comosus</i> )	196.7	3656.14



### Continuación cuadro 1...

Cultivo	Superficie cosechada (Há)	Producción (1X10 <sup>3</sup> Kg) (ton)	Cultivo	Superficie cosechada (Há)	Producción (1X10 <sup>3</sup> Kg) (ton)
Plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> )	140.7	1849.36	Soya ( <i>Glycine max</i> )	2.1	2.77
Rábano ( <i>Raphanus sativus</i> )	3.5	25.68	Tabaco (en rama) ( <i>Nicotiana tabacum</i> )	7	17.27
Remolacha ( <i>Beta vulgaris</i> )	2.8	66.18	Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	79.1	2229.50
Repollo ( <i>Brassica oleraceae</i> var. <i>Capitata</i> )	3.5	188.82	Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )	25.9	260.05
Rosa de Jamaica ( <i>Hibiscus spp.</i> )	1.4	0.55	Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> )	3.5	71.55
Sandía ( <i>Citrillus lanatus</i> )	37.8	492.41			

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario 2002-2003

Uno de los cultivos que desde el año 2006 y principios del 2007 ha adquirido importancia para el departamento es la papaya (*Carica papaya*). Aunque según el cuadro anterior, la producción de este frutal reportada por el Censo Agrícola para el año 2002-2003 fue modesta (720 toneladas comparadas con el total nacional para ese mismo año que fue de 29703 toneladas), la situación comenzó a cambiar drásticamente en los años siguientes a la publicación de este censo. Para el año 2005 se sembraron en todo el departamento de El Petén aproximadamente 75 hectáreas con papaya (Cigarroa 2006), llegando en el 2007 a cultivarse más de 200 hectáreas con esta fruta. Esto se traduce en un crecimiento de más del 500% en relación al año 2003 cuando se contabilizaban tan solo 39.2 hectáreas.

Para el año 2007 han identificado 6 fincas con la mayor actividad comercial de papaya (C. papaya), siendo éstas: La Estancia, Misión Técnica Agrícola de Taiwán, Tikal Papaya 1, Tikal Papaya 2, Empresa Campesina Asociativa (ECA) El Porvenir y Cooperativa La Blanca. Las cinco primeras se encuentran localizadas en el municipio de La Libertad y la última en el municipio de Melchor de Mencos. Los materiales producidos son la variedad Maradol y el híbrido Tainung.

### **1.2.3 Petén como Área Libre de la Mosca de la Fruta *Ceratitis capitata***

Todo el departamento de Petén, es reconocido por los gobiernos de Guatemala, México y Estados Unidos como un Área Libre de *Ceratitis capitata* (Mosca del Mediterráneo, por su nombre común). Gracias a ello, ciertas frutas cultivadas en esta área, puede exportarse sin ningún tratamiento cuarentenario a Estados Unidos (Cigarroa 2006).

Las gestiones para lograr este reconocimiento se iniciaron en el año 1995 y no fue sino hasta en agosto del 2001 cuando MOSCAMED declaró la erradicación de *Ceratitis capitata* en este departamento (La Prensa 2001, Cigarroa 2006). En septiembre de ese mismo año Estados Unidos entrega el certificado por medio del cual se ratifica el estatus de Petén como Área Libre de la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (LaPrensa 2001).

Para mantener este estatus se desarrollan actividades de cuarentena interna, cuarentena en puestos fronterizos, monitoreos, inspección de vehículos, control mecánico, aspersión terrestre, liberación de insecto estéril, entre otras. Las actividades son llevadas a cabo por diferentes instituciones como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el programa MOSCAMED, el Servicio de Protección Agropecuaria (SEPA), el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), cuyo objetivo es el de evitar que la plaga de la mosca del Mediterráneo ingrese al área libre o a la barrera de contención.

### **1.2.4 Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) Petén**

En 1994 se crea el Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación con sede y jurisdicción en el departamento de Petén según acuerdo gubernativo No. 316-94 de fecha 20 de junio de ese año, ubicándose en el lugar en donde a finales de 1989 se encontraban los laboratorios del Programa de Salud Animal (PRODESA) de Petén en la calle a las cuevas Actun Kan, Santa Elena de la Cruz, Flores (MAGA 2007).

Esta entidad representa al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en el departamento de Petén y sus funciones están orientadas a plantear y analizar opciones de solución a los problemas técnicos inherentes a las actividades de producción agrícola,

producción pecuaria y de alimentos, así como de coordinar la puesta en marcha de las acciones necesarias planteadas en la Agenda para el desarrollo sostenible de la agricultura y recursos naturales de esta región (MAGA 2007).

A inicios del año 2007 el Viceministerio se integraba de la siguiente manera: oficinas administrativas, un módulo o bloque integrado por los laboratorios Zoosanitario y de Diagnóstico Fitosanitario y un área experimental perteneciente al Programa de Mejoramiento Genético de ganado vacuno. En diciembre del 2007 esta última área fue trasladada al nuevo Centro de Mejoramiento Genético en el municipio de la Libertad. También funciona dentro de las instalaciones del Viceministerio una oficina del Ministerio de Economía.

### **1.2.5 Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) en El Petén**

En el 2000 se establece el Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP Petén), como un órgano de ejecución del Viceministerio. Este programa fue creado en su momento para vigilar el comportamiento de las plagas agrícolas en la región y darle seguimiento a lo dispuesto en los Acuerdos Gubernativos 352-99, 883-99 y Acuerdo Ministerial 454-99, referente al control de poblaciones de ratas de campo (*Sigmodon hispidus*) y langostas voladoras (*Schistocerca piceifrons*) surgidas a finales de la década de los 90 (MAGA 2007).

Más adelante el Programa extendió sus monitoreos a plagas endémicas (Según la ley de sanidad vegetal y animal una plaga endémica es aquella que se encuentra en el país, sus efectos pueden ser moderados o graves, sobrevive en forma natural y ha sido reconocida oficialmente) como: mosca de la fruta (*Anastrepha sp*), chinche salivosa (*Aeneolamia sp* y *Prosapia sp.*) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), langosta forestal (*Tropidracris dux*) y el gorgojo de los pinos (*Dendroctonus sp.*). También participa en la vigilancia de plagas exóticas (aquella plaga que no se encuentra en el país o que encontrándose no ha sido reconocida oficialmente, la cual al momento de ser detectada debe ser objeto de cuarentena) con monitoreos regulares principalmente en áreas limítrofes con México y Belice para la detección temprana de cochinilla rosada (*Maconellicoccus hirsutus*); Thrips

del melón (*Thrips palmi*); Pulgón negro de los cítricos (*Toxoptera citricida*), vector del virus de la tristeza de los cítricos; *Myndus crudus*, vector del fitoplasma del Amarillamiento Letal del Cocotero (UNR 2004. MAGA 2007).

El Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) tiene como objetivo principal el proteger la producción agrícola de las plagas y enfermedades que la amenazan, contribuyendo a la reducción de las pérdidas de las cosechas al menor costo posible y con el mínimo riesgo de daño a la salud del hombre, sus animales y del medio ambiente que lo conforma (MAGA 2007).

Desde el reconocimiento de Petén como área libre de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*), el PROMIP ha complementado las acciones del Programa de la Mosca del Mediterráneo (MOSCAMED) en zonas de producción de frutales monitoreando otras moscas de la fruta (como por ejemplo las del género *Anastrepha*) contempladas en el plan de trabajo para la exportación de papaya (*Carica papaya*) (MAGA 2007).

Además el PROMIP ofrece capacitaciones y transferencia de tecnología relacionadas al manejo integrado de plagas a productores organizados en las diferentes zonas hortofrutícolas de la región (MAGA 2007).

Para cumplir con su objetivo el PROMIP mantiene cobertura de todo el departamento por medio de cinco brigadas distribuidas de la siguiente forma:

- Brigada de campo Área Central: monitorea los municipios de Flores, San Benito, Santa Ana, San Francisco, San Andrés, San José y Melchor de Mencos; esta brigada aunque es la que atiende más municipios, su área es equivalente a la de las otras brigadas de campo debido a que los municipios de San Andrés, San José, Flores y Melchor de Mencos, tienen la mayor parte de su territorio bajo la vigilancia del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).
- Brigada Poptún: atendiendo a los municipios de Poptún y Dolores;
- Brigada de Campo San Luis: monitoreando el municipio de San Luis;
- Brigada de Campo Sayaxché: atiende al municipio de Sayaxché y

- Brigada de Campo La Libertad: monitoreando el municipio del mismo nombre.

Cada Brigada está conformada por un coordinador y un técnico. Las brigadas PROMIP monitorean de lunes a jueves y el día viernes lo dedican a planificar sus actividades para la semana siguiente. También se consideran como parte del PROMIP a las Brigadas Zoonosanitarias, encargadas de vigilar el comportamiento de las enfermedades pecuarias en el departamento.

El PROMIP es coordinado por un Ingeniero Agrónomo, responsable de mantener relación con otras entidades del MAGA como la Unidad de Normas y Regulaciones (UNR), El Programa de la Mosca del Mediterráneo (MOSCAMED), PROFRUTA, así como con líderes Comunitarios y otras instituciones afines tanto nacionales como internacionales con presencia en Petén con el fin de organizar actividades tendientes a evitar, retardar o erradicar plagas de importancia económica en el área. (MAGA 2007).

### **1.2.6 Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario (LDF) Petén**

Uno de los principales problemas que enfrentó el PROMIP desde el inicio de sus actividades fue el hecho de no contar con un laboratorio en donde se realizaran los diagnósticos de las muestras colectadas. No fue sino hasta en el año 2006 cuando la Unidad de Normas y Regulaciones (UNR) del MAGA decide establecer un Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario en Petén con el propósito de realizar los diagnósticos de las muestras colectadas por las cinco brigadas fitosanitarias del PROMIP así como también el de prestar este servicio a particulares y empresas privadas que así lo soliciten. Este laboratorio se estableció en las instalaciones del Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en Santa Elena y se convirtió desde ese momento en el tercero de los laboratorios de diagnóstico con que cuenta la Unidad de Normas y Regulaciones a nivel nacional.

A finales del 2006 y principios del 2007 se realizaron remodelaciones y cambios en la infraestructura del laboratorio con el fin de mejorar las instalaciones y de este modo prestar un mejor servicio. Las nuevas instalaciones del laboratorio fueron entregadas el día 13 de abril del 2007.

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo general**

- Establecer la situación actual del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén en función de los requerimientos básicos que un laboratorio debe tener.

#### **Objetivos específicos**

- Definir las áreas de trabajo, recursos humanos y físicos con que cuenta el laboratorio.
- Describir los procesos de ingreso y análisis de muestras.
- Identificar los puntos críticos que pueden ocasionar problemas en el funcionamiento del laboratorio.
- Plantear las acciones necesarias para la resolución de los puntos críticos que afectan al laboratorio.

## 1.4 Metodología

El diagnóstico del Laboratorio Fitosanitario MAGA Petén, ubicado éste en la sede del Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Calle a las Cuevas Actun Kan, Santa Elena, Flores, fue realizado como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA) efectuado en los meses de marzo a diciembre del 2007.

### 1.4.1 Fuentes primarias de información

La obtención de información primaria se realizó por medio de entrevistas informales, guiadas éstas mediante un temario previamente elaborado, el cual abordó tópicos importantes según la ocupación de la persona entrevistada.

Las entrevistas fueron dirigidas al personal relacionado de alguna manera con el funcionamiento del laboratorio:

**Cuadro 2. Personal entrevistado para la obtención de información primaria, MAGA Petén, año 2007.**

<b>Personal entrevistado</b>	<b>Atribuciones</b>
Coordinador del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP)	Organizar y dirigir las actividades del programa
Coordinadores de Brigadas PROMIP	Monitoreo y muestreo de plagas y enfermedades
Técnicos Brigadas PROMIP	Monitoreo y muestreo de plagas y enfermedades
Secretaria Recepcionista	Recepción de muestras para diagnóstico zoo y fitosanitarios.
	Ingresar las muestras al laboratorio y llevar registro de número correlativo
Jefe de Laboratorio MAGA PETÉN y encargado de Laboratorio Zoosanitario	Realizar diagnóstico zoonosológicos

Fuente: Ortiz Cardona, KA.

### Temas de entrevista

El siguiente temario fue utilizado como guía para la formulación de las preguntas de las entrevistas:

- **Monitoreo y muestreo:**
  - a. Frecuencia de muestreos
  - b. Lugares que monitorean
  - c. Criterios que utilizan para decidir el lugar que van a muestrear
  - d. Cultivos
- **Ingreso de muestras al laboratorio:**
  - a. Horario de atención
  - b. Usuarios
  - c. Servicios
  - d. Protocolo de ingreso de muestras (boletas, datos de ingreso)
  - e. Costos por servicios
- **Elaboración de diagnósticos:**
  - a. Protocolo (procedimientos)
  - b. Ubicación y dimensiones del laboratorio
  - c. Equipo
  - d. Cristalería
  - e. Reactivos
  - f. Inmobiliario
- **Procesamiento de datos de laboratorio y estadísticas:**
  - a. Formato de informes de ingreso de muestras
  - b. Formato de informe de emisión de resultados
  - c. Estadísticas de ingresos de muestras para diagnósticos fitosanitarios.

#### **1.4.2 Otras fuentes de información**

Se realizaron varios recorridos por las instalaciones del viceministerio para complementar la información obtenida a través de las entrevistas. También se tomaron fotografías de las instalaciones, el equipo, la cristalería y de las diversas actividades realizadas durante la elaboración del presente diagnóstico, muchas de las cuales constituyen material del presente documento.



Otra fuente de donde se obtuvieron datos importantes fue la revisión de literatura, la cual consistió básicamente en consulta de documentos como La Ley de Sanidad Vegetal y Animal y su reglamento, el documento de La Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN) titulado Estrategia de reducción de la pobreza departamental, Petén. Oficinal Departamental de planificación. Región VIII Petén y el IV Censo Nacional Agropecuario, entre otros. También se consultaron fuentes electrónicas como el portal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

### **1.4.3 Análisis de la información**

La información obtenida fue sintetizada en la sección de resultados de este documento, detallándose datos respecto a generalidades del laboratorio, los servicios que presta y los recursos con que cuenta éste para realizar tales actividades. Se enfatiza en aspectos de ubicación, servicios, horario de atención, infraestructura, mobiliario y equipo, cristalería, reactivos y recursos humanos. Se explica además el funcionamiento del laboratorio describiendo cada uno de los protocolos desde el ingreso, registro y procesamiento hasta la emisión de resultados de muestras. También se presentan algunas estadísticas de muestras recibidas durante el 2006.

Posteriormente se analizaron los resultados, destacando algunos problemas que de una u otra forma pueden en un futuro afectar el funcionamiento del laboratorio. Para este análisis se partió del hecho que el laboratorio MAGA Petén es un laboratorio de diagnóstico fitosanitario y que por lo tanto debe dedicarse tanto a la determinación de plagas como de enfermedades que afectan principalmente a cultivos propios del área norte de Guatemala. También se consideró en este análisis que el laboratorio MAGA Petén tiene poco tiempo de haber sido establecido.

Se eligió como problema principal del laboratorio la ausencia de un área de fitopatología. La metodología utilizada para el estudio de este problema fue la de Marco lógico mediante el uso de diagramas, el primero conocido como árbol del problema en donde se señalan las posibles causas que han ocasionado que aún no se cuente oficialmente con esta área. También en ese mismo diagrama se muestran los posibles efectos que se podrían tener en caso de seguir en la situación actual. También se utilizó un diagrama de objetivos en donde se citan además algunas acciones que podrían ayudar a resolver el problema.

## 1.5 Resultados

A continuación se describe la información obtenida del diagnóstico del Laboratorio Fitosanitario MAGA Petén.

### 1.5.1 Localización

El Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén se encuentra localizado en la calle a las Cuevas Actun Kan, Santa Elena de la Cruz, en el municipio de Flores, departamento de Petén. (MAGA 2007).



**Figura 2. Vista exterior del Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Petén. Santa Elena, Flores. Marzo 2007.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007.

### 1.5.2 Unidad reguladora

El Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA-PETÉN se rige, al igual que el Laboratorio del Km. 22 y el de Quetzaltenango, bajo los estatutos de la Unidad de Normas y Regulaciones (UNR) de este Ministerio, quedando sujeto a las disposiciones que emita esta Unidad. (UNR2 2004).

La UNR es la entidad oficial que mediante la prestación de servicios y tecnología, se encarga de aplicar normas claras y estables que contribuyan con la protección y desarrollo del patrimonio agropecuario (UNR 2004).

### **1.5.3 Servicios que presta el laboratorio y horarios de atención**

El laboratorio ha priorizado desde sus inicios por el servicio de diagnóstico entomológico debido a la posición del departamento de Petén, considerado como zona frágil de ingreso potencial de plagas de importancia cuarentenaria. Durante el 2006 cuando fueron solicitados análisis fitopatológicos las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Km22. Otras fueron procesadas en el Laboratorio de Petén con base únicamente a observación de sintomatologías.

El horario de atención al público es de 8 de la mañana a 5 de la tarde de lunes a viernes.

### **1.5.4 Costo por servicios**

El costo por servicio de diagnóstico es de US\$ 9.37. El usuario puede realizar su pago haciendo el depósito en Quetzales, según el cambio del día, en el Banco de Desarrollo Rural S.A (BANRURAL) a la cuenta 3013040517 a nombre de la Unidad de Normas y Regulaciones MAGA.

### **1.5.5 Infraestructura**

El Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario se encuentra dentro de las instalaciones del Viceministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Éste laboratorio junto con el Zoonitario forman parte de un mismo módulo, pero cada uno tiene un área independiente para sus análisis.

El módulo se divide en una oficina de ingreso de muestras donde se lleva el control de su número correlativo y se recibe además la boleta de pago de usuario (este último documento se solicita cuando se trata de personas o entidades privadas). Esta oficina le da ingreso también a las muestras del Laboratorio Zoonitario y cumple las mismas funciones para éste. Después de esta oficina se encuentran dos Laboratorios de diagnóstico Zoonitario, seguido de una bodega perteneciente a este laboratorio y por último el área del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

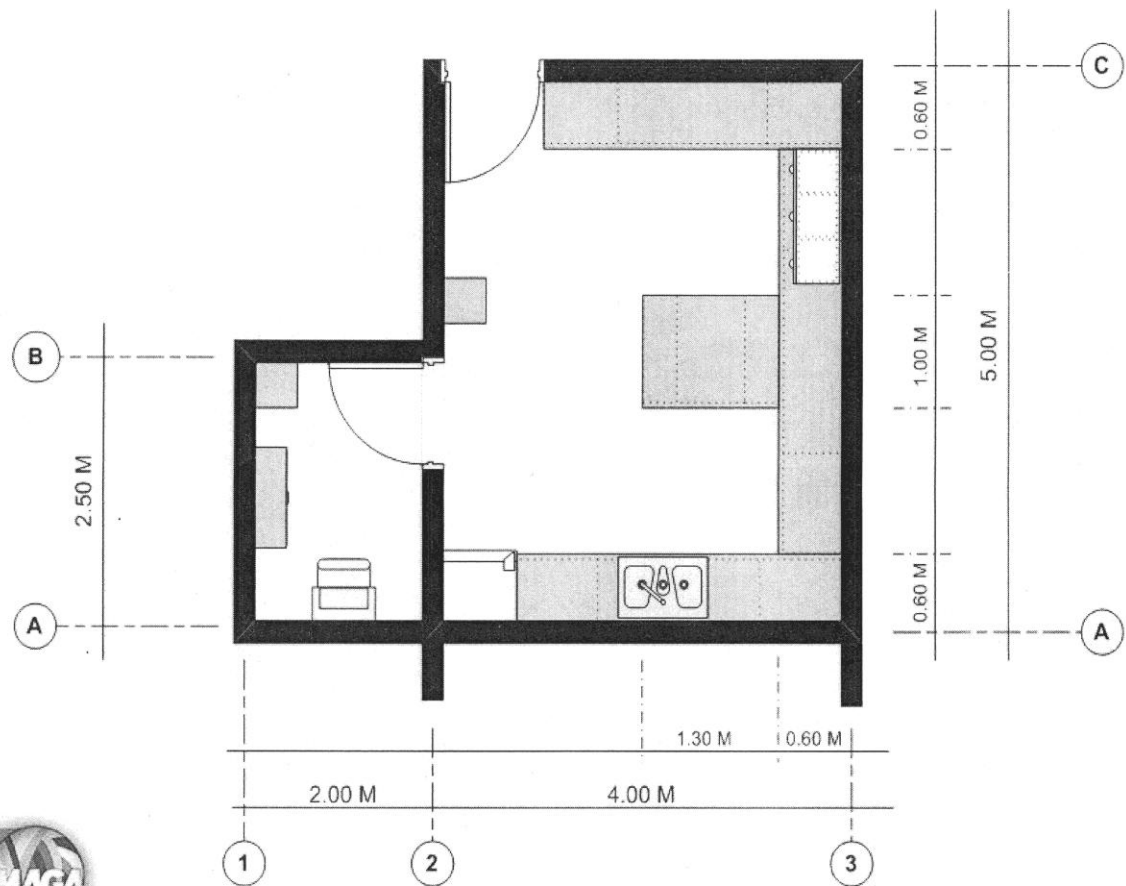
El laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario tiene las siguientes dimensiones: 6 metros de largo por 5 metros de ancho. El área fue recientemente remodelada a finales del 2006, concluyéndose en abril del 2007 y aquí es donde se encuentra el equipo (estereoscopios, microscopios, computadoras, mesas de trabajo), cristalería, reactivos y demás materiales para la realización de los diagnósticos.

Además el laboratorio cuenta con servicio de agua, electricidad, teléfono e Internet.



**Figura 3. Vista interna del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén**

Fotografía: Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 4. Croquis del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén**

Fuente: LDF Petén.

### 1.5.6 Equipo básico

El laboratorio cuenta para realizar sus diagnósticos con el equipo básico siguiente:

1 microscopio marca Motic, 1 estereoscopio marca Wild, 1 estereoscopio marca Motic, 3 equipos de cómputo (CPU y monitor) dos de los cuales cuentan con software para toma de fotografías con estereoscopio y el microscopio Motic.

### 1.5.7 Cristalería, materiales y reactivos

El laboratorio cuenta con un stock de cristalería y equipo que aparecen descritos en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3. Listado de cristalería y equipo Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA, año 2007**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Balanza contrapeso	1 unidad	Mechero Bunsen	5 unidades
Balanza monoplato	1 unidad	Morteros	18 unidades
Balón aforado 200 mL	4 unidades	Papel filtro 293 mm	5 cajas de 25 unidades c/u
Balón aforado 250 mL	14 unidades	Papel filtro 265 mm	1 caja de 100 unidades
Balón aforado 500 mL	11 unidades	Papel filtro milipore	1 frasco de 100 unidades
Beaker 10 mL	9 unidades	Papel filtro No.1 (185 mm)	3 cajas
Beaker 100 mL	1 unidad	Papel Filtro No.2 (100 mm)	1 caja de 100 unidades
Beaker 250 mL	2 unidades	Pipeta Mhor 25 mL	7 unidades
Beaker 4000 mL	1 unidad	Pipeta Pasteur de vidrio	1 bolsa
Beakers 100 mL	23 unidades	Pipeta Pasteur de vidrio	744 unidades
Beakers 1000 mL	2 unidades	Pipeta Pasteur plástica	1 bolsa
Beakers 250 mL	23 unidades	Pipetas volumétricas 1 mL	21 unidades
Beakers 30 mL	7 unidades	Pipetas volumétricas 10 mL	24 unidades
Beakers 50 mL	21 unidades	Pipetas volumétricas 2 mL	22 unidades
Bureta 250 mL	2 unidades	Pipetas volumétricas 5 mL	30 unidades
Cajas de Petri		Pizetas	2 unidades
Cubreobjetos 22 X 22 mm	85 cajas	Potenciómetros	2 kits
Embudos de vidrio	6 unidades	Probeta 1000 mL	1 unidad
Erlenmeyer 1000 mL	4 unidades	Probeta 500 mL	5 unidades
Erlenmeyer 1000 mL	15 unidades	Probetas 10 mL	11 unidades
Erlenmeyer 1000 mL (con tapón de rosca)	2 unidades	Probetas 100 mL	5 unidades
Erlenmeyer 125 mL (con tapón)	21 unidades	Probetas 25 mL	5 unidades
Erlenmeyer 250 mL	19 unidades	Probetas 50 mL	14 unidades
Erlenmeyer 50 mL	21 unidades	Tamiz No. 100 (150 micras)	1 unidad

...Continuación cuadro 4

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Erlenmeyer 500 mL	28 unidades	Tamiz No. 20 (850 micras)	2 unidades
Erlenmeyer 500 mL	1 unidad	Tamiz No. 200 (75 micras)	2 unidades
Espátulas	8 unidades	Tamiz No. 400 (38 micras)	2 unidades
Esterilizador para hazas	1 unidad	Tamiz No. 500 (25 micras)	2 unidades
Estufa con agitador magnético	1 unidad	Termómetro 0-230°F (-20 a 110°C)	1 unidad
Frascos de polietileno	21 unidades	Termómetro 0-260°C	1 unidad
Frascos de vidrio color ámbar	67 unidades	Tubos de ensayo de 100 X 16 mm	1 caja
Frascos de vidrio con tapón de rosca	211 unidades	Vernier	8 unidades
Gradillas de metal	3 unidades	Vidrio de reloj de 100 mm de diámetro	1 caja de 13 unidades
Láminas portaobjetos	10 cajas de 50 unidades/caja	Vidrio de reloj de 125 mm de diámetro	1 caja
Lentes bifocales de aumento	23 unidades	Vidrios de reloj de 80 mm de diámetro	1 caja de 15 unidades

Fuente: Ortiz Cardona, KA.

El cuadro siguiente enumera los reactivos con que cuenta el Laboratorio.

**Cuadro 4. Listado de reactivos, Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, año 2007**

REACTIVO	NÚMERO DE ENVASES	CANTIDAD POR ENVASE	REACTIVO	NÚMERO DE ENVASES	CANTIDAD POR ENVASE
1,4-diclorobenceno	1	1 kg	Fosfato ácido de sodio anhidro	1	500 g
Aceite de inmersión	1	500 mL	Fucsina	1	100 g
Acetato de etilo	1	1 L	Gelatina para microbiología	1	500 g
Acetona	1	100 mL	Glicerol (87%)	1	500 mL
Ácido acético glacial	4	2.5 L	Goma arábica	5	bolsas
Ácido nicotínico	2	100 g	Goma arábica	1	1 kg
Agar EMB	1	500 g	Hidróxido de potasio	1	500 g
Agar noble	1	114 g	Hidróxido de potasio	1	1 Kg
Agar nutritivo	2	500g	Hidróxido de sodio	1	1 Kg
Agar-Agar	1	1 kg	Hidróxido de sodio	1	500 g
Agua desmineralizada	1	1 galón	Lugol	1	250 mL
Alcohol Isopropílico	8	1 galón	Nitrato de plata	1	25 g
Alcohol Isopropílico (99%)	8	1L	Nitrato de potasio	1	500 g
Benzoato de sodio	1	1 galón	Nitrato de sodio	1	500 g
Caldo lactosa	1	500 g	Peptona de caseína	1	1kg
Carbonato de calcio	2	250 g	Solución alcalina concentrada	1	4 L

**...Continuación cuadro 4**

REACTIVO	NÚMERO DE ENVASES	CANTIDAD POR ENVASE	REACTIVO	NÚMERO DE ENVASES	CANTIDAD POR ENVASE
Cloruro de calcio dihidratado	1	500 g	Solución de yodo	1	1 galón
Cloruro de cobalto (II) hexahidratado	1	250 g	Solución fijadora para láminas citología	3	No especificada
Cloruro de sodio	1	500 g	Sulfato de magnesio heptahidratado	1	500 g
D(-)-manita	1	500 g	Sulfato de streptomycina	1	100 g
D(+)-glucosa	1	1kg	Verde de malaquita (oxalato)	1	25 g
Etanol	1	100 mL	Xileno	1	4 L
Etilenglicol	1	1 L	Yodo	1	100 g
Formaldehído en solución (37%)	2	2.5 L	Yoduro de potasio	1	250 g

Fuente: Ortiz Cardona, KA.

### 1.5.8 Recursos humanos

En el módulo conformado por los Laboratorios Fito y Zoosanitario desempeñan sus funciones un total de cinco personas (dos de las cuales comparten sus funciones en ambos laboratorios) con los siguientes cargos:

- Secretaria recepcionista (Laboratorio Fito y Zoosanitario)
- Secretaria administrativa (Laboratorio Fito y Zoosanitario)
- Técnico (Laboratorio Zoosanitario)
- Jefe general del Laboratorio MAGA Petén y encargado del Laboratorio Zoosanitario
- Encargada del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.

Las atribuciones del personal perteneciente al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario aparecen descritas a continuación:

#### **Secretaria recepcionista**

Tiene bajo su cargo las siguientes funciones:

- Recibir las muestras tanto de las brigadas del PROMIP como de empresas privadas o personas individuales.
- Llevar el orden correlativo de las muestras que están ingresando al laboratorio
- Entregar los resultados de los diagnósticos a los interesados.
- Llevar control de cristalería entregada a las brigadas del PROMIP.

Realiza su trabajo en la oficina de recepción de muestras y por lo tanto recibe también las muestras del laboratorio Zoosanitario.

### **Secretaria administrativa**

Se encarga de llevar el control financiero por concepto de ingreso de muestras al laboratorio. Realiza su trabajo en la oficina de recepción de muestras. Se encarga también de llevar el mismo control para el laboratorio Zoosanitario.

### **Personal técnico y de diagnóstico**

El laboratorio cuenta con una profesional encargada del área entomológica que al mismo tiempo es la encargada del laboratorio. Sus atribuciones son las siguientes:

- Procesar las muestras previo al diagnóstico
- Realizar los diagnósticos
- Emitir los resultados.
- Lleva el control de las estadísticas de las muestras procesadas.

Oficialmente no se presta el servicio de análisis fitopatológico debido a que no hay un profesional encargado específicamente de esta área.

## **1.5.9 Protocolos**

### **Ingreso de muestras**

Cada muestra procesada en el laboratorio pasa primero por la oficina de ingreso. Aquí es recibida por la secretaria junto a un protocolo de ingreso, el cual consiste en una boleta de información con los principales datos de la muestra, la cual se llena previamente, y en donde se solicita información como finca, nombre del propietario, localización, cultivo, extensión, sintomatología, datos del tiempo atmosférico en el momento de muestreo, entre otros. Si la muestra pertenece a una persona particular o una empresa privada entonces se le pide además la boleta de pago por el servicio solicitado.

### **Registro de la muestra**

Al momento de ser ingresada una muestra ésta es registrada con un código, según pertenezca a las brigadas del PROMIP o a particulares. En el primer caso se utiliza un código consistente en las iniciales SVP (Servicio de Vigilancia Petén) seguido del correlativo de la muestra (001, 002) y por último el año separado por un guión, por ejemplo SVP001-07. Para el caso de muestras de particulares, éstas llevan únicamente el correlativo y año, sin las iniciales SVP, anotándose en un registro diferente.



Este código se anota en el protocolo o boleta de ingreso de la muestra (registro físico) y también se lleva un registro electrónico de las mismas.

### **Procesamiento de las muestras**

Después de ingresada la muestra el procedimiento a seguir depende del tipo análisis requerido. En el caso de análisis entomológicos existe un protocolo ya establecido en donde las muestras deben conservarse en alcohol etílico o isopropílico al 70%. Para cochinillas, áfidos, ácaros y trips el procedimiento consiste en observación al estereoscopio, elaboración de montajes con diversos reactivos (Hoyer, Fucsina ácida, aceite de clavo, etc.) y observación al microscopio. Para moscas de la fruta y demás insectos únicamente se observan al estereoscopio y en algunos casos se hacen disecciones y montajes de la genitalia de la hembra. Para casos fitopatológicos, como no es un servicio que se preste oficialmente, sólo se realizaban observaciones y diagnósticos en base a sintomatologías típicas.

### **Emisión de resultados**

Los resultados de los análisis son emitidos por el laboratorio en forma escrita, en hoja membretada con firma de la encargada del laboratorio, y por el coordinador del PROMIP. Los resultados son referidos únicamente a las muestras analizadas en el laboratorio. En esta hoja también se adjuntan datos como cultivo, extensión, localización, finca, el resultado y en ciertos casos se dan recomendaciones. Estos resultados también se registran en forma electrónica y en forma física.

#### **1.5.10 Estadísticas de las muestras procesadas durante el año 2006**

Durante su primer año de funcionamiento del laboratorio se ingresaron 330 muestras, de las cuales el 98% correspondieron a diagnósticos entomológicos y acarológicos. El ingreso y procesamiento de muestras durante ese año estuvo marcado en parte por muestreos intensivos enfocados a monitorear poblaciones de trips en el departamento.

#### **Muestras colectadas por las Brigadas del PROMIP**

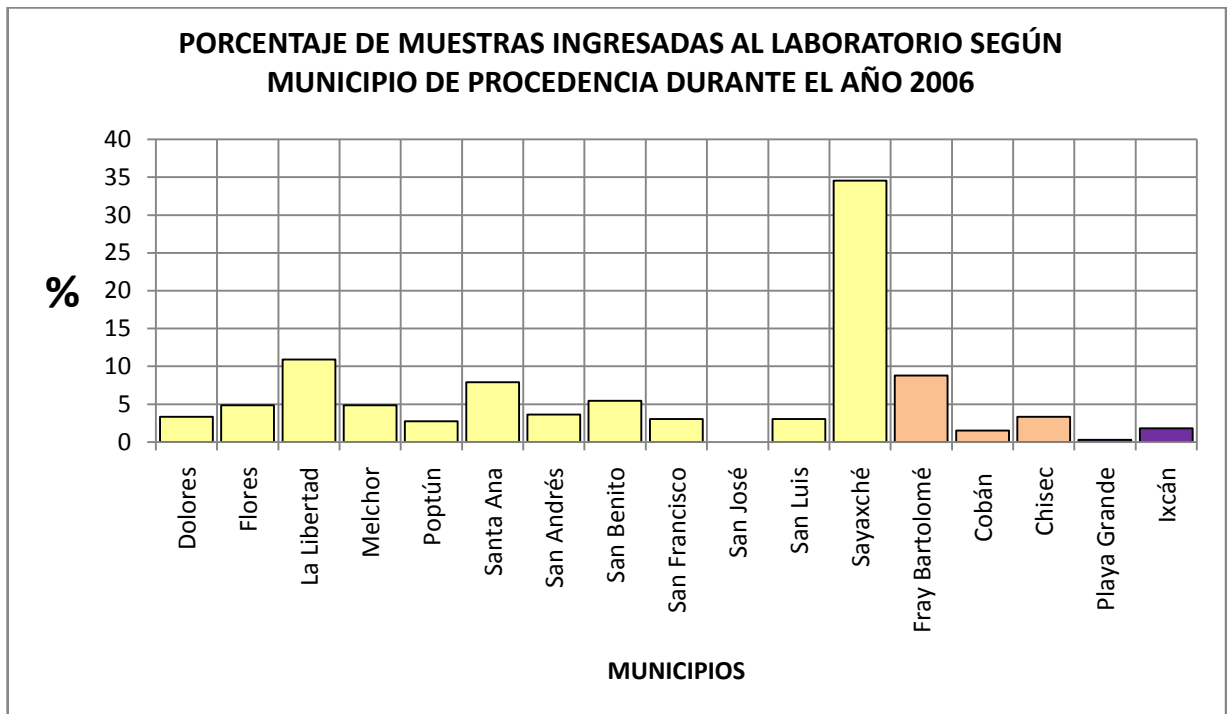
En el 2006 se ingresaron y procesaron 330 muestras. De éstas el 85.7% fueron colectadas por las cinco brigadas del PROMIP y el restante 14.3% pertenecen a particulares, empresas privadas o a instituciones gubernamentales.

### Tipo de análisis realizados

En el 2006 solo un 2.4% de las muestras ingresaron para análisis fitopatológico mientras que el restante 97.6% lo hizo para análisis entomológicos o acarológicos.

### Procedencia de las muestras

El laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén tiene cobertura, no solo en este departamento, sino también en la zona norte del país. Así lo demuestran las estadísticas del año 2006 en donde se efectuaron análisis de muestras procedentes de Quiché y Alta Verapaz. Un total de 278 muestras de las 330 procesadas durante el año 2006 pertenecieron a municipios del departamento de Petén, esto equivale a un 84.2%. El restante porcentaje se distribuyen en municipios del departamento de Alta Verapaz (13.6%) y Quiché (2.1%). La distribución completa de estas muestras aparece descrita en la siguiente gráfica y su respectiva tabla.



**Figura 5. Procedencia de las muestras recibidas por el LDF Maga Petén en el año 2006**

En la gráfica aparecen en color amarillo los municipios del departamento de Petén, en naranja los municipios del departamento de Alta Verapaz y en púrpura los pertenecientes al departamento de Quiché.

Fuente: Ortiz Cardona, KA. con base en los datos del LDF Petén.

**Cuadro 5. Procedencia de muestras por municipio y por departamento recibidas por el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén durante el año 2006**

	Municipio	No. muestras por municipio	%	Departamento	No. muestras por departamento	%
1	Dolores	11	3.3	Petén	278	84.2
2	Flores	16	4.8			
3	La Libertad	36	10.9			
4	Melchor	16	4.8			
5	Poptún	9	2.7			
6	Santa Ana	26	7.9			
7	San Andrés	12	3.6			
8	San Benito	18	5.5			
9	San Francisco	10	3.0			
10	San José	0	0.0			
11	San Luis	10	3.0			
12	Sayaxché	114	34.5			
13	Fray Bartolomé	29	8.8	Alta Verapaz	45	13.6
14	Cobán	5	1.5			
15	Chisec	11	3.3			
16	Playa Grande	1	0.3	Quiché	7	2.1
17	Ixcán	6	1.8			
	Total	330	100	Total	330	100

Fuente: Registros del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén del año 2006.

### 1.5.11 Identificación de problemas

Una de las principales razones por las cuales el número de muestras ingresadas directamente por particulares es bajo (14.3% en el 2006) es la poca divulgación que hasta el momento ha tenido el laboratorio y que ha ocasionado desconocimiento por parte de los agricultores del departamento de El Petén de la existencia de un laboratorio de diagnóstico fitosanitario. Esto podría deberse a que el laboratorio es de reciente establecimiento y aún no está a un 100% de su capacidad. El laboratorio presenta deficiencias en cuanto a literatura especializada en el área entomológica (claves para determinación de géneros y especies de insectos por ejemplo), reactivos, no contar con un área fitopatológica.

Para el análisis de los resultados del diagnóstico se tuvieron en cuenta dos aspectos fundamentales:

### **Árbol del problema: causas y efectos**

Se identificó como problema central la situación que el laboratorio no realice diagnósticos fitopatológicos. En base a esta problemática se construyó un árbol de causas y efectos, el cual se puede observar en la figura 6. En este esquema se identificaron en la parte de abajo, al igual que las raíces de un árbol, las principales causas del porqué el laboratorio no realiza análisis fitopatológicos. Estas causas se pueden resumir en:

- La poca divulgación del laboratorio a usuarios potenciales: lo cual es un factor que incide en que no hayan ingresos de muestras para estos análisis.
- Falta más información de temas fitopatológicos a personal de campo del PROMIP para que se colecten muestras con síntomas de enfermedades. Aspecto que también influye en la falta de muestras para análisis fitopatológicos.
- La falta de reactivos para estos análisis: No se cuenta con reactivos como lactofenol azul, blanco y rojo
- No se cuenta todavía con literatura fitopatológica especializada. Faltan claves para identificación de hongos anamórficos, ascomicetos, basidiomicetes, literatura de bacterias y nemátodos. Tampoco se cuenta con manuales de procedimiento que se puedan utilizar como guía de referencia.
- No se cuenta con documentación descriptiva ni fotográfica de enfermedades en cultivos de Petén que demuestren la necesidad de este servicio. Esta falta de evidencia escrita o fotográfica crea desconocimiento de la situación de las enfermedades en la región y puede hacer pensar en que no es necesario que el laboratorio preste el servicio de diagnóstico fitopatológico.
- Falta personal de laboratorio: Al momento de realizar este diagnóstico, el laboratorio cuenta con una sola persona (el encargado de laboratorio) quien prepara, procesa y diagnostica las muestras que ingresan al laboratorio. Además lleva el registro de las estadísticas de los resultados de las muestras. Esto ha hecho que se priorice más por el área entomológica debido a que una sola persona no puede encargarse de todos los análisis del laboratorio tanto los entomológicos como los fitopatológicos.
- Poco espacio. El espacio asignado al laboratorio es reducido lo que provoca que se realice un solo tipo de diagnóstico (entomológico). Esto debido a que no es

recomendado realizar análisis fitopatológicos de hongos, bacterias y nemátodos en la misma área en donde se efectúan los análisis entomológicos.

En la parte de arriba del árbol se identificaron los efectos que se podrían esperar de seguir con la situación de no prestar el servicio de diagnóstico fitosanitario. Algunos de estos escenarios son imaginarios pero tienen probabilidad de ocurrir. Dentro de estos efectos se pueden incluir los siguientes:

- Las muestras para diagnósticos fitopatológicos se analizarían en otros laboratorios fuera del departamento de El Petén. Esto a su vez ocasionaría aumento en los costos de producción para el agricultor que necesita el análisis debido al transporte de la muestra desde El Petén hacia el laboratorio. También con esta situación el laboratorio se vería afectado, pues dejaría de recibir los ingresos de esos análisis no realizados.
- El laboratorio podría perder credibilidad. Esto debido a que el LDF Petén es un laboratorio fitosanitario que se encuentra en un departamento limítrofe donde el conocimiento de plagas y enfermedades de importancia cuarentenaria es primordial. Por lo tanto debe tener la capacidad de identificar plagas insectiles y fitopatógenos.
- Para los agricultores que no podrían enviar las muestras a otros laboratorios, desconocerían los verdaderos patógenos que afectan sus cultivos, lo que ocasionaría la aplicación de inadecuados planes de manejo o en otros casos se tendrían altas tasas de enfermedades. En ambas situaciones se tendría reducción de rendimiento y pérdidas económicas.

### **Árbol de objetivos: medios y fines**

Tomando como base el árbol de causas y efectos (figura 6) se cambiaron los factores negativos por positivos y se obtuvo el árbol de objetivos (figura 7). Ahora el objetivo buscado es que el laboratorio realice diagnósticos de enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias y/o nemátodos

Para lograr este objetivo es necesario que el laboratorio pueda contar los siguientes medios:

- Existe una divulgación del laboratorio a usuarios potenciales. Esto es necesario para que se ingresen muestras para análisis fitopatológicos

- El personal de campo del PROMIP tiene sólidos conocimientos de temas fitopatológicos. También es necesario para un mayor ingreso de muestras para análisis fitopatológicos
- Se cuenta con literatura fitopatológica especializada.
- Se tienen manuales de procedimiento para diagnóstico de fitopatógenos.
- Se tiene la documentación que justifique la necesidad del servicio de diagnóstico fitosanitario.
- Se cuenta por lo menos con un analista exclusivamente para análisis fitopatológicos y otro para diagnósticos entomológicos.
- Se cuenta con mayor espacio en el laboratorio para poder asignar un área para cada tipo de diagnóstico: entomológicos y fitopatológicos.

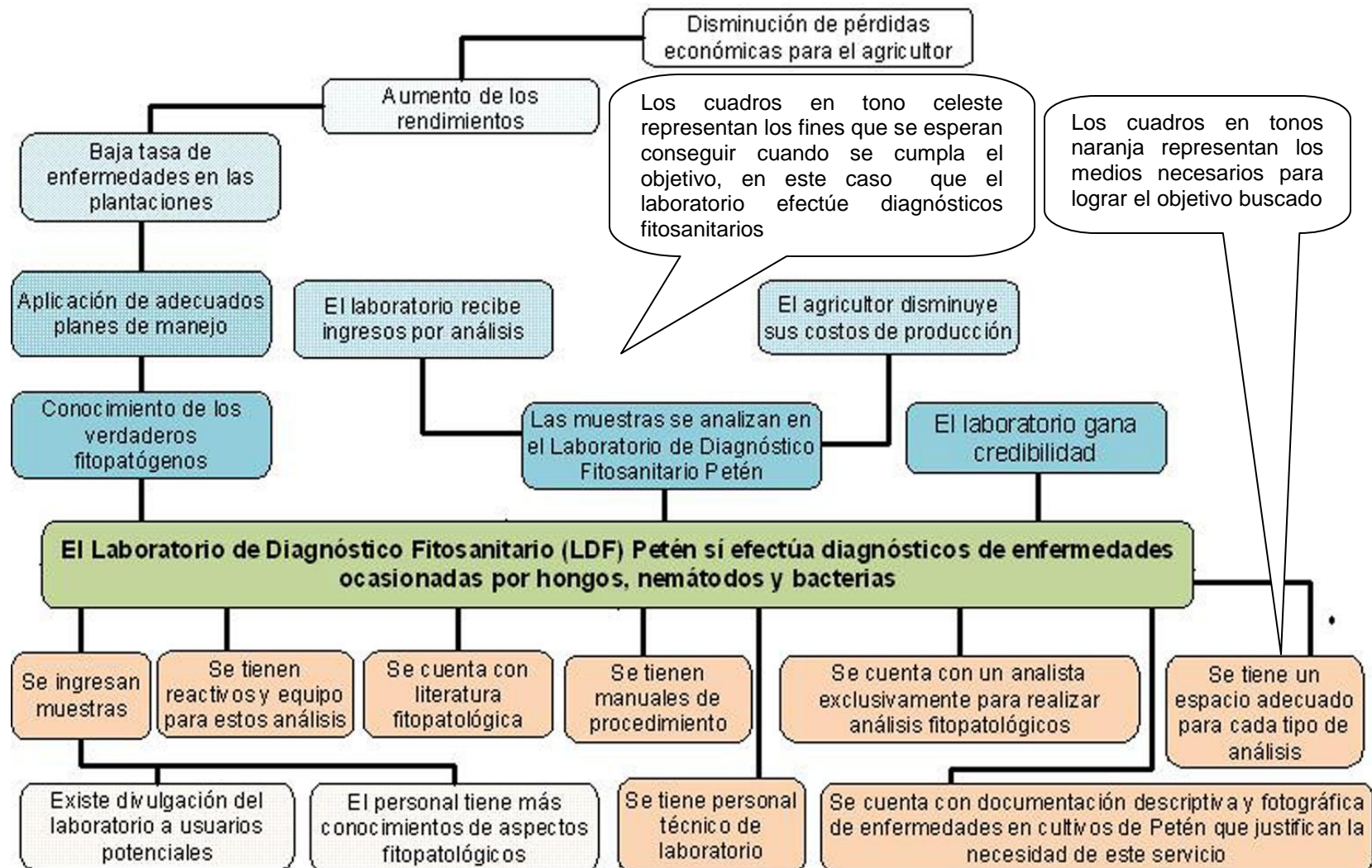
Al alcanzar el objetivo buscado se pretende alcanzar los siguientes fines:

- Las muestras para diagnósticos fitopatológicos se analizarían en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén. Con esto no aumentarían los costos de producción para el agricultor que necesita de este tipo de diagnóstico pues no debe enviar las muestras a otros laboratorios fuera del departamento. El laboratorio se beneficiaría también porque recibe más ingresos por concepto de análisis fitopatológicos.
- El laboratorio ganaría más credibilidad. Esto debido a tiene la capacidad de identificar plagas insectiles y fitopatógenos de importancia para el departamento.
- Los agricultores podrían conocer mejor los verdaderos patógenos que afectan sus cultivos, podrían mejorar la aplicación de planes de manejo y reducir las tasas de enfermedades. Se mejoraría el rendimiento de sus cosechas y aumentaría sus beneficios económicos.



**Figura 6. Árbol de causas y efectos para el problema detectado en el LDF Petén a principios del año 2007.**

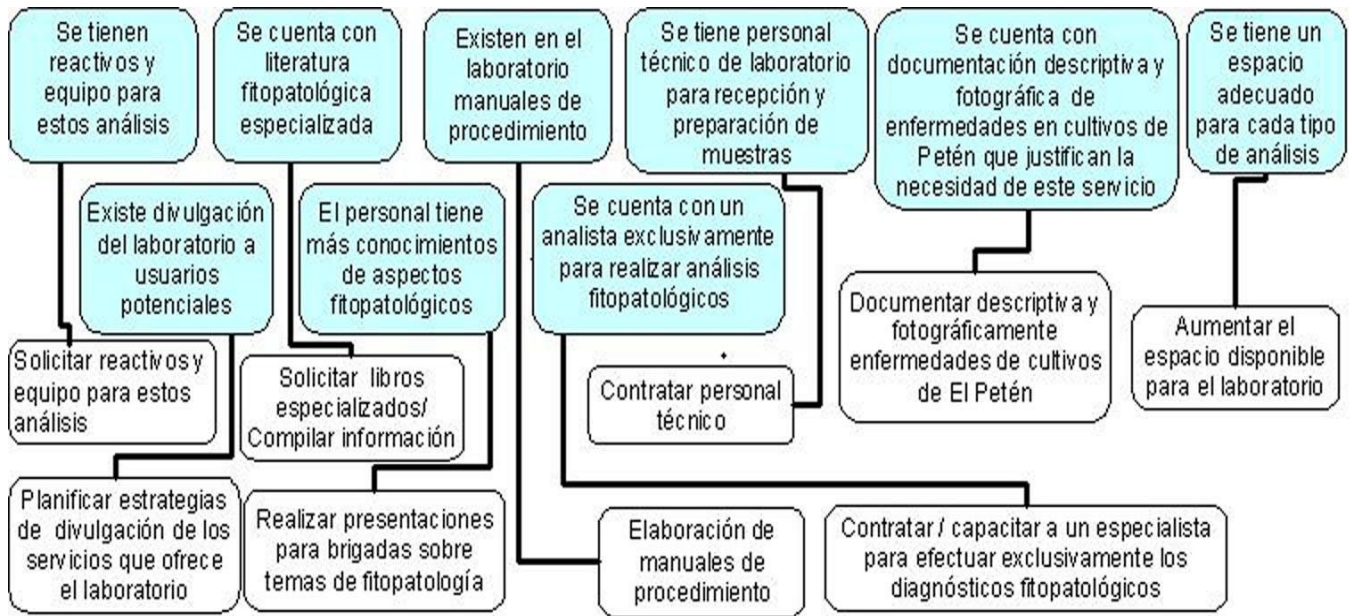
Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. con información obtenida del diagnóstico.



**Figura 7. Árbol de medios y fines para el objetivo buscado.**

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA.





**Figura 8. Árbol de acciones para conseguir los medios necesarios y cumplir el objetivo buscado**

Fuente: Ortiz Cardona, KA.

Al analizar la figura anterior se observan que existen varias acciones que pueden ayudar a solucionar el problema. De éstas se seleccionaron 5 como parte de los servicios e investigación del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía. Estas acciones aparecen descritas en el cuadro 6.

Las acciones que quedan directamente a disposición de las autoridades del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario son: Adquirir reactivos necesarios para realizar diagnósticos fitosanitarios, adquirir literatura especializada principalmente claves de identificación, contratar permanentemente personal para preparación de muestras y especialistas para diagnósticos, y aumentar el espacio disponible para el laboratorio.

**Cuadro 6. Planificación de acciones realizadas como parte del EPS**

Acción	Tipo de Actividad dentro del programa de EPS	Medio que busca alcanzar
<p>Diagnóstico de enfermedades ocasionadas por hongos en un cultivo de importancia económica para Petén. En este caso el cultivo seleccionado fue la papaya (<i>Carica papaya</i>) por tratarse de un cultivo de exportación cuya área sembrada ha aumentado de 39.2 en el año 2003 (INE 2004) a más de 200 hectáreas en 2007 (según muestreos de reconocimiento).</p>	Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar al laboratorio de documentación de enfermedades en cultivos de El Petén que justifiquen la necesidad del servicio de diagnóstico fitopatológico</li> </ul>
<p>Ubicación de lugares con problemas potenciales de enfermedades en cultivos y colecta de material vegetal enfermo</p>	Servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar al laboratorio evidencias de problemas en cultivos de la región</li> <li>• Ingresar muestras para análisis fitopatológicos al laboratorio.</li> </ul>
<p>Procesamiento de muestras ingresadas al laboratorio</p>	Servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar provisionalmente apoyo técnico para el diagnóstico fitopatológico</li> </ul>
<p>Documentación descriptiva y fotográfica de enfermedades ocasionadas por hongos en cultivos de El Petén</p>	Servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidenciar la necesidad de realizar diagnósticos fitopatológicos</li> </ul>
<p>Compilación de un manual de procedimientos para ingreso de muestras y diagnóstico de enfermedades ocasionadas por fitopatógenos</p>	Servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar una guía que pueda ser utilizada al efectuar diagnósticos fitopatológicos</li> </ul>
<p>Presentación de temas fitopatológicos a personal de campo</p>	Servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar los conocimientos fitopatológico del personal de campo</li> <li>• Aumentar el número y la calidad de muestras que ingresan para análisis fitopatológicos</li> </ul>

Fuente: Ortiz Cardona, KA.

## 1.6 Conclusiones y recomendaciones



- El laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén ha priorizado por los análisis entomológicos y acarológicos.
- Se debe destacar como situación potencial de problema el hecho que el Laboratorio no cuente con un servicio de diagnóstico fitopatológico.
- Dentro de las acciones para ayudar a resolver el problema se tienen las siguientes: Realizar investigación acerca de enfermedades en cultivos de importancia económica para Petén; ubicación de áreas con potencialidad de problemas fitopatológicos en la región, inicio a pequeña escala de diagnósticos fitopatológicos, elaboración de un manual de procedimiento para ingreso y procesamiento de material vegetal para diagnóstico de fitopatógenos, Realizar documentación descriptiva y fotográfica de enfermedades para referencia Realizar presentaciones para brigadas sobre temas de fitopatología,
- Se hace necesario que el LDF MAGA Petén cuente con un área de fitopatología como complemento del área entomológica y acarológica. Las evidencias de esta conclusión se presentan a lo largo de este documento
- Se recomienda a las autoridades encargadas del LDF Petén se tome en cuenta las siguientes medidas para establecer de manera oficial el área de diagnósticos fitopatológicos: Proporcionar reactivos necesarios para realizar diagnósticos fitosanitarios, proporcionar literatura especializada principalmente claves de identificación, contratar permanentemente personal para preparación de muestras y especialistas para diagnósticos, y aumentar el espacio disponible para el laboratorio.

## 1.7 Bibliografía

1. Cigarroa, EP. 2005. Misión técnica agrícola de la república de China, una oportunidad de desarrollo para Guatemala: "proyecto de papaya en el Petén". Tesis Licda. Rel. Internac. Guatemala, USAC, Escuela de Ciencias Políticas. 62 p.
2. Guerra Sicán, T. 2005. Informe final de diagnóstico, servicios e investigación desarrollados en el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 193 p.
3. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. IV censo nacional agropecuario: número de fincas censales, superficie cosechada, producción obtenida de cultivos anuales o temporales y viveros. tomo 2. 1 CD.
4. La Prensa, PA. 2001. Guatemala, libre de la mosca del mediterráneo (en línea). Panamá. Consultado 20 mayo 2007 Disponible <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2001/09/09/hoy/negocios/252851.html>
5. MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, GT). 2007. Portal del Viceministerio de asuntos de Petén. Guatemala. Consultado 12 julio 2007. Disponible en: [http://www.maga.gob.gt/peten\\_portal/](http://www.maga.gob.gt/peten_portal/).
6. Oficina de Planificación Municipal, Municipalidad de La Libertad, Petén, GT s.f. Sistema de información geográfica (SIG) como herramienta de planificación municipal. Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.femica.org/experiencias/documentos/gpl/la\\_libertad.htm](http://www.femica.org/experiencias/documentos/gpl/la_libertad.htm)
7. RIC (Registro de Información Catastral, GT). 2005. Diagnóstico de propiedad del departamento de Petén: documentos jurídicos 7 (en línea). Guatemala. 103 p. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.catastro.gob.gt/uploadimg/docs/p22-30.pdf>
8. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, Ofical Departamental de Planificación, región VIII, GT). 2003. Estrategia de reducción de la pobreza departamental, Petén (en línea). Petén, Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.segeplan.gob.gt/docs/ERP/ERP\\_Municipios\\_2004/index.html](http://www.segeplan.gob.gt/docs/ERP/ERP_Municipios_2004/index.html)
9. Unidad Técnica Municipal del Municipio de Melchor de Mencos, Petén , GT. 2002. Caracterización del municipio de Melchor de Mencos, Petén (en línea). Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.inforpressca.com/melchordemencos/diagnostico.pdf>

**ANEXOS**

## ANEXO 1. BOLETA FITOSANITARIA UTILIZADA EN EL INGRESO DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO PETÉN

		<h1 style="font-size: 2em;">Boleta Fitosanitaria</h1>			
<b>Información General:</b>					
Fecha: / /		Nombre del Productor:			
Municipio:		Comunidad:		Finca:	
Coordenadas:	Latitud:	Longitud:	Elevación:		
<b>Comunidad o Finca Centinela</b>					
<input type="checkbox"/> Si			<input type="checkbox"/> No		
<b>Información del Terreno</b>					
Tipo de Terreno:	<input type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenoso <input type="checkbox"/> Franco <input type="checkbox"/> Franco Arcilloso <input type="checkbox"/> Franco Arenoso <input type="checkbox"/> Franco Limoso				
Topografía:	<input type="checkbox"/> Pendiente <input type="checkbox"/> Plano <input type="checkbox"/> Zona Alta <input type="checkbox"/> Zona Baja <input type="checkbox"/> Zona Mixta				
<b>Información del Cultivo</b>					
Cultivo:	Variedad:		Extensión Sembrada:		
Sembrado en:	<input type="checkbox"/> Enero <input type="checkbox"/> Febrero <input type="checkbox"/> Marzo <input type="checkbox"/> Abril <input type="checkbox"/> Mayo <input type="checkbox"/> Junio <input type="checkbox"/> Julio <input type="checkbox"/> Agosto <input type="checkbox"/> Septiembre <input type="checkbox"/> Octubre <input type="checkbox"/> Noviembre <input type="checkbox"/> Diciembre				
Estado de Desarrollo:	<input type="checkbox"/> Semilla <input type="checkbox"/> Plántula <input type="checkbox"/> Brotes <input type="checkbox"/> Planta <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Producción				
Cultivo Anterior:					
Cultivos Vecinos:	Norte:	Sur:	Este:	Oeste:	
<b>PLAGAS ENDEMICAS</b>					
<b>Información de la Plaga</b>					
<input type="checkbox"/> Ratas/ha.	<input type="checkbox"/> Salivazos/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> Voladores/ha	<input type="checkbox"/> Saltones/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> Otras Especifique	
<input type="checkbox"/> Has. Exploradas	<input type="checkbox"/> Has. Infestadas	<input type="checkbox"/> Has. Controladas			
<b>Información de la Planta</b>					
Parte Afectada:	<input type="checkbox"/> Raíz <input type="checkbox"/> Tallo <input type="checkbox"/> Brotes <input type="checkbox"/> Ramas <input type="checkbox"/> Hojas <input type="checkbox"/> Flores <input type="checkbox"/> Frutos				
Síntomas:	<input type="checkbox"/> Agallas <input type="checkbox"/> Clorosis <input type="checkbox"/> Enanismo <input type="checkbox"/> Manchas <input type="checkbox"/> Marchites <input type="checkbox"/> Necrosis <input type="checkbox"/> Pudrición <input type="checkbox"/> Otros				
Especifique otros síntomas					
Distribución de la Plaga en el Cultivo:	<input type="checkbox"/> General		<input type="checkbox"/> Por Zonas	<input type="checkbox"/> Plantas Aisladas	
Posibles Agentes Causales:	<input type="checkbox"/> Babosas <input type="checkbox"/> Bacterias <input type="checkbox"/> Clima <input type="checkbox"/> Fertilizantes <input type="checkbox"/> Fisiología <input type="checkbox"/> Herbicidas <input type="checkbox"/> Hongos <input type="checkbox"/> Insecticidas <input type="checkbox"/> Nemátodos <input type="checkbox"/> Pájaros <input type="checkbox"/> Roedores <input type="checkbox"/> Virus <input type="checkbox"/> Insectos				
<b>Información Adicional</b>					
Químicos Aplicados:		Dosis:		Frecuencia de Aplicación:	
Estimación de Pérdidas en Quetzales:					
<b>PLAGAS EXOTICAS</b>					
<b>Recolección de Muestras</b>					
<input type="checkbox"/> Maconellicoccus hirsutus	<input type="checkbox"/> ALC	<input type="checkbox"/> Thrips	Insectos/golpe [ ]	<input type="checkbox"/> T. citricida	
<input type="checkbox"/> Has. Exploradas					
<b>Información Climatológica</b>					
<input type="checkbox"/> Soleado	<input type="checkbox"/> Medio Nublado	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/> Ambiente Húmedo	
Dirección del Viento	<input type="checkbox"/> Norte	<input type="checkbox"/> Sur	Ultima lluvia [ ] días		
Diagnóstico de Laboratorio: T. palmi P ( ) N ( )					
Observaciones:					

**Figura 9A. Boleta fitosanitaria utilizada por el LDF Petén**

Fuente: LDF Petén

## ANEXO 2. LISTADO DE NOMBRES CIENTÍFICOS UTILIZADOS EN EL DOCUMENTO

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
aceituna	<i>Olea europaea</i>	limón persa	<i>Citrus latifolia</i>
aguacate	<i>Persea americana</i>	maíz	<i>Zea mays</i>
albaricoque	<i>Prunus armeniaca</i>	mamey	<i>Mammea americana</i>
almendro	<i>Prunus dulcis</i>	mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
anona	<i>Annona muricata</i>	mango	<i>Mangifera indica</i>
ayote	<i>Cucurbita pepo</i>	mangostán	<i>Garcinia mangostana</i>
banano	<i>Musa sapientum</i>	mansanilla	<i>Matricaria recutita</i>
berenjena	<i>Solanum melongena</i>	manzana	<i>Malus sylvestris</i>
brizantha	<i>Brachiaria brizantha</i>	manzana rosa	<i>Syzygium jabs</i>
cacao	<i>Theobroma cacao</i>	maracuyá	<i>Pasiflora edulis</i>
café	<i>Coffea arabica</i>	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>
caimito	<i>Cryosophyllum cainito</i>	matasano	<i>Casimiroa edulis</i>
calomondín	<i>Citrofortunella mitis</i>	melocotón	<i>Prunus persica</i>
capulín	<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	melón	<i>Cucumis melo</i>
carambola	<i>Averrhoa spp</i>	membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>
cereza	<i>Prunus avium</i>	mora	<i>Morus nigra</i>
cericote	<i>Cordia dodecandra</i>	nance	<i>Byrsononima crassifolia</i>
chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>
chile	<i>Capsicum annum</i>	naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>
chincuya	<i>Annona purpurea</i>	naranja trifoliada	<i>Citrus spp.</i>
Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>
chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	papauce	<i>Annona sp.</i>
ciruela	<i>Prunus domestica</i>	palma	<i>Dypsis lutescens</i>
coco	<i>Cocos nucifera</i>	papaya	<i>Carica papaya</i>
cuajilote	<i>Parmentiera aculeata</i>	pepino	<i>Cucumis sativus</i>
cushin	<i>Inga paterna</i>	pepitoria	<i>Cucurbita maxima</i>
durazno	<i>Prunus persica</i>	pera	<i>Pyrus communis</i>
frambuesa	<i>Rubus idaeus</i>	persimón	Diospuros kaki
fresa	<i>Fragaria vesca</i>	pino	<i>Pinus sp</i>
ftijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	piña	<i>Ananas comosus</i>
frijol abono	<i>Mucuna prunens</i>	pitahaya	<i>Hylocereus triangularis</i>
fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
granada	<i>Punica granatum</i>	plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
grumichama	<i>Eugenia brasiliensis</i>	pomarrosa	<i>Syzygium jabs</i>
guanaba	<i>Annona muricata</i>	pomelo	<i>Citrus paradissi</i>
guaya	<i>Melicoccus bijugatus</i>	rambután	<i>Nephelium lappaceum</i>
guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	sandía	<i>Citrullus sp.</i>
guinda	<i>Inga edulis</i>	sunza	<i>Lycania platypus</i>
higo	<i>Ficus carica</i>	tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>
icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>
izote	<i>Yucca elephantipes</i>	toronja	<i>Citrus maxima</i>
jocote	<i>Spondias spp.</i>	tuna	<i>Opuntia ficus</i>
kiwi	<i>Actidinia chinesis</i>	uva	<i>Vitis vinifera</i>
lima	<i>Citrus aurantiifolia</i>	yuca	<i>Manihot esculentum</i>
limón	<i>Citrus limon</i>	zapote	<i>Pouteria sapota</i>

### ANEXO 3. LOS PUESTOS DE CUARENTENA EN PETÉN

Son puestos de control ubicados en diferentes carreteras del departamento, donde la fruta de cuarentena total se decomisa y la fruta de cuarentena parcial se trata cuando se transporta en cantidades comerciales y se decomisa cuando se transporta en cantidades no comerciales. El objetivo de los Puestos de Cuarentena, es el evitar que la plaga de la mosca del Mediterráneo ingrese al área libre o a la barrera de contención.

En el departamento de Petén se manejan dos tipos de Puestos, los de cuarentena interna y los de cuarentena externa. Los primeros, son puestos localizados para inspeccionar el transporte de fruta dentro del departamento. Estos son: El de Los Olivos en Sayaxché, el de Canchacán en Poptún y el de Poite en San Luis. El Puesto de Cuarentena Externa se encuentra a cargo del Servicio de Protección Agropecuaria (SEPA) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y se encuentra ubicado en el municipio de Melchor de Mencos, en la frontera con Belice.

Dentro de los puestos de cuarentena se manejan tres categorías de clasificación para la fruta, en función de la cual se decide si la fruta debe ser decomisada o no. Esta clasificación es la siguiente:

- Fruta bajo cuarentena total: No se permite la entrada en ninguna cantidad ni bajo ninguna circunstancia por lo que es decomisada en los puestos de cuarenta. En esta categoría se encuentran: café en cereza (*Coffea arabica*), caimito (*Crysophyllum cainito*), guayaba (*Psidium guajaba*), pera (*Pyrus communis*) y naranja agria (*Citrus aurantium*).
- Fruta bajo cuarentena parcial: Lo cual quiere decir que en grandes cantidades es tratada y en pequeñas cantidades es decomisada. En esta categoría se encuentran: Marañón (*Anacardium occidentale*), anona (*Annona muricata*), chirimoya (*Annona cherimola*), chincuya (*Annona purpurea*), guanaba (*Annona muricata*), papauce (*Annona sp.*), fruta de pan (*Artocarpus altilis*), carambola (*Averrhoa spp.*), nance (*Byrsononima crassifolia*), matasano (*Casimiroa edulis*), icaco (*Chrysobalanus icaco*), calamondín (*Citrofortunella mitis*), lima (*Citrus aurantiifolia*), pomelo (*Citrus paradissi*), toronja (*Citrus maxima*), mandarina (*Citrus reticulata*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), manzanilla (*Matricanria recutita*), persimón (*Diospuros kaki*), níspero (*Eriobotrya*



*japonica*), pitanga (*Eugenia uniflora*), grumichama (*Eugenia brasiliensis*), manzana rosa (*Syzygium javos*), higo (*Ficus carica*), cuchin (*Inga paterna*), sunza (*Lycania platypus*), manzana (*Malus sylvestris*), mamey (*Mammea americana*), mango (*Mangifera indica*), chicozapote (*Manilkara zapota*), tuna (*Opuntia ficus*), cuajilote (*Parmentiera aculeata*), naranja trifoliada (*Citrus sp.*), zapote (*Pouteria sapota*), albaricoque (*Prunus armeniaca*) melocotón (*Prunus pérsica*), cereza (*Prunus avium*), capulin (*Prunus serotina* subsp. *capuli*), ciruela (*Prunus domestica*), durazno (*Prunus pérsica*), granada (*Punica granatum*), jocote (*Spondias spp.*), pomarroza (*Syzygium javos*), guaya (*Melicoccus bijugatus*), almendro (*Prunus dulcis*), uva (*Vitis vinifera*).

- Frutas de libre circulación: Entrada libre sin ninguna restricción. En esta categoría se encuentran principalmente: aceituna (*Olea europaea*), aguacate (*Persea americana*), ayote (*Cucurbita pepo*), banano (*Musa paradisiaca*), plátano (*Musa sapientum*), berenjena (*Solanum melongena*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), coco (*Cocos nucifera*), chile (*Capsicum annum*), fresa (*Fragaria vesca*), frambuesa (*Rubus idaeus*), mora (*Morus nigra*), maracuyá (*Pasiflora edulis*), guinda (*Inga edulis*), kiwi (*Actidinia chinesis*), limón (*Citrus limon*), limón persa (*Citrus latifolia*), melón (*Cucumis melo*), mangostán (*Garcinia mangostana*), membrillo (*Cydonia oblonga*) papaya (*Carica papaya*), piña (*Ananas comosus*), pitahaya (*Hylocereus triangularis*), rambután (*Nephelium lappaceum*), sandía (*Citrullus lanatus*), tamarindo (*Tamarindus indica*).

## **CAPÍTULO II**

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE ENFERMEDADES OCASIOANDAS POR HONGOS  
EN EL CULTIVO DE PAPAYA (*Carica papaya*) EN 6 FINCAS LOCALIZADAS EN LOS  
MUNICIPIOS DE LA LIBERTAD Y MELCHOR DE MENCOS DEL DEPARTAMENTO DE  
EL PETÉN**

**AN EXPLORATIONS STUDY OF FUNGAL DISEASES ON PAPAYA (*Carica papaya*) IN  
6 FARMS OF LA LIBERTAD AND MELCHOR DE MENCOS, EL PETÉN**

## 2.1 Presentación

La papaya (*Carica papaya*) es uno de los frutales con mayor potencial de producción en el departamento de El Petén, situación derivada de la posibilidad de cultivarse en una zona libre de mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata*, lo que le permite tener la ventaja de exportarse sin tratamiento cuarentenario a Estados Unidos.

En marzo del 2007 se efectuó un reconocimiento preliminar de campo en cinco fincas productoras de papaya (*C. papaya*) en el departamento de El Petén, en el cual se detectaron problemas de enfermedades ocasionadas por hongos. En la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos no aparecían publicadas, hasta esa fecha, investigaciones acerca de enfermedades de papaya (*C. papaya*) en este departamento.

Se realizó entonces una investigación de tipo descriptiva y de diagnóstico en la cual se determinaron los géneros de hongos fitopatógenos para el cultivo comercial de papaya (*C. papaya*) en el área central del departamento del Petén, su nivel de incidencia y severidad *in situ*. En total se efectuaron 35 muestreos en los cuales se colectaron cerca de 225 muestras en 6 fincas localizadas en la región central del departamento, siendo éstas: Cooperativa La Blanca, en el municipio de Melchor de Mencos; Empresa Campesina Asociativa (ECA) El Porvenir, La Estancia, Misión Taiwán, Tikal Papaya 1 y Tikal Papaya 2 en el municipio de La Libertad. Con ello se cubrieron 230 hectáreas cultivadas con papaya (*C. papaya*).

Además se efectuaron colectas en huertos localizados en municipios de Flores y Dolores, y también se analizaron muestras ingresadas por brigadas del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) y por particulares. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para El Petén (MAGA-Petén) siguiendo protocolos ya establecidos. Se identificaron 7 géneros de hongos fitopatógenos: *Botryodiplodia sp.*, *Cercospora sp.*, *Cladosporium sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Corynespora sp.*, *Mycosphaerella sp.* y *Phoma sp.* (*Phylostycta sp.*). Se consideró que el más importante de éstos fue *Colletotrichum sp.*, debido a los altos niveles de incidencia y severidad presentados y por afectar al fruto.

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Taxonomía de la papaya**

Según el sistema taxonómico de Cronquist (13, 30), la papaya se encuentra clasificada de la siguiente manera: Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida; Subclase Dilleniidae; Orden Violales; Familia Caricaceae; Género *Carica*; Especie *Carica papaya* L. Esta planta y su fruta se conoce con varios nombres comunes: ababaya, árbol del melón, fruta bomba, lechosa, lechoso, mamao, mamão, mamén, mamón, mamona, mamoneiro, melón zapote, olocotón, papaia, papaeira, papaw, papaya, papaya de mico, papayadero, papayer, papayero, papayo calentano, zapote macho (Grupo Océano 1999, OIRSA 2003).

### **2.2.2 Descripción botánica y diversidad genética**

Es una planta arborescente de crecimiento rápido, de vida relativamente corta de dos años (aunque puede vivir hasta 20 años), el tallo es sencillo o algunas veces ramificado, de 2-10 metros de altura, tallo recto, cilíndrico, suave (esponjoso-fibroso), jugoso, de color gris o café grisáceo, de 10-30 centímetros de diámetro y endurecido por la presencia de cicatrices grandes y prominentes (OIRSA 2002).

Su sistema radicular es muy superficial, de forma engrosada y de color blancuzco en su interior. En suelos profundos y sueltos crece hacia abajo casi verticalmente hasta 60 centímetros; produce unas 25 raíces secundarias de 2.5-5 centímetros de grueso. Las terciarias tienen poca duración y se extienden hasta 100 centímetros del tronco (OIRSA 2002). Las hojas son alternas, aglomeradas en la parte distal del tallo, pecíolo largo, conspicuas, lisas, más o menos profundamente palmeadas con venas medianamente robustas; la base es cordada con lóbulos sobrepuestos; de 7-11 lóbulos grandes (OIRSA 2002). Esta especie es considerada polígama y presenta plantas con flores femeninas, masculinas y hermafroditas. Tiene la particularidad de producir durante todo el año. La cosecha es en forma escalonada, debido a que el fruto se desarrolla de abajo hacia arriba, y en esa misma secuencia se presenta la maduración (OIRSA 2002). La fruta producida por flor femenina es esférica, lisa, oblonga u ovoidal, de gran tamaño, con muchas semillas y en la base presenta una cicatriz en forma de pentágono (OIRSA 2003).

En la flor masculina o estaminada no produce frutos. Este caso es más frecuente en papaya criolla que incluye individuos con los tres sexos (OIRSA 2002, Zepeda 2006).

De forma general los frutos producidos por plantas hermafroditas son elipsoides o alargados, con surcos en la superficie y con una cicatriz redondeada en la base. Son más pequeños con más pulpa y menos semilla (OIRSA 2003).

La planta puede producir unos 100 frutos por año (OIRSA 2003) El fruto es una baya (fruto con pericarpo succulento) de tamaño, peso y forma diferente, dependiendo del cultivar o selección, mide de 10 a 60 centímetros de largo y llega a pesar varios kilos (Flores-Vindas 1999, OIRSA 2002). Las semillas son esféricas, pequeñas y negras. Miden entre 4 y 5 milímetros de diámetro y están cubiertas por una capa mucilaginosa llamada sarcotesta o cubierta. Un fruto bien polinizado llega a producir de 300 a 700 semillas. (Grupo Océano 1999, OIRSA 2002).

En las zonas subtropicales se han obtenido, por medio de cruces entre variedades y control de las polinizaciones, verdaderos cultivares, como el Solo, en Hawai; El Betty, en Florida; el Hortus Gold, en África del Sur; el Maradol en Cuba, y otros. En el Solo hawaiano se ha observado que la autopolinización durante muchas generaciones no implica pérdida de vigor. (Grupo Océano, OIRSA 2002).

**Cuadro 7. Cultivares e híbridos de papaya y países que los cultivan.**

País	Cultivar
Brasil	Amazon red, Sunrise solo, Red lady # 786, Golden
Belice	Tipo solo, Maradol, Tainung
Cuba	Maradol
Hawai (EUA)	Kapoho, Sunrise, Sunset, Waimanalo, Matsumoto, Puna, Strawberry S – X, Tropical dream
Florida (EUA)	Cariflora, FL – 775, Red lady
Costa Rica	Costa Rica red, Solo
México	Maradol, Solo
Guatemala	Maradol, Tainung
Jamaica	El Salvador, tipos Solo
Malasia	Tipos Solo
Filipinas	Honey gold, tipos Solo, Carite special
Taiwán	Tainung, Cariflora, Red lady # 786
India	Co – 1, Co – 2, Pusa dwarf, Honey dew, Coorg honey dew
Sur África	Sunsire Solo, Papito

Fuente: Horticultural products newsletter papayas, 1989 (modificado).

El ciclo de la papaya (*C. papaya*) puede dividirse en 6 etapas: A) Crecimiento y desarrollo (8 meses), B) Producción de los primeros botones florales (entre los 5 y 8 meses después de germinado), C) Primeras cosechas (8 y 10 meses), D) Estabilización de la cosecha (12 meses); E) Adulto productivo (12 a 24 meses); F) Período de cosecha (Todo el año).

### 2.2.3 Enfermedades

Las enfermedades constituyen la principal limitante en la producción de papaya (*C. papaya*). Por ejemplo, un ataque de virus puede lograr que el ciclo de una plantación se reduzca a un año cuando potencialmente puede llegar hasta tres, además de inhabilitar el área para cultivarla nuevamente con papaya (*C. papaya*) (Pernezny y Linz s.f).

La planta puede ser atacada tanto por bacterias, hongos, virus, viroides, fitoplasmas como por plagas de artrópodos (insectos y ácaros), moluscos, nemátodos e inclusive algas. También son de importancia ciertas deficiencias y problemas fisiológicos (Nishijima 1999). Se reportan 148 especies de hongos y oomicetos que ocasionan alrededor de 50 síntomas de enfermedades diferentes, 8 enfermedades por bacterias, 3 por fitoplasmas, 8 por virus (Farr et al 1989, Nishijima 1999, Crop Knowledge Master 2005, CABI 2006) .En cuanto a plagas se tienen reportados 80 géneros de artrópodos, 6 géneros de nemátodos, 1 género de moluscos y 1 género de algas. (Nishijima 1999, CABI 2006)

### 2.2.4 Enfermedades ocasionadas por hongos y oomicetos

Nishijima (1999) reporta las siguientes enfermedades ocasionadas por hongos y oomicetos en papaya:

- **Mancha del fruto por *Alternaria*:** *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl.
- **Mancha angular de la hoja:** *Leveillula taurica* (Lév.) G. Arnaud
- **Antracnosis:** *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Penz.
- **Mancha negra:** *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., *Cercospora papayae* Hansf. *Phomopsis caricae-papayae* Petr. & Cif.
- **Mancha de las flores:** *Choanephora cucurbitarum* (Berk. & Ravenel) Thaxt.
- **Mancha café:** *Corynespora cassicola* (Berk. & M. A. Curtis) C. T. Wei (= *Cercospora melonis* Cooke; = *C. vignicola* E. Kawamura; = *Helminthosporium cassicola* Berk. & M.

- A. Curtis; =*H. vignae* Olive in Olive, Bain, & Lefebvre); = *H. vignicola* (E. Kawamura) Olive
- **Mancha chocolate:** *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. Penz.
  - **Pudrición del cuello:** *Cylindrocladium crotalariae* (C. A. Loos) D. K. Bell & Sobers (teleomorfo: *Calonectria crotalariae* (C. A. Loos) D. K. Bell & Sobers)
  - **Damping off:** *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. In Penz.; *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler; *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitic* (Dastur) G. M. Waterhouse (= *Phytophthora parasitica* Dastur); *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. *Pythium debaryanum* Auct. non R. Hesse; *Pythium ultimum* Trow; *Pythium* sp.; *Rhizoctonia solani* Kühn (teleomorfo: *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk)
  - **Pudrición seca:** *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punithalingam (= *Ascochyta carica* Pat. y *A. caricae-papayae* Tarr) (teleomorfo: *Mycosphaerella caricae* Syd. & P. Syd.)
  - **Pudrición de la base del tallo:** *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.; *Pythium ultimum* Trow
  - **Pudrición del fruto:** *Monilia* sp.
  - **Mancha del fruto:** *Cercospora mamaonis* Viégas & Chupp
  - **Pudrición del fruto por *Fusarium*:** *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. *Fusarium* spp.
  - **Mancha por *Guignardia*:** *Guignardia* sp.
  - **Mancha grasosa:** *Corynespora cassiicola*. (Berk. & M. A. Curtis) C. T. Wei (= *Cercospora melonis* Cooke; = *C. vignicola* E. Kawamura; = *Helminthosporium cassiicola* Berk. & M. A. Curtis; = *H. vignae* Olive in Olive, Bain, & Lefebvre); = *H. vignicola* (E. Kawamura) Olive.
  - **Pudrición interna:** *Cladosporium* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp.
  - **Pudrición de la fruta por *Lasiodiplodia*:** *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (= *Botryodiplodia theobromae* Pat.; = *B. gossypii* Ellis. & Barth.; = *Diplodia theobromae* (Pat.) W. Nowell; = *D. gossypina* Cooke; = *D. natalensis* Pole-Evans; = *Lasiodiplodia triflorae* Higgins)
  - **Manchas de la hoja:** *Alternaria* sp.; *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl. *Cercospora mamaonis* Viégas & Chupp; *Cercospora papayae* Hansf.; *Choanephora cucurbitarum* (Berk. & Ravenel) Thaxt.; *Curvularia carica-papayae* Srivastava and Bilgrami;

*Gloeosporium* sp.; *Phoma caricae-papayae* (Tarr) Punithalingam (teleomorfo : *Mycosphaerella caricae* Syd. & P. Syd.); *Phyllosticta* sp.

- **Pudrición del peciolo:** *Didymella* sp.
- **Destrucción por *Phytophthora*:** *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler; *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasítica* (Dastur) G. M. Waterhouse (= *Phytophthora parasítica* Dastur)
- **Mildiús polvorientos:** *Erysiphe cichoracearum* De Candolle; *Erysiphe* sp.; *Oidium caricae* F. Noack ; *O. indica* Kamat; *Ovulariopsis papayae* van der Bilz ; *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Poll.; *S. humuli* (D.C.) Burr.
- **Pudrición del fruto por *Phytophthora*:** *Phytophthora capsici* Leonian; *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasítica* (Dastur) G. M. Waterhouse (= *Phytophthora parasítica* Dastur); *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler;
- **Pudrición tenue por *Rhizopus*:** *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr.) Vuill. (= *R. nigricans* Ehrenb.)
- **Pudrición de raíz:** *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler; *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.; *Pythium ultimum* Trow; *Pythium* spp.; *Rhizoctonia solani* Kühn (teleomorfo: *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk)
- **Destrucción por *Sclerotium*:** *Sclerotium rolfsii* Sacc. (teleomorfo: *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu & Kimbrough).
- **Muerte de semilla:** *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Penz.
- **Pudrición en brotes del tallo:** *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl.; *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. In Penz.; *Fusarium* sp.; *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl (= *Botryodiplodia theobromae* Pat. = *B. gossypii* Ellis. & Barth.; = *Diplodia theobromae* (Pat.) W. Nowell; = *D. gossypina* Cooke; = *D. natalensis* Pole-Evans; = *Lasiodiplodia triflorae* Higgins); *Phoma caricae papayae* (Tarr) Punithalingam (= *Ascochyta carica* Pat. y *A. caricae-papayae* Tarr) (teleomorfo: *Mycosphaerella caricae* Syd. & P. Syd.); *Phomopsis* sp.; *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr.) Vuill. (= *R. nigricans* Ehrenb.)
- **Pudrición del fruto por *Stemphylium*:** *Stemphylium lycopersici* (Enjoji) W. Yamamoto (= *Thyrospora lycopersici* Enjoji; = *S. floridanum* Hannon & G. F. Weber)



- **Pudrición del tallo:** *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (teleomorfo: *Nectria haematococca* Berk. & Broome); *Fusarium* sp.; *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler ; *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.; *Pythium ultimum* Trow
- **Pudrición por *Phyllosticta*:** *Phyllosticta caricae-papayae* Allesch.
- **Marchitez por *Verticillium*:** *Verticillium dahliae* Kleb.
- **Pudrición acuosa del fruto:** *Phomopsis* sp.

El Crop Protection Compendium (2006) reporta para el cultivo de papaya las siguientes enfermedades ocasionadas por hongos y oomicetos:

*Alternaria alternata* (mancha foliar), *Alternaria zinniae* (mancha foliar), *Aspergillus niger* (pudrición del cuello), *Asperisporium caricae* (mancha negra), *Chalara elegans* (pudrición negra de la raíz), *Choanephora cucurbitarum* (pudrición del fruto), *Cladosporium cucumerinum*, *Cladosporium oxysporum* (pudrición de las semillas), *Cochliobolus lunatus*, *Colletotrichum capsici* (mancha foliar), *Colletotrichum dematium* (mancha foliar), *Colletotricum papayae*, *Corynespora cassicola* (mancha foliar), *Corticium rolfsii* (pudrición), *Drechslera biseptata*, *Fusarium oxysporum* (pudrición basal), *Giberella intricans* (damping-off), *Glomerella cingulata* (antracnosis), *Lasiodiplodia theobromae*, *Leveillula taurica* (mildew polvoriento, cenicilla), *Monilinia fructicola* (pudrición café), *Mycosphaerella tassiana* (pudrición), *Myrothecium roridum*, *Nectria haematococca* (pudrición húmeda), *Oidium caricae-papayae* (mildew polvoriento, cenicilla), *Ovulariopsis papayae* (mildew polvoriento, cenicilla), *Penicillium digitatum* (moho verde), *Phoma caricae-papayae* (mancha foliar), *Phomopsis caricae-papayae* (pudrición del tallo), *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora palmivora* (pudrición del fruto), *Podosphaera xanthii* (mildew polvoriento, cenicilla), *Pythium aphanidermatum* (damping-off), *Pythium debaryanum* (damping-off), *Pythium myriotylum* (pudrición café), *Pythium vexans* (damping-off), *Rhizopus arrhizus* (pudrición), *Rhizopus stolonifer*, *Stemphylium lycopersici* (mancha foliar gris).

Tomando como referencia cinco fuentes diferentes se elaboró el siguiente cuadro con las especies de hongos y oomicetes fitopatógenos reportados para la papaya (*C. papaya*). El cuadro refiere un total de 148 géneros de hongos y oomicetos que ocasionan unos 50 síntomas diferentes.

**Cuadro 8. Enfermedades ocasionadas por hongos y oomicetos en papaya (C. papaya)**

No	Patógeno	Reportado por					No	Patógeno	Reportado por				
		A	B	C	D	E			A	B	C	D	E
1	<i>Alternaria alternata</i>						75	<i>Helminthosporium vignae</i>					
2	<i>Alternaria caricae</i>						76	<i>Helminthosporium vignicola</i>					
3	<i>Alternaria sp.</i>						77	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>					
4	<i>Alternaria tenuis</i>						78	<i>Lasiodiplodia triflorae</i>					
5	<i>Alternaria zinniae</i>						79	<i>Leveillula taurica</i>					
6	<i>Amerosporium caricae</i>						80	<i>Macrophomina phaseolina</i>					
7	<i>Ascochyta carica</i>						81	<i>Monilia sp.</i>					
8	<i>Ascochyta caricae</i>						82	<i>Monilinia fruticola</i>					
9	<i>Ascochyta caricae-papayae</i>						83	<i>Mycena citricola</i>					
10	<i>Asperisporium caricae</i>						84	<i>Mycosphaerella caricae</i>					
11	<i>Aspergillus niger</i>						85	<i>Mycosphaerella sp.</i>					
12	<i>Asterina caricarum</i>						86	<i>Mycosphaerella tassiana</i>					
13	<i>Asterinella papayae</i>						87	<i>Myrothecium roridum</i>					
14	<i>Asterostomella caricae</i>						88	<i>Nectria haematococca</i>					
15	<i>Athelia rolfsii</i>						89	<i>Oidium caricae</i>					
16	<i>Botryodiplodia gossypii</i>						90	<i>Oidium caricae-papayae</i>					
17	<i>Botryodiplodia theobromae</i>						91	<i>Oidium erysiphoides</i>					
18	<i>Calonectria crotalariae</i>						92	<i>Oidium indicum</i>					
19	<i>Calonectria sp.</i>						93	<i>Ovulariopsis papayae</i>					
20	<i>Cercospora caricae</i>						94	<i>Ozonium omnivorum</i>					
21	<i>Cercospora mamaonis</i>						95	<i>Penicillium digitatum</i>					
22	<i>Cercospora melonis</i>						96	<i>Penicillium sp.</i>					
23	<i>Cercospora papayae</i>						97	<i>Phoma caricae-papayae</i>					
24	<i>Cercospora sp.</i>						98	<i>Phoma carisis</i>					
25	<i>Cercospora vignicola</i>						99	<i>Phoma sp.</i>					
26	<i>Chaetothyria tenuisima</i>						100	<i>Phomopsis caricae-papayae</i>					
27	<i>Chalara elegans</i>						101	<i>Phomopsis papayae</i>					
28	<i>Choanephora americana</i>						102	<i>Phomopsis sp.</i>					
29	<i>Choanephora cucurbitarum</i>						103	<i>Phyllosticta caricae-papayae</i>					
30	<i>Cladosporium sp.</i>						104	<i>Phyllosticta papaicola</i>					
31	<i>Cladosporium cucumerinum</i>						105	<i>Phyllosticta sp.</i>					
32	<i>Cladosporium herbarum</i>						106	<i>Phyllostictina sp.</i>					
33	<i>Cladosporium oxysporum</i>						107	<i>Phymatotrichopsis omnivora</i>					
34	<i>Cladosporium papayae</i>						108	<i>Phytophthora capsici</i>					
35	<i>Cochliobolus lunatus</i>						109	<i>Phytophthora infestans</i>					
36	<i>Colletotrichum capsici</i>						110	<i>Phytophthora fabei</i>					
37	<i>Colletotrichum dematium</i>						111	<i>Phytophthora nicotianae</i>					
38	<i>Colletotrichum falcatum</i>						112	<i>P. nicotianae var. parasitica</i>					
39	<i>C. gloeosporioides</i>						113	<i>Phytophthora palmivora</i>					
40	<i>Colletotrichum cingulata</i>						114	<i>Phytophthora parasitica</i>					
41	<i>Colletotrichum papayae</i>						115	<i>Pleospora sp.</i>					
42	<i>Colletotrichum sp.</i>						116	<i>Podosphaera xanthii</i>					
43	<i>Corticium rolfsii</i>						117	<i>Poria vincta</i>					

## ...Continuación cuadro 8.

No.	Patógeno	Reportado por					No.	Patógeno	Reportado por				
		A	B	C	D	E			A	B	C	D	E
44	<i>Corynespora cassicola</i>						118	<i>Pucciniopsis caricae</i>					
45	<i>Curvularia carica-papayae</i>						119	<i>Pythium aphanidermatum</i>					
46	<i>Cylindrocladium crotalariae</i>						120	<i>Pythium chamaeohyphon</i>					
47	<i>Drechslera biseptata</i>						121	<i>Pythium debaryanum</i>					
48	<i>Didymella caricae</i>						122	<i>Pythium myriotylum</i>					
49	<i>Didymella</i> sp.						123	<i>Pythium</i> sp.					
50	<i>Dimerium guarapiense</i>						124	<i>Pythium ultimum</i>					
51	<i>Diplodia cacaoicola</i>						125	<i>Pythium vexans</i>					
52	<i>Diplodia caricae</i>						126	<i>Rhinotrichum gossypinum</i>					
53	<i>Diplodia gossypina</i>						127	<i>Rhizoctonia solani</i>					
54	<i>Diplodia nafalensis</i>						128	<i>Rhizoctonia</i> sp.					
55	<i>Diplodia</i> sp.						129	<i>Rhizopus arrhizus</i>					
56	<i>Diplodia theobromae</i>						130	<i>Rhizopus stolonifer</i>					
57	<i>Epicoccum caricae</i>						131	<i>Rhizopus nigricans</i>					
58	<i>Erysiphe cichoracearum</i>						132	<i>Septoria</i> sp.					
59	<i>Erysiphe</i> sp.						133	<i>Sclerotium rolfsii</i>					
60	<i>Fusarium diversisporum</i>						134	<i>Sphaeloma papayae</i>					
61	<i>Fusarium heveae</i>						135	<i>Sphaerostilbe repens</i>					
62	<i>Fusarium oxysporum</i>						136	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>					
63	<i>Fusarium sambucinum</i>						137	<i>Sphaerotheca humuli</i>					
64	<i>Fusarium solani</i>						138	<i>Sphaerotheca</i> sp.					
65	<i>Fusarium</i> spp.						139	<i>Stemphylium floridanum</i>					
66	<i>Fusarium striatum</i>						140	<i>Stemphylium lycopersici</i>					
67	<i>Fusicladium caricae</i>						141	<i>Stemphylium</i> sp.					
68	<i>Gibberella intricans</i>						142	<i>Thanatephorus cucumeris</i>					
69	<i>Gloesporium papayae</i>						143	<i>Thyrospora lycopersici</i>					
70	<i>Gloesporium</i> sp.						144	<i>Trichomerium didymopanax</i>					
71	<i>Glomerella cingulata</i>						145	<i>Vermicularia</i> sp.					
72	<i>Guignardia</i> sp.						146	<i>Verticillium dahliae</i>					
73	<i>Helminthosporium cassicola</i>						147	<i>Verticillium</i> sp.					
74	<i>Helminthosporium</i> sp.						148	<i>Zygosporium oscheoides</i>					

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. con base a:

- A Nishijima, W.T. 1999. Common names of plant diseases: Diseases of papaya (*Carica papaya*). Disponible en: <http://www.apsnet.org/online/common/names/papaya.asp>
- B Farr, D.; Bills, G; Chamurrs, G & Rossman, A. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. The American Phytopathological Society (APS) Press. Minnesota, USA. 1252 pp.
- C CAB International (CABI). Crop Protection Compendium (CPC). [CD-ROM]. United Kingdom. 2006 Edition.
- D United States Department of Agriculture (USDA). Agricultural Research service (ARS). Systematic mycology and Microbiology. Fungal Database. Disponible en: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/index.cfm>
- E Crop Knowledge Master. 2005. Papaya: General Crop Information; Insects, Other Pests and Plant Disease Pathogens. Hawaii. USA. Disponible en <http://www.extento.hawaii.edu/Kbase/crop/crops/papaya.htm#Plant%20Disease%20Pathogens>.

## Taxonomía

En el siguiente cuadro se presenta la taxonomía de los hongos y oomicetos que ocasionan enfermedades en papaya (*C. papaya*).

**Cuadro 9. Taxonomía de los hongos y oomicetos fitopatógenos para la papaya (*C. papaya*).**

	Patógeno	Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Fuente
1	<i>Alternaria alternata</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
2	<i>Alternaria caricae</i>						
3	<i>Alternaria sp.</i>						
4	<i>Alternaria tenuis</i>						
5	<i>Alternaria zinniae</i>						
6	<i>Amerosporium caricae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
7	<i>Ascochyta carica</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Diaporthales	Valsaceae	A
8	<i>Ascochyta caricae-papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales		E
9	<i>Ascochyta caricae</i>						
10	<i>Aspergillus niger</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
11	<i>Asperisporium caricae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
12	<i>Asterina caricarum</i>	Fungi	Ascomycota	No aplica	Dothideales	Asterinaceae	C
		Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	No aplica	Asterinaceae	D
13	<i>Asterostomella caricae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
14	<i>Asterinella papayae</i>	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Microthryales	Mycrothryaceae	D
15	<i>Athelia rolfsii</i>	Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Atheliales	Atheliaceae	D
16	<i>Botryodiplodia gossypii</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
17	<i>Botryodiplodia theobromae</i>						
18	<i>Calonectria crotalariae</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	A, B
19	<i>Calonectria sp.</i>						
20	<i>Cercospora mamaonis</i>	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Dematiaceae	B y E
21	<i>Cercospora melonis</i>						
22	<i>Cercospora papayae</i>						
23	<i>Cercospora sp.</i>						
24	<i>Cercospora vignicola</i>						
25	<i>Chaetothyria tennuisima</i>	Fungi	Ascomycota	No aplica	Dothideales	Micropeltidaceae	C
26	<i>Chalara elegans</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
27	<i>Choanephora americana</i>	Fungi	Zygomycota	Zygomycetes	Mucorales	Choanephoraceae	A, B
28	<i>Choanephora cucurbitarum</i>						
29	<i>Cladosporium cucumerinum</i>	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Dematiaceae	B
30	<i>Cladosporium herbarum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
31	<i>Cladosporium oxysporum</i>						
32	<i>Cladosporium papayae</i>						
33	<i>Cladosporium sp</i>						
34	<i>Cochliobolus lunatus</i>	Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Pleosporales	Pleosporaceae	D

## ...Continuación cuadro 9.

	Patógeno	Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Fuente
35	<i>Colletotrichum capsici</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica Coelomycetes	Melanconiales Melanconiales	Melanconiaceae Melanconiaceae	E B
36	<i>Colletotrichum cingulata</i>						
37	<i>Colletotrichum dematium</i>						
38	<i>Colletotrichum falcatum</i>						
39	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>						
40	<i>Colletotrichum papayae</i>						
41	<i>Colletotrichum sp.</i>						
42	<i>Corticium rolfsii</i>	Fungi	Basidiomycota	Basidiomycetes	Polyporales	Corticaceae	A, B
43	<i>Corynespora cassicola</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
44	<i>Curvularia carica-papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
45	<i>Cylindrocladium crotalariae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
46	<i>Didymella caricae</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Pleosporales	Dothideomycetidae	A
47	<i>Didymella sp.</i>						
48	<i>Dimerium guarapiense</i>	Fungi	Ascomycota	No aplica	Dothideales	Asterinaceae	C
49	<i>Diplodia cacaicola</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
50	<i>Diplodia caricae</i>						
51	<i>Diplodia gossypina</i>						
52	<i>Diplodia natalensis</i>						
53	<i>Diplodia sp.</i>						
54	<i>Diplodia theobromae</i>						
55	<i>Drechslera biseptata</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
56	<i>Epicoccum caricae</i>	Fungi	Anamórfico		Moniliales	Dematiaceae	E
57	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	A
58	<i>Erysiphe sp.</i>						
59	<i>Fusarium diversisporum</i>						
60	<i>Fusarium heveae</i>						
61	<i>Fusarium oxysporum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Tuberculariaceae	E
62	<i>Fusarium sambucinum</i>						
63	<i>Fusarium solani</i>	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Tuberculariaceae	B
64	<i>Fusarium spp.</i>						
65	<i>Fusarium striatum</i>						
66	<i>Fusicladium caricae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
67	<i>Gibberella intricans</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	A, B
68	<i>Gloesporium papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Melanconiales	Melanconiaceae	E
69	<i>Gloesporium sp</i>	Fungi	Anamórfico	Coelomycetes	Melanconiales	Melanconiaceae	B
70	<i>Glomerella cingulata</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Ascomicetales	Glomerellaceae	A, B
71	<i>Guignardia sp.</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Dothideales	Botriosphaeriaceae	A, B
72	<i>Helminthosporium cassicola</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
73	<i>Helminthosporium sp.</i>						
74	<i>Helminthosporium vignae</i>						
75	<i>Helminthosporium vignicola</i>						
76	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Fungi	Anamórfico	Coelomycetes	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	A,E
77	<i>Lasiodiplodia triflorae</i>						

## Continuación cuadro 9.

	Patógeno	Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Fuente
78	<i>Leveillula taurica</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	A, B
79	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
80	<i>Monilia</i> sp.	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Moniliaceae	B
81	<i>Monilinia fructicola</i>	Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	Sclerotiniaceae	D
82	<i>Mycena citricola</i>	Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Tricholomataceae	D
83	<i>Mycosphaerella caricae</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Mycosphaerellales	Mycosphaerellaceae	A, B
84	<i>Mycosphaerella</i> sp.						
85	<i>Mycosphaerella tassiana</i>						
86	<i>Myrothecium roridum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Tuberculariaceae	E
87	<i>Nectria haematococca</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	A, B
88	<i>Oidium caricae</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	A
89	<i>Oidium caricae-papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
90	<i>Oidium erysiphoides</i>	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Moniliaceae	B
91	<i>Oidium indicum</i>						
92	<i>Ovulariopsis papayae</i>	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Moniliaceae	B
93	<i>Ozonium omnivorum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
94	<i>Penicillium digitatum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
95	<i>Penicillium</i> sp						
96	<i>Phoma caricae-papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
97	<i>Phoma carisis</i>						
98	<i>Phoma</i> sp.						
99	<i>Phomopsis caricae-papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
100	<i>Phomopsis papayae</i>						
101	<i>Phomopsis</i> sp.						
102	<i>Phyllosticta caricae-papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
103	<i>Phyllosticta papaicola</i>	Fungi	Anamórfico	Coelomycetes	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	B
104	<i>Phyllosticta</i> sp.						
105	<i>Phyllostictina</i> sp.						
106	<i>Phymatotrichopsis omnivora</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
107	<i>Phytophthora capsici</i>	Chromista	Oomycota	Oomycetes	Phytiales	Pythiaceae	B
108	<i>Phytophthora fabei</i>						
109	<i>Phytophthora infestans</i>						
110	<i>Phytophthora nicotianae</i>						
111	<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>parasitica</i>						
112	<i>Phytophthora palmivora</i>						
113	<i>Phytophthora parasitica</i>						
114	<i>Pleospora</i> sp.	Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Pleosporales	Pleosporaceae	D
115	<i>Podosphaera xanthii</i>	Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	D
116	<i>Poria vincta</i>	Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Polyporales	Polyporaceae	D
117	<i>Pucciniopsis caricae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Tuberculariaceae	E

## Continuación cuadro 9

	Patógeno	Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Fuente
118	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Chromista	Oomycota	Oomycetes	Saprolegniales	Pythiaceae	B
119	<i>Pythium chamaeohyphon</i>						
120	<i>Pythium debaryanum</i>						
121	<i>Pythium myriotylum</i>						
122	<i>Pythium</i> sp.						
123	<i>Pythium ultimum</i>						
124	<i>Pythium vexans</i>						
125	<i>Rhizotrichum gossypinum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
126	<i>Rhizoctonia solani</i>	Fungi	Anamórfico	Aganomycetes	Aganomycetales	Aganomycetaceae	B
127	<i>Rhizoctonia solani</i>						
128	<i>Rhizoctonia</i> sp.						
129	<i>Rhizopus arrhizus</i>	Fungi	Zygomycota	Zygomycetes	Mucorales	Mucoraceae	A
130	<i>Rhizopus nigricans</i>						
131	<i>Rhizopus stolonifer</i>						
132	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Fungi	Basidiomycota	Basidiomycetes	Polyporales	Coriticiaceae	A
133	<i>Septoria</i> sp.	Fungi	Anamórfico	No aplica	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	E
134	<i>Sphaceloma papayae</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Melanconiales	Melanconiaceae	E
135	<i>Sphaerostilbe repens</i>	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	D
136	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	A
137	<i>Sphaerotheca humuli</i>						
138	<i>Sphaerotheca</i> sp.						
139	<i>Stemphylium floridanum</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E
140	<i>Stemphylium lycopersici</i>						
141	<i>Stemphylium</i> sp.						
142	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Fungi	Basidiomycota	Basidiomycetes	Ceratobasidiales	Ceratobasidiaceae	A
143	<i>Thyrospora lycopersici</i>	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Dothideales	Pleosporaceae	C, D
144	<i>Trichomerium didymopanicis</i>	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Capnodiales	Capnodiaceae	D
145	<i>Vermicularia</i> sp.	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Tuberculariaceae	E
146	<i>Verticillium dahliae</i>	Fungi	Anamórfico	Hiphomycetes	Moniliales	Moniliaceae	B
147	<i>Verticillium</i> sp.	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Moniliaceae	E
148	<i>Zygosporium oscheoides</i>	Fungi	Anamórfico	No aplica	Moniliales	Dematiaceae	E

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. con base a:

- A CAB International (CABI). Crop Protection Compendium (CPC). [CD-ROM]. United Kingdom. 2006 Edition.
- B Dictionary of the Fungi
- C Cybernome. Nomenclador para hongos y sus organismos asociados. Disponible en: <http://www.cybertruffle.org.uk/cybernome/esp/index.htm>
- D Internacional Mycological Association. Mycobank: Fungal Database-Numenclature and species Bank-Oline Taxonomic Novelties Submission. Disponible en: <http://www.mycobank.org/MycoTaxo.aspx?>
- E Sistema de Saccardo utilizado en 6. Barnett, H.L.; Hunter, B.B. 1998. Illustrated genera of Imperfect Fungi. The American Phytopathological Society (APS) Press. Minnesota, USA. 218 pp.

## Descripción de las enfermedades ocasionadas por hongos

A continuación se describen las enfermedades más frecuentes en base a los reportes de varios autores como: Nishijima (1999), el Crop Protection Compendium (2006); el Crop Knowledge Master (2005), Farr et al (1989), Liberato et al (2007), Albornett y Sanabria (1994); Corado (1999); Daborío et al (s.f); entre otros.

### **Manchas y pudriciones por *Alternaria***

Se reportan en papaya *A. alternata*, *A. caricae*, *A. tenuis*, *A. zinniae* (Farr et al. 1989, Nishijima 1999, Crop Knowledge Master 2005, CABI 2006). *Mycosphaerella sp.* y *Sphaerulina sp.* son los ascomicetos asociados con este hongo (Hanlin 1990), sin embargo para papaya solo está reportado el primero.

*A. alternata* ocasiona mancha del fruto; manchas foliares; pudrición en brotes del tallo. (Nishijima 1999, Knowledge Master 2005). Las manchas en el fruto se caracterizan por ser de forma oval a circular pudiendo formar depresiones en la superficie. Las lesiones eventualmente pueden volverse de color negro debido a la esporulación del patógeno, sin embargo éstas se restringen a la superficie y no penetran el mesocarpo. En algunos casos las lesiones pueden coalescer y expandirse, logrando cubrir toda la superficie del fruto. *A. alternata* también es un hongo saprófito (Crop Knowledge Master 2005).

### **Mancha negra por *Asperisporium***

Se reporta *A. caricae* ocasionando la mancha (viruela) negra en hojas y frutos. Estas manchas son irregulares de color café oscuro a negro de aproximadamente 15 a 50 mm de diámetro, observándose principalmente en el haz de hojas seniles. En el envés puede ocasionar leves depresiones en la superficie. Los síntomas también pueden observarse en la superficie de frutos aunque el daño no es tan severo como a nivel foliar. En el fruto el hongo no penetra el mesocarpo afectando principalmente su presentación (Crop Knowledge Master 2005).

El hongo puede atacar junto a otros hongos, como las cenicillas, o también artrópodos, como los ácaros, ocasionando que el envés de la hoja afectada se doble hacia arriba produciéndose además un desecamiento de las mismas.



### **Pudriciones por *Botryodiplodia (Lasiodiplodia)***

Se reportan *B. gossypii*, *B. theobromae* (Nishijima 1999). Sinonimia: *Lasiodiplodia theobromae* = *Botryodiplodia theobromae* = *B. gossypii* = *Diplodia theobromae* = *D. gossypina* Cooke; = *D. natalensis* Pole-Evans; = *Lasiodiplodia triflorae* Higgins (Nishijima 1999, Crop Knowledge Master 2005). Se le asocia con el teleomorfo *Botryosphaeria* sp. (Hanlin 1990) aunque no aparece reportado para papaya.

*B. theobromae* ocasiona pudrición negra en la base del fruto y pudrición en brotes del tallo. En el fruto se observa al inicio una lesión necrótica en la zona peduncular y al avanzar la infección van apareciendo numerosos picnidios en la zona afectada (Albornett y Sanabria 1994).

El Crop Knowledge Master (2005) reporta esta enfermedad como *Lasiodiplodia theobromae*, el cual ocasiona pudriciones en el fruto y en el tallo. Aunque se le describe como una enfermedad postcosecha, las infecciones suelen ocurrir en el campo. Sus síntomas en fruto suelen confundirse con la pudrición seca por *Mycosphaerella* pero la pudrición por *L. theobromae* se distingue por tener ésta un margen más extenso, ancho y traslúcido. Desarrolla un micelio gris sobre el área infectada que luego se vuelve de color negro debido a la masa de picnidios que forma.

### **Pudrición del cuello por *Calonectria***

Se reporta *Calonectria crotolariae* (Farr et al. 1989, Nishijima 1999, Crop Knowledge Master 2005). Su anamorfo *Cylindrocladium crotolariae*, también aparece reportado para esta enfermedad (Nishijima 1999).

Los síntomas más comunes de la enfermedad son clorosis, cese del crecimiento de la raíz, pudrición del cuello y por último, muerte de la planta. La enfermedad inicia en la parte del tallo cercana al suelo (cuello de la plata), posteriormente avanza hasta afectar, además del cuello, todo el sistema radicular. Se observa además la formación de peritecios de color rojo a naranja en el área del cuello. Las hojas comienzan a sufrir clorosis, los peciolos se doblan y finalmente la planta muere. La enfermedad aparece durante o después de lluvias prolongadas cuando no existe un buen drenaje (Crop Knowledge Master 2005).

El hongo produce numerosas conidias, ascosporas y microesclerocios. Las conidias y las ascosporas expanden la enfermedad a largas distancias mientras que los microesclerocios

son las estructuras de supervivencia del hongo. El hongo puede sobrevivir por más de 3 años en ausencia de un hospedero (Crop Knowledge Master 2005).

### **Enfermedades por *Cercospora***

Se reportan las especies: *C. papayae*, *C. melonis*, *C. vignicola*, *C. mamaonis*. Sinónimos: *C. melonis*= *Corynespora cassicola* = *Cercospora vignicola* = *Helminthosporium cassicola* = *H. vignae* = *H. vignicola*. Teleomorfos (Hanlin 1990): *Mycosphaerella* y *Sphaerulina*, de los cuales solo *Mycosphaerella caricae* (Farr et al. 1989, Crop Knowledge Master 2005) y *M. tassiana* (CABI 2006) está reportada en papaya ocasionando pudrición seca del fruto. (Nishijima 1999).

*Cercospora papayae* ocasiona la mancha negra en hoja y frutos; *C. melonis* = *Corynespora cassicola* = *Cercospora vignicola* = *Helminthosporium cassicola* = *H. vignae* = *H. vignicola*, la mancha café y mancha grasosa en hojas; *C. mamaonis*, manchas foliares (Nishijima 1999).

*Cercospora papayae* es considerada una de las enfermedades foliares más importantes de la papaya y tiene una mayor incidencia durante períodos cálidos y húmedos. La enfermedad se presenta inicialmente con el comienzo de las lluvias y se acentúa con la intensidad de la misma. Los síntomas iniciales son manchas de forma circular de 3 a 8 mm de diámetro en las hojas. Las manchas son de color blanco grisáceo en el haz de las hojas y negruzco en el envés y al unirse las lesiones secan la hoja completamente (Zepeda 2006).

*C. papayae* también ocasiona manchas en el fruto, las cuales comienzan como pequeños puntos de color negro que luego se van alargando hasta alcanzar 3 mm de diámetro. Estas manchas son superficiales aunque pueden ocasionar levantamientos de la epidermis favoreciendo la formación de lesiones corchosas aunque no se reporta que desarrolle pudriciones. Cuando el fruto no ha madurado las manchas son de color oscuro sin embargo comienzan a ser más visibles cuando la epidermis cambia a color amarillo. El inóculo primario se encuentra en las hojas atacadas previamente por el hongo. *C. melonis* también ocasiona manchas foliares. Las manchas de *C. melonis* están relacionadas también con *Cercospora vignicola*, *Helminthosporium cassicola*, *H. vignae*, *H. vignicola* y *Corynespora cassicola*. (Nishijima 1999).

### **Enfermedades ocasionadas por *Corynespora***

Aparece reportada *Corynespora casiicola* (Nishijima 1999, CABI 2006). Sinonimia: *Corynespora cassicola* = *Cercospora melonis* = *Cercospora vignicola* = *Helminthosporium cassicola* = *H. vignae* = *H. vignicola*.

*C. casiicola* afecta diferentes partes de la planta principalmente el tallo, fruto, peciolo y hojas (Crop Knowledge Master 2005). En las hojas las lesiones presentan una coloración amarillo pálido, son circulares o irregulares, de 1-2 mm de diámetro, con un centro necrótico. Algunas de éstas pueden llegar a tener hasta 10 mm de diámetro. En el haz de las hojas afectadas se observa lesiones de color gris a blanquecino, levemente hundidas, con un delgado margen rodeado de un halo amarillo, de unos 4 a 8 mm de ancho. Algunas veces la parte central de éstas puede romperse. En el envés primero aparecen pequeñas lesiones de color café claro, algunas con exudaciones, que después de un tiempo se vuelven necróticas tomando un color café más oscuro, levemente hundidas y con un margen café rojizo. Estas también pueden rodearse de un área amarilla que puede observarse a trasluz. Cuando la cantidad de lesiones es muy numerosa se puede dar el desprendimiento de la hoja (Crop Knowledge Master 2005).

Cuando ocasiona tizón foliar éste se manifiesta mediante numerosas manchas de color pardo claro, circulares o irregulares, dando el aspecto de quemado (Corado 1999).

Las manchas en los peciolo son largas y angostas de color castaño. Las que ocasiona en el fruto presentan centro traslúcido y borde marrón claro, de 1-3 mm de diámetro (Albornett y Sanabria 1994).

### **Enfermedades por *Cladosporium***

*C. cucumerinum* inicialmente ocasiona lesiones superficiales que luego se cubren con un moho de color verde oscuro (Albornett y Sanabria 1994). También es reportado como uno de los causantes de la pudrición interna del fruto (Crop Knowledge Master 2005) en la cual la cavidad en donde se encuentran las semillas (endocarpo) es cubierta por micelio del hongo lo que ocasiona ablandamiento de los tejidos internos. La pudrición avanza poco a poco hacia el exterior llegando a ser visible en la epidermis del fruto.

### **Enfermedades por *Colletotrichum***

Las enfermedades provocadas por este hongo incluyen: antracnosis, marchitamiento, pudrición radical, mancha foliar, pudrición de flores y tizón en plántulas. (Kim 2001, Kumar 2001, Freeman 1996 citados por Zabala-León et al. 2005).

Es una enfermedad que se presenta principalmente desde la floración, atacando flores y frutos. Se presenta como manchas acuosas hundidas, en forma de anillos concéntricos color marrón, con esporas de color rosado. En los frutos desarrollados causa pequeñas manchas que conforme madura se van extendiendo y profundizando. También puede atacar los pecíolos de las hojas inferiores (Zepeda 2006).

En frutos de papaya *C. gloesporoides* ocasiona pelado del fruto, mancha chocolate y antracnosis (Álvarez y Nishijima 1987, citado por Zavala-León et al. 2005), enfermedades que afectan el exterior de la fruta. Las esporas del hongo germinan después de 48 horas y forman un tubo germinativo que penetra de manera directa la cutícula del fruto inmaduro (Casarrubias-Carrillo 2002, citado por Zavala-León et al. 2005) donde permanece latente, pero se reactiva la invasión durante la maduración del fruto. Una vez dentro del fruto el hongo es protegido del contacto con fungicidas.

### **Enfermedades por *Fusarium***

*Fusarium* ocasiona marchitez y pudrición de la base del tallo en las etapas iniciales (fase de vivero) del crecimiento de las plantas. Éstas presentan un hundimiento en el pie, donde ocurre una pudrición de coloración oscura y de consistencia acuosa. Si se arranca, la planta sale fácilmente observándose las raíces totalmente podridas. (FAO 1988 citado por Corado 1999).

La enfermedad se presenta frecuentemente en los suelos con mucha materia orgánica, mal drenados, con riego excesivo o en plantaciones con altas densidades de siembra. (FAO, 1988 citado por Corado 1999).

### **Enfermedades por *Guignardia***

Se le relaciona con el anamorfo *Phyllostica* (Hanlin 1990). En papaya aparece reportado *P. caricae-papayae* (Farr et al. 1989, Nishijima 1999) y *P. papaicola* (USDA s.f)) ocasionando manchas foliares y pudrición del fruto (Crop Knowledge Master 2005).

Los síntomas se manifiestan en los frutos, observándose formación de numerosas lesiones circulares a ovaladas, de color verde negruzco y de unos 15 mm de diámetro. El

hongo puede penetrar hasta el mesocarpo ocasionando una decoloración negruzca en el interior del fruto. Es una enfermedad postcosecha (Crop Knowledge Master 2005).

### **Enfermedades por *Mycosphaerella***

Las especies reportadas son *M. caricae* (Farr et al. 1989, Crop Knowledge Master 2005) y *M. tassiana* (CABI 2006). Anamorfos: Cercoseptoria, Cercospora, Cercosporiella, Cercosporidium, Cladosporium, Fusicladiella, Ovularia, Paracercospora, Phaeoisariopsis, Pseudocercospora, Rumularia, Septoria, Stenella y Stigmata (Hanlin 1990). De estos aparecen reportados en papaya *Cercospora* (*C. papayae*: mancha negra en hoja y frutos; *C. melonis* = *C. vignicola*: mancha café y mancha grasosa en hojas; *C. mamaonis*: manchas foliares), *Cladosporium* (pudrición interna) y *Septoria* (manchas foliares) (Farr et al. 1989, Nishijima 1999, CABI 2006).

El Crop Knowledge Master (2005) reporta a *Phoma carica-papayae* (previamente citado como *Ascochyta carica* y *Ascochyta caricae-papayae*) como el estado imperfecto de *Mycosphaerella caricae* ocasionando los mismos síntomas.

En India y Brasil se reporta ocasionando lesiones en la superficie de frutos y en Hawai se le ha relacionado con pudrición apical del tallo. También ocasiona manchas en hojas, flores y frutos jóvenes. Las lesiones en frutos son circulares, de color negro y de unos 4 cm de diámetro ocasionando depresiones en su superficie (Crop Knowledge Master 2005).

### **Enfermedades por *Oidium***

Ocasiona mildiu polvoriento o moho blanco. Es una enfermedad que ataca hojas, frutos y tallos. Su incidencia es fuerte en los meses más secos y frescos, no necesitando agua libre para poder infectar; por lo contrario, las lluvias fuertes reducen la severidad de la enfermedad. En las hojas afectadas se observan manchas en la parte superior e inferior las que están recubiertas de un polvillo que al removerlo dan la apariencia de parches amarillos, especialmente cerca de las venas foliares. Las zonas amarillas se van agrandando y se tornan amarillo pálido, se secan y luego se caen. Todas las hojas son susceptibles, pero la infección se presenta más en hojas maduras. (Zepeda 2006).

El ataque de esta enfermedad se asocia muchas veces con el ataque de ácaros foliares. Los ácaros actúan dispersando las esporas. Tanto los ácaros y el mildiu reducen la fotosíntesis, aumenta la senescencia de las hojas y reduce los azúcares de las frutas (Zepeda 2006).

### **Enfermedades por *Phomopsis***

Ataca el fruto ocasionándole inicialmente pequeñas lesiones redondeadas de consistencia blanda que luego son cubiertas por una alfombra micelial de color blanco (Albornett y Sanabria 1994).

En sus estados iniciales la pudrición húmeda del fruto ocasionada por *Phomopsis sp.* es muy similar a la pudrición blanda por *Rhizopus sp.* La pudrición húmeda por *Phomopsis* se manifiesta en el extremo apical del fruto, sin embargo, puede afectar cualquier parte de éste. No se reporta que afecte otro órgano de la planta excepto los peciolos (Crop Knowledge Master 2005).

El área infectada presenta depresiones y ablandamiento. El hongo crece rápidamente causando lesiones que pueden expandirse y llegar hasta la cavidad donde se encuentran las semillas. Los picnidios oscuros suelen formarse a los siete días después de la infección. El tejido infectado se vuelve blando y húmedo pero generalmente no produce secreciones acuosas como en el caso de la pudrición por *Rhizopus* (Albornett y Sanabria 1994).

La enfermedad se observa raramente en el campo cuando los frutos están verdes, sin embargo se manifiesta cuando los frutos comienzan a madurar. *Phomopsis* al igual que *Rhizopus* pueden aprovechar el ataque de enfermedades como la antracnosis y la mancha negra causada por *Cercospora* para infectar los frutos (Crop Knowledge Master 2005).

### **Enfermedades por *Rhizopus***

*R. stolonifer* ocasiona una pudrición blanda generalizada en el fruto, llegando hasta la cavidad donde se encuentran las semillas. El fruto enfermo se cubre con un micelio aéreo de color blanco grisáceo (Albornett y Sanabria 1994).

### **Pudrición de la base del tallo por *Phythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium***

Esta enfermedad es producida por los hongos *Phythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, los cuales atacan las plántulas a nivel de los viveros. Atacan las células suaves del parénquima cortical, dañándolo y produciendo la muerte de las plantitas. Estos hongos pueden afectar aún después del trasplante, provocando una muerte paulatina de las

plantas en el campo; sin embargo, cuando las plántulas van madurando y lignificando sus tejidos, se desarrolla una resistencia al daño por estos hongos. Cuando las plántulas de papaya son trasplantadas muy jóvenes al campo, se producen problemas frecuentes con estos hongos, al presentarse lluvias abundantes y frecuentes (Zepeda 2006).

Los síntomas de esta enfermedad son amarillamiento de las plantas y marchitez por la pudrición de las raíces, desprendiéndose fácilmente al se arrancadas. (Zepeda 2006).

### **Pudrición del pie o pata negra por *Phytophthora sp.***

Varias especies del género *Phytophthora* han sido citadas como los responsables directos de la enfermedad, entre ellos *P. cinnamomi*, *P. parasítica* Y *P. palmivora*; También se cita como agentes etiológicos de la enfermedad a *Phytophthora sp.* y *Pythium sp.* y se afirma además que es producida por un complejo formado por varios hongos, entre ellos especies de *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* (Mora y Morales 1980).

Cuando la enfermedad se encuentra en sus estados iniciales se manifiesta como una pudrición seca, color café oscuro en el ápice de las raíces más jóvenes. En estados avanzados se observa ausencia total de raíces secundarias y una pudrición ascendente del pivote central de la raíz, que pierde su consistencia sufriendo además desintegración de los tejidos; su coloración normalmente es café oscuro y presenta olor desagradable. Esta pudrición generalmente asciende hasta el nivel del suelo y con frecuencia la cavidad central del tallo se amplía, hasta que queda sólo la corteza. En muy pocos casos la pudrición alcanza alturas mayores a la del nivel del suelo (Mora y Morales 1980).

Ramírez et al. (1994) en un ensayo realizado en Alajuela, Costa Rica demostraron que conforme la plántula de papaya criolla madura, se vuelve mas resistente a la infección por *Phytophthora sp.*

## **2.3 Marco referencial**

En este apartado se describen aspectos relacionados con la producción de papaya en el departamento de Petén. Se presenta además información relacionada con las fincas en donde se tomaron muestras y se hace mención de las investigaciones que han antecedido en el estudio de enfermedades de papaya en este departamento.

### **2.3.1 Producción de papaya en Guatemala**

Según estadísticas de la FAO en el año 2001 Guatemala mantuvo 700 hectáreas sembradas con papaya, produciendo para ese año 25,000 toneladas métricas, equivalentes a un rendimiento de 35.71 toneladas métricas por hectárea (35,710 kg por hectárea) (Persley y Ploetz 2003).

Por otra parte, datos del IV Censo Nacional Agropecuario revelan que para el año 2003 existían en Guatemala 5,678 fincas dedicadas a la producción de papaya, con una superficie cultivada de 996.8 hectáreas, de las cuales el 67.90% se encontraban en edad productiva. Para ese año la producción obtenida fue de 29,603 toneladas métricas (INE 2004).

Las variedades con mejor potencial de adaptación a las condiciones de Guatemala son las hawaianas del tipo “solo” (cultivares Sunrise y Subset), Maradol e híbridos como Tainung (OIRSA 2003).

Según datos del Proyecto Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria (PROFRUTA), en el año 2001 se establecieron 1,350 hectáreas en todo el país, de las cuales el 90% producían variedad Criolla y el restante 10% la Variedad Maradol. Durante el 2006 se estableció un área similar pero con un aumento de la Variedad Maradol cultivándose ahora en 30% del total de área establecida (Zepeda 2006).

Con este cultivo un pequeño productor de una manzana puede, con su familia lograr ingresos de Q.120,000 hasta Q.150,000 en dos años (Zepeda 2006).

En Guatemala los productores de papaya venden su producto en la Capital del País, ya sea en la Central de Mayoreo (CENMA) o en la Terminal de la Zona 4, los principales compradores en este caso son los mayoristas. Otra forma de vender el producto es a los compradores provenientes de El Salvador, los cuales muchas veces compran la plantación (Zepeda 2006).



Durante los últimos años, la papaya se ha convertido en una de las frutas que tiene potencial para exportar. En el año 2004 la Asociación de Productores de Papaya por medio de AGEXPRONT firmó con el gobierno de los Estados Unidos, un convenio para lograr las exportaciones, declarando algunas zonas libres de la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Zepeda 2006).

Para el año 2004 el 100% de la papaya de exportación se dirigió al mercado de Estados Unidos. En ese mismo año se exportaron alrededor de 450 toneladas métricas, lo que representó más de 16 millones de Quetzales (\$2 millones) (Zepeda 2006).

### 2.3.2 Producción de papaya en El Petén

Al analizar el siguiente cuadro, el cual describe la situación del cultivo de papaya para el año 2003 en El Petén, se puede pensar que la situación del cultivo en el departamento es incipiente y carente de importancia, máxime si se le compara con la producción de papaya (*C. papaya*) a nivel nacional para ese mismo año. Sin embargo esta situación comenzó a cambiar drásticamente en los años siguientes a la publicación del censo agrícola.

Para el año 2005 se sembraron en todo el departamento de El Petén aproximadamente 75 hectáreas con papaya (Cigarroa 2005), llegando en el 2007 a cultivarse más de 200 hectáreas con esta fruta. Esto se traduce en un crecimiento de más del 500% en relación al año 2003 cuando se contabilizaban tan solo 39.2 hectáreas.

**Cuadro 10. Cultivo de papaya (Carica papaya L.) en Petén, año agrícola 2002-2003**

Municipio	Número de fincas	Superficie cultivada (Hectáreas)			Número de plantas dispersas	Producción (1X10 <sup>6</sup> Kg)
		Total	En edad productiva	En edad no productiva		
Flores	3	0.7	---	0.7	123	0.6
San José	4	0	---	0	49	0.05
San Benito	9	0.7	0.7	---	126	20.85
San Andrés	58	3.5	2.8	0.7	378	64.81
La Libertad	27	11.9	9.1	2.8	1259	243.3
San Francisco	10	---	---	---	48	0.45
Santa Ana	5	7.7	7.7	---	52	181.68
Dolores	10	0	0	0	167	3
San Luis	20	---	---	---	105	2.31
Saxayché	23	9.8	5.6	4.2	871	129.05
Melchor de Mencos	2	----	---	----	12	0.23
Poptún	11	4.9	4.2	0.7	74	97.95
Total Petén	182	39.2	30.1	9.1	3,264	720.23

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario 2004

En septiembre de ese año, se cosecharon aproximadamente 1 millón 350 libras de papaya, siendo Centroamérica el principal mercado para comercializar el producto, principalmente Honduras y el Salvador. Durante ese año no se exportó hacia Estados Unidos debido a que el precio en este mercado se encontraba más bajo que en el de Centroamérica (Cigarroa 2005).

### 2.3.3 Aspectos importantes de las fincas estudiadas en la presente investigación

Durante el año 2007, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para asuntos específicos de Petén (MAGA Petén) tenía conocimiento de 6 fincas con la mayor actividad comercial de papaya (*C. papaya*), siendo éstas: La Estancia, Misión Técnica Agrícola de Taiwán, Tikal Papaya 1, Tikal Papaya 2, Empresa Campesina Asociativa (ECA) El Porvenir y Cooperativa La Blanca. Las cinco primeras se encuentran localizadas en el municipio de La Libertad y la última en el municipio de Melchor de Mencos. Los materiales producidos hasta el 2007 son la papaya Maradol y la Tainung, aunque algunas fincas continúan experimentando con nuevas alternativas, como el híbrido Golden, para comprobar su adaptabilidad a las condiciones de la región.

El siguiente cuadro hace referencia a las 6 fincas antes mencionadas, su localización y la variedad o híbrido que producen.

**Cuadro 11. Fincas productoras de papaya con mayor actividad comercial en los municipios de La Libertad y Melchor de Mencos, año 2007.**

Finca	Municipio	Área cultivada (Há)	Variedad / Híbrido
La Estancia	La Libertad	45	Maradol
Misión Taiwán	La Libertad	16	Tainung
Tikal Papaya 1	La Libertad	48	Tainung
Tikal Papaya 2	La Libertad	96	Tainung
ECA El Porvenir	La Libertad	14	Maradol
Cooperativa La Blanca	Melchor de Mencos	10.5	Maradol

Fuente: Entrevista con coordinadores de Brigadas del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Petén. 2007

La Estancia es una finca propiedad de la empresa Yalcachimba S.A. Ésta se encuentra localizada en la aldea Los Manueles, en el municipio de la Libertad a 600 Km de la ciudad capital y a 137 Km de Flores, la cabecera departamental. Se trata de una finca con diversidad de cultivos que cuenta con una extensión de 154 caballerías (6930 hectáreas), de las cuales 45 hectáreas se encuentran sembradas con papaya (*C. papaya*) variedad Maradol. Su producción se destina al mercado nacional (Sosa 2005)

La actividad principal de la finca es la ganadería y para ello cuenta con una extensión de 84 caballerías con pasto brizanta (*Brachiaria brizantha*), humidícola (*Brachiaria humidicola*) y estrella (*Cynodon nienfuensis* Vanderyst). El área restante se utiliza para producción de otros frutales, además de papaya (*Carica papaya*), dentro de los que se pueden mencionar limón persa (*Citrus latifolia* Tan.), rambután (*Nephelium lappaceum*), mandarina (*Citrus aurantium*), carambola (*Averrhoa carambola*), guayaba (*Psidium guajaba*), chico (*Pouteria mamossa*), pitaya (*Hylocereus triangularis*), mangostán (*Garcinia mangostana*), toronja (*Citrus maxima*) (Sosa 2005)

La Misión Técnica Agrícola de la República de China se estableció por medio del Acuerdo de Cooperación Técnico Agrícola entre la República de Guatemala y la República de China, decreto número 32-77, emitido el 23 de junio de 1977. En julio del 2001 comienza a evaluar la posibilidad de trabajar un proyecto de desarrollo de papaya (*C. papaya*) en el departamento de Petén, decisión en parte influida por la declaración de MOSCAMED (programa para la erradicación de la mosca del mediterráneo), en agosto del 2001, manifestando la eliminación de la mosca del mediterráneo (*Ceratitidis capitata*) en este departamento. (La Prensa 2001, Cigarroa 2005) Esta declaración fue posteriormente ratificada por Estados Unidos en septiembre de ese mismo año por medio de la entrega de un certificado oficial en donde Petén es reconocido como Área Libre de la mosca del mediterráneo (*C. capitata*) (La Prensa 2001).

Misión Taiwán desarrolló primero un proyecto experimental en el vivero El Subín, municipio de La Libertad, para determinar la variedad de papaya (*C. papaya*) que podría tener mayor éxito, destacando las variedades Maradol y Hawaiana y el híbrido Tainung. (Cigarroa 2005).

Durante el desarrollo de la presente investigación Misión Taiwán producía de forma comercial únicamente el híbrido Tainung con un total de 16 hectáreas sembradas en una

finca localizada en la cabecera municipal de La Libertad. Una de las características de esta finca es su producción tecnificada. El producto se destina principalmente para la exportación.

Misión Técnica Agrícola de Taiwán también brinda apoyo técnico a agricultores individuales, grupos organizados o empresas, que desean establecer un proyecto de papaya (*Carica papaya*) en el territorio de Petén, por ejemplo, han colaborado con la asesoría a productores de municipios de Poptún, La Libertad, San Benito y Melchor de Mencos

Los primeros contactos para la producción de fruta en El Petén por parte de empresas brasileñas se dan a inicios del año 2004. Ya en el año 2005 una empresa de este país sudamericano llamada Kaliman tenía en este departamento aproximadamente 8 hectáreas de papaya (*Carica papaya*) sembradas como prueba (Cigarroa 2005)

En Guatemala esta empresa se conoce como Tikal Papaya y durante el desarrollo de la presente investigación contaba con dos fincas, Tikal Papaya 1 y Tikal papaya 2, localizadas en la aldea Las Cruces, municipio de La Libertad.

Es importante indicar que esta empresa tiene entre las dos fincas un área total de 144 hectáreas, 46 hectáreas en la finca Tikal Papaya 1 y 98 en la 2, sembradas con el híbrido Tainung, lo cual representa el 62.1% del total del área cubierta con papaya (*C. papaya*) que se estudió en este diagnóstico. Su sistema de producción es de alta tecnología. Se dedica principalmente a la exportación de la fruta.

Tanto la Cooperativa La Blanca, localizada en la aldea del mismo nombre en Melchor de Mencos, como la Empresa Campesina Asociativa (ECA) El Porvenir, en la cabecera municipal de la Libertad, iniciaron sus actividades de producción de papaya (*C. papaya*) en el año 2006. Estas dos fincas se caracterizan por su producción semitecnificada, la primera cuenta con un área de 10.5 hectáreas y la segunda con 14 hectáreas. Antes de dedicarse a la papaya (*C. papaya*) su actividad principal consistía en la siembra de maíz (*Zea mays*) y otros cultivos de tipo tradicional. Su principal mercado es el nacional aunque en ciertas ocasiones han exportado a países centroamericanos.

### **2.3.4 Investigaciones publicadas acerca de enfermedades que afectan el cultivo de papaya (*C. papaya*) en El Petén**

En la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos no aparece publicada, hasta el año 2007, ninguna investigación de enfermedades de papaya (*C. papaya*) en el departamento de El Petén. Esto parece lógico si se considera que este cultivo comenzó a tomar relevancia en el Petén después del año 2001.

Aparecen únicamente dos documentos relacionados con el tema, el primero es el de Corado Martínez (1999) titulado diagnóstico de enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo de papaya hawaiana (*Carica papaya* L.) en la aldea Mojarritas, Monjas, Jalapa. En el documento citado se hace referencia a enfermedades en otra variedad de papaya, la hawaiana, y en otra región con características distintas a las de las fincas localizadas en Petén. Otro documento es un diagnóstico efectuado en la finca La Estancia, una de las fincas de estudio de la presente investigación, elaborado por Sosa Berganza (2005). Allí se describen aspectos generales relacionados con la finca, tales como: su localización, vías de acceso, topografía, fuentes hídricas, fisiografía, actividades que se realizan, área ocupada por cada cultivo, problemas de la finca, entre otros. Y no obstante se manifiestan dos hechos importantes como lo son los problemas con enfermedades en cultivo de papaya (*C. papaya*) y altos costos de producción en este cultivo debido a la fertilización, no se menciona la realización de ningún diagnóstico quedando abierta de este modo la posibilidad para efectuar uno.

En la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos aparecen dos publicaciones en donde se investigan bacterias fitopatógenas en el cultivo de papaya (*C. papaya*) en el departamento de El Petén. La primera, de Cano Alfaro (2006), se titula Determinación de bacterias fitopatógenas en cultivos de papaya (*Carica papaya*) en finca La Estancia, municipio de La Libertad, Petén, Guatemala. La segunda de Ventura Prera (2007), titulada Identificación de bacterias fitopatógenas en cultivos de papaya (*Carica papaya*) en las fincas El Pantanal y el Subín, ubicadas en el departamento de El Petén, Guatemala. Según estas dos investigaciones, tanto en la finca La Estancia como en la de El Pantanal existe la presencia de bacterias fitopatógenas, no así en la del

Subín. En la Estancia se identificó la presencia de *Erwinia sp.* ocasionando manchas y pudriciones en frutos. La misma bacteria fue encontrada en la finca El Pantanal (11, 60). Siempre relacionado con el tema de la papaya (*C. papaya*) aunque no con el de las enfermedades se encuentra la investigación de Cigarroa (14) del año 2005 titulada Misión Técnica Agrícola de la República de China, una oportunidad de desarrollo para Guatemala: "Proyecto de papaya en El Petén". Esta publicación pertenece a la Escuela de Ciencia Política de la Universidad de San Carlos de Guatemala y hace referencia a la historia y avance del cultivo de papaya (*C. papaya*) en el departamento.

Se puede observar que todas estas investigaciones tienen en común haber sido publicadas después del año 2005 y son una muestra de la importancia que ha tomado el cultivo de la papaya (*C. papaya*) en El Petén. Sin embargo la Facultad de Agronomía carece de publicaciones, por lo menos a nivel exploratorio o de diagnóstico, acerca de enfermedades fungosas o plagas que afecten este cultivo en el Petén y en donde se estudie el problema desde un punto de vista más agronómico.

## **2.4 Objetivos**

### **General**

- Establecer la presencia de enfermedades ocasionadas por hongos en el cultivo de papaya en los municipios de La Libertad y Melchor de Mencos durante el ciclo agrícola 2007.

### **Específicos**

- Determinar los géneros de hongos asociados a enfermedades en el cultivo de papaya
- Caracterizar los síntomas típicos de cada uno de los géneros determinados
- Establecer la incidencia y severidad de los géneros identificados.

## 2.5 Metodología

La presente investigación fue de carácter descriptivo y de diagnóstico. Se determinaron los géneros de hongos fitopatógenos asociados al cultivo comercial de papaya (*Carica papaya*) en el área central y sur del departamento del Petén, además se cuantificó el nivel de incidencia y severidad de la enfermedad *in situ*.

### 2.5.1 Fase de Campo

La fase de campo se efectuó desde marzo del 2007 hasta diciembre de ese mismo año. Se efectuaron un total de 35 muestreos durante los cuales se colectaron alrededor de 225 muestras tanto de hojas, frutos, ramas, tallos, raíz y suelo. Para la realización de esta fase se contó con la colaboración del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) a través de las brigadas de campo, proporcionando, además de varios materiales, los vehículos para el traslado de las muestras desde las fincas hasta el laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén en Santa Elena, Flores.

### Ubicación de las áreas de muestreo

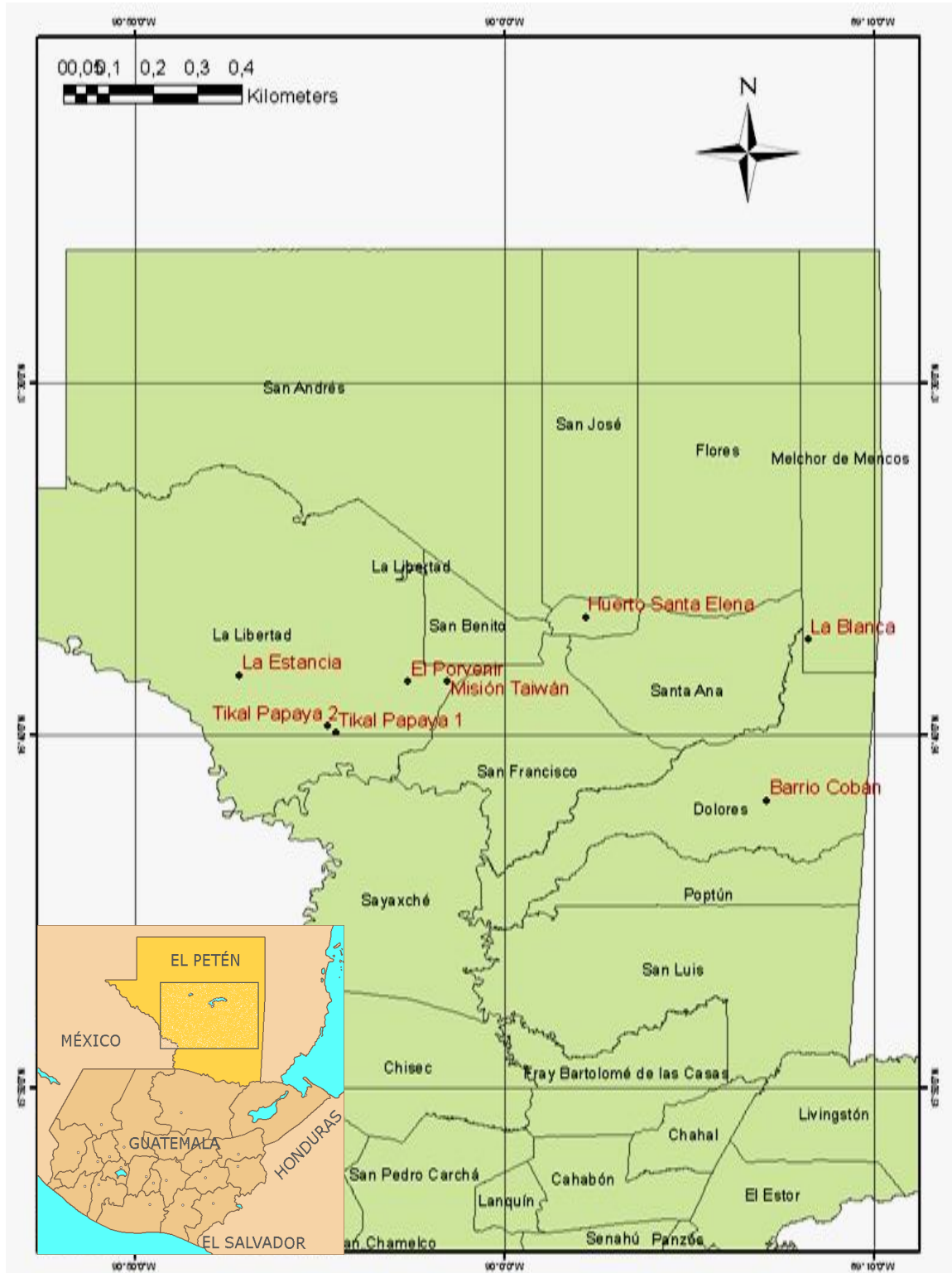
Las muestras se colectaron en 6 fincas localizadas en la región central del departamento de El Petén: Cooperativa la Blanca, en el municipio de Melchor de Mencos; Empresa Campesina Asociativa (ECA) El Porvenir, La Estancia, Misión Taiwán, Tikal Papaya 1 y Tikal Papaya 2 en el municipio de La Libertad. Con ello se cubrieron 230 hectáreas cultivadas con papaya (*C. papaya*). Al mismo tiempo se colectaron muestras pertenecientes a huertos localizados en municipios de Flores y Dolores, y además de este material, también se analizaron muestras ingresadas por brigadas del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) y por particulares.

### Cuadro 12. Ubicación de los lugares donde se colectó material vegetal para la investigación.

	Nombre	Comunidad	Municipio	Coordenadas	
				Latitud	Longitud
1	Cooperativa La Blanca	La Blanca	Melchor	16,89441	89,45336
2	ECA El Porvenir	Cabecera	La Libertad	16,79287	90,00628
3	La Estancia	Los Manuales	La Libertad	16,80854	90,59793
4	Misión Taiwán	Cabecera	La Libertad	16,79718	90,09432
5	Tikal Papaya 1	Las Cruces	La Libertad	16,67233	90,38184
6	Tikal Papaya 2	Las Cruces	La Libertad	16,68906	90,39856
7	Huertos Barrio Cobán		Dolores	16.51226	89.41071
8	Huertos Santa Elena		Flores	16.88285	89.90047

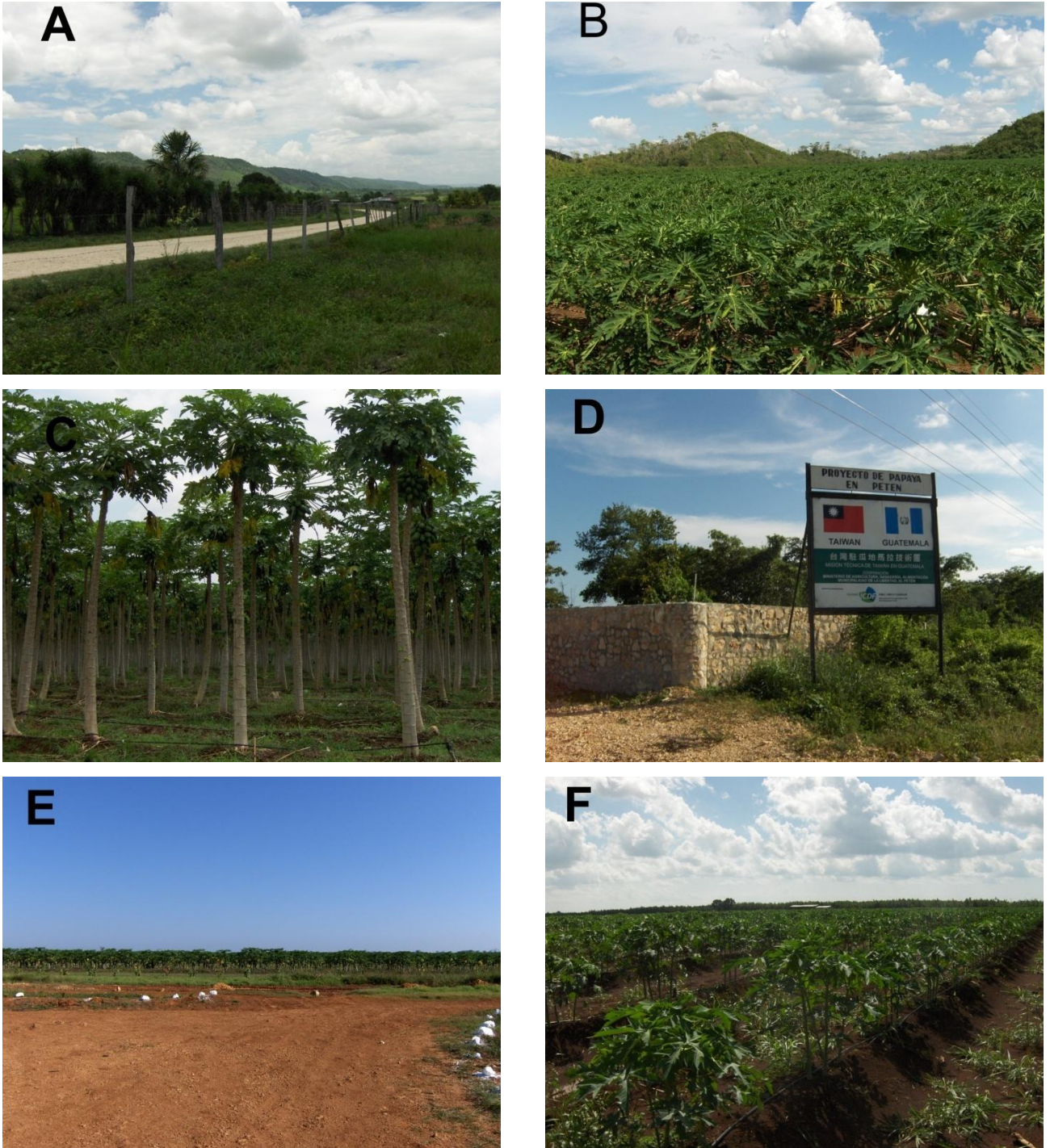
Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. en base a datos de campo.





**Figura 10. Localización de puntos de colecta de material vegetal para la investigación**

Fuente: Elaborado por Rodas Gaitán, H. con base a información de campo.



**Figura 11. Vista de cada finca estudiada en la presente investigación.**

A. Aldea La Blanca; B. ECA El Porvenir; C. La Estancia; D. Misión Taiwán; E. Tikal Papaya 1 y F. Tikal Papaya 2.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

## **Criterios para la delimitación de áreas de muestreo**

Dos fueron los criterios tomados para elegir las 6 fincas: el primero, el área cultivada, todas las fincas tienen un área mayor de 10 hectáreas; el segundo, el sistema productivo, las fincas son de tipo comercial y en el caso de Misión Taiwán y Tikal Papaya exportan el producto.

## **Tipo de muestreo**

El muestreo fue de tipo dirigido, efectuándose caminamientos dentro de las plantaciones para coleccionar plantas, o partes de éstas, con síntomas de enfermedades o con indicios de cualquier anomalía.

## **Toma y traslado de muestras**

- Se realizaron caminamientos dirigidos en busca de plantas con síntomas de problemas patológicos.
- Se coleccionaron muestras con síntomas en diferentes fases del desarrollo, desde iniciales hasta aquellas en donde se manifestaban claramente los signos del patógeno. Se prefirió que la muestra contara con tejido sano y enfermo a fin de poder identificar la línea de avance del patógeno.
- Se describieron síntomas y se tomaron fotografías *in situ*.
- Las muestras de hojas y tallos se cubrieron con papel mayordomo y papel periódico y luego se introdujeron en bolsas de polietileno.
- Las muestras de fruto se envolvieron en papel periódico a fin de protegerlas de golpes.
- Se coleccionaron muestras de raíz y suelo.
- Cada muestra se identificó con el nombre de la finca y la fecha en que fue tomada. Esta información se anotó en una libreta de campo en la cual se adjuntaron los siguientes datos: variedad de papaya, geoposicionamiento de la finca, observaciones de sintomatología, incidencia y severidad, antecedentes de la

enfermedad en la región, aspectos edafoclimáticos, aplicación de fertilizantes y pesticidas, entre otros.

- Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén.



**Figura 12. Fase de campo de la investigación**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007.

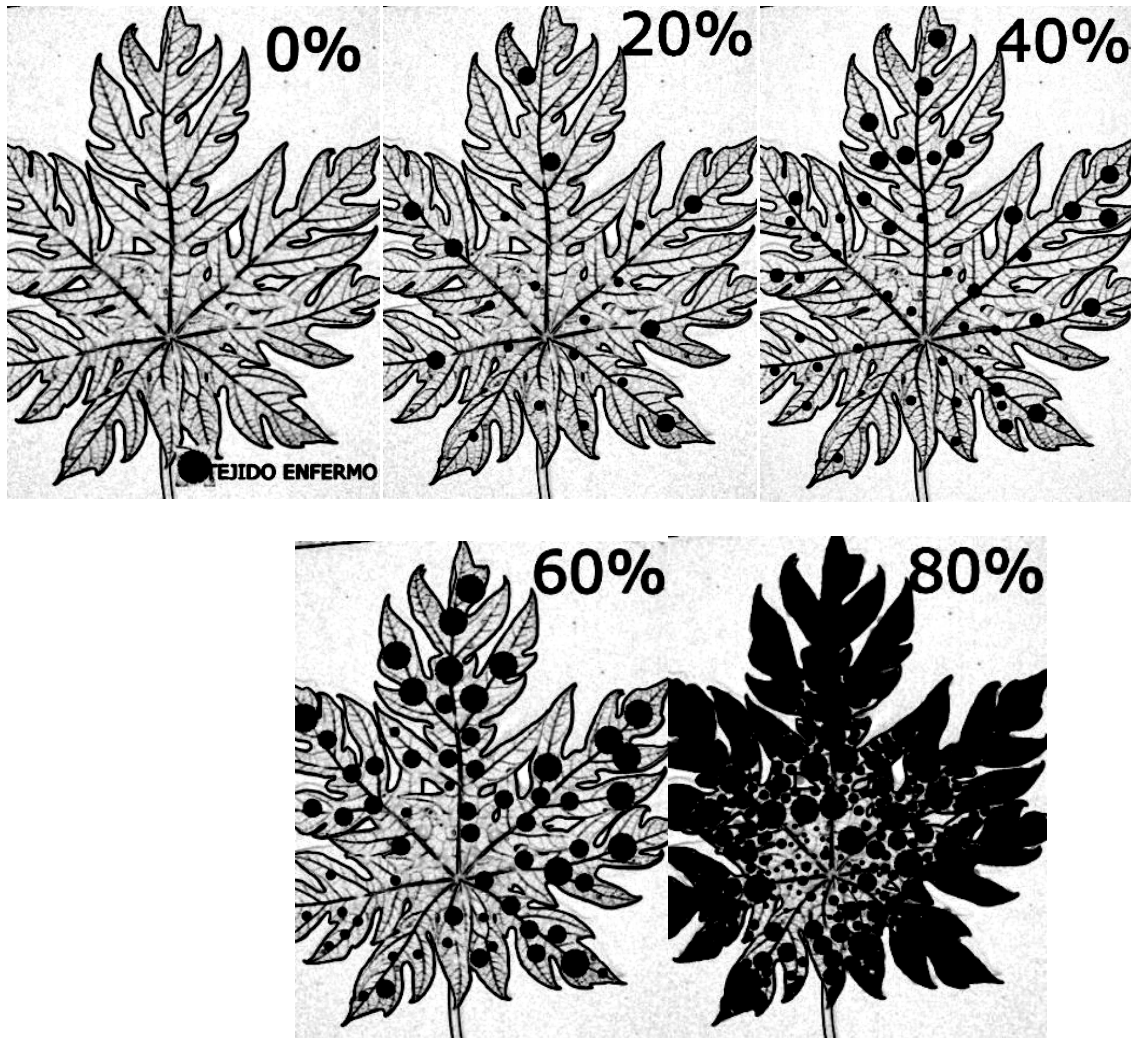
### **Cuantificación de la severidad**

La severidad se define como la cantidad de tejido afectado por la enfermedad en una planta, expresado generalmente en % de área. Para cuantificar la severidad se utilizaron dos tipos de escalas diagramáticas, una para enfermedades foliares y otra para enfermedades que afectaron el fruto. Estas escalas se muestran a continuación

### **Cuantificación de la incidencia**

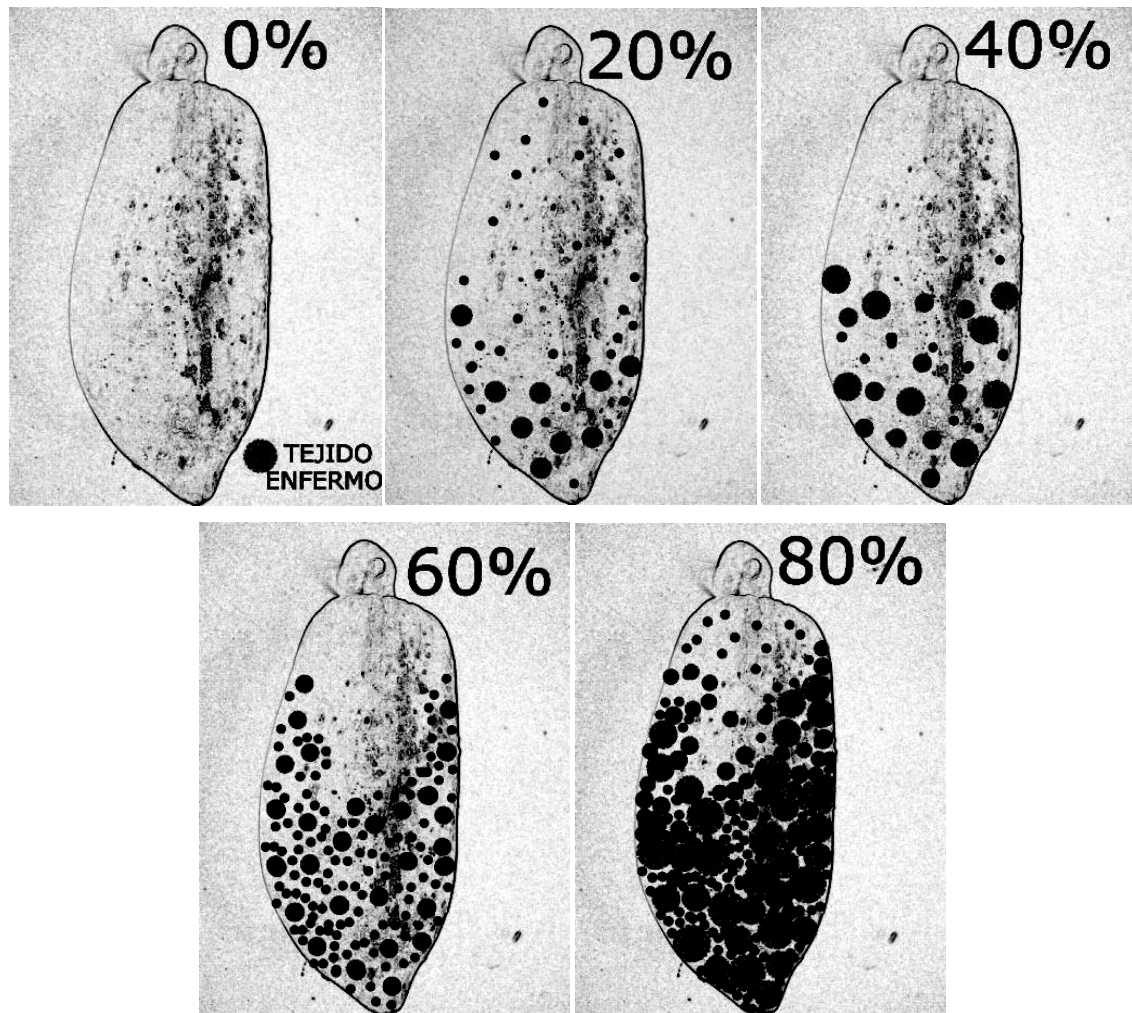
Para cuantificar la incidencia se relacionó el número de plantas afectadas por la enfermedad con el número total de individuos en la plantación mediante la siguiente fórmula

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas sanas}} * 100\%$$



**Figura 13. Escala diagramática utilizada para determinar severidad de enfermedades foliares en papaya.**

Fuente: Elaborada por Ortiz Cardona, K.A.



**Figura 14. Escala diagramática utilizada para la determinación de severidad de enfermedades en fruto de papaya**

Fuente: Elaborada por Ortiz Cardona, KA.

### 2.5.2 Fase de Laboratorio

Las muestras fueron ingresadas, procesadas y analizadas en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de Petén ubicado en la Calle a las Cuevas Actun Kan, Santa Elena, Flores.

La información recopilada en campo fue transcrita a las boletas utilizadas por el laboratorio para que de esta forma quedara un registro de los datos recopilados.

#### Procesamiento de la muestra

Luego de registrada la información de las muestras en la base de datos del laboratorio se procedió con la siguiente metodología

- Se realizó un examen microscópico directo con el estereoscopio estudiando lesiones en donde se pudieran encontrar signos de la enfermedad (cuerpos fructíferos como conidióforos, picnidios, acérvulos, peritecios, etc.) y se describieron los síntomas y signos visibles para complementar la información recopilada en campo
- Cuando el material recolectado no manifestó la presencia de signos, fue necesario promover la formación de estos en cámara húmeda por un tiempo de 24 a 48 horas.
- Se realizó un registro gráfico en cada uno de estos pasos

#### Diagnóstico

- Dependiendo del tipo de signos observados se realizaron raspados superficiales de las lesiones o cortes perpendiculares de tejido.
- Posteriormente se efectuaron las tinciones colocando el corte o raspado en un portaobjetos con una gota de lactofenol claro, azul o rojo.
- Luego de la observación con microscopio, se identificó el género del hongo utilizando características de micelio, conidias, estructuras fructíferas. Para ello se cotejaron claves especializadas:
  - Barnett, H.; Hunter, B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, US, The American Phytopathological Society (APS) Press. 218 p.
  - Hanlin, R. 1990. Illustrated genera of ascomycetes. St. Paul, Minnesota, USA, The American Phytopathological Society. 275 p.

- Se procedió a la descripción del hongo en base a las estructuras encontradas y su sintomatología.
- Para concluir con el procedimiento se tomaron fotografía de los montajes elaborados.



**Figura 15. Vista interna y externa del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, año 2007.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, K.A. 2007



## 2.6 Resultados y discusión

En esta sección se describen los resultados obtenidos después de procesar y analizar las muestras tomadas durante la fase de campo. Se presenta un cuadro con el resumen de los géneros de hongos determinados, el órgano de la planta afectado, el síntoma, la variedad o híbrido atacado, las fincas en donde se presentó la enfermedad y por último la incidencia y severidad cuantificadas en campo. Después se hace una descripción más detallada en donde se incluye información de signos y síntomas observados por enfermedad. Previo a esto se mencionan varios aspectos como edad de las plantaciones, suelos, manejo agronómico, que deben tomarse en cuenta para comprender mejor los resultados y que pueden también complementar la información presentada.

### 2.6.1 Aspectos a considerar en esta investigación

Los resultados se obtuvieron de muestras tomadas en un área de 230 hectáreas sembradas con papaya (*C. papaya*) a lo largo de la zona central y sur de Petén. Las muestras colectadas pertenecen a dos materiales genéticos diferentes: la variedad Maradol y el híbrido Tainung. En el siguiente cuadro se presenta el resumen de la información recabada durante la toma de muestras.

**Cuadro 13. Información de los lugares donde se colectó material vegetal para la investigación.**

	Nombre	Localización				Extensión (ha)	Área relativa (%)	Altura msnm
		Comunidad	Municipio	Coordenadas				
				Latitud	Longitud			
1	Cooperativa La Blanca	La Blanca	Melchor	16,89441	89,45336	10.5	4.5%	101
2	ECA El Porvenir	Cabecera	La Libertad	16,79287	90,00628	14	6.1%	183
3	La Estancia	Los Manueles	La Libertad	16,80854	90,59793	45	19.4%	130
4	Misión Taiwán	Cabecera	La Libertad	16,79718	90,09432	16	6.9%	183
5	Tikal Papaya 1	Las Cruces	La Libertad	16,67233	90,38184	48	20.7%	180
6	Tikal Papaya 2	Las Cruces	La Libertad	16,68906	90,39856	96	41.4%	180
7	Barrio Cobán		Dolores	16.51226	89.41071	1	0.5%	130
8	Huerto Santa Elena		Flores	16.88285	89.90047	1	0.5%	157
	Total de hectáreas muestreadas					232	100%	

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, K. en base a datos de campo

La edad de las plantaciones al momento de efectuar los muestreos era heterogénea inclusive dentro de una misma finca. Esta heterogeneidad se debe a un sistema de siembra escalonado el cual permite cosechar sin interrupciones y es que al terminar la

vida útil de un área y muestras ésta es resembrada, se tienen otras bajo producción. El rango de edad de las muestras colectadas va desde los 0 hasta los 18 meses.

Los distanciamientos entre plantas y entre surcos encontrados en las fincas tampoco fueron homogéneos. En promedio se observó una separación de 1.6 m entre planta y 3.1 m entre surco para una densidad de 2016 plantas por hectárea.

Los resultados de los análisis de suelo efectuados en las fincas Misión Taiwán, Tikal Papaya 2, en el municipio de La Libertad, y La Blanca en el municipio de Melchor de Mencos, mostraron que los suelos son menos básicos en las plantaciones ubicadas en La Libertad en comparación con la finca ubicada en Melchor de Mencos. Los resultados completos de estos análisis se incluyen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 14. Resultados de los análisis químicos de suelo de 3 fincas de papaya, Petén, 2007.**

	pH	ppm		Meq/100 gr.		Ppm			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
<b>Rango medio</b>		<b>12-16</b>	<b>120-150</b>	<b>6-8</b>	<b>1.2-2.5</b>	<b>2-4</b>	<b>4-6</b>	<b>10-15</b>	<b>10-15</b>
<b>Tikal Papaya 2</b>	5.3	7.3	300	6.86	1.39	2.00	7.50	5.00	60.00
<b>Misión Taiwán</b>	6.2	116	225	15.00	2.00	0.50	11.50	1.50	41.00
<b>La Blanca</b>	7.6	3.52	208	36.82	2.47	0.10	0.50	0.10	0.50

Fuente: Resultados de muestreos de suelos efectuados en las fincas.

Según el manejo dado al cultivo, las fincas estudiadas en la presente investigación pueden dividirse en dos categorías: la tecnificada y la semitecnificada. En la primera categoría se consideraron las fincas caracterizadas principalmente por la mecanización de la mayor parte de actividades agrícolas, la implementación de programas preventivos para control de plagas y enfermedades además de tratamientos postcosecha. Dentro de esta categoría se incluyen las fincas: Tikal Papaya 1, Tikal Papaya 2, Misión Taiwán y La Estancia. Las tres primeras destinan un promedio del 90% de su producción a la exportación y el resto al mercado nacional. En la categoría semitecnificada la característica principal es la poca mecanización de las actividades agrícolas aunado a un programa de control más curativo que preventivo de plagas y enfermedades. La producción de estas fincas se destina a mercado nacional y centroamericano. Aquí se incluyen las fincas La Blanca y El Porvenir.

### 2.6.2 Descripción de las enfermedades ocasionadas por hongos

Se identificaron 7 géneros de hongos fitopatógenos; *Botryodiplodia sp.*, *Cercospora sp.*, *Cladosporium sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Corynespora sp.*, *Mycosphaerella sp.* y *Phoma sp./Phyllosticta sp.* Se consideró que el más importante de éstos fue *Colletotrichum sp.*, tomando como criterios, primero, el de presentar valores altos de incidencia y severidad y segundo, el de afectar el fruto al producir antracnosis reduciendo su valor comercial. En el siguiente cuadro se presentan los géneros de hongos identificados, el síntoma que produce, el órgano de la planta donde se presenta y la variedad (en el caso de Maradol) o el híbrido (en el caso de Tainung) afectado.

**Cuadro 15. Resultados del diagnóstico de enfermedades ocasionadas por hongos en el cultivo de papaya (*C. papaya*) en seis fincas de El Petén durante los meses de enero a diciembre del año 2007**

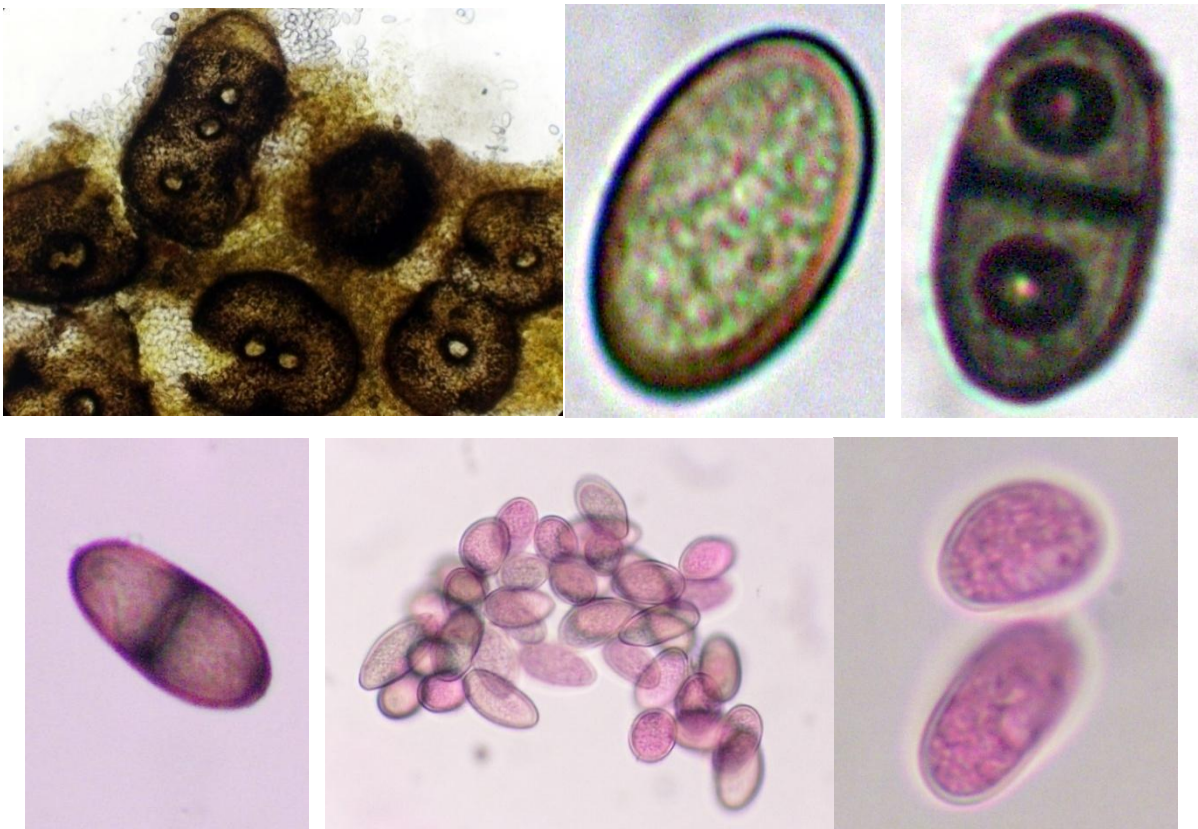
No	Género del patógeno	órgano atacado	Síntoma	Variedad / Híbrido afectado	Fincas en donde se observó el problema	Incidencia máxima (%)	Severidad máxima (%)
1	<i>Botryodiplodia sp.</i>	fruto	Pudrición negra	Tainung	Misión Taiwán, Tikal Papaya 2 y Barrio Cobán	25	80
2	<i>Cercospora sp</i>	hoja	Mancha necrótica con halo	Maradol y Tainung	La Blanca, El Porvenir, La Estancia, Misión Taiwán, Tikal Papaya 1, Tikal Papaya 2, Huerto Santa Elena y Barrio Cobán	80	80
		fruto	Manchas y pudriciones	Tainung	Misión Taiwán y Tikal Papaya 2	25	40
3	<i>Colletotrichum sp.</i>	fruto	Antracnosis	Maradol y Tainung	La Blanca, El Porvenir, Misión Taiwán	75	80
4	<i>Cladosporium sp.</i>	fruto	Pudrición interna	Tainung	Misión Taiwán y Tikal Papaya 2	25	60
5	<i>Corynespora sp.</i>	fruto	Manchas y pudriciones	Tainung	Misión Taiwán Y Tikal Papaya 2	25	40
6	<i>Mycosphaerella sp.</i>	hoja	mancha necrótica con halo	Maradol y Tainung	La Blanca, Misión Taiwán, Tikal Papaya 2, Barrio Cobán	80	80
7	<i>Phoma sp.</i> <i>Phyllosticta sp.</i>	hoja	mancha necrótica	Maradol	La Blanca, Tikal Papaya 1	25	60

Fuente: elaborado por Ortiz Cardona, K:A

A continuación se describen los síntomas, signos, incidencia y severidad de los patógenos identificados en la presente investigación, los cuales aparecerán en orden alfabético.

***Botryodiplodia sp.***

**Signos:** Picnidios de color oscuro y globoso. En su interior se encontraron dos clases de conidias: la primera, del tipo hialino, unicelular y de forma elíptica y la segunda, oscura, bicelular, elíptica y con estriaciones longitudinales. Aunque Barnett & Hunter (1998) identifican a las conidias hialinas y unicelulares como esporas pertenecientes a otro género de hongo anamórfico llamado *Macrophoma sp.*, se les toma más bien como un estado inmaduro o inicial de *Botryodiplodia sp.* y no tanto como un género fúngico aparte. Para concluir el diagnóstico respecto a la identidad del patógeno observado, se tomó como criterio los reportes de enfermedades en papaya (*C. papaya*), en los cuales no se hace referencia al género *Macrophoma sp.* pero si aparece citado *Botryodiplodia sp.*, conocido también como *Lasiodiplodia sp.* (Ferr et al. 1989, Nishijima 1999, Krop Knowledge Master 2005)



**Figura 16. Picnidios y conidias de *Botryodiplodia*.**

Los picnidios se pueden apreciar en la fotografía superior izquierda. Las conidias bicelulares y oscuras son las esporas maduras del hongo mientras que las esporas hialinas y unicelulares son las inmaduras.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

**Síntomas:** En las muestras analizadas únicamente se le encontró como patógeno de la pudrición negra del fruto, no obstante está reportado que puede ocasionar pudriciones en otros órganos de la planta, como en tallo y ramas (Nishijima 1999). Se describe principalmente como una enfermedad postcosecha (Krop Knowledge Master 2005) aunque durante la toma de muestras se observó varios casos en los cuales los frutos no había llegando al punto de corte y presentaban ya los síntomas iniciales de la enfermedad, a saber, pequeñas áreas de color gris en la punta o ápice del fruto. Los estados avanzados de esta enfermedad se caracterizaron por áreas entre 2 centímetros y 5 centímetros de longitud por unos 2 centímetros en la parte más ancha, con una coloración oscura o casi negra debido a la masa de picnidios maduros desarrollados en pericarpio del fruto. En varias muestras se produjo la coalescencia de las áreas afectadas las cuales prácticamente cubrieron la totalidad del fruto. Al efectuar cortes transversales en el fruto se observó daños tanto a nivel del pericarpio como del mesocarpo. El avance de la enfermedad fue del ápice o punta del fruto hacia el extremo en donde éste se une al tallo (pedúnculo). En los casos más severos el hongo cubrió toda la superficie del fruto hasta provocar momificación del mismo.

El híbrido Tainung resultó ser el único susceptible al ataque de este hongo (no se observaron infecciones en la variedad Maradol) con una severidad máxima del 80% y una incidencia del 25%. La enfermedad fue observada desde el mes de septiembre y continuó hasta el mes de diciembre.

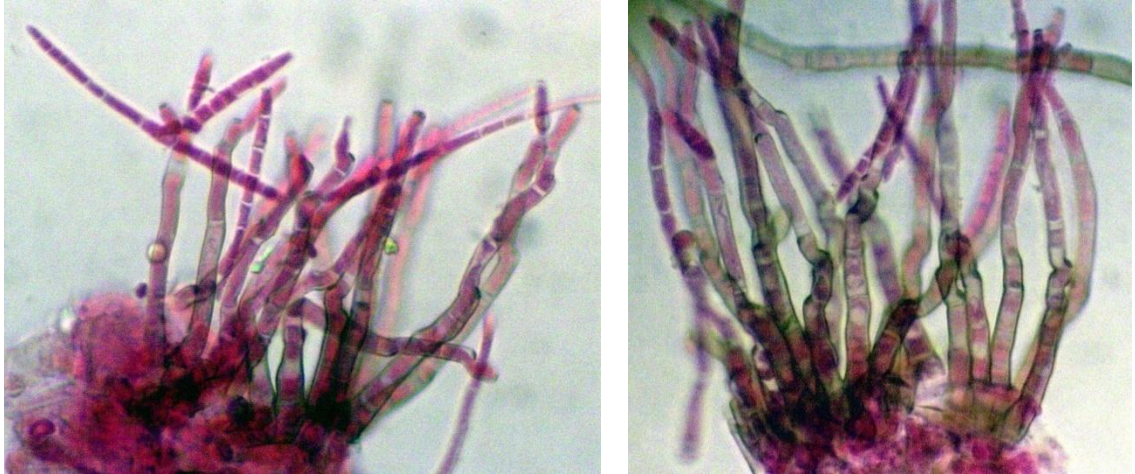


**Figura 17. Sintomatología ocasionada por *Botryodiplodia* en fruto de papaya híbrido Tainung.**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007

***Cercospora* sp.**

**Signos:** Se observaron conidióforos oscuros, sobresaliendo en grupos sobre el tejido de la hoja; conidia ligeramente oscura, alargada, filiforme y multiseptada.



**Figura 18. Conidióforos y conidias de *Cercospora***

**Síntomas:** Este hongo afectó hojas y frutos de la variedad Maradol y del híbrido Tainung. En las hojas se observó como síntoma inicial de la enfermedad áreas necróticas de color café claro, de forma irregular, con un diámetro no mayor de 5 o 6 milímetros rodeadas siempre de un halo amarillento. En todos los casos la sintomatología se presentó en plantas mayores de cinco meses.



**Figura 19. Lesiones foliares en su etapa inicial ocasionadas por *Cercospora* en hojas de la variedad Maradol.**

En la fotografía derecha se observa dentro de la lesión los conidióforos de *Cercospora*

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007

En muestras con estados avanzados de la enfermedad las áreas necróticas alcanzaron los 20 mm y su color se tornó a un café más oscuro. En varias hojas las lesiones se unieron hasta formar una superficie necrótica y quebradiza que cubrió casi toda la superficie de la misma.



**Figura 20. Desarrollo de los síntomas de *Cercospora* en hojas del híbrido Tainung.**

Se puede observar de izquierda a derecha la evolución de la enfermedad. Primero los síntomas se manifiestan como pequeñas lesiones necróticas de color café rodeadas de halo necrótico. Después las lesiones aumentan de tamaño y se produce una clorosis más evidente en toda la hoja. Por último se produce pérdida de tejido y defoliación.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, K. 2007

La sintomatología hasta aquí descrita es reportada para: *Cercospora melonis* = *Cercospora vignicola* = *Helminthosporium cassicola* = *H. vignae* = *H. vignicola* = *Corynespora cassicola* (Nishijima 1999, Krop Knowledge Master 2005) sin embargo, de éstos únicamente se encontraron en las lesiones conidias del tipo *Cercospora sp.* Corado (1999) reportó esta misma sintomatología en hojas de la variedad hawaiana en plantaciones localizadas en el departamento Jalapa, identificando como agente causal a *Cercospora sp.* y a *Gloesporium sp.*

En plantas con altos niveles de severidad se produjo el desprendimiento de hojas y ramas. En estos casos la caída de las ramas se dió en forma ascendente comenzando con las hojas maduras y luego con las jóvenes.



**Figura 21. Etapas avanzadas de *Cercospora sp.***

En estas las etapas más avanzadas de la enfermedad se observa defoliación severa de las plantas

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA.2007

También se observó en estas etapas de la enfermedad signos del hongo ascomycota *Mycosphaerella sp* en las mismas lesiones ocasionadas por *Cercospora sp.* En relación a esto, Hanlin (1990) reporta al género *Cercospora sp.*, como uno de los anamorfos (fase asexual) del hongo *Mycosphaerella sp.*



*Cercospora sp.* también fue encontrado en frutos de papaya Tainung y Maradol. El inicio de la enfermedad se manifestó con pequeñas manchas de borde irregular de color café oscuro, de unos 5 mm de diámetro, localizadas en en la parte del fruto que se une al tallo de la planta y que luego se fueron alargando. Esta descripción concuerda con lo reportado por Nishijima en el Crop Knowledge Master (2005). En etapas finales de esta enfermedad se observaron lesiones más oscuras y de apariencia corchosa siempre en el pericarpio.



**Figura 22. Síntomas iniciales de *Cercospora sp.* en frutos del híbrido Tainung.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

En hojas la severidad máxima fue del 80% y su incidencia del 80% mientras en fruto la severidad máxima fue 40% y la incidencia de 25%. La enfermedad fue encontrada en todas las fincas y fue muy común observarla durante el transcurso de todo el año, desde el mes de marzo hasta el mes de diciembre, aunque su mayor incidencia ocurrió con la llegada de las lluvias.

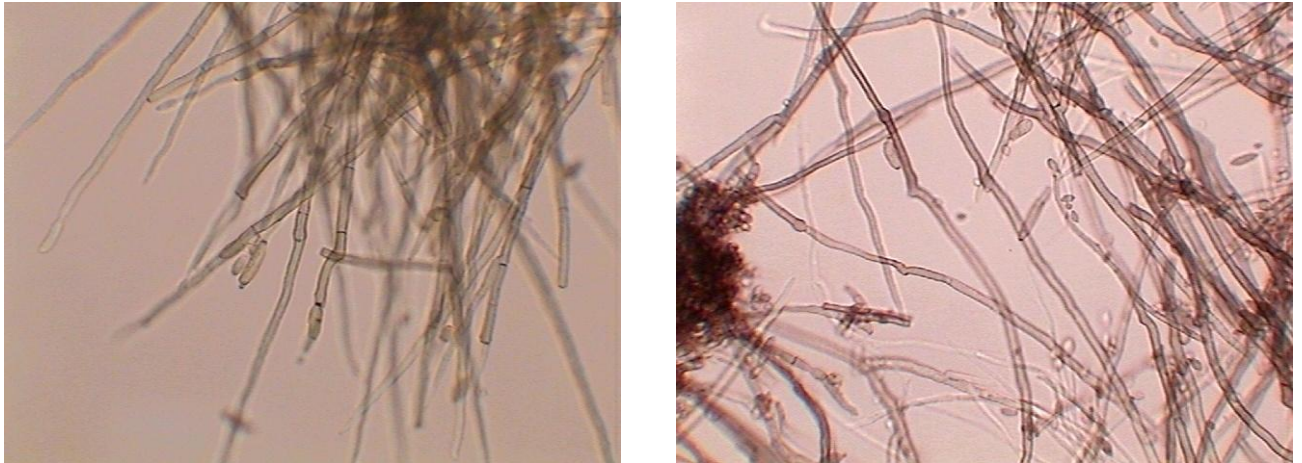


**Figura 23. Síntomas de *Cercospora* sp. en diferentes etapas.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

***Cladosporium* sp.**

**Signos:** Conidias unicelulares, café claro, ovoides a cilíndricas, algunas de forma irregular. Conidióforos largos y oscuros



**Figura 24. Conidióforos y conidas de *Cladosporium***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

**Síntomas:** El síntoma observado en las muestras colectadas fue el de pudrición interna del fruto, siendo el híbrido Tainung el único afectado por esta enfermedad. Ésta presentó una severidad máxima del 60% y una incidencia del 25%. Las primeras muestras con este síntoma fueron tomadas a finales del mes de julio en plantas de cinco meses.



**Figura 25. Síntomas ocasionados por *Cladosporium* en frutos del híbrido Tainung.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

Los síntomas iniciales no fueron visibles externamente al no presentarse ningún daño a nivel de la epidermis del fruto y únicamente fueron observados al realizar un corte

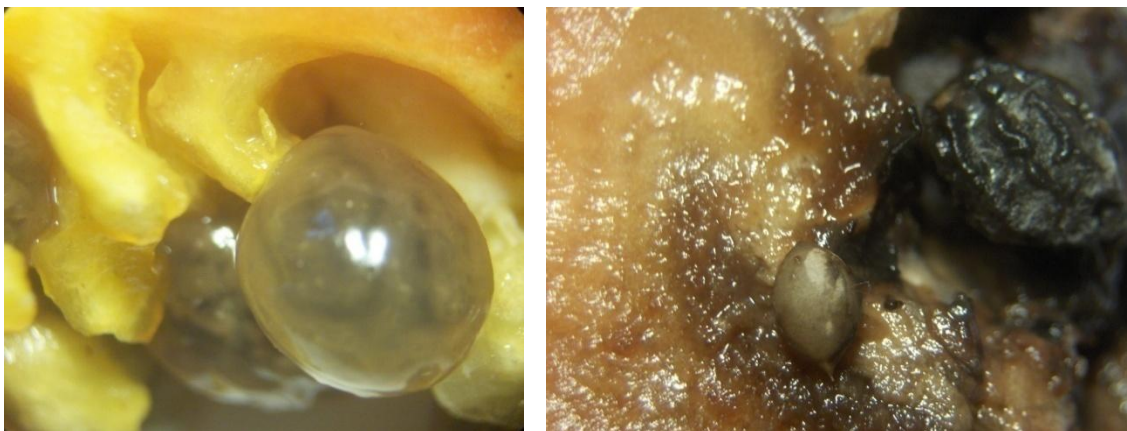
transversal en frutos aparentemente sanos. En el mesocarpo de estos se observaron pudriciones húmedas de color marrón con poca formación de micelio en el ápice o punta del fruto. Una vez que la enfermedad comenzó a desarrollarse, la pudrición aumentó sus dimensiones hasta que los síntomas fueron visibles externamente. En estas etapas se observó formación de micelio de color grisáceo.

El avance de la enfermedad fue del interior del fruto hacia afuera, iniciándose en la cavidad en donde se encuentran las semillas y dirigiéndose hacia el exterior, de modo que cuando se observaron los primeros síntomas en la epidermis del fruto, éste se encontraba en su interior totalmente invadido por el hongo.



**Figura 26. Corte transversal y vista externa de un fruto del híbrido Tainung con síntomas de pudrición ocasionada por *Cladosporium*.**

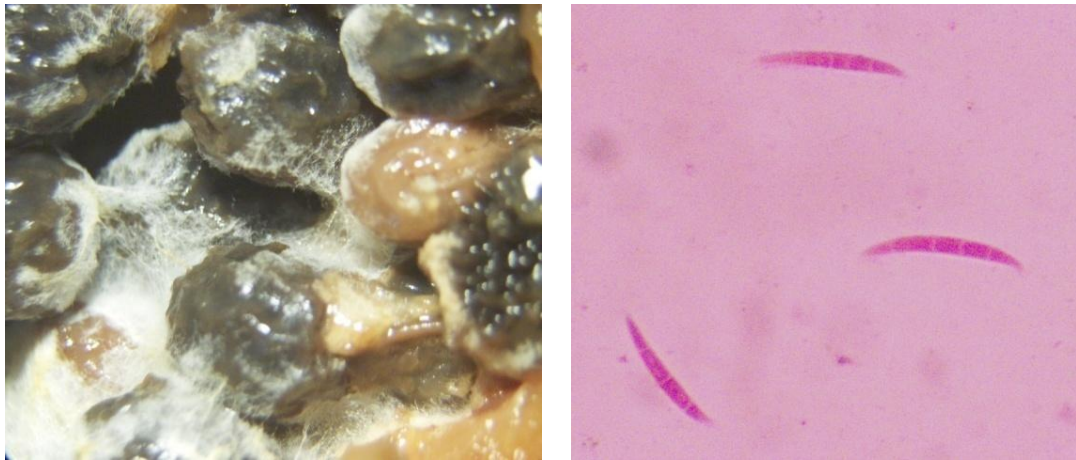
Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 27. Comparación entre una semilla de un fruto sano y una de un fruto afectado por *Cladosporium*.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

En un 80% de las muestras analizadas con esta sintomatología se encontraron también micelio y conidias con las siguientes características: micelio blanco a ligeramente rosa; macroconidias hialinas pluricelulares, alargadas y ligeramente curvas, cuya descripción corresponde a las producidas por el hongo *Fusarium sp.* Los reportes que se tienen acerca de esta pudrición (Krop Knowledge Master 2005) indican que ésta puede ser ocasionada, aparte de *Cladosporium*, por el hongo *Penicillium sp.* no así por *Fusarium*. El hongo *Fusarium sp.* sí aparece reportado en papaya (*C. papaya*) pero ocasionando otro tipo de pudriciones (Farr et al. 1989, Nishijima 1999, Krop Knowledge Master 2005).



**Figura 28. Micelio y conidias de *Fusarium* encontrados en un 80% de frutos Tainung afectados por *Cladosporium*.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

Según las observaciones realizadas la causa principal que permite la potencial entrada de las esporas de hongos al fruto del híbrido Tainung es un desorden fisiológico detectado únicamente en este híbrido, el cual consiste en que la flor al momento de formar el fruto no se fusiona completamente en el ápice, dejando un espacio lo suficientemente grande para el ingreso de esporas microscópicas de cualquier hongo. Estos espacios pueden permitir también la entrada de insectos o ácaros, los cuales pueden convertirse en los medios por los cuales las esporas de estos hongos entren al fruto (Ochoa 1991). Esto explica el hecho que en un 60% de las muestras que fueron afectadas por la enfermedad, se encontraron también colonias de ácaros.



**Figura 29. Problema fisiológico del híbrido Tainung**

Este problema fisiológico produce malformaciones que ocasionan que el fruto no cierre bien en la punta. Este orificio es lo suficientemente grande para que entren ácaros o esporas de hongos.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

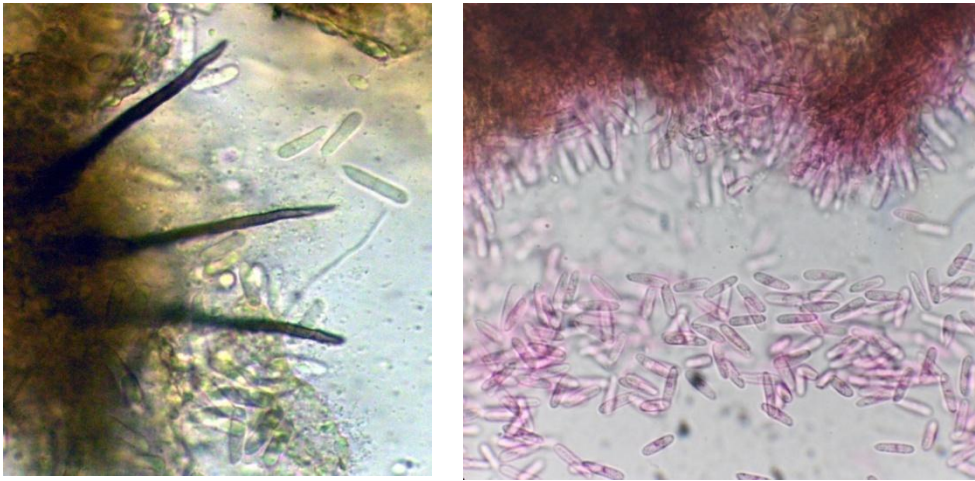


**Figura 30. Ácaros encontrados en frutos de Tainung afectados por *Cladosporium***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007.

***Colletotrichum sp.***

**Signos:** Conidias hialinas, unicelulares, ovoides y elípticas, agrupadas en masas de color rosado o salmón y desarrolladas en acérvulos. En varios de estos acérvulos se logró observar setas simples y cortas.



**Figura 31. Acérvulo y conidias de *Colletotrichum***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

**Síntomas:** Se reporta para *Colletotrichum* pérdida del pericarpio, mancha chocolate y antracnosis en frutos (Zavala-León et al. 2005), lo cual afecta apreciablemente su calidad externa. De estos síntomas, se observó antracnosis acompañada de pérdida severa de pericarpio en frutos de Maradol y de Tainung.

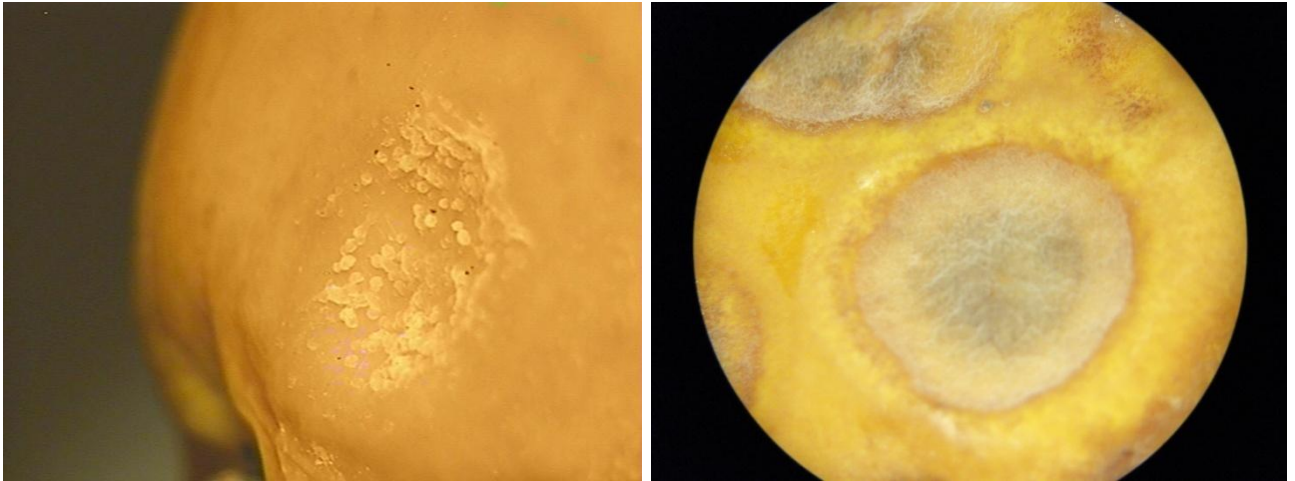


**Figura 32. Síntomas de *Colletotrichum sp.* en frutos**

Los frutos de la variedad Maradol aparecen en la izquierda y los de Tainung a la derecha.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

Los síntomas iniciales consistieron en manchas más o menos circulares, de unos 5 a 8 mm, de color café claro, localizadas en la epidermis de los frutos. Estas manchas fueron expandiéndose y se convirtieron en depresiones de consistencia húmeda. En fases intermedias de la enfermedad se observaron en estas depresiones, masas de conidias de color rosado o salmón y en varias muestras las agrupaciones de esporas formaron círculos concéntricos de color rosa.



**Figura 33. Masas conidiales de *Colletotrichum sp.* en frutos**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

En las etapas avanzadas, las depresiones aumentaron su diámetro, llegando a medir unos 7 cm, otras coalescieron a tal punto que deformaron el fruto. En esta etapa, en las concavidades formadas en la epidermis del fruto se observaron masas de acérvulos de color negro.



**Figura 34. Etapas avanzadas de antracnosis en frutos de Tainung**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



La severidad máxima alcanzada fue del 80% y su incidencia del 75%. La enfermedad fue encontrada en todas las fincas, observándosele durante el transcurso de todo el año. Un problema observado en las fincas muestreadas fue que muchos frutos con *Colletotrichum sp.* no eran cortados de la planta o permanecían dentro de las plantaciones, y por tanto se convertían en fuente de inóculo para la propagación de la enfermedad a frutos sanos y aun verdes.



**Figura 35. *Colletotrichum sp* en frutos con síntomas avanzados de la enfermedad**

Estos frutos permanecían en las plantaciones lo que los convertía en una fuente de propagación de la enfermedad

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

***Corynespora sp***

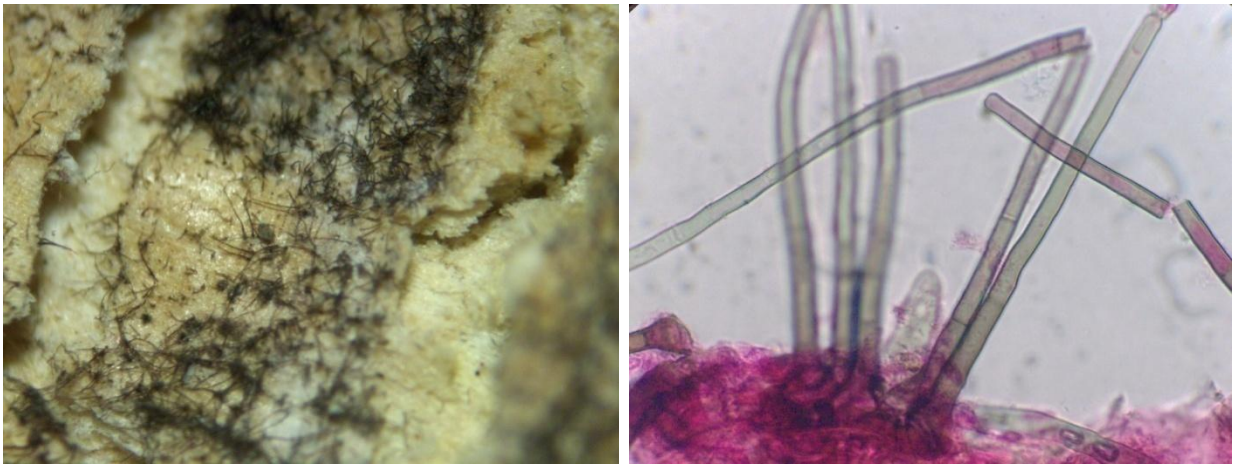
**Signos:** Conidióforos emergentes, oscuros, simples y anchos en el ápice. Conidias solitarias, alargadas, cilíndricas, ligergamente curvadas, pigmentadas, pluricelulares, con una cicatriz visible en la base.



**Figura 36. Conidias de *Corynespora***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

**Síntomas:** Este hongo puede afectar diferentes partes de la planta principalmente el tallo, fruto, peciolo y hojas (Krop Knowledge Master 2005). En las muestras analizadas se observaron únicamente formación de lesiones y pudrición en frutos. Los síntomas se manifestaron exclusivamente en el híbrido Tainung con una severidad máxima del 40% y una incidencia del 25%. Los síntomas dieron inicio a partir del mes de septiembre y continuaron presentándose con incidencias bajas hasta fin de año, manifestándose en frutos de plantas con edades de nueve meses en adelante.



**Figura 37. Conidióforos de *Corynespora* observados en lesiones foliares**

En la fotografía izquierda se puede observar los conidióforos emergentes de la lesión foliar ocasionada por *Corynespora*. En la fotografía derecha se tiene una vista en microscopio de estos conidióforos.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

En las etapas iniciales se observaron pudriciones de color café, de entre 0.5 a 2 cm de diámetro, que dieron inicio en la base del fruto (donde éste se une al tallo).

En etapas más desarrolladas de la enfermedad se produce coalescencia de las lesiones, debido en parte a la excesiva esporulación del hongo, que cubre la epidermis del fruto con una coloración negra. Al hacer un corte transversal del fruto, se comprobó la invasión del micelio del hongo en la región del mesocarpo y endocarpo. El resultado final fue el de una pudrición interna del fruto. Aunque se le considera como una enfermedad postcosecha los síntomas fueron observados en campo.



**Figura 38. Síntomas iniciales de *Corynespora* en frutos de Tainung.**

En la fotografía de la izquierda aparece indicado en un círculo el síntoma inicial de la enfermedad. En la fotografía de la derecha se observa la vista ampliada con estereomicroscopio de este mismo síntoma.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

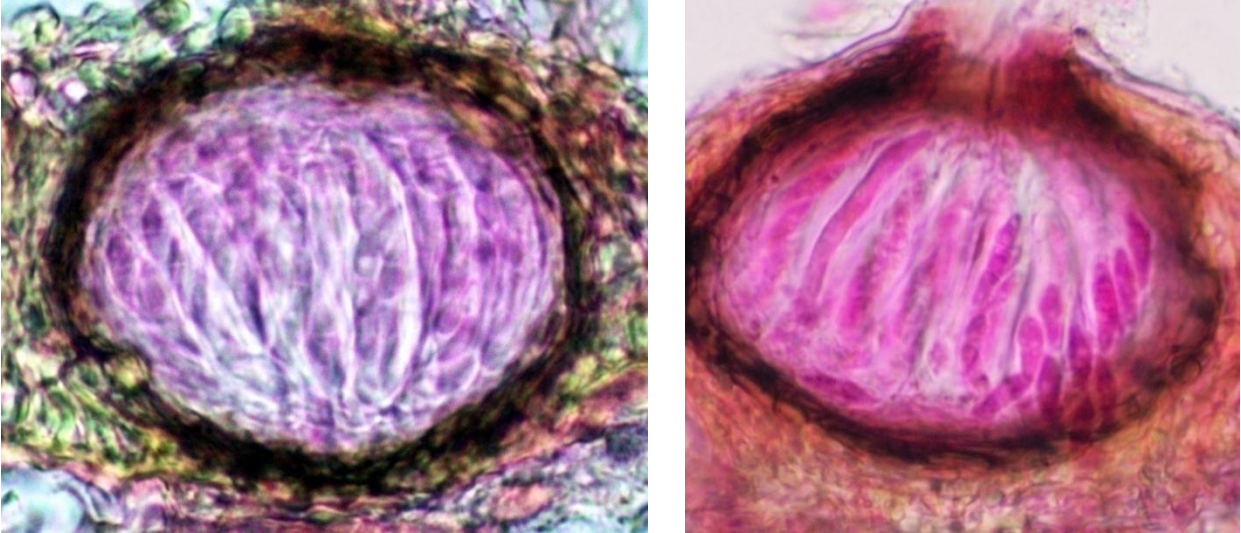


**Figura 39. Corte transversal de un fruto de la variedad Tainung con síntomas ocasionados por *Corynespora***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

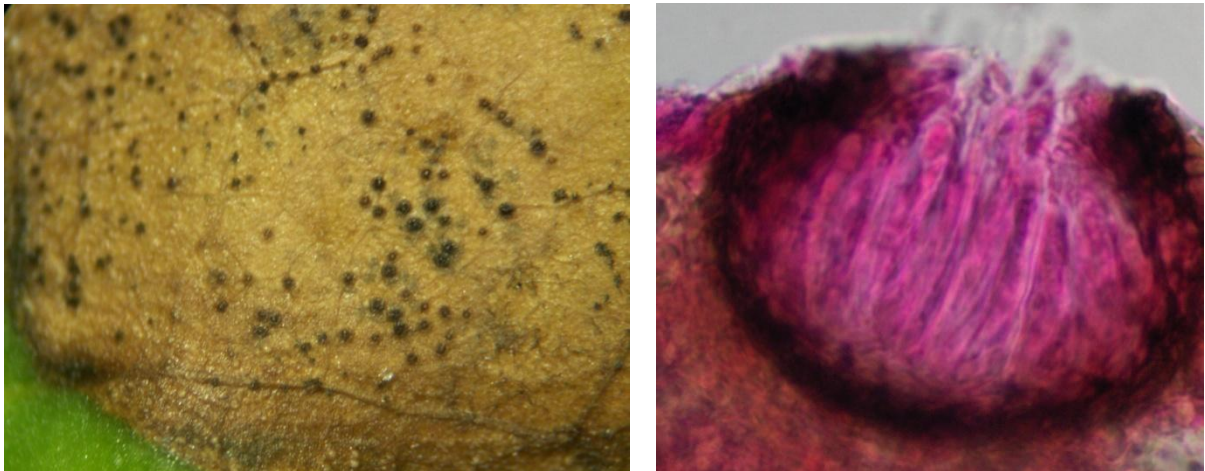
***Mycosphaerella* sp.**

**Signos:** Ascosporas hialinas, algunas de color café pálido, elípticas, bicelulares, con septo aproximadamente a la mitad. Ascas oblongas y bitunicadas. Peritecio oscuro.



**Figura 40. Corte transversal de un peritecio de *Mycosphaerella***

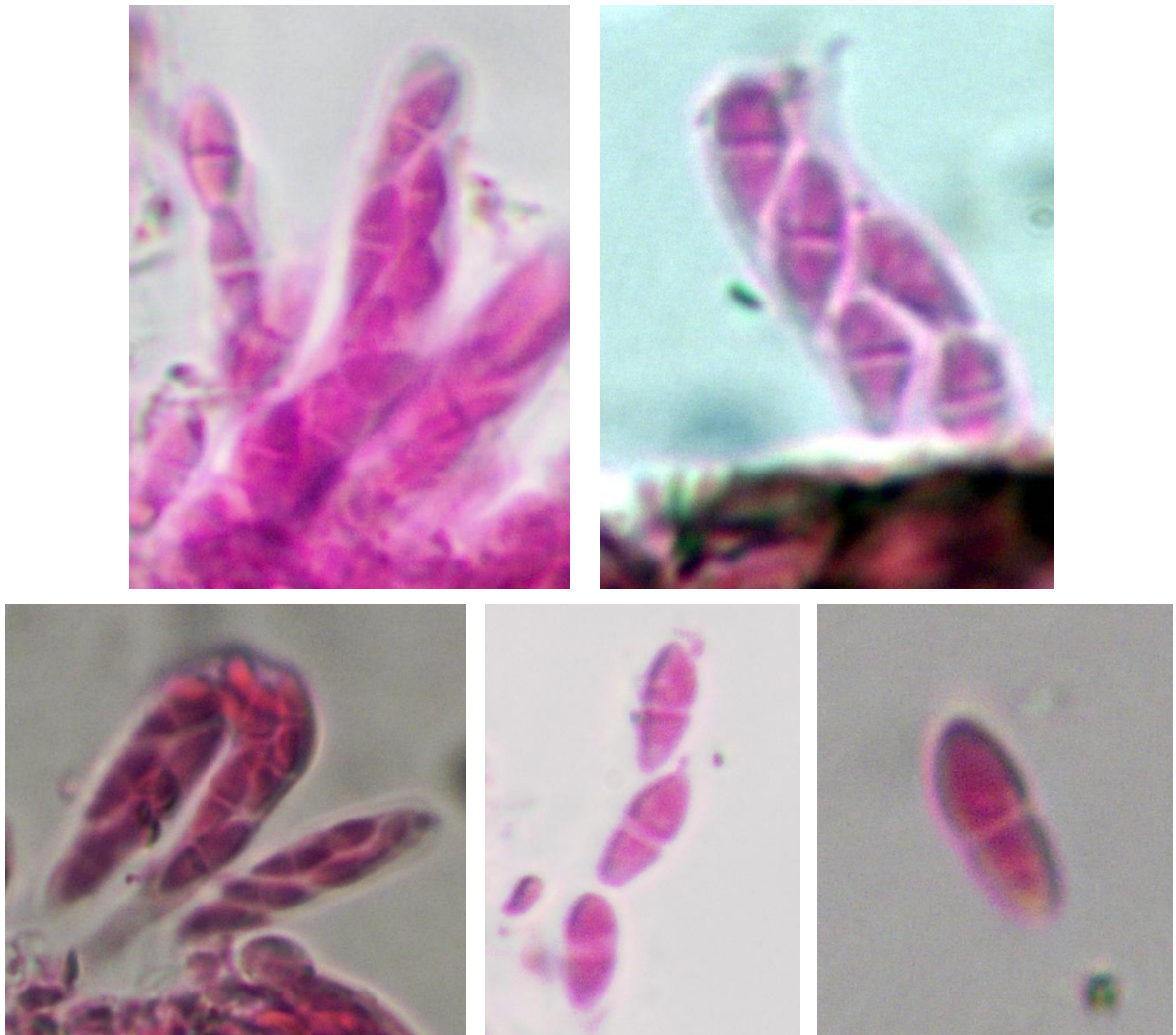
Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 41. Peritecios de *Mycosphaerella***

En la fotografía de la izquierda se puede observar los peritecios en las lesiones foliares ocasionadas por el hongo. En la fotografía de la derecha se aprecia un corte transversal de estas estructuras vistas con microscopio.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 42. Ascis y ascosporas de *Mycosphaerella***

En las fotografías se observan ascosporas con las siguientes características: hialinas (aquí aparecen coloreadas con lactofenol rojo) bicelulares y con septo aproximadamente a la mitad de la espora. También se aprecian las ascas (estructuras semejantes a bolsas en donde se encuentran las ascosporas) de tipo bitunicado.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

**Síntomas:** Este hongo fue identificado ocasionando los mismos síntomas que *Cercospora* sp., a saber, lesiones necróticas rodeadas de un halo clorótico, en hojas de la variedad Maradol y del híbrido Tainung.



**Figura 43. Síntomas foliares ocasionados por *Mycosphaerella***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

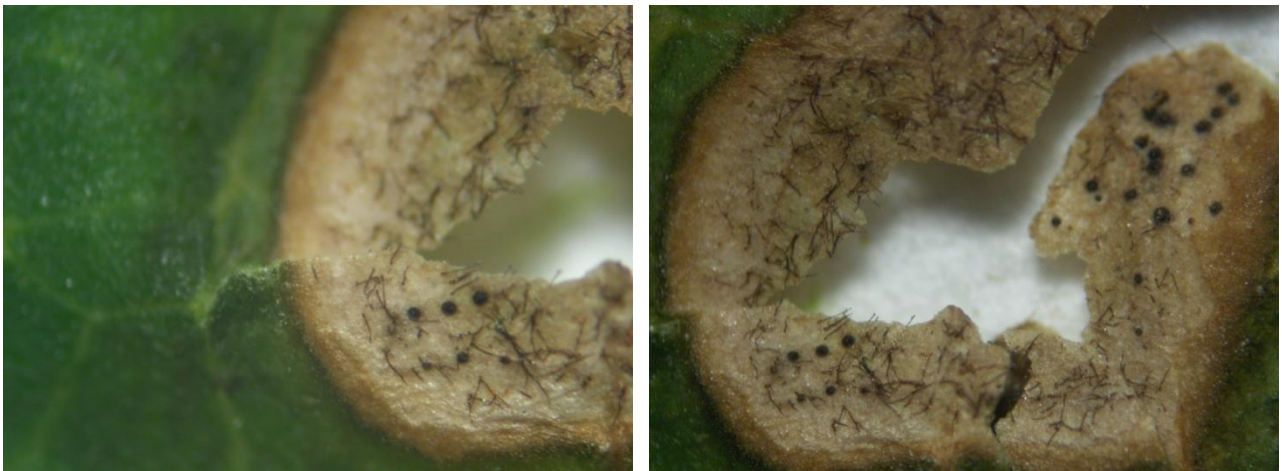


**Figura 44. Lesiones foliares donde se observa los peritecios de *Mycosphaerella***

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007

Las primeras muestras en donde se identificó este patógeno fueron tomadas al final del mes de julio.

Hanlin (1990) reporta para *Mycosphaerella* los siguientes anamorfos *Cercoseptoria sp.*, *Cercospora sp.*, *Cercosporella sp.*, *Cercosporidium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusicladiella sp.*, *Ovularia sp.*, *Paracercospora sp.*, *Phaeoisariopsis sp.*, *Pseudocercospora sp.*, *Rumularia sp.*, *Septoria sp.*, *Stenella sp.* y *Stigmina sp.* apareciendo reportados en papaya (*C. papaya*) únicamente *Cladosporium sp.*, ocasionando pudriciones y *Cercospora sp.*, ocasionando manchas necróticas. Por tanto *Cercospora sp.* y *Mycosphaerella sp.*, pueden ser dos estados de desarrollo de la misma enfermedad. Esta observación se pudo comprobar en un 25% de las muestras colectadas con síntomas de manchas necróticas con halo, en donde en la misma lesión se encontraron signos de los dos hongos. En otras palabras, el hongo *Mycosphaerella sp.*, apareció más en las etapas avanzadas de la enfermedad.



**Figura 45. Conidióforos de *Cercospora* y peritecios de *Mycosphaerella* en la misma lesión foliar**

Se puede observar los conidióforos de *Cercospora sp.* emergentes de la lesión mientras que los peritecios de *Mycosphaerella* presentan forma redondeada y se aprecian como puntos dentro de la lesión.

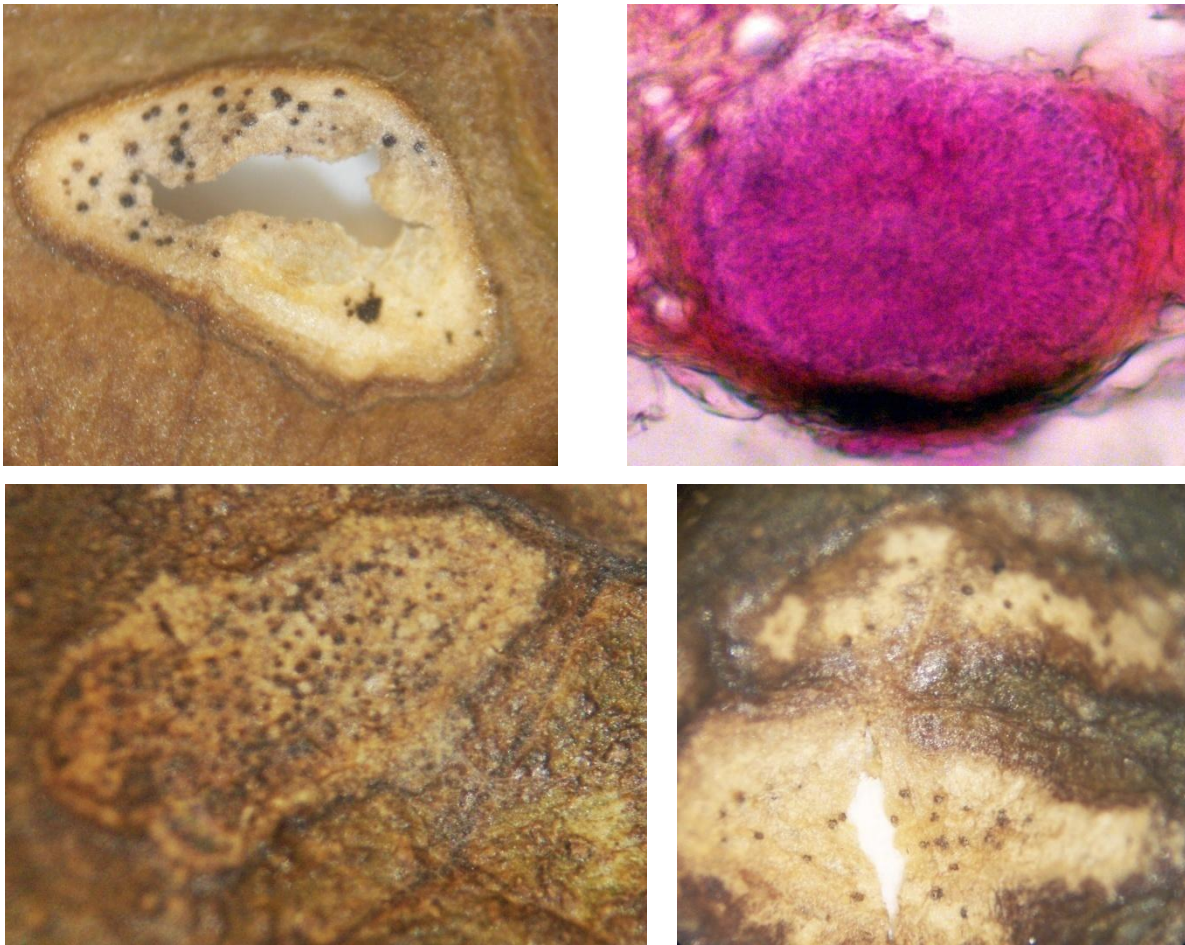
Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



***Phoma sp. / Phyllosticta sp***

*Phoma sp.* y *Phyllosticta sp.* son dos géneros que aparecen muy relacionados en la literatura y morfológicamente en pocas ocasiones se les puede diferenciar (Barnett s.f) por lo que se les suele tomar como un solo género.

**Signos:** Conidias pequeñas, unicelulares, hialinas, ovoides y en algunos casi esférica. Picnidio oscuro e inmerso en el tejido del hospedero.



**Figura 46. Picnidios de *Phoma sp.***

Se observan en las fotografías los picnidios del hongo dentro de lesiones necróticas en hojas. También se muestra un corte transversal de la estructura del hongo visto con microscopio.

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

**Síntomas:** Necrosis foliar en Maradol y Tainung, con una severidad máxima del 60% y una incidencia del 25%. Los síntomas ocasionados por este hongo se observaron con mayor frecuencia en la primera mitad del año. Inicialmente la enfermedad comenzó con pequeñas manchas necróticas de color café, de bordes más o menos regulares, de unos 5 mm de ancho, localizadas en los márgenes de la hoja. Conforme los síntomas se desarrollaron, éstas comenzaron a formar áreas necróticas más grandes y de un color más oscuro. Se observaron en el centro picnidios.

Estas áreas son quebradizas y ocasionan destrucción del tejido foliar. El avance de la enfermedad fue del margen de la hoja hacia el interior de la misma. Se considera una enfermedad secundaria.



**Figura 47. Necrosis foliar ocasionada por *Phoma sp.***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007

## 2.7 Conclusiones y recomendaciones

- Se identificaron 7 géneros de hongos en el área bajo estudio: *Botryodiplodia sp.*, *Cercospora sp.*, *Cladosporium sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Corynespora sp.*, *Mycosphaerella sp.* y *Phoma sp.*
- Las incidencias máximas encontradas para estos géneros fueron: *Botryodiplodia sp.* 25%, *Cercospora sp.* 80%, *Cladosporium sp.* 25%, *Colletotrichum sp.* 75%, *Corynespora sp.* 25%, *Mycosphaerella sp.* 100% y *Phoma sp.* 25%.
- La severidad máxima encontradas para cada uno de estos géneros fue: *Botryodiplodia sp.* 80%, *Cercospora sp.* 80%, *Cladosporium sp.* 60%, *Colletotrichum sp.* 80%, *Corynespora sp.* 40%, *Mycosphaerella sp.* 100% y *Phoma sp.* 60%.
- Se considera que la enfermedad más importante fue la ocasionada por el género *Colletotrichum sp.*, debido a que presenta valores altos de incidencia y severidad y también por el hecho de afectar directamente al fruto de la planta por lo que reduce el valor comercial.
- Se recomienda profundizar en el estudio de los hongos determinados en este diagnóstico con énfasis en el tópico de la identificación de especies, principalmente en *Colletotrichum*.
- Se recomienda efectuar estudios respecto al control de las enfermedades diagnosticadas principalmente en el uso de variedades resistentes de papaya (*C. papaya*).
- Se recomienda efectuar el análisis económico de las pérdidas ocasionadas por estas enfermedades

## 2.8 Bibliografía

1. Agrios, GN. 2004. Fitopatología. 2 ed. México, Limusa. 838 p.
2. Albornett N, YJ; Sanabria de Albarracìn, NH. 1994. Diagnóstico de las enfermedades fúngicas en frutos de lechosa (*Carica papaya*) y melón (*Cucumis melo*) para exportación. Maracay, Venezuela (en línea). Revista de la Facultad de Agronomía 20:13-20. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.redpav.avepagro.org.ve/fagro/v20\\_12/v201a020.htm](http://www.redpav.avepagro.org.ve/fagro/v20_12/v201a020.htm)
3. Andrews, K. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana: proyecto manejo integrado de plagas en Honduras. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 85 p.
4. Arango, L; Román, C; Salamanca, C; Almansa, E; Bernal, J; León, G; Rey, V; Ariza, M; Gómez, P. 2000. El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia (en línea). Colombia, Coropración Colombiana de Investigación Agropecuaria Región 8 (Corpoica) / Asociación de Horticultores y Fruticultores de Colombia (Asohofrucol). 100 p. (Manual de asistencia técnica no. 4). Disponible [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/Cultivo%20de%20la%20papaya.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Cultivo%20de%20la%20papaya.pdf)
5. Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, US, The American Phytopathological Society (APS) Press. 218 p.
6. Bran, MC; Quan, LI. 2004. Manual de prácticas de microbiología de sistemas naturales. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química Biológica, Departamento de Microbiología. 101 p.
7. CABI (Commonwealth Agricultural Bureau, UK). 2008. Crop protection compendium (CPC). Index fungorum (en línea). United Kingdom. Bioscience Databases. United Kingdom. Disponible en: <http://www.indexfungorum.org/>
8. \_\_\_\_\_.2006. CPC. Crop protection compendium. UK, CAB Internacional. 2 CD.
9. Cano Alfaro, HS. 2006. Determinación de bacterias fitopatógenas en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) en finca La Estancia, municipio de la Libertad, Petén, Guatemala. Tesis Quím-Bióloga. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 50 p.

10. Cigarroa, EP. 2005. Misión técnica agrícola de la república de China, una oportunidad de desarrollo para Guatemala: "proyecto de papaya en el Petén". Tesis Licda. Rel. Internac. Guatemala, USAC, Escuela de Ciencias Políticas. 62 p.
11. Corado Martínez, SA. 1999. Determinación de enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo de papaya Hawaiana (*Carica papaya* L.) en la aldea Mojarritas, Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 34 p.
12. CRECE (Centro Regional para la Competitividad Empresarial, MX). s.f. Estudio de mercado nacional de la papaya Maradol (en línea). Puebla, México, Fundación Produce. 142 pp. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.fuppue.org.mx/CONVERTIDOS%20PDF/estudio%20de%20mercado%20papaya%20maradol.pdf>
13. Crop Knowledge Master, US. 2005. Papaya: general crop information; insects, other pests and plant disease pathogens (en línea). Hawaii, US. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.extento.hawaii.edu/Kbase/crop/crops/papaya.htm#Plant%20Disease%20Pathogens>
14. Cybertruffle.org.uk. s.f. Cybernome, el nomenclador de los hongos y sus organismos asociados (en línea). UK. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.cybertruffle.org.uk/cybernome/esp/index.htm>
15. Daborío Argüello, D; Saéz Murillo, MV; Arauz Cavallini, F. s.f. Efecto del calcio en aplicaciones precosecha según la severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) y la calidad de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) (en línea). Costa Rica, MercaNet. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Poscosecha/Investigaciones/Frut%C3%ADcolas/Papaya.htm#2>
16. \_\_\_\_\_. s.f. Efecto del calcio en aplicaciones poscosecha según la severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) y la calidad de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) (en línea). Costa Rica, MercaNet. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Poscosecha/Investigaciones/Frut%C3%ADcolas/Papaya.htm#2>
17. Escobar, R. 2005. Exportan papayas (en línea). Guatemala, Prensa Libre jun 20. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.prensalibre.com/pl/2005/junio/20/116966.html>

18. Escobar, R; Pérez, C. 2006. Impulsan cultivo de frutas. Guatemala, Prensa Libre nov 12. Sección Departamental. Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.prensalibre.com.gt/pl/2006/noviembre/12/156127.html>
19. Farr, D; Bills, G; Chamurrs, G; Rossman, A. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. Minnesota, US, The American Phytopathological Society (APS) Press. 1252 p.
20. Flores-Vindas, E. 1999. La planta: estructura y función. Costa Rica, Libro Universitario Regional (LUR). v. 2, 516 p.
21. Grupo Océano, ES. 1999. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. España. 1032 p.
22. Guerra Sicán, T. 2005. Informe final de diagnóstico, servicios e investigación desarrollados en el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 193 p.
23. Hanlin, RT. 1990. Illustrated genera of Ascomycetes. Minnesota, US, The American Phytopathological Society (APS) Press. 263 p.
24. Hernández, M. 2006. Manual práctico para el proceso microbiológico analítico aplicable en la detección de bacterias fitopatógenas. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala, Subprograma de Ejercicio Profesional Supervisado, Programa de Experiencias Docentes en la Comunidad. 31 p.
25. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. IV censo nacional agropecuario: número de fincas censales, superficie cosechada, producción obtenida de cultivos anuales o temporales y viveros. tomo 2. 1 CD.
26. Jiménez Díaz, JA. 2002. Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana (en línea). Costa Rica, EARTH. 108 p. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90022688.pdf>
27. Jones, SB. 1988. Sistemática vegetal. 2 ed. México, McGraw Hill. 511 p.
28. La Prensa, PA. 2001. Guatemala, libre de la mosca del mediterráneo (en línea). Panamá. Disponible <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2001/09/09/hoy/negocios/252851.html>

29. Liberato, JR; McTaggart, AR; Shivas, RG. 2007. Asperisporium black spot of papaya (*Asperisporium caricae*) (en línea). Australia, Pest and Diseases Image Library. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en <http://www.padil.gov.au>
30. Malo, SE; Campbell, CW; Balerdi, CF; Crane, JH. 2005. La papaya en Florida (en línea). Florida, US, University of Florida, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida / Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas (UF / IUFAS). Estados Unidos. 4 p. Consultado 13 mayo 2007. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS29600.pdf>
31. MFEWS (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, GT). 2005. Perfiles de medios de vida de Guatemala. septiembre 2005 (en línea). Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.fews.net/livelihoods/files/gt/national.pdf>
32. Misión Técnica Agrícola de Taiwán, GT. 2004. Memoria de labores 2004 (en línea). Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.roc-taiwan.org.gt/press/20041222/2004122204.html>
33. Mora A, D; Morales Bance, M. 1980. Etiología de la pudrición radical de la papaya en Costa Rica. Nota Técnica Agronomía Costarricense 4(2):191-193. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v04n02\\_191.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v04n02_191.pdf)
34. Morton, J. 1987. Fruits of warm climates: papaya. Miami, Florida, US, Purdue. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/papaya\\_ars.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/papaya_ars.html)
35. Mycobank (Internacional Mycological Association, UK. 2009. Fungal database-numenclature and species bank-online taxonomic novelties submission (en línea). UK. Disponible en: <http://www.mycobank.org/MycoTaxo.aspx?>
36. Nishijima, WT. 1999. Common names of plant diseases: diseases of papaya (*Carica papaya*) (en línea). US, APS. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.apsnet.org/online/common/names/papaya.asp>
37. Ocampo, A. 2004. Papaya: prácticas culturales en Taiwán (en línea). Colombia, Semillas Arroyave. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.semillasarroyave.com/uploads/ficha\\_tainung.pdf](http://www.semillasarroyave.com/uploads/ficha_tainung.pdf)
38. Ochoa, R; Aguilar, H; Vargas, C. 1991. Ácaros fitófagos de América Central: guía ilustrada. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 251 p.

39. Oficina de Planificación Municipal, Municipalidad de La Libertad, Petén, GT s.f. Sistema de información geográfica (SIG) como herramienta de planificación municipal. Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.femica.org/experiencias/documentos/gpl/la\\_libertad.htm](http://www.femica.org/experiencias/documentos/gpl/la_libertad.htm)
40. Ogata, D; Heu, R. 2001. Black spot of papaya disease (en línea). Hawaii, US, Department of Agriculture, State of Hawaii, Plant Pest Control Branch. (New Pest Advisory no. 2001-01). Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.hawaiiag.org/hdoa/npa/npa01-01\\_blkspot.pdf](http://www.hawaiiag.org/hdoa/npa/npa01-01_blkspot.pdf)
41. OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, HN). 2002. Prácticas fitosanitarias en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) tipo Solo para exportación. Honduras, OIRSA, Proyecto Regional de Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación no Tradicional / República de China. 53 p.
42. OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, GT). 2003. Manual producción ecológica con énfasis en productos tropicales (en línea). Petén, Guatemala, OIRSA, Proyecto Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación no Tradicional (VIFINEX). Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/54\\_produccion\\_ecologica\\_cultivos\\_tropicales.pdf](http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/54_produccion_ecologica_cultivos_tropicales.pdf)
43. Pernezny, K; Linz, RE. s.f. Some common diseases of papaya in Florida (en línea). Florida, US, Department of Agriculture, Cooperative Extension Service / University of Florida / IFAS / University Cooperative Extension Program, and Boards of County Commissioners Cooperating. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/VH050>
44. Persley, DM; Ploetz, RC. 2003. Diseases of papaya (resumen capítulo 17). In CABI, UK. Diseases of tropical fruit crops. UK. 2 p.
45. Quintanilla, M. 2007. Reporte final proyecto “establecer opciones de exportar frutas a través de crear área piloto libres de moscas de la fruta y baja prevalencia utilizando un manejo integrado, incluyendo a la técnica de insecto estéril, en América Central y Panamá. El Salvador, Proyecto Regional de Cooperación Técnica. 18 p. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://arc.cnea.gov.ar/arc2006/EL%20SALVADOR.pdf>
46. Ramírez, L; Durán, A; Mora, D. 1994. Relación entre la edad de las plántulas de papaya criolla y la resistencia a la pudrición radical causada por *Phytophthora* sp: resumen de investigación. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1 p.



47. RIC (Registro de Información Catastral, GT). 2005. Diagnóstico de propiedad del departamento de Petén: documentos jurídicos 7 (en línea). Guatemala. 103 p. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.catastro.gob.gt/uploadimg/docs/p22-30.pdf>
48. Saborío Argüello, D; Saénz Murillo, MV; Arauz Cavallini, F. s.f. Efecto del calcio en aplicaciones precosecha sobre la severidad de la antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Sacc.) y la calidad de frutos de papaya (*Carica papaya* L.): calidad agrícola (en línea). Manejo de Poscosecha. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Poscosecha/Investigaciones/Frut%C3%ADcolas/Papaya.htm#2>
49. SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación, Oficinal Departamental de Planificación, región VIII, GT). 2003. Estrategia de reducción de la pobreza departamental, Petén (en línea). Petén, Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.segeplan.gob.gt/docs/ERP/ERP\\_Municipios\\_2004/index.html](http://www.segeplan.gob.gt/docs/ERP/ERP_Municipios_2004/index.html)
50. Semillas Arroyave.com. s.f. Papaya: prácticas culturales en Taiwán. Bogotá, Colombia. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.semillasarroyave.com/uploads/ficha\\_tainung.pdf](http://www.semillasarroyave.com/uploads/ficha_tainung.pdf)
51. Sosa Berganza, ME. 2005. Informe final del diagnóstico de la finca La Estancia, La Libertad, Petén. EPSA Diagnostico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 15 p.
52. Soto Alvarado, AE. 2002. Determinación de enfermedades foliares provocadas por hongos en diez especies forestales en plantaciones ubicadas en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Petén e Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 70 p.
53. Unidad Técnica Municipal del Municipio de Melchor de Mencos, Petén , GT. 2002. Caracterización del municipio de Melchor de Mencos, Petén (en línea). Guatemala. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://www.inforpressca.com/melchordemencos/diagnostico.pdf>
54. USDA (United States Department of Agriculture, US). Agricultural Research service (ARS). Sistematic mycology and microbiology: fungal database (en línea). US. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: <http://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/index.cfm>

55. Vegas, A; Trujillo, G; Marys, E; González A; Fermín, G; Cermel, M. 2004. El virus de la mancha anillada de la lechosa en Venezuela: descripción e importancia, medidas de prevención y control. Maracay, Aragua, Venezuela, CENIAP HOY Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela no. 6. Consultado 20 mayo 2007. Disponible en: [http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/vegas\\_a/arti/vegas\\_a.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/vegas_a/arti/vegas_a.htm)
56. Ventura Prera, MG. 2007. Identificación de bacterias fitopatógenas en cultivos de papaya (*Carica papaya*) en las fincas El Pantanal y El Subín, ubicadas en el departamento de Petén, Guatemala. Tesis Quím. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 49 p.
57. Zavala-León, MJ; Tun-Suárez, MJ; Cristóbal-Alejo, J; Ruiz-Sánchez, E; Gutiérrez-Alonso, O; Vázquez-Calderón, M; Méndez-González, R. 2005. Control postcosecha de la antracnosis en papaya y sensibilidad de *Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Sacc. a fungicidas organosintéticos. Revista Chapingo, Serie Horticultura 11(2). 6 p. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/609/60911210.pdf>
58. Zepeda, F. 2006. Cultivo de de papaya: recopilación bibliográfica de producción y manejo de papaya. Guatemala, MAGA, Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP). 65 p.

### **CAPÍTULO III**

## **SERVICIOS EFECTUADOS EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO PETÉN**

### 3.1 Presentación

Los servicios que se describen a continuación tienen como objetivo contribuir a la documentación en el área fitopatológica del laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Petén con la presentación de datos obtenidos en esta región del norte de la República de Guatemala.

Como primer servicio se procedió a ubicar áreas con problemas fitopatológicos potenciales mediante la colecta de material vegetal enfermo en distintos puntos del departamento de El Petén. Para esta etapa se contó con la ayuda de las brigadas del PROMIP encargadas del monitoreo de plagas en el departamento. Como resultado de este servicio se incluye el registro de los lugares donde se colectó este material.

El segundo servicio consistió en el procesamiento de muestras en el laboratorio y la emisión de los diagnósticos, por lo que se analizaron tanto las muestras que se colectaron en las distintas visitas de campo efectuadas como parte del servicio 1 y también las que fueron ingresadas por las brigadas del programa de manejo integrado (PROMIP) y por particulares. La metodología para la determinación del agente causal de la enfermedad consistió en la elaboración de montajes, observación al microscopio y utilización de claves especializadas para identificar al patógeno. En los resultados de este servicio se incluyen las estadísticas de los resultados obtenidos y el resumen de los diagnósticos efectuados.

Las descripciones de las sintomatologías, los hospederos afectados y la identificación de los agentes causales determinados durante la fase de diagnóstico se incluyeron en un documento titulado documentación de enfermedades ocasionadas por hongos diagnosticadas en el LDF Petén en cultivos propios del departamento y que constituye el servicio número 3.

El servicio 4 consistió en la elaboración de un manual de procedimiento, en donde se describe los protocolos a seguir en análisis fitopatológicos en el laboratorio.

Como servicio 5 se listan las exposiciones dirigidas a personal de campo acerca de temas de sanidad vegetal.

En el acápite de servicios no planificados se describen actividades inicialmente no previstas pero en las cuales se tuvo participación directa. Estas actividades estuvieron orientadas en el apoyo de campo en monitoreo de plagas y en el reordenamiento del equipo y cristalería del laboratorio.

## **3.2 Identificación de áreas con problemas potenciales de fitopatógenos**

### **3.2.1 Objetivos**

#### **General**

- Identificar puntos en el departamento de El Petén con posibles problemas fitopatológicos.

#### **Específicos**

- Proporcionar un registro con la ubicación de los lugares en donde potencialmente pueden presentarse problemas fitopatológicos.
- Identificar los cultivos que pueden presentar enfermedades ocasionadas por fitopatógenos.
- Colectar material vegetal enfermo para ser ingresado al Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico MAGA Petén

### **3.2.2 Metodología**

Este servicio consistió en visitas de campo con colectas de material vegetal enfermo en distintos puntos del departamento de El Petén y se efectuó de marzo a diciembre del año 2007. Las colectas se realizaron en lugares próximos a puntos donde el VICEMAGA Petén mantiene monitoreo de plagas por medio del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP). Estas áreas se caracterizaron por tener actividad agrícola o forestal. También se colectó material en lugares de los cuales se tenían denuncias de posibles problemas con enfermedades.

Durante la actividad se contó con la colaboración del personal de las brigadas del PROMIP, quienes proporcionaron los vehículos para el transporte de las muestras desde

el punto de colecta hasta el laboratorio. Los materiales fueron proporcionados por el LDF MAGA Petén

La metodología utilizada fue la siguiente:

- Los muestreos fueron de tipo dirigido, durante los cuales se colectaron plantas, o partes de éstas, con síntomas de enfermedades o con indicios de cualquier anomalía.
- También se colectaron muestras de raíces y suelo.
- Las muestras de hojas, ramas y tallos se cubrieron con papel mayordomo y papel periódico y luego se introdujeron en bolsas de plástico.
- Las muestras de raíz y muestras del suelo en bolsas de plástico.
- Cada muestra se identificó con el nombre de la finca o lugar de colecta y la fecha en que fue tomada. Esta información se anotó en una libreta de campo en la cual se adjuntaron observaciones importantes para el diagnóstico.
- El material para la colecta de las muestras consistió en: bolsas de polietileno, pisetas, espátulas, papel mayordomo, viales los cuales fueron proporcionados por el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén.

### **3.2.3 Resultados**

Se efectuaron entre marzo y diciembre del 2007 un total de 53 muestreos en diferentes puntos del departamento en los cuales se colécto material vegetal enfermo. En el cuadro siguiente aparecen descritos los lugares y los cultivos de los cuales se tomaron muestras que posteriormente se procesaron y analizaron en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario (LDF) Petén

**Cuadro 16. Lugares donde se colectó material vegetal para la elaboración de diagnósticos fitopatológicos durante los meses de marzo a diciembre del 2007.**

	Nombre	Comunidad	Municipio	Coordenadas		Cultivos muestreados
				Latitud	Longitud	
1	Cooperativa La Blanca	La Blanca	Melchor de Mencos	16,89441	89,45336	Papaya
2	ECA El Porvenir	Cabecera	La Libertad	16,79287	90,00628	Papaya
3	La Estancia	Los Manueles	La Libertad	16,80854	90,59793	Papaya, guayaba, guanábana, mango
4	Misión Taiwán	Cabecera	La Libertad	16,79718	90,09432	Papaya, cericote, frijol abono, ornamentales
5	Tikal Papaya 1	Las Cruces	La Libertad	16,67233	90,38184	Papaya
6	Tikal Papaya 2	Las Cruces	La Libertad	16,68906	90,39856	Papaya
7	Cooperativa Olazar	Sacpuy	San Andrés	16,98539	90,04276	Limón persa
8	Estación Experimental El Remate	El Remate	Flores	16..98357	89,69104	Cítricos, chile
9	Hacienda Espuelas Las	La Blanca	Melchor de Mencos	16,48839	89,33449	Limón persa
10	Barrio Cobán		Dolores	16.51226	89.41071	Papaya, piña
11	Cabecera		La Libertad	16,79287	90,00628	Maíz
12	Huertos Santa Elena		Flores	16.88285	89.90047	Papaya, maíz, mango, chile, almendro,
13	Cabecera municipal		La Libertad	Varios puntos	Varios puntos	Maíz, frijol
14	Comunidad Mario Méndez		Sayaxché	Varios puntos	Varios puntos	Cacao, tomate, pepitoria, otros

Fuente: Ortiz Cardona, KA.



**Figura 48. Estación experimental El Remate, Flores, Petén.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 49. Hacienda Las Espuelas, Melchor de Mencos, Petén.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 50. Cultivo de piña, Barrio Cobán, Dolores, Petén**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 51. Cultivo de pepitoria, comunidad Mario Méndez, Sayaxché, Petén**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007





**Figura 52. Cultivo de limón persa, cooperativa Olazar, Sacpuy, San Andrés, Petén**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 53. Cultivo de Mango, Finca La Estancia, La Libertad, Petén**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007

### 3.2.4 Evaluación

El 70% de las muestras ingresadas al laboratorio para análisis fitopatológico procedieron de las colectas efectuadas durante esta actividad. Además en el laboratorio quedaron los registros de los lugares muestreados y de los cultivos que potencialmente pueden presentar problemas fitopatológicos. El laboratorio LDF Petén tiene ya disponibilidad de esta información.

### **3.3 Diagnóstico fitopatológico de las muestras ingresadas al laboratorio.**

#### **3.3.1 Objetivos**

##### **General**

- Proporcionar evidencia documentada de la presencia de problemas de enfermedades en cultivos propios de El Petén

##### **Específicos**

- Proporcionar datos estadísticos de diagnósticos fitopatológicos efectuados en el LDF MAGA Petén.
- Identificar los hospederos afectados y los patógenos.
- Aumentar la proporción de diagnósticos fitopatológicos efectuados por el LDF MAGA Petén.

#### **3.3.2 Metodología**

Las muestras ingresadas al laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén fueron las colectadas en los lugares visitados como parte del servicio 1. También se ingresaron y procesaron las muestras trasladadas por las brigadas del PROMIP y por particulares. Los resultados de los ingresos y los diagnósticos que aquí se presentan también se encuentran registrados en los archivos del laboratorio en forma electrónica y en forma impresa (boletas de ingreso y egreso).

El procesamiento y los diagnósticos fitopatológicos fueron realizados siguiendo protocolos de laboratorio ya establecidos (ver el manual de procedimientos en el anexo de este mismo capítulo). Un 90% de estos diagnósticos fueron realizados utilizando equipo (microscopios, estereoscopios, etc.) e instalaciones del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario (LDF) MAGA Petén mientras que para el restante 10% fue necesario utilizar equipo o instalaciones del laboratorio del Centro de Diagnóstico Parasitológico (CDP) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos (FAUSAC), específicamente para efectuar análisis de nemátodos y oomicetos. La cristalería y materiales como portaobjetos, cubreobjetos, agujas de disección, pinzas, pinceles, bisturí fueron proporcionados por el LDF MAGA Petén así como también los reactivos utilizados para la tinción de montajes de hongos.

También se contó con el apoyo de otros laboratorios: el de Diagnóstico Fitosanitario del MAGA Km. 22; el de Suelo-Planta-Agua “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos y el de Protección Vegetal del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle, quienes realizaron pruebas complementarias para confirmar o descartar algunos diagnósticos

Para la determinación de los hongos se utilizaron características de micelio, conidias, estructuras fructíferas, cotejando con las siguientes claves especializadas:

- Barnett, H.; Hunter, B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, USA. The American Phytopathological Society (APS) Press. 218 p
- Hanlin, R. 1990. Illustrated genera of ascomycetes. St. Paul, Minnesota, USA. The American Phytopathological Society. 275 p.

También se contó con la colaboración de profesionales del Laboratorio MAGA Petén, Laboratorio MAGA Km22 y del Centro de Diagnóstico Parasitológico (CDP) de la FAUSAC.

### **3.3.3 Resultados**

En el año 2007 se procesaron 126 muestras totales ingresadas oficialmente al laboratorio. Es importante acotar que durante los meses de enero, febrero, marzo y la primera quincena de abril no se procesaron muestras debido a que el laboratorio estaba fuera de servicio por trabajos de remodelación y ampliación. Las nuevas instalaciones fueron entregadas oficialmente el 13 de abril de 2007.

#### **Estadísticas**

Según el tipo de análisis para el cual fue ingresada la muestra, en el año 2007 se procesaron en el área fitopatológica el 48% del total de las muestras que ingresaron. Este porcentaje aumentó de un 2% en el 2006 a un 48% en el 2007. La distribución de las muestras según tipo de análisis durante el año 2007 aparece resumida en el siguiente cuadro.

**Cuadro 17: Distribución de las muestras según el análisis para el cual fueron ingresadas. Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén. Año 2007**

Tipo de análisis	No. de muestras	%
Diagnósticos Entomológicos	65	51.59
Fiagnósticos Fitopatológicos	61	48.41
Ingresos totales	126	100.00

Fuente: Datos recopilados por Ortiz Cardona, KA. en base a registro del laboratorio.

De las 61 muestras para análisis fitopatológico, el 75% de éstas ingresó durante los meses de agosto, septiembre y octubre, que correspondió a la época más lluviosa en el departamento ese año.

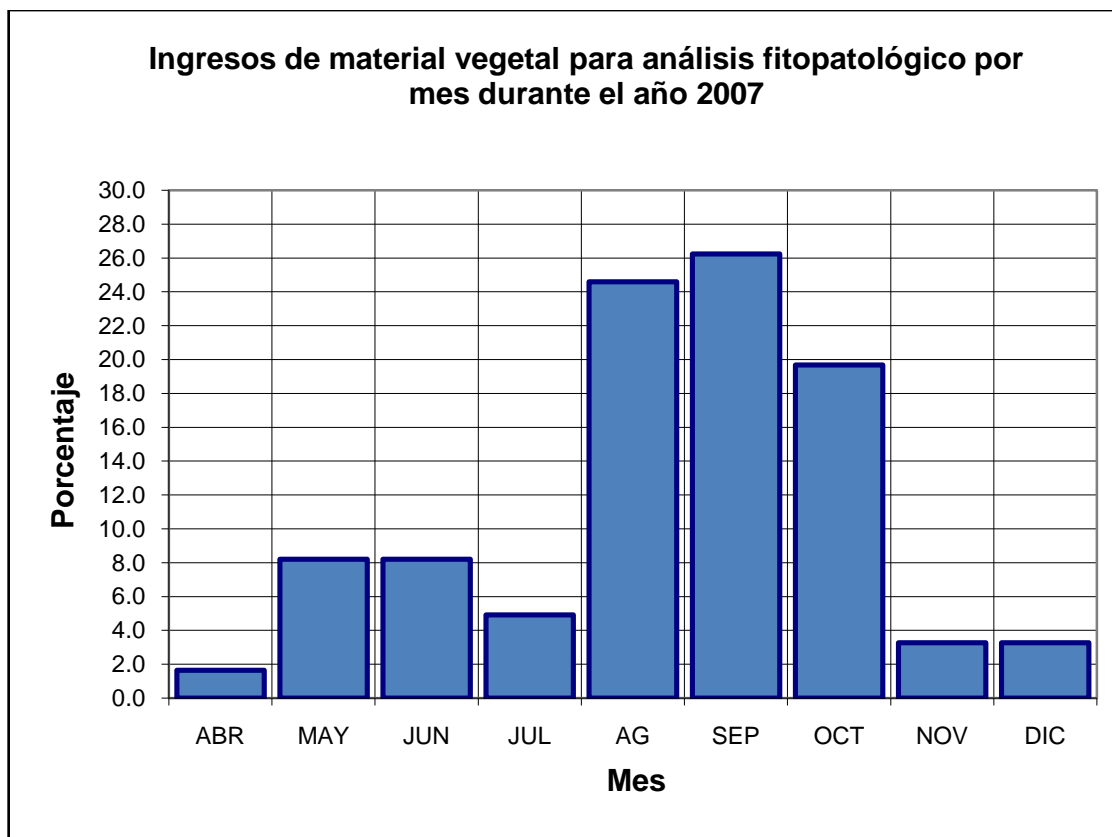
En el siguiente cuadro se presenta el número de muestras para análisis fitopatológico que se procesaron mensualmente en el laboratorio a partir de abril, mes en el cual el laboratorio entró nuevamente en funcionamiento después de los trabajos de remodelación.

**Cuadro 18. Número de muestras procesadas para análisis fitopatológico por mes en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén, durante el año 2007**

Mes	No de muestras	No de muestras acumulado	%
Abril	1	1	1.6
Mayo	5	6	8.2
Junio	5	11	8.2
Julio	3	14	4.9
Agosto	15	29	24.6
Septiembre	16	45	26.2
Octubre	12	57	19.7
Noviembre	2	59	3.3
Diciembre	2	61	3.3
Total	61		100.0

Fuente: Datos recopilados por Ortiz Cardona, KA. en base a registro del laboratorio.

A continuación se presenta dos gráficos con la distribución porcentual mensual de muestras para análisis fitopatológicos. No se incluyen los meses en que el laboratorio se encontró fuera de servicio.

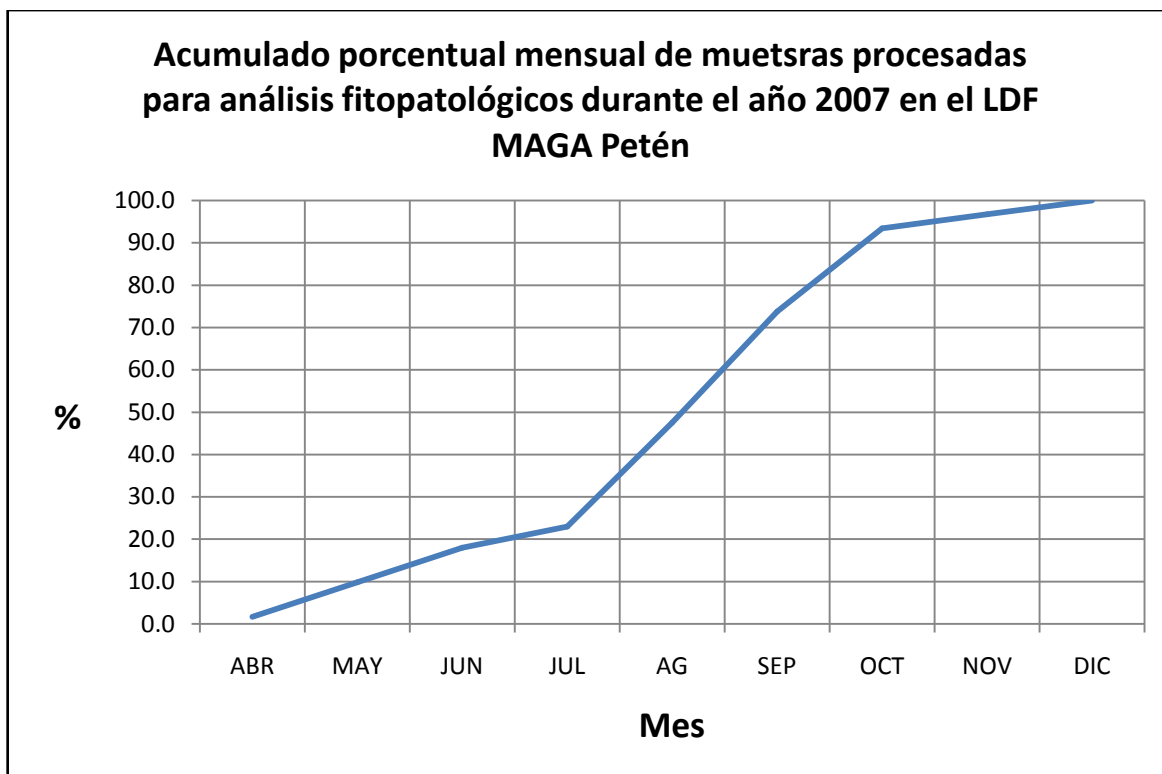


**Figura 54. Gráfico del número de muestras procesadas para análisis fitopatológicos por mes durante el año 2007 en el LDF MAGA Petén**

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. En base a registros del laboratorio

El mayor número de muestras ingresadas y procesadas para análisis fitopatológicos durante el año 2007 se produjo durante la temporada de lluvias en el departamento teniendo su pico a finales del mes de agosto y principios del mes de septiembre.

De aquí en adelante todos los resultados expuestos, aunque no se haga mención explícitamente de ello, hacen referencia a los análisis fitopatológicos efectuados en el laboratorio.



**Figura 55. Acumulado porcentual de muestras procesadas para análisis fitopatológico en el LDF MAGA Petén 2007.**

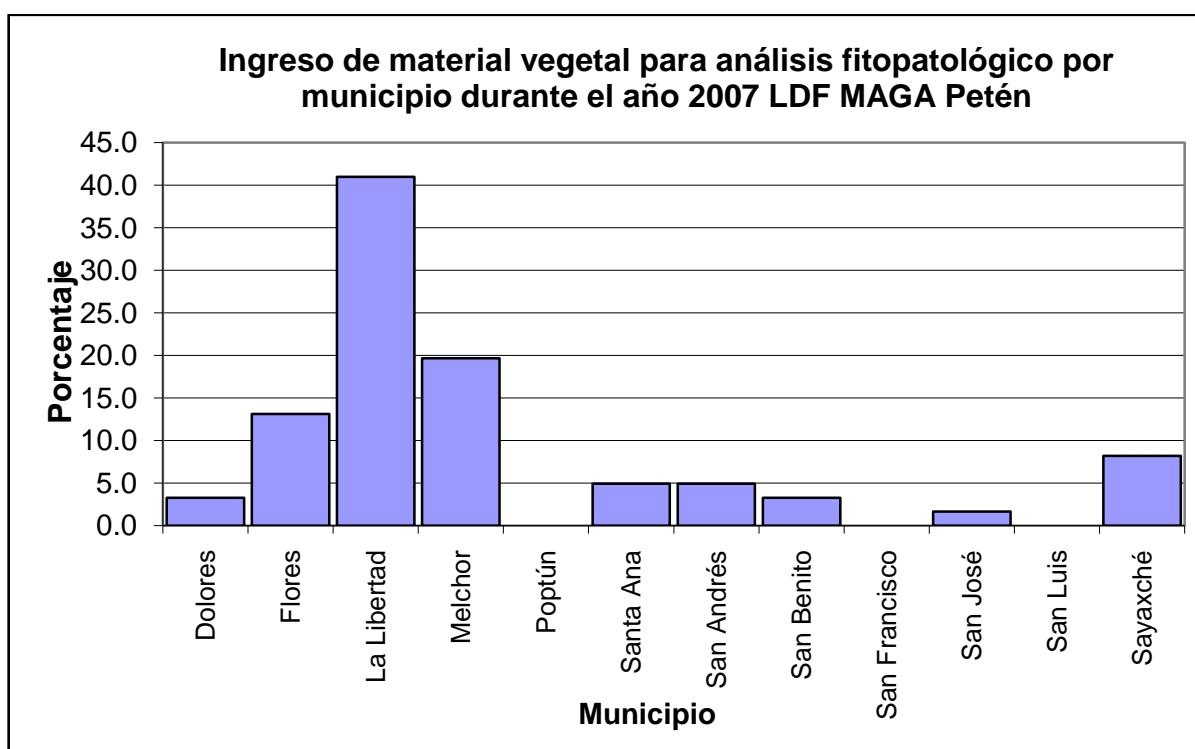
Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. en base a registros del laboratorio

Respecto al lugar de procedencia de las muestras, el mayor porcentaje provino del municipio de La Libertad con un 41%, le siguen en su orden Melchor de Mencos y Flores. De estos tres municipios proceden las tres cuartas partes del total de muestras. El municipio de La Libertad es considerado como uno de los que posee mayor actividad agrícola en el departamento de El Petén.

**Cuadro 19. Procedencia de las muestras procesadas para análisis fitopatológico**

Municipio	Número de muestras	%
Dolores	2	3.3
Flores	8	13.1
La Libertad	25	41.0
Melchor	12	19.7
Poptún	0	0.0
Santa Ana	3	4.9
San Andrés	3	4.9
San Benito	2	3.3
San Francisco	0	0.0
San José	1	1.6
San Luis	0	0.0
Sayaxché	5	8.2
	61	100

Fuente: datos recopilados por Ortiz Cardona, KA. en base a registro del laboratorio.



**Figura 56. Ingreso de material vegetal para análisis fitopatológico al laboratorio durante el año 2007**

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA. según registros del laboratorio.

Después de haber efectuado el proceso de diagnóstico fitopatológico se determinó que en el 89% de los casos se encontró sintomatología asociada directamente a algún patógeno y en el restante 11% los problemas se debieron a deficiencias, fitotoxicidad por agroquímicos o bien a desórdenes de tipo fisiológico.

De las muestras en donde se determinó que el problema se debía a patógenos, el 80% de los casos fue ocasionado por hongos, y el restante 20% por bacterias u otros microorganismos.

### **Diagnósticos de hongos**

Los géneros de hongos determinados durante los diagnósticos fueron:

*Alternaria sp.*, *Botryodiplodia sp./ Macrophoma sp.*, *Cercospora sp.*, *Cladosporium sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Corynespora sp.*, *Fusarium sp.*, *Guignardia sp.*, *Helminthosporium sp.*, *Lepthosphaeria sp.*, *Mycosphaerella sp.*, *Pestalotiopsis sp.*, *Phoma sp./Phyllosticta sp.*, *Phomopsis sp.*, *Pleospora sp.* y *Ustilago sp.*

Los hospederos afectados por estos hongos fueron:

*Persea americana*, *Prunus dulcis*, *Annona muricata*, *Brachiaria brizantha*, *Theobroma cacao*, *Cordia dodecandra*, *Capsicum annum*, *Citrus sp.*, *Mucuna prunens*, *Psidium guajaba*, *Yucca elephantipes*, *Zea mayz*, *Mangifera indica*, *Dypsis lutescens*, *Carica papaya*, *Cucurbita máxima*, *Musa sapientum*, *Citrullus lanatus*.

A continuación se presenta un cuadro con el resumen de los resultados de los diagnósticos efectuados a las muestras ingresadas al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén durante el año 2007 y en el cual se indica el hospedero afectado por cada género de hongo determinado durante el diagnóstico.



**Cuadro 20. Géneros de hongos determinados en muestras de cultivos en el departamento de El Petén, año 2007.**

HOSPEDEROS		HONGOS														
Nombre común	Nombre científico	<i>Alternaria sp.</i>	<i>Botryodiplodia sp.</i>	<i>Cercospora sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Corynespora sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Guignardia sp.</i>	<i>Helminthosporium sp.</i>	<i>Leptosphaeria sp.</i>	<i>Mycosphaerella sp.</i>	<i>Pestalotiopsis sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Pleospora sp.</i>	<i>Ustilago sp.</i>
aguacate	<i>Persea americana</i>															
almendro	<i>Prunus dulcis</i>															
anona	<i>Annona muricata</i>															
brizantha	<i>Brachiaria brizantha</i>															
cacao	<i>Theobroma cacao</i>															
cericote	<i>Cordia dodecandra</i>															
chile	<i>Capsicum annum</i>															
cítricos	<i>Citrus sp.</i>															
frijol abono	<i>Mucuna prunens</i>															
izote	<i>Yucca elephantipes</i>															
maíz	<i>Zea mayz</i>															
mango	<i>Mangifera indica</i>															
palma	<i>Dypsis lutescens</i>															
papaya	<i>Carica papaya</i>															
pepitoria	<i>Cucurbita maxima</i>															
plátano	<i>Musa sapientum</i>															
sandía	<i>Citrullus lanatus</i>															

Fuente: Elaborado por Ortiz Cardona, KA.

### Diagnósticos de bacterias

En el caso de bacterias el diagnóstico se limitó a determinar la presencia o ausencia en las muestras analizadas debido principalmente a las limitaciones de equipo y reactivos. La técnica utilizada fue la prueba de flujo bacteriano. Se obtuvieron resultados positivos en muestras de cultivos de piña (*Ananas comosus*).

### Diagnósticos de nemátodos

Para la extracción y determinación de nemátodos fue necesario realizar el procedimiento en el laboratorio del Centro de Diagnóstico Parasitológico (CDP) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos debido a que el Laboratorio de Diagnóstico

Fitosanitario Petén no contaba con todo el equipo necesario. La técnica utilizada fue por flotación y centrifugado. Los géneros de nemátodos determinados fueron *Pratylenchus sp.*, *Rotylenchus sp.* y *Xiphinema sp.*, los cuales fueron encontrados en muestras de suelo tomadas de plantaciones de limón persa (*Citrus latifolia*) de la cooperativa Olazar, Sacpuy en el municipio de San Andrés, Petén.

### **Diagnóstico de otros patógenos**

En papaya (*Carica papaya*) varias muestras colectadas en la finca Tikal Papaya 2, Las Cruces, La Libertad, presentaron sintomatología asociada a virus o fitoplasmas (conocidos anteriormente como organismos semejantes a micoplasmas). Al efectuar las pruebas básicas se excluyó como agentes causales a hongos y bacterias.

Para determinar si el agente causal era un virus o fitoplasmas se tomaron varias muestras en lugar y luego tres de éstas fueron al Laboratorio de Protección Vegetal del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle en la ciudad de Guatemala para realizar pruebas serológicas y de PCR (reacción en cadena de la polimerasa). Según se hace constar en los dictámenes 16714, 16715 y 16716 en una de las tres muestras ingresadas al laboratorio se detectó la presencia de *Bunchy Top*.

Se debe hacer la aclaración que el resultado corresponde a una muestra positiva de tres que se ingresaron y que para emitir un diagnóstico definitivo deben realizarse más muestreos y efectuarse más pruebas.

### **3.3.4 Evaluación**

Se incrementó el número y la proporción de muestras recibidas, procesadas y diagnósticas para análisis fitopatológicos en comparación con el año anterior, de un 2% en el año 2006 a un 48% en el 2007. Las estadísticas del año 2006 se presentaron en el capítulo I titulado diagnóstico del Laboratorio Fitosanitario Petén.

Aunque durante el año 2006 se ingresaron más muestras (330 muestras) en comparación con el 2007 (126 muestras) esta diferencia pudo deberse a estos factores:

- Durante el año 2006 se efectuaron muestreos intensivos enfocados a monitorear la existencia de poblaciones de trips y langosta en el área norte del país de acuerdo a los lineamientos del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) Petén. Las

muestras colectadas por las brigadas PROMIP fueron ingresadas y procesadas en el laboratorio MAGA Petén. Durante el 2007 los muestreos de este tipo fueron menos frecuentes.

- Durante los meses de enero, febrero y marzo del 2007 el laboratorio no recibió oficialmente ninguna muestra debido a los trabajos de remodelación que se efectuaron en sus instalaciones.

Con la información presentada en este acápite quedó evidenciada y documentada la presencia de problemas de enfermedades en cultivos propios de El Petén

### **3.4 Documentación de las enfermedades diagnosticadas en LDF Petén ocasionadas por hongos en cultivos propios del departamento.**

#### **3.4.1 Objetivos**

##### **General**

- Proporcionar un registro descriptivo y fotográfico de las enfermedades ocasionadas por hongos en cultivos del departamento de El Petén

##### **Específicos**

- Describir las sintomatologías de las enfermedades ocasionadas por hongos que fueron identificadas durante los diagnósticos efectuados
- Documentar fotográficamente las sintomatologías y los agentes causales que fueron diagnosticados en el laboratorio.
- Contribuir con el proceso de documentación fitopatológica del LDF MAGA Petén.

#### **3.4.2 Metodología**

Se procedió a realizar una descripción de las sintomatologías de las muestras ingresadas y procesadas en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén las cuales se anotaron en una libreta de control. También se realizó un registro fotográfico de las mismas.




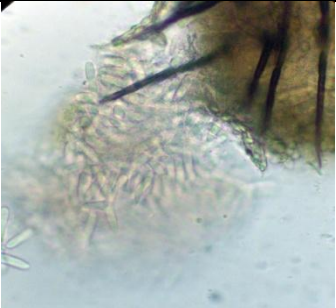




#### **3.4.3 Resultados**

Como resultado de este servicio se presenta un cuadro resumen que incluye información del hospedero afectado, la procedencia de éste, la descripción de la sintomatología de la enfermedad y fotografías del agente causal y el síntoma observado.


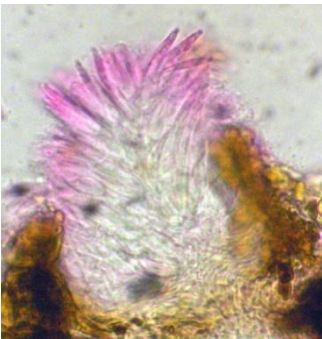






**Cuadro 21. Descripción de las sintomatologías de enfermedades ocasionadas por hongos en cultivos de El Petén diagnosticadas en el LDF de este departamento durante el año 2007**

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Aguacate <i>Persea americana</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Las Pozas, Sayaxché, Petén</p>	<p>Lesiones foliares necróticas de forma irregular poco profundas de color oscuro. Adentro de las lesiones se pueden observar las masas de conidios de color negro. Los síntomas dieron inicio en los márgenes de las hojas.</p>	 <p>Conidias de <i>Pestalotiopsis sp</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Aguacate <i>Persea americana</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Las Pozas, Sayaxché, Petén</p>	<p>Lesiones necróticas de forma irregular, poco profundas, de color café. El avance de las lesiones fue del borde externo de las hojas hacia el interior de la superficie foliar. Dentro de las lesiones se observaron puntos de color negro correspondientes a los acérvulos del hongo.</p>	 <p>Conidias de <i>Colletotrichum sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Aguacate <i>Persea americana</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Las Pozas, Sayaxché, Petén</p>	<p>Antracnosis en fruto. Las lesiones dieron comienzo como pequeños puntos en la parte del fruto que se une al tallo. Estos puntos aumentaron de tamaño, se unieron y formaron depresiones de borde irregular que ocasionaron además pérdida del pericarpio.</p>	 <p>Conidias de <i>Colletotrichum sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Almendro <i>Prunus dulcis</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Santa Elena, Flores, Petén</p>	<p>Antracnosis foliar caracterizada por lesiones necróticas de borde irregular de color pardo rojizo hundidas en la superficie foliar.</p>	 <p>Conidias de <i>Colletotrichum sp.</i></p>






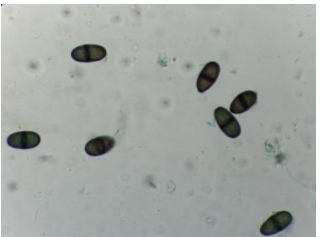


## Continuación cuadro 21

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Almendro <i>Prunus dulcis</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Santa Elena, Flores, Petén</p>	<p>Manchas necróticas circulares de color café claro y bordes bien marcados de color oscuro. En el interior se observan cúmulos de masas de conidias de color negro que a simple vista dan la apariencia de puntos negros.</p>	 <p>Conidia de <i>Pestalotiopsis sp</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Anona <i>Annona muricata</i></p> <p><b>Procedencia</b> San Benito, Petén</p>	<p>Pudrición seca del fruto. Los frutos afectados presentaron pequeñas manchas hundidas, necróticas, de color marrón oscuro. En muestras con avanzado estado de la enfermedad se observó coalescencia de las áreas necróticas hasta que éstas cubrieron la totalidad del pericarpio del fruto.</p>	 <p>Conidia de <i>Colletotrichum sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Brizantha <i>Brachiaria brizantha</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Bella Guatemala, La Libertad, Petén</p>	<p>Lesiones necróticas estriadas de color café claro y paralelas a la nervadura de la hoja</p>	 <p>Conidia de <i>Helminthosporium sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Cacao <i>Theobroma cacao</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Comunidad Mario Méndez, Sayaxché Petén</p>	<p>Pudrición negra del fruto. La pudrición dio comienzo en la parte del fruto que se une al tallo de donde se extendió hasta cubrir la totalidad del fruto. En algunas muestras se observó áreas con coloración grisácea o blanquecina</p>	 <p>Conidia de <i>Botryodiplodia sp.</i></p>

## Continuación cuadro 21

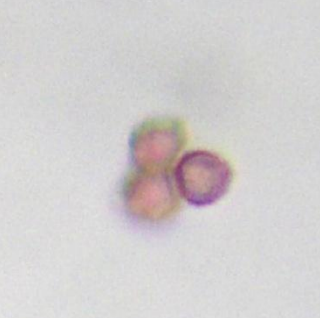


HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Cericote <i>Cordia dodecandra</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Manchas foliares de color café claro con bordes irregulares más oscuros. En el interior de las manchas se observaron los peritecios del hongo dispuestos en anillos concéntricos. Estos peritecios pueden apreciarse a simple vista como puntos de color negro.</p> <p>En la fase inicial de la enfermedad únicamente se observaron los peritecios de color negro dispuestos en forma de remolino sobre la superficie de la hoja.</p>	 <p>Peritecio y ascas de <i>Guignardia sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Chile <i>Capsicum annum</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de Santa Ana, Petén</p>	<p>Manchas necróticas circulares de borde café oscuro, con formación de anillos concéntricos en su interior. El centro de la macha es de color grisáceo o blanquecino. En los anillos concéntricos se observaron los conidióforos del hongo.</p>	 <p>Conidias y conidióforos de <i>Cercospora sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Chile <i>Capsicum annum</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Santa Elena, Flores, Petén</p>	<p>Necrosis foliar en toda la planta. Ésta dio comienzo en las hojas jóvenes de donde se trasladó hacia las hojas viejas</p>	 <p>Conidias de <i>Alternaria sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Frijol abono <i>Mucuna prunens</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de la Libertad, Petén</p>	<p>Manchas necróticas circulares de color grisáceo, de borde oscuro, dispuestas en toda la lámina foliar</p>	 <p>Conidia de <i>Cercospora sp.</i></p>

## Continuación cuadro 21

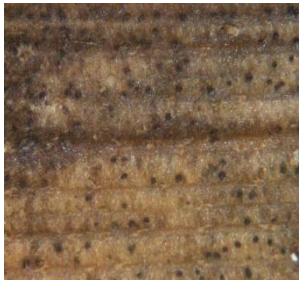
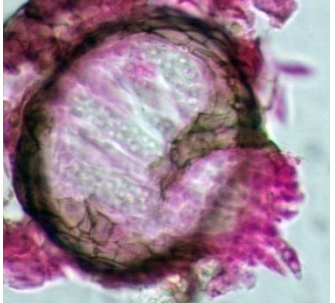

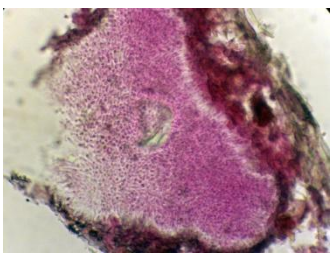

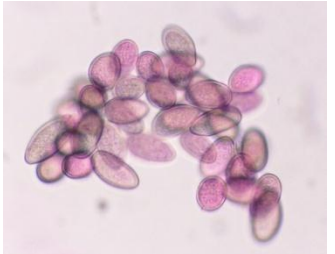


HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Izote <i>Yucca elephantipes</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Jobompiche, San José, Petén</p>	<p>Lesiones necróticas de color café localizadas en la punta de las hojas. Los síntomas comenzaron como puntos de color negro que se esparcieron hacia el interior de la lámina foliar. Los bordes de la zona de avance de la enfermedad de color negro o café oscuro.</p>	 <p>Ascosporas de <i>Leptosphaeria sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Limón persa <i>Citrus latifolia</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Manchas necróticas foliares de forma circular, color café claro con borde café oscuro. Alrededor de la mancha se formó un halo clorótico. Las manchas dieron comienzo en los márgenes de las hojas. En varios casos las manchas se unieron y formaron áreas necróticas de mayor superficie.</p>	 <p>Conidia de <i>Alternaria sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Limón persa <i>Citrus latifolia</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Sacpuy, San Andrés</p>	<p>Necrosis de la copa del árbol, desecamiento y agrietamiento de ramas jóvenes. También se observó necrosis de tallos. En las grietas de las ramas se puede observar picnidios de de color negro.</p>	 <p>Conidias de <i>Bptryodiplodia sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Limón persa <i>Citrus latifolia</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Manchas necróticas foliares de forma circular, color café claro con borde café oscuro. Alrededor de la mancha se formó un halo clorótico. Adentro de la mancha se observaron los peritecios del hongo como puntos de color negro. Los peritecios fueron encontrados en las mismas lesiones en donde se encontraron conidias de <i>Alternaria sp.</i></p>	 <p>Asca y ascosporas de <i>Pleospora sp.</i></p>




## Continuación cuadro 21

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Maíz <i>Zea mays</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Poza del Macho, Sayaxché, Petén</p>	<p>Lesiones necróticas alargadas paralelas a las nervaduras de la hoja, inicialmente de color salmón a café claro y que luego se volvieron pardas. En muestras con daño severo las áreas necróticas cubrieron la totalidad del lámina foliar</p>	 <p>Conidia de <i>Helminthosporium sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Maíz <i>Zea mays</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Formación de masas polvorientas de esporas de color negro semejante al carbón que cubrieron la inflorescencia masculina (espiga) de la planta.</p>	 <p>Teliosporas de <i>Ustilago sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Mango <i>Mangifera indica</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Santa Elena, Flores, Petén</p>	<p>Manchas poco profundas de color negro dispuestas esporádicamente sobre la superficie de la hoja. Las manchas no sobrepasaron los 3 mm en su parte más ancha y daban la apariencia de salpicaduras con mayor frecuencia en el envés de la hoja.</p>	 <p>Conidias inmaduras de <i>Botryodiplodia sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Mango <i>Mangifera indica</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Santa Elena, Flores, Petén</p>	<p>Manchas foliares irregulares de color café claro con bordes oscuros distribuidas en toda la superficie de la hoja. En el interior de la mancha se pudieron observar los conidióforos del hongo</p>	 <p>Conidióforos de <i>Cercospora sp.</i></p>


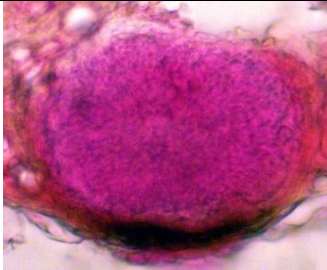



**Continuación cuadro 21**

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Palma Areca <i>Dyopsis lutescens</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de Melchor de Mencos, Petén</p>	<p>Manchas necróticas alargadas de color marrón oscuro localizadas en el centro de la lámina folia. En el interior de éstas manchas se observaron los peritecios del hongo como puntos negros distribuidos en la misma dirección de las nervaduras de las hojas</p>	 <p>Peritecio de <i>Mycosphaerella sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Palma Areca <i>Dyopsis lutescens</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Yaxhá, Flores, Petén</p>	<p>Manchas necróticas alargadas de forma irregular y de color café claro. El borde de estas manchas de color café rojizo. Adentro de las manchas se observaron los picnidios del hongo.</p>	 <p>Picnidio de <i>Phoma sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Pudrición negra del fruto. Los síntomas iniciales se manifestaron como pequeñas áreas de color gris en la punta o ápice del fruto. Los estados avanzados de esta enfermedad se caracterizaron por áreas con una coloración oscura o casi negra. En varias muestras se produjo la coalescencia de las áreas afectadas las cuales prácticamente cubrieron la totalidad del fruto.</p>	 <p>Conidios de <i>Botryodiplodia sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> La Blanca, Melchor de Mencos, Petén</p>	<p>En hojas se observó como síntoma inicial de la enfermedad áreas necróticas de color café claro, de forma irregular, con un diámetro no mayor de 5 o 6 milímetros. En varias muestras estas áreas aparecieron rodeadas de un halo clorótico. En síntomas avanzados la superficies necróticas se volvieron quebradizas.</p>	 <p>Conidióforos y conidias de <i>Cercospora sp.</i></p>





## Continuación cuadro 21

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Las Cruces, La Libertad, Petén</p>	<p>Pudrición interna del fruto. Los síntomas iniciales no fueron visibles externamente. Al realizar un corte en el fruto se puede observar pudriciones húmedas de color marrón con poca formación de micelio.</p>	 <p>Conidióforos y conidias de <i>Cladosporium</i> sp.</p>
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Antracnosis en fruto acompañada de pérdida de pericarpio. Los síntomas iniciales consistieron en manchas más o menos circulares, de unos 5 a 8 mm, de color café claro, localizadas en la epidermis de los frutos. En fases intermedias de la enfermedad se observaron depresiones con masas de conidias de color rosado o salmón. En etapas avanzadas se produjo deformación del fruto y las depresiones tomaron un color negro</p>	 <p>Conidias de <i>Colletotrichum</i> sp.</p>
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Lesiones y pudriciones de color café, de entre 0.5 a 2 cm de diámetro, que dieron inicio en la base del fruto (donde éste se une al tallo). En etapas avanzadas las lesiones se volvieron de color oscuro y afectaron el mesocarpo y el endocarpo.</p>	 <p>Conidia de <i>Corynespora</i> sp.</p>
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Lesiones necróticas rodeadas de un halo clorótico. En algunas lesiones las superficies necróticas se volvieron quebradizas. En varias muestras se encontraron peritecios del hongo en lesiones en donde también se encontraron conidióforos de <i>Cercospora</i> por lo que puede tratarse de dos estados diferentes de la misma enfermedad.</p>	 <p>Peritecio de <i>Mycosphaerella</i> sp.</p>

## Continuación cuadro 21

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Papaya <i>Carica papaya</i></p> <p><b>Procedencia:</b> La Blanca, Melchor de Mencos, Petén</p>	<p>Inicialmente la enfermedad comenzó con pequeñas manchas necróticas de color café, de bordes más o menos regulares, de unos 5 mm de ancho, localizadas en los márgenes de la hoja. Conforme los síntomas se desarrollaron, estas manchas comenzaron a formar áreas necróticas más grandes y de aspecto quebradizo y de un color más oscuro.</p>	 <p>Picnidio de <i>Phoma sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Pepitoria <i>Cucurbita maxima</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Sacpuy, San Andrés, Petén</p>	<p>Manchas necróticas anilladas de color café claro, ubicadas inicialmente en los márgenes de las hojas. El avance de la enfermedad se dio desde las orillas de la hoja hacia el centro de la misma. En la zona cercanas a las manchas se observó clorosis</p>	 <p>Conidia de <i>Alternaria sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Plátano <i>Musa sapientum</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de La Libertad, Petén</p>	<p>Se observados primero pequeños puntos de color café claro en el margen de las hojas. Estos puntos se alargaron hasta formar estrías cafés con bordes bien marcados. Generalmente las estrías aparecieron rodeadas por un halo clorótico amarillo.</p>	 <p>Conidióforos y conidias de <i>Cercospora sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Plátano <i>Musa sapientum</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de Melchor de Mencos, Petén</p>	<p>Depresiones de color claro en la superficie foliar. Los bordes de las depresiones de color pardo oscuro. Adentro se observaron los acérvulos del hongo</p>	 <p>Conidias de <i>Colletotrichum sp.</i></p>

**Continuación cuadro 21**

HOSPEDERO Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE CAUSAL
 <p><b>Hospedero:</b> Plátano <i>Musa sapientum</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Cabecera de Melchor de Mencos, Petén</p>	<p>Inicialmente aparecieron manchas amarillas localizadas paralelamente a las nervaduras laterales de las hojas. Las manchas se alargaron y cambiaron a un color café claro. También se produjo coalescencia de las manchas, las cuales cubrieron una mayor extensión de la superficie foliar. Varias manchas aparecieron rodeadas de un halo clorótico amarillo.</p>	 <p>Peritecio de <i>Mycosphaerella sp.</i></p>
 <p><b>Hospedero:</b> Sandía <i>Citrullus lanatus</i></p> <p><b>Procedencia:</b> Santa Elena, Flores, Petén</p>	<p>Lesiones necróticas en las puntas y en los bordes de las hojas. Las lesiones son de color café claro, de forma irregular y con borde más oscuro. En la zona de avance el tejido de la hoja presenta coloración amarilla.</p>	 <p>Conidióforo y conidias de <i>Cladosporium sp.</i></p>

**Figura 57. Fotografías de síntomas y agentes causales de enfermedades diagnosticadas en el LDF Petén ocasionadas por hongos en hospederos propios de la región**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007.

### 3.4.4 Evaluación

Con este servicio se documentó descriptiva y fotográficamente las enfermedades ocasionadas por hongos en cultivos de El Petén diagnosticadas en el LDF de este departamento. También se contribuyó con el proceso de documentación fitopatológica del laboratorio cuya ausencia fue uno de los problemas identificados en la fase de diagnóstico de este laboratorio

### **3.5 Manual de procedimientos para análisis fitopatológicos del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén.**

#### **3.5.1 Objetivos:**

##### **General**

- Proporcionar al laboratorio una guía para uniformizar sus procedimientos de análisis fitopatológicos.

##### **Específicos**

- Establecer una guía metodológica que el LDF MAGA Petén pueda utilizar en el procesamiento de muestras para análisis de hongos, bacterias y nemátodos.
- Contribuir con el proceso de documentación fitopatológica del LDF MAGA Petén.

#### **3.5.2 Metodología**

Para la elaboración del manual de procedimientos se consultaron documentos referentes al tema de los siguientes autores: Cabezas (2004), Quispe (2005), Cuervo (2007) y ERIS (2009). Ver la bibliografía completa de los autores al final de este capítulo

Se procedió a la compilación y ordenación de la información enfocada en los siguientes procedimientos: recepción e ingreso de muestras en el LDF Petén, emisión de resultados, diagnósticos de enfermedades ocasionadas por fitopatógenos (hongos y bacterias) y diagnósticos de enfermedades ocasionadas por nemátodos filiformes y de quiste.

#### **3.5.3 Resultados**

Consistió en la redacción de un manual de procedimientos para el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén el cual se presenta en la sección de Anexos de este documento.

#### **3.5.4 Evaluación**

Con este manual se estableció una guía metodológica que el LDF MAGA Petén puede utilizar en el proceso de ingreso, recepción de muestras y diagnóstico de muestras para análisis de hongos, bacterias y nemátodos. Con esta guía también se contribuyó a la documentación fitopatológica del laboratorio por lo que se cumplió con los objetivos planteados

## **3.6 Exposiciones de temas fitopatológicos**

### **3.6.1 Objetivos**

#### **General**

- Presentar a las brigadas del PROMIP temas fitopatológicos relacionados con las actividades de campo que realizan.

#### **Específicos**

- Proporcionar al personal de campo de las brigadas PROMIP criterios básicos en las siguientes actividades de campo relacionados con la fitopatología:
  - Identificación de síntomas en campo
  - Técnicas para colecta de muestras para análisis fitopatológico
  - Materiales y equipo para colecta de material vegetal enfermo
  - Preservación de las muestras desde el punto de colecta hasta el laboratorio
- Mejorar la calidad de las muestras ingresadas al LDF MAGA Petén que son ingresadas por el personal de campo de PROMIP

### **3.6.2 Metodología**

El programa de manejo integrado (PROMIP) mantiene contacto directo con los agricultores por medio de un sistema de vigilancia fitosanitaria que realiza en el departamento de El Petén. En estos casos es el personal de las brigadas del PROMIP el que selecciona y/o traslada las muestras hasta el laboratorio.

Debido a que a partir del 2007 se comenzó también a dar énfasis al área fitopatológica del LDF MAGA Petén, se buscó la forma de coordinar con la brigadas PROMIP exposiciones acerca de temas de patología vegetal que pudieran serles de utilidad en las actividades de campo que realizan, principalmente lo relacionado a la colecta, identificación de síntomas, traslado y preservación de muestras para análisis de fitopatógenos.

### **3.6.3 Resultados**

Las exposiciones y las actividades realizadas se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 22. Exposiciones efectuadas a personal de campo del PROMIP, año 2007**

Fecha	Nombre de la presentación	Contenido general	Objetivos	Actividades realizadas
28/09/2007	Métodos de colecta y envío de material vegetal para el diagnóstico de enfermedades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El diagnóstico fitosanitario</li> <li>2. El proceso del diagnóstico</li> <li>3. Diferencia entre síntoma y signo</li> <li>4. Llenado de la boleta utilizada en el laboratorio</li> <li>5. Colecta y envío de muestras para el diagnóstico               <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 Importancia</li> <li>5.2 Materiales</li> <li>5.3 Pautas</li> </ol> </li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar conocimientos de técnicas de colecta de material para el diagnóstico de enfermedades</li> <li>• Mejorar la calidad del material vegetal ingresado por el personal de campo al laboratorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición con equipo multimedia</li> <li>• Demostración práctica de las técnicas</li> <li>• Utilización de los materiales para colecta</li> </ul>
05/10/2007	Guía para la identificación de síntomas en campo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición de síntoma</li> <li>2. Síntomas consistentes en cambios de color</li> <li>3. Síntomas necróticos</li> <li>4. Desarrollo anormal de tejidos</li> <li>5. Otros</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar conocimientos para la diferenciación de síntomas en campo.</li> <li>• Mejorar la información contenida en las boletas de ingreso de muestras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición con equipo multimedia</li> <li>• Presentación de fotografías tomadas en visitas de campo y en laboratorio para ejemplificar los síntomas explicados en cultivos propios de la región</li> </ul>
19/10/2007	Enfermedades en el cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) ocasionadas por hongos y cromistas	<p>Explicación de sintomatologías ocasionadas en papaya por los siguientes patógenos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Alternaria</i></li> <li>2. <i>Asperisporium</i></li> <li>3. <i>Botryodiplodia</i></li> <li>4. <i>Botrytis</i></li> <li>5. <i>Calonectria</i></li> <li>6. <i>Cercospora</i></li> <li>7. <i>Corynespora</i></li> <li>8. <i>Helminthosporium</i></li> <li>9. <i>Colletotrichum</i></li> <li>10. <i>Fusarium</i></li> <li>11. <i>Guignardia</i></li> <li>12. <i>Mycosphaerella</i></li> <li>13. <i>Phytophthora</i></li> <li>14. <i>Phoma</i></li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar síntomas en campo de un cultivo de importancia en la región</li> <li>• Complementar la información de plagas que el personal de campo tiene del cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i>) con la información de enfermedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición con equipo multimedia</li> <li>• Presentación preliminar de resultados de investigación acerca de enfermedades en papaya (<i>Carica papaya</i>)</li> </ul>

Fuente: Ortiz Cardona, KA.



### 3.6.4 Evaluación

Se mejoró la calidad de las muestras ingresadas al laboratorio por parte del personal del PROMIP. También se observó un mayor interés por parte del personal de campo en aspectos fitopatológicos de la sanidad vegetal, interés que fue trasladado a los agricultores y que puede ser utilizado más adelante como una forma de promoción del laboratorio.

### 3.7 Servicios no planificados

Los siguientes servicios no fueron planificados inicialmente dentro de la programación de actividades a realizar durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

#### **Reordenamiento del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén**

Al inicio de las actividades de EPS el laboratorio no había sido habilitado y se encontraba aún en proceso de remodelación. Las instalaciones del LDF Petén fueron entregadas el 13 de abril de 2007. Con motivo de agilizar la reactivación del laboratorio se colaboró en las diferentes actividades de reordenamiento de cristalería, equipo y materiales. Las actividades en las cuales se tuvo participación fueron las siguientes:

- Elaboración de un inventario de cristalería, equipo y reactivos
- Ubicación del mobiliario del laboratorio
- Limpieza del equipo



**Figura 58. Condiciones del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén durante los trabajos de remodelación, marzo de 2007.**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007



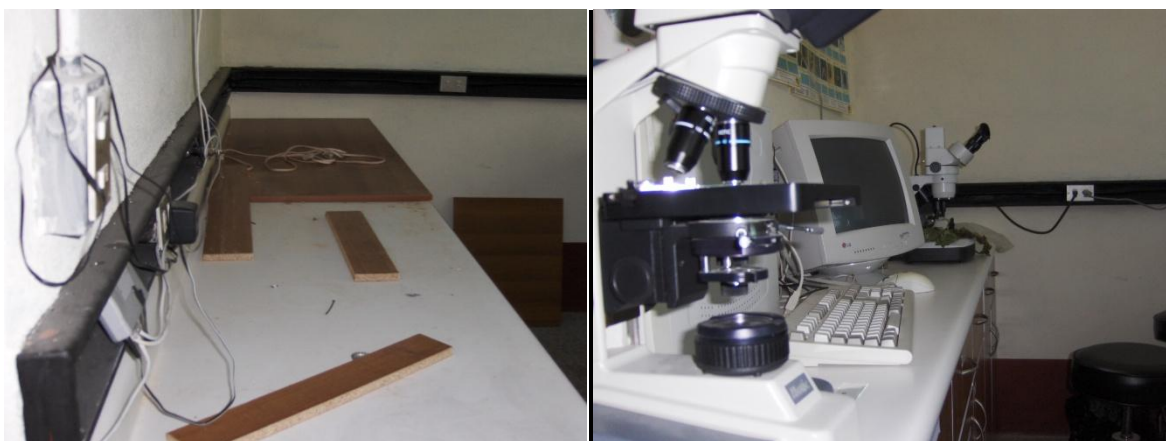
**Figura 59. Equipo del laboratorio almacenado, marzo 2007.**

Fuente: Fotografía Ortiz Cadona, KA. 2007



**Figura 60. Actividades de reordenamiento de equipo y cristalería, abril 2007**

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 61. Área del laboratorio antes y después de la habilitación del LDF Petén, año 2007**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007



**Figura 62. Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén después de actividades de reordenamiento, año 2007.**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007

### **Apoyo en actividades de campo a las brigadas del Programa de Manejo Integrado de Plagas (PROMIP) Petén**

Durante la realización del EPS se tuvo la oportunidad de acompañar y colaborar con el personal del PROMIP Petén en actividades de campo. Los lugares visitados y las actividades en las cuales se colaboró aparecen resumidas en el siguiente cuadro.

**Cuadro 23: Lugares visitados y actividades realizadas como apoyo a personal de campo de brigadas del PROMIP, año 2007.**

	Nombre	Comunidad / aldea	Municipio	Apoyo a actividad de:
1	Puesto cuarentena Aeropuerto	Santa Elena	Flores	Monitoreo moscas fruta
2	Puesto cuarentena Los Olivos	Los Olivos	Sayaxché	Monitoreo moscas fruta
3	Puesto de cuarentena SEPA-OIRSA	Cabecera	Melchor de Mencos	Monitoreo moscas fruta
4	Nueva Guatemala		San Francisco	Reconocimiento de sanidad vegetal en frutales de traspatio
5	Cabecera		La Libertad	Reconocimiento de plagas en plantacione

Fuente: Ortiz Cardona, KA:



**Figura 63. Puesto de cuarenta SEPA OIRSA localizado en la frontera de Guatemala con Belice, Melchor de Mencos, Petén.**

Fuente: Ortiz Cardona, KA. 2007.

### 3.8 Bibliografía

1. Agrios, GN. 2004. Fitopatología. 2 ed. México, Limusa. 838 p.
2. Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, US, The American Phytopathological Society (APS) Press. 218 p.
3. Cabezas, O. 2004. Diagnóstico y evaluación de plagas (en línea). Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía. Consultado 26 oct 2009. Disponible en [http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso\\_tingo\\_maria/diagnostico\\_evaluacion\\_plagas\\_0.pdf](http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso_tingo_maria/diagnostico_evaluacion_plagas_0.pdf)
4. CABI (Commonwealth Agricultural Bureau, UK). 2006. CPC crop protection compendium. UK, CAB International. 2 CD.
5. Castro Retana, JJ. 2007. Cultivo de la anona (*Annona cherimola* Mill) (en línea). Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Consultado 26 oct 2009. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00109.pdf>
6. Crop Knowledge Master, US.2005. Crop Knowledge Master Home Page (en línea). Hawaii, US. Consultado 26 oct 2009. Disponible en <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/crop.htm>
7. Cuervo Usán, Y. 2007. Manual de prácticas de laboratorio de fitopatología (en línea). México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC). México. Consultado 15 oct 2009. Disponible en <http://fesc.unam.mx/leonides/fito/Fitomanual2007.doc>.
8. Cybertruffle.org.uk. s.f. Cybernome, el nomenclador de los hongos y sus organismos asociados (en línea). UK. Consultado 1 oct 2009. Disponible en: <http://www.cybertruffle.org.uk/cybernome/esp/index.htm>
9. ERIS (Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, GT). 2009. Manual de prácticas de laboratorio Microbiología del agua. Facultad de Ingeniería, Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria. Guatemala, USAC. 52 p.
10. Fernández Jacinto, HS. 2004. Diagnóstico de enfermedades en plantas (en línea). Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Laboratorio de Sanidad Vegetal. Consultado 15 oct 2009. Disponible en [http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso\\_arequipa/diagnostico\\_evaluacion\\_plagas\\_1.pdf](http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso_arequipa/diagnostico_evaluacion_plagas_1.pdf)

11. Fernández Solano, OM; Quesada Solís, AS. 2009. Nemátodos asociados a los cultivos de Costa Rica (en línea). Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario. Consultado 26 octubre 2009. Disponible en <http://www.protecnet.go.cr/laboratorios/Lab%20DOC/Libro%20Completo%20Nematologia.pdf>
12. Hanlin, RT. 1990. Illustrated genera of Ascomycetes. Minnesota, US, The American Phytopathological Society (APS) Press. 263 p.
13. Mejía Ajcucún, LA. 2008. Estudio fitopatológico en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de la Unidad de Normas y Regulación del Ministerio de Agricultura y Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Trabajo de Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 148 p.
14. Molina Llarden, M. 1957. Microbiología de suelos y técnicas fitopatológicas. Guatemala, Editorial Universitaria. 287 p.
15. Quispe Villalba, C. 2005. Manual de Laboratorio de Nematología (en línea). Perú, Laboratorio de Sanidad Vegetal. Consultado 15 oct 2009. Disponible en [http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso\\_arequipa/problematICA\\_nematodos\\_peru.pdf](http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso_arequipa/problematICA_nematodos_peru.pdf)
16. Rodríguez Carranza, MJ. 2008. Trabajo de graduación realizado en el caserío Nuevo Amanecer (Pancoc), municipio de Purulhá, departamento de Baja Verapaz, Guatemala. Trabajo de Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 117 p.

**ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO (LDF) PETÉN**

#### **El Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario en El Petén**

La importancia de la presencia del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario (LDF) en Petén, radica en la detección temprana de infecciones en cultivos agrícolas, en virtud que el departamento, dada su posición geográfica como zona fronteriza y de constante intercambio comercial con México y Belice, es considerado como zona de alta susceptibilidad al ingreso de plagas y enfermedades.

El Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Petén además de servir de apoyo a los programas que impulsa el MAGA en el departamento (PROMIP, MOSCAMED, VISAN, PROFRUTA, entre otros), apoya al pequeño agricultor, empresas privadas y ONGs que se dedican a la producción agropecuaria y forestal, para la realización de diagnósticos relacionados con la identificación de plagas y enfermedades

#### **Objetivo general del laboratorio**

Realizar la detección temprana de plagas y enfermedades en cultivos de la región, de tipo cuarentenario, endémico y exótico por medio de diagnóstico e identificación en el laboratorio

#### **Objetivo específico del laboratorio**

Asistir por medio del diagnóstico de plagas y enfermedades de la región, a técnicos de campo de los diferentes programas del MAGA. Apoyar al agricultor en la identificación de plagas y enfermedades en cultivos de la región para disminuir pérdidas económicas.



## **Manual de procedimientos para la recepción e ingreso de muestras y entrega de resultados**

### **Introducción**

Este documento describe el procedimiento sugerido que puede seguirse para la recepción de muestras con propósito de ser analizadas en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén.

Los procedimientos de recepción e ingreso de muestras pueden afectar el diagnóstico de la misma por lo que se hace necesario buscar las metodologías más adecuadas para evitar la interferencia de estas actividades en los resultados que puedan emitirse.

### **Objetivo**

Ajustar los procedimientos de recepción de muestras para garantizar el resultado confiable y en tiempo de los diagnósticos requeridos por los usuarios.

### **Campo de aplicación**

Se debe tener en cuenta que cada laboratorio dedicado al servicio de diagnóstico fitosanitario genera sus propios protocolos, es por esto que este manual es aplicable únicamente al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Petén.

### **Condiciones de aplicación**

Para que el manual de procedimientos de recepción, ingreso de muestras y emisión de resultados sea aplicable al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario éste debe contar con el siguiente personal básico: un receptor de muestras, un(a) analista, un(a) encargado(a) o jefe(a) de laboratorio y un(a) encargado(a) de redactar los informes de diagnóstico

## Procedimiento

- El usuario presenta la muestra a un receptor o encargado(a) de recepción quien podrá atenderlo en las instalaciones del LDF ubicadas en la calle a las Cuevas Actun Kan, Santa Elena de la Cruz, Flores, Petén, interior del VICEMAGA Petén.
- El(la) encargado(a) de recepción debe tener conocimientos técnicos básicos ya que será éste quien considere si la muestra es viable o no para análisis. Debe considerar también la representatividad de la muestra (suficiente cantidad) caso contrario podría rechazarla. Es importante que el receptor consulte al usuario respecto a las condiciones de colecta, empaque y transporte de la muestra.
- El(la) encargado(a) de la recepción de muestras entrega al usuario la boleta fitosanitaria del laboratorio y le brinda asistencia en el llenado de la misma.
- Se procede a llenar la boleta en forma clara y ordenada. Una vez concluido el proceso de llenado, el(la) encargado(a) de recepción de muestras se queda con la boleta.
- El receptor también le indica al usuario el tiempo aproximado para la entrega del resultado según el análisis requerido. El tiempo puede variar entre 3 y 15 días.
- El receptor consigna la información pertinente en un archivo que éste deberá tener con el registro de las muestras ingresadas, asignará un código y/o número correlativo al reciente ingreso e identificará en el apartado superior derecho de la boleta, la fecha de ingreso y el número correlativo asignado. El código se utilizará únicamente para diferenciar las muestras que sean ingresadas por algún programa perteneciente al MAGA, las cuales llevarán las iniciales SVP (Servicio de Vigilancia Petén) antepuesto al número correlativo.

- El receptor procede a identificar la muestra con el número de serie asignado y procede a trasladarla al analista, juntamente con la boleta fitosanitaria.
- El analista procede a realizar el análisis solicitado por el usuario.
- Una vez determinado el agente causal del problema, se informa al(a la) encargado(a) del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario para que sea otorgado el visto bueno. Concluido este proceso, el resultado es llevado a la persona encargada de redactar y emitir el informe final de la muestra analizada.
- Redactado el informe final de resultados, nuevamente el(la) encargado(a) del laboratorio procede a la revisión del mismo para emitir las observaciones respectivas.
- Finalmente se debe tener un informe digitalizado del cual se imprimen dos copias.
- El usuario recibe el resultado o informe final original y la copia queda para el archivo del laboratorio. El usuario debe firmar una constancia por haber recibido el diagnóstico.

## **Manual de procedimientos para diagnóstico de fitopatógenos**

### **Introducción**

A continuación se describe una guía metodológica que puede utilizarse para el procesamiento, análisis y diagnósticos de fitopatógenos en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario MAGA Petén.

Se sugiere que este manual sea continuamente revisado por el personal encargado del laboratorio con el fin de actualizar las metodologías más recientes posteriores a la publicación del mismo.

### **Objetivo**

Estandarizar los procedimientos para el diagnóstico preciso y en tiempo de las enfermedades ocasionadas por fitopatógenos.

### **Campo de aplicación**

Comprende la identificación de Ascomycetes, Basidiomycetes, Oomycetes, Zygomycetes, Hongos Anamórficos y Bacterias.

### **Condiciones de aplicación**

Para que este manual sea aplicado adecuadamente en el LDF Petén es necesario que éste cuente con los materiales, equipo, cristalería y reactivos que se especifican en los diferentes acápite.

### **Materiales básicos**

- Estereomicroscopio
- Microscopio
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos
- Agujas de disección
- Hojas de Gillette o bisturí

- Gotero con lactofenol azul
- Gotero con lactofenol claro
- Gotero con agua
- Cajas de camisas plásticas
- Cajas petri de vidrio o de plástico
- Bolsas de polietileno
- Hipoclorito de Sodio al 1%
- Alcohol al 95%.

## **Procedimiento**

### ***Observación visual directa.***

Consiste en la observación a simple vista de la muestra en busca de síntomas visibles en órganos afectados. La sintomatología observada se puede clasificar de acuerdo a varios criterios dentro de los que se pueden mencionar los siguientes (Cabezas 2004):

#### *Su distribución en el hospedero*

- General: cuando se manifiesta de forma total en la planta
- Local: cuando se manifiestan en forma de cambios estructurales y fisiológicos en un área limitada del tejido del hospedero.
- *La acción del patógeno*
- Primario: cuando son el resultado de la acción directa del patógeno
- Secundario: cuando son el resultado de efectos fisiológicos originados indirectamente por el patógeno

#### *Tamaño en la planta*

- Microscópico: alteraciones a nivel celular y que solo se pueden determinar mediante técnicas histológicas y con microscopio
- Macroscópico: síntomas visibles a simple vista
- Hipertrófico: síntomas que ocasionan desarrollo excesivo de tejido
- Atrófico: síntomas caracterizados por el subdesarrollo de órganos

- Necrótico: síntomas caracterizados por muerte del tejido
- Pre-necrótico: síntomas que preceden la muerte de la célula o tejido.
- Complejo: cuando debido a su naturaleza no pueden ser ubicados dentro de las categorías anteriores.

Algunas sintomatologías pueden asociarse con algunos patógenos (Agrios 2004, Cabezas 2004), las cuales solo deben interpretarse como guías. Estos síntomas se pueden agrupar en:

- Síntomas asociados a hongos: Agallas, antracnosis, Cancros, marchitez (vascular), podredumbre radicular o del tallo, podredumbre de frutos síntoma, podredumbre de madera, fumagina, manchas foliares, deformación, pudriciones en postcosecha.
- Síntomas asociados a cromistas: Pudrición radicular
- Síntomas asociados a bacterias: Manchas necróticas en hojas y frutos, cancro, marchitez (vascular), podredumbre blanda, tumor.
- Síntomas asociados a Virus: Mosaicos, atrofia por subproducción de órganos (reducción de lamina foliar, enanismo o acaparamiento), necrosis, anillos necróticos, clorosis, epinastia y otros.

### **Observación del patógeno con microscopio estereoscópico.**

Se debe realizar una observación a nivel del microscopio estereoscópico con preparaciones de tejido vegetal para observar estructuras o signos de patógenos. El signo del patógeno puede observarse como: micelio, exudaciones, rizomorfos, esclerocios, esporas, conidias, basidiocarpos, acérvulos, picnidios, peritecios, cleistotecios y apotecios (Cabezas 2004, Fernández 2004).

**Nota:** Si se encuentran cuerpos fructíferos durante la fase de observación debe procederse a hacer raspados y/o cortes.

### **Raspados**

Al encontrarse cuerpos fructíferos durante la fase de observación debe procederse a realizar raspados superficiales de las zonas afectadas con el filo de un bisturí o remover el

micelio con aguja de disección, todo con la ayuda del microscopio estereoscopio (Fernández 2004). Colocar luego una porción de material sobre un portaobjetos. Agregar una gota de lactofenol azul si se sospecha de un posible ascomiceto o lactofenol claro para cualquier otro patógeno. Cubrir con cubreobjetos y observar al microscopio.

Algunas variantes de este proceso consisten en colocar el raspado en una gota de agua o de hidróxido de potasio al 3% (KOH 3%) sobre un portaobjetos, cubrir con un cubreobjetos y observar al microscopio (Fernández 2004).

### **Cortes**

Bajo el microscopio estereoscopio, realizar cortes de material vegetal para obtener estructuras contenidas dentro del tejido. Los cortes de tejidos son útiles para observar estructuras como acérvulos, picnidios, peritecios, el contenido celular del sistema vascular, pudriciones radiculares. Utilizar bisturí u hoja de afeitar para seccionar finas porciones de tejido vegetal. Depositar los cortes en un portaobjetos y teñirlo con lactofenol azul si es se sospecha de un ascomiceto o agregar lactofenol claro si se trata de otro organismo. Observar al microscopio (Fernández 2004).

**Nota:** Si no se observan signos del patógeno, preparar muestra para cámara húmeda.

### **Preparación de la cámara húmeda**

Preparar la cámara húmeda según el material vegetal a analizar. Los tipos comunes de cámaras húmedas son: Bolsas de polietileno, cajas petri de plástico o vidrio y cajas de camisas plásticas (Cabezas 2004, Fernández 2004)

Al utilizar cajas petri de plástico o de vidrio, desinfectar con Hipoclorito de Sodio al 1% y/o Alcohol al 95%. El hipoclorito también puede utilizarse a una concentración del 5%. Si se utilizan cajas desinfectar de la misma forma e incluir también la rejilla. Al utilizar bolsas de polietileno, cerciorarse que sean nuevas (Cabezas 2004, Fernández 2004).

### **Lavado del material vegetal para cámara húmeda**

Partes subterráneas: Lavar el material con agua de grifo para eliminar restos de suelo, residuos de productos químicos y/o tejidos diferentes a los que se desea observar. Si es necesario se puede colocar el tejido subterráneo dentro de un recipiente tapado con una malla (Fernández 2004)

Partes aéreas: Lavar con agua de grifo principalmente en hendiduras o dobleces. Para el caso de áreas con cera o pubescencia debe realizarse una inmersión momentánea en alcohol etílico 70% antes de introducir en agua (Fernández 2004).

### **Utilización de sustancias desinfectantes**

Opcionalmente si se desea evitar lo más que se pueda la presencia de organismos de contaminación ambiental o microorganismos secundarios del mismo hospedero se puede utilizar una solución de hipoclorito de sodio al 1% o alcohol etílico 70%.

El tejido previamente lavado con agua de grifo se sumerge un instante en estas soluciones.

### **Utilización de la cámara húmeda**

Si se ha utilizado cajas petri como cámara húmeda, añadir agua destilada e introducir trozos del material vegetal de aproximadamente 1 cm. de diámetro. Si son cajas de camisa, agregar en el recipiente agua estéril, la suficiente para mantener una buena humedad. Colocar la rejilla a manera de evitar el contacto directo de la muestra con el agua. Ubicar la muestra sobre la rejilla. En el caso de utilizar bolsas de polietileno, colocar una toalla de papel húmeda dentro de la bolsa y ubicar el material vegetal dentro de la misma. Llenar la bolsa de aire y cerrarla completamente. Estas cámaras húmedas deben ubicarse a temperatura ambiente. Es recomendable realizar tantas cámaras húmedas por muestra como sea posible, para realizar un mayor número de observaciones.



Lo más importante en todos los casos es que el material vegetal dentro de las cámaras húmedas se encuentre separado del agua para evitar en todo lo posible la proliferación de saprófitos (Fernández 2004).

**Nota:** Al cabo de 24 horas revisar la muestra y determinar si han aparecido o no algún tipo de estructura. Si no se han encontrado estructuras entonces se puede esperar cierto tiempo adicional. Si después de un tiempo prudencial se concluye que el patógeno responsable de la enfermedad no es un hongo, proceder de la siguiente manera.

### **Prueba de flujo bacteriano (PFB)**

Procedimiento (Cabezas 2004)

- Desinfectar el material sumergiéndolo por 3 minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 2%. Enjuagar tres veces con agua destilada.
- Cortar con un bisturí estéril en forma vertical a la zona afectada y obtener trozos pequeños de la zona en transición (es decir, se debe tratar de abarcar tejido sano y tejido enfermo).
- Con una pinza, tomar un trozo de tejido y sumergirlo en una columna de agua contenida en un tubo de ensayo, un vaso alto de precipitados o un erlenmeyer

Inmediatamente comienza a fluir hacia abajo un hilo continuo en forma de humo. A veces se debe esperar entre 5 a 10 minutos para poder observar el flujo. Este hilo está constituido por células bacterianas de uno o más vasos vasculares que luego se disipan en una nube lechosa. La tinción y la observación microscópica son esenciales para comprobar la presencia de éstas.

## **Tinciones**

Las tinciones son necesarias en bacterias debido a su tamaño diminuto de éstas y a la aparente ausencia de diferencias individuales. Son procedimientos que utilizan sustancias colorantes para poder observar las bacterias que normalmente no serían visibles al microscopio óptico, por ser transparentes. El procedimiento más general se efectúa generalmente sobre frotos de bacterias desecadas y calentadas que se tiñen con algún colorante y se examina después microscópicamente (ERIS 2009).

### **La Tinción de Gram**

La coloración de Gram es probablemente la tinción más importante en bacteriología, es una coloración compuesta que divide a las bacterias en dos grupos según retengan el colorante original (solución de cristal violeta) o lo pierdan cuando el colorante es tratado con solución de lugol y luego lavado con alcohol /acetona. La tinción de Gram utiliza un colorante (cristal violeta), un fijador de colorante (lugol), un decolorante (alcohol) y otro colorante (safranina) para teñir de diferente color a las bacterias que se decoloran en la primer fase de la tinción con el alcohol (Cuervo 2007, ERIS 2009).

Como se dijo anteriormente la tinción de Gram permite clasificar las bacterias en:

Gram negativas. Se decoloran con el alcohol y vuelven a colorearse con el segundo colorante (safranina), por lo que se ven rojas al microscopio.

Gram positivas. No se decoloran con el alcohol y siguen permaneciendo de color azul violeta.

### **Materiales y reactivos para la tinción de Gram**

Para trabajar ésta técnica se requiere de (Cuervo 2007, ERIS 2009)

- Un tubo de cultivo con agar nutritivo de 24 horas de incubación de la bacteria que se va a estudiar
- Mechero
- Asa bacteriológica
- Desinfectante
- Microscopio
- Laminillas porta y cubreobjetos limpias

- Solución de cristal violeta
- Solución de yodo (lugol)
- Alcohol/Acetona
- Solución de safranina o fucsina

### **Metodología para la tinción de Gram**

Procedimiento (Cuervo 2007, ERIS 2009):

- Preparar un frote del tubo de cultivo en una lámina portaobjetos y fijar con calor
- Teñir el frote primero con cristal violeta y dejar la solución por 1 minuto, lavar la lámina con agua de grifo y tratar con una solución de lugol, dejar esta solución por 1 minuto. El yodo del lugol forma un complejo con el cristal violeta que sirve para fijarlo en las células.
- Posteriormente se lleva a cabo una decoloración, con alcohol o con acetona, que son sustancias en las cuales es soluble el complejo yodo cristal violeta. Se debe agregar este reactivo gota a gota hasta que salga el color violeta. Lavar nuevamente con agua de grifo solo para quitar excesos de colorante.
- Agregar el colorante de contraste, fucsina o safranina, dejar esta solución por un minuto. Lavar con agua de grifo y secar al aire.
- Observar al microscopio y determinar las células como gram positivas si tienen un aspecto azul, mientras que las gram negativas son células rojas. La diferencia esencial entre estos dos tipos de células es su resistencia comparativa a la decoloración

## **Manual de procedimientos para diagnóstico nematológico**

### **Introducción**

A continuación se describe la metodología para el diagnóstico de nemátodos filiformes así como aquellos formadores de quistes.

### **Objetivo**

Proporcionar una guía de procedimientos para el diagnóstico de enfermedades ocasionadas por nematodos de quiste y filiformes.

### **Campo de aplicación**

Comprende la identificación de nematodos filiformes y formadores de quistes.

### **Condiciones de aplicación**

Para que estas metodologías puedan aplicarse en el LDF Petén éste debe contar con los materiales, equipo, cristalería y reactivos que se especifican en los diferentes acápite.

### **Cuidados que deben tenerse con las muestras:**

Las condiciones que deben tenerse en cuenta al momento del manejo de muestras para diagnóstico de nematodos son las siguientes (Quispe 2005)

- Evitar el maltrato o la manipulación excesiva. Algunas especies de nemátodos son susceptibles al manipuleo.
- Evitar que se seque o se caliente demasiado. No dejarla expuesta a la acción directa del sol.

- Etiquetar convenientemente las muestras, mediante dos etiquetas que se colocan una dentro de la bolsa y la otra en el exterior.
- Las etiquetas deben ser escritas con lápiz, si se usa lapicero de tinta, la humedad de la muestra puede correrla dificultando la lectura.
- Almacenarlas en lugares húmedos y fríos, de 4 a 7 °C.
- Principales métodos para la extracción de nemátodos de suelo y tejido vegetal

### **Nemátodos en formas móviles**

#### **Tamizado de Cobb**

##### **Materiales**

- Beaker de 1000 cc
- Beakers de 250 cc
- Espátula
- Tamices: 60 mesh, 100 mesh, 200 mesh, 325 mesh y 500 mesh
- 2 recipientes plásticos con capacidad de 4 litros (A y B)
- Pizeta

##### **Procedimiento** (Quispe 2005)

- En el beaker de capacidad de 1000 cc agregar 600 cc de agua. Adicionar 300 cc de suelo sin terrones.
- Trasladar la mezcla anterior al recipiente plástico A. Adicionar agua hasta completar aproximadamente 2 litros. Con la ayuda de la espátula desmenuzar el suelo completamente a modo de que el mismo se suspenda. Agitar la mezcla para facilitar la separación de los nemátodos del suelo.

- Dejar reposar la mezcla durante un minuto para que las partículas más grandes de suelo sedimenten. A continuación pasar la suspensión a través del tamiz 60 mesh sobre el recipiente plástico B para la colecta. Descartar los restos que han quedado dentro del plástico A y sobre el tamiz y limpiar ambos. Todos los nemátodos activos han pasado a través del tamiz y se encuentran en el recipiente plástico B. Algunos nemátodos muy largos de la familia *Longidoridae* no pasan rápidamente y es conveniente agitar suavemente dentro del agua los restos que quedaron en el tamiz.
- Agitar la suspensión colectada en el recipiente plástico B y dejar reposar la mezcla durante un minuto. Seguidamente, pasar la suspensión a través del tamiz 100 mesh sobre el plástico A para la colecta. Agregar un poco más de agua sobre los residuos que hayan quedado en el recipiente plástico B, agitar y vaciar lentamente sobre el mismo tamiz y sobre el plástico A. Repetir esta operación una vez más. Descartar el material que haya quedado en el plástico B y lavarlo.
- Lo que queda en el tamiz 100 mesh son los nemátodos activos muy grandes como *Xiphinema*. Para extraerlos enjuagar el tamiz con una pizeta y recoger la suspensión en el beaker A. Este procedimiento se realiza cada vez que se pase la suspensión del plástico B a través del tamiz de 100 mesh. Lavar el tamiz.
- Agitar la suspensión que se colectó en el plástico A del paso 4 y pasarla lentamente a través del tamiz 200 mesh sobre el plástico B el mismo número de veces y de la misma manera como en el paso 4. Descartar el suelo que haya quedado en el recipiente A y lavarlo.
- Lo que queda en el tamiz 200 mesh son nemátodos medianos como *Helicotylenchus*. Para extraerlos, enjuagar el tamiz con la pizeta y recibir la suspensión en el beaker B. Este procedimiento se realiza cada vez que se pasa la suspensión del plástico A sobre el tamiz 200 mesh. Lavar el tamiz.

- Agitar la suspensión colectada en el plástico B del paso 6 y pasarlo lentamente a través del tamiz 325 mesh sobre el recipiente A de la misma manera y el mismo número de veces como en el paso 4. Descartar el suelo que quedó en el plástico 2 y lavarlo.
- Lo que queda en el tamiz 325 mesh son nematodos pequeños como *Pratylenchus*. Para extraerlos, enjuagar el tamiz con la pizeta y recibir la suspensión en el beaker C. Este procedimiento se realiza cada vez que se pasa la suspensión del plástico 2 sobre el tamiz de 325 mesh. Lavar el tamiz.
- Agitar la suspensión recibida en el plástico A del paso 8 y pasarla lentamente a través del tamiz 500 mesh, el mismo número de veces y de la misma manera como en el paso 4. La suspensión que pasa por el tamiz y el suelo que quedó en el plástico A se descartan. Lavar el recipiente.
- Lo que queda en el tamiz 500 mesh son los nemátodos más pequeños y larvas, para extraerlos enjuagar el tamiz con la pizeta y recibir la suspensión en el beaker D. Lavar el tamiz.
- Los nemátodos de los beakers A, B, C y D se observan bajo el microscopio en una cámara de conteo.

## **Método de centrifugación**

### **Materiales**

- Beaker de 1000 cc
- Espátula
- Tamices: 60 mesh, 100 mesh, 200 mesh, 325 mesh, 500 mesh
- Recipientes plásticos con capacidad de 4 litros

- Pizeta
- Centrifugadora
- Solución de azúcar al 50%

### **Procedimiento** (Quispe 2005)

- En el beaker de capacidad de 1000 cc agregar 600 cc de agua. Adicionar 300 cc de suelo sin terrones.
- Trasladar la mezcla anterior al recipiente plástico A. Adicionar agua hasta completar aproximadamente 2 litros. Con la ayuda de la espátula desmenuzar el suelo completamente a modo de que el mismo se suspenda. Agitar la mezcla para facilitar la separación de los nemátodos del suelo.
- Dejar reposar la mezcla durante un minuto para que las partículas más grandes de suelo sedimenten. A continuación pasar la suspensión a través del tamiz 60 mesh sobre el recipiente plástico B para la colecta. Descartar los restos que han quedado dentro del plástico A y sobre el tamiz y limpiar ambos.
- Agitar la suspensión colectada en el recipiente plástico B y dejar reposar la mezcla durante un minuto. Seguidamente, pasar la suspensión a través del tamiz 100 mesh sobre el recipiente plástico A para la colecta. Con la ayuda de la pizeta, cuidadosamente deberán concentrarse los nemátodos retenidos en el tamiz en un solo lado y colectarse en el beaker de 50 cc. La colecta deberá ser de 5 cc.
- Agitar la suspensión colectada en el recipiente plástico A y dejar reposar la mezcla durante un minuto. Seguidamente, pasar la suspensión a través del tamiz 200 mesh sobre el recipiente plástico B para la colecta. Con la ayuda de la pizeta, cuidadosamente deberán concentrarse los nemátodos retenidos en el tamiz en un solo lado y colectarse en el mismo beaker y la misma cantidad.



- Agitar la suspensión colectada en el recipiente plástico B y dejar reposar la mezcla durante un minuto. Seguidamente, pasar la suspensión a través del tamiz 325 mesh sobre el recipiente plástico A para la colecta. Con la ayuda de la pizeta, cuidadosamente deberán concentrarse los nemátodos retenidos en el tamiz en un solo lado y colectarse en el mismo beaker y la misma cantidad.
- Agitar la suspensión colectada en el recipiente plástico A y dejar reposar la mezcla durante un minuto. Seguidamente, pasar la suspensión a través del tamiz 500 mesh sobre el recipiente plástico B para la colecta. Con la ayuda de la pizeta, cuidadosamente deberán concentrarse los nemátodos retenidos en el tamiz en un solo lado y colectarse en el mismo beaker y la misma cantidad. La cantidad colectada al final de todo el proceso no debe exceder los 20 cc.
- Vaciar los 20 cc colectados en los tubos de la centrífuga. De preferencia debe vaciarse 10 cc de filtrado en cada tubo. Al realizar este paso, tener el cuidado de balancear la centrífuga. Realizar la centrifugación a 3000 rpm durante 5 minutos. Al término de la centrifugación, en el fondo de los tubos se depositarán los nemátodos y otros desechos, el sobrenadante deberá descartarse.
- Agregar a cada tubo 5 cc de solución de azúcar al 50% y agitar. Centrifugar durante 30 segundos a 3000 rpm. Los nemátodos flotarán en la solución azucarada, las partículas de suelo quedarán en el fondo del tubo.
- Verter el contenido de los tubos sobre el tamiz 500 mesh, de esta forma los nemátodos quedarán retenidos en el mismo.
- Inmediatamente después y muy cuidadosamente, con la pizeta que contiene agua corriente se enjuagarán los nemátodos retenidos en el tamiz para eliminar el azúcar y evitar que se plasmolice.

- Con la pizeta, concentrar los nemátodos en un solo lado del tamiz y colectarlos en un Beaker de 25 cc, procurando que la colecta no sea mayor a 20 cc. Realizar la lectura de nemátodos en una cámara de conteo bajo el microscopio.

## **Nemátodos en formas enquistadas**

### **Método modificado de Fenwick**

Antes de desarrollar la metodología, es necesario secar el suelo para que los quistes floten en el agua mientras que las partículas de suelo sedimentan. La separación de los quistes del suelo, usando el principio de flotación se puede lograr de varias maneras. A continuación se describe el procedimiento general utilizado.

### **Materiales**

- Equipo de Fenwick modificado
- Tamices: 100 y 500 mesh
- Embudos de 10 cm de diámetro
- Papel filtro
- Erlenmeyers de 500 ml de capacidad
- Soporte de metal
- Cápsula de aluminio

El equipo Fenwick consiste en un embudo colocado sobre una especie de jarra. El embudo en la base de su parte ensanchada, lleva un tamiz de 1 mm de tamaño de poro. La jarra tiene forma trapezoidal, en su parte superior presenta los soportes del embudo y una aleta inclinada que bordea la jarra como collar, pero que termina en un solo conducto. La jarra en su parte inferior tiene un tapón que se retira para enjuagarla y limpiarla.

**Procedimiento** (Quispe 2005)

- Colocar el tamiz 200 mesh en la base superior del embudo del equipo de Fenwick y el tamiz 500 mesh ubicarlo de manera que reciba el material que sale de la aleta inclinada.
- Lavar la muestra completa de suelo (1 kg) con agua corriente hasta que solo queden retenidas piedras, restos de raíces y material orgánico. Las partículas pesadas del suelo se van depositando en la base inclinada y la parte inferior de la jarra. Algunas partículas de suelo, quistes y restos orgánicos flotan, rebalsan, salen a través de la aleta y se depositan en el tamiz 500 mesh. Retirar el tapón de la parte inferior de la jarra para desaguarla y dejar limpio el equipo.
- Colocar el papel filtro de 10 x 10 cm dentro de un embudo sobre el círculo de metal soldado a la parte superior del soporte de metal. Ubicar debajo del embudo un erlenmeyer de 500 ml.
- Los quistes y material orgánico que quedaron en el tamiz 500 mesh deberán concentrarse con la pizeta y con un embudo transferirlos a un erlenmeyer de 500 ml. Los quistes y restos orgánicos flotan, algunos restos orgánicos y partículas de suelo sedimentan. Decantar la suspensión del erlenmeyer sobre el primer embudo.
- Los quistes y restos orgánicos quedarán retenidos en el filtro, el agua correrá y se depositará en el erlenmeyer. Cuidadosamente extraer el papel filtro del embudo y doblar los bordes para asegurar su contenido. Depositar el material en la cápsula de aluminio y dejar secar a temperatura ambiente. Puede utilizarse un desecador para que el proceso sea agilizado. Observar la muestra al estereomicroscopio cuando esté completamente seca.

Este método tiene el inconveniente de que la muestra contiene demasiadas partículas contaminantes, lo que dificulta su análisis si no se dispone de cierta experiencia, por lo que se propone un procedimiento complementario que es el de la acetona.

### **Método de la acetona**

#### **Materiales**

- Erlenmeyers de 500 ml
- Acetona
- Embudos
- Papel filtro
- Pincel
- Frasco de vidrio capacidad de 1 litro
- Papel mayordomo

#### **Procedimiento** (Quispe 2005)

- Cuando la muestra esté seca, utilizar el mismo principio del método de Fenwick para separar los quistes y sedimentar los restos orgánicos. Transferir el material con la ayuda de un pincel a un erlenmeyer de 500 ml (puede utilizarse un embudo para que esta operación sea más fácil).
- Agregar acetona hasta la mitad del erlenmeyer. Para que los quistes floten con facilidad, agitar el erlenmeyer. A continuación, llenar completamente con acetona hasta 1 cm del borde superior del erlenmeyer. La mayoría de restos orgánicos sedimentarán y los quistes flotarán.
- Inmediatamente decantar los quistes ubicados en la superficie de la acetona. Para ello, colocar un embudo con papel filtro sobre un erlenmeyer de 500 ml. Durante

este proceso deberá irse rotando el erlenmeyer para que no se retengan los quistes en el recipiente.

- Cuando no haya quistes en el erlenmeyer, agitar y decantar los restos orgánicos sobre un embudo de mayor diámetro que contenga un cono de papel mayordomo y este colocado sobre un frasco para recuperar la acetona.
- Cuando la acetona se haya evaporado completamente del papel filtro que contiene la muestra con quistes, estos se depositarán en una cápsula de aluminio. Observar al estereomicroscopio.

## ANEXO 2. GLOSARIO

- **Acérvulo:** Cuerpo fructífero asexual, subepidérmico y en forma de plato que produce conidios en conidióforos cortos.
- **Analista:** Profesional encargado de realizar el examen minucioso de la muestra presentada por el usuario y de la cual ha solicitado el análisis.
- **Antracnosis:** Enfermedad que se manifiesta como lesiones negras profundas de la hoja, tallo o fruto y que es causada por hongos que producen sus esporas asexuales en un acérvulo.
- **Apotecio:** Ascocarpo abierto en forma de copa o de plato de algunos ascomicetos.
- **Apresorio:** Extremo hinchado de una hifa o tubo germinativo que facilita la fijación y penetración de un hongo en su hospedante.
- **Asca:** Célula en forma de saco de una hifa que pasa por meiosis y que contiene a las ascosporas (por lo común, ocho).
- **Ascocarpo:** Cuerpo fructífero de los ascomicetos que porta o contiene aseas.
- **Ascogonio:** Gametangio u órgano sexual femenino de los ascomicetos.
- **Ascomicetos:** Grupo de hongos que producen sus esporas sexuales, o ascosporas, dentro de ascas.
- **Ascospora:** Espora que se produce sexualmente en un asca.
- **Atrófico:** Se caracteriza por el subdesarrollo de órganos o subproducción de clorofila.
- **Bacteria:** Microorganismos unicelulares que se multiplican por división celular. Las células generalmente se encuentran recubiertas por una pared celular rígida y se caracterizan por carecer de núcleo (es decir, son células procariotas). Se clasifican en función de la forma que adoptan como cocos (esferas), bacilos (alargados como bastoncillos) y espirilos (en espiral).
- **Basidiocarpo:** Estructura fructificante de forma, tamaño, color y consistencia variable, que contiene la basidia y basidiosporas de hongos de la clase Basidiomycetes.
- **Cámara húmeda:** La cámara húmeda generalmente es una bolsa de nylon o un recipiente plástico con un trozo de papel húmedo. La cámara húmeda crea condiciones favorables para el rápido desarrollo de hongos involucrados en la producción de síntomas de enfermedad, pero cuya presencia no es detectada en el momento de la primera observación.


- Centrifuga: Es un aparato que utiliza la fuerza centrífuga para separar las fases de una muestra, generalmente una fase sólida de una líquida.
- Clamidospora: Espora asexual de pared gruesa que se forma por la modificación de una célula de las hifas de un hongo.
- Cleistotecio: Ascocarpo totalmente cerrado.
- Clorosis: Amarillamiento de los tejidos normalmente verdes, debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.
- Conidio: Espora asexual de un hongo formada en el extremo de un conidióforo.
- Conidióforo: Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios.
- Cuerpo fructífero: Estructura compleja de los hongos que contiene esporas.
- Enfermedad: Cualquier mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante, que resulta de la irritación continua por un agente patogénico o factor ambiental y que lleva al desarrollo de síntomas.
- Esclerocio: Masa compacta de faifas que puede o no contener tejidos del hospedante, por lo común con una cubierta oscura y capaz de sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables.
- Espora de resistencia: Espora sexual o de pared gruesa de un hongo que resiste las condiciones extremas de temperatura y humedad y que suele germinar sólo después de un período posterior a su formación.
- Espora: Unidad reproductiva de los hongos que consta de una o varias células; es análoga a la semilla de las plantas verdes.
- Esporangio: Estructura que contiene esporas asexuales. En algunos casos funciona como espora.
- Esporangióforo: Hifa especializada que porta uno o más esporangios.
- Esporangiospora: Espora asexual inmóvil que se produce en un esporangio.
- Esporodoquio: Estructura fructífera que consta de un racimo de conidióforos entretnejidos que forman una masa de faifas.
- Esporóforo: Hifa o estructura fructífera que contiene esporas.
- Etapa imperfecta: Fase del ciclo de vida de un hongo en la que no se producen esporas sexuales. La fase anamórfica.
- Etapa perfecta: Etapa sexual del ciclo de vida de un hongo. Etapa teleomórfica.

- Exudación: Es una secreción de la misma planta en la forma de cera o goma y que generalmente se encuentra entremezclada con estructuras propagativas de los hongos (esporas). En el caso de enfermedades provocadas por bacterias las exudaciones son de apariencia cerosa, esta especie de cera contiene gran cantidad de células bacterianas.
- Fitopatógeno: Es todo microorganismo que produce enfermedades en las plantas
- Fructificación: Producción de esporas por hongos. También un cuerpo fructífero.
- Hifa: Ramificación simple de un micelio
- Hipertrófico: Se caracteriza por un desarrollo excesivo de tejidos.
- Hongo: Los hongos son organismos multicelulares, que se alimenta mediante la absorción, no pueden sintetizar sus propios alimentos, viven sobre otros organismos es por ello que se dicen que son parásitos. Los hongos son organismos sin clorofila, por lo que no pueden realizar la función de fotosíntesis, obtienen sus alimentos en forma directa o indirecta, almacenando sustancias nutritivas
- Hongo imperfecto (anamórfico): Hongo del que no se sabe que produzca esporas sexuales
- Lactofenol azul: Es un compuesto que contiene lactofenol y azul de algodón. El fenol destruye la flora, el ácido láctico conserva las estructuras fúngicas al provocar un cambio de gradiente osmótico en relación al interior del fúngico generando una película protectora. El azul de algodón posee la capacidad de adherirse a la quitina presente en las hifas y conidios de los hongos
- Micelio: Hifa o masa de hifas que constituyen el soma de un hongo.
- Necrótico: Son caracterizados por la muerte del tejido.
- Nemátodo: Orden de gusanos de cuerpo alargado, cilíndrico, fusiforme o filiforme. Organismo pequeñísimo, que tiene forma de lombriz y es abundante en muchos suelos. Hay nematodos benéficos y maléficos. Causantes de pequeñas protuberancias en las raíces de las plantas, son parásitos.
- Peritecio: Ascocarpo de los pirenomicetos en forma de botella o globular y que tiene una abertura o poro (ostiolo).
- Picnidio: Cuerpo fructífero asexual, esférico o en forma de botella que en su interior contiene conidióforos y conidios.




- Picnio: Llamado también espermagonio o espermatogonio.
- Picniospora: Llamada también espermacio; espora que se forma en el picnio.
- Pudrición: Reblandecimiento, decoloración y con frecuencia desintegración de los tejidos de una planta suculenta como resultado de infección bacteriana o fungosa.
- Quiste: Los nemátodos formadores de quistes son endoparásitos sedentarios. Estos toman el nombre de nemátodos formadores de quistes por las estructuras hinchadas y resistentes formadas por los cuerpos de las hembras donde los huevos están encerrados y protegidos. Los quistes que están llenos de huevos son de color marrón oscuro y son la etapa más resistente. La cutícula de la hembra adulta se vuelve amarilla y luego marrón oscuro debido a las quinonas que forman el quiste.
- Rhizomorfo: Es una estructura de conservación de los hongos en forma de cordones y están formados por hifas paralelas soldadas entre sí longitudinalmente.
- Signo: Patógeno o sus partes o productos que se observan sobre una planta hospedante.
- Síntoma: Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.

### ANEXO 3. DIAGNÓSTICO DE *BUNCHY TOP* EFECTUADO POR EL LABORATORIO DE PROTECCIÓN VEGETAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE GUATEMALA



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
LABORATORIO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
C.E.A.F



Guatemala, 09 de noviembre de 2007

Ing. Kelder Ortiz Cel. 5564 – 9039  
LAS CRUCES  
LA LIBERTAD, PETEN

Presente


Estimado Ing. Ortiz.


En la hoja adjunta le ofrecemos una descripción de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a las muestras enviadas al laboratorio.

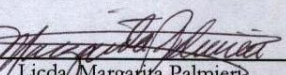
No. LAB	Tipo de muestra	Variedad	PRSV	Pap.MV	Bunchy Top
16714	Papaya 1	<i>Tainung</i>	Negativo	Negativo	Negativo
16715	Papaya 2	<i>Tainung</i>	Negativo	Negativo	Negativo
16716	Papaya 3	<i>Tainung</i>	Negativo	Negativo	<b>Positivo</b>

**Política del laboratorio de Virología de la U.V.G.:** los análisis realizados indican la ausencia o presencia del patógeno solamente en las muestras enviadas al laboratorio, en ningún momento la prueba realizada ofrece una certificación de que toda la plantación presente el mismo patógeno. Si tiene alguna duda o necesita información adicional favor comunicarse con nosotros.

Atentamente:

  
 Wilfredo López  
Técnico de Laboratorio

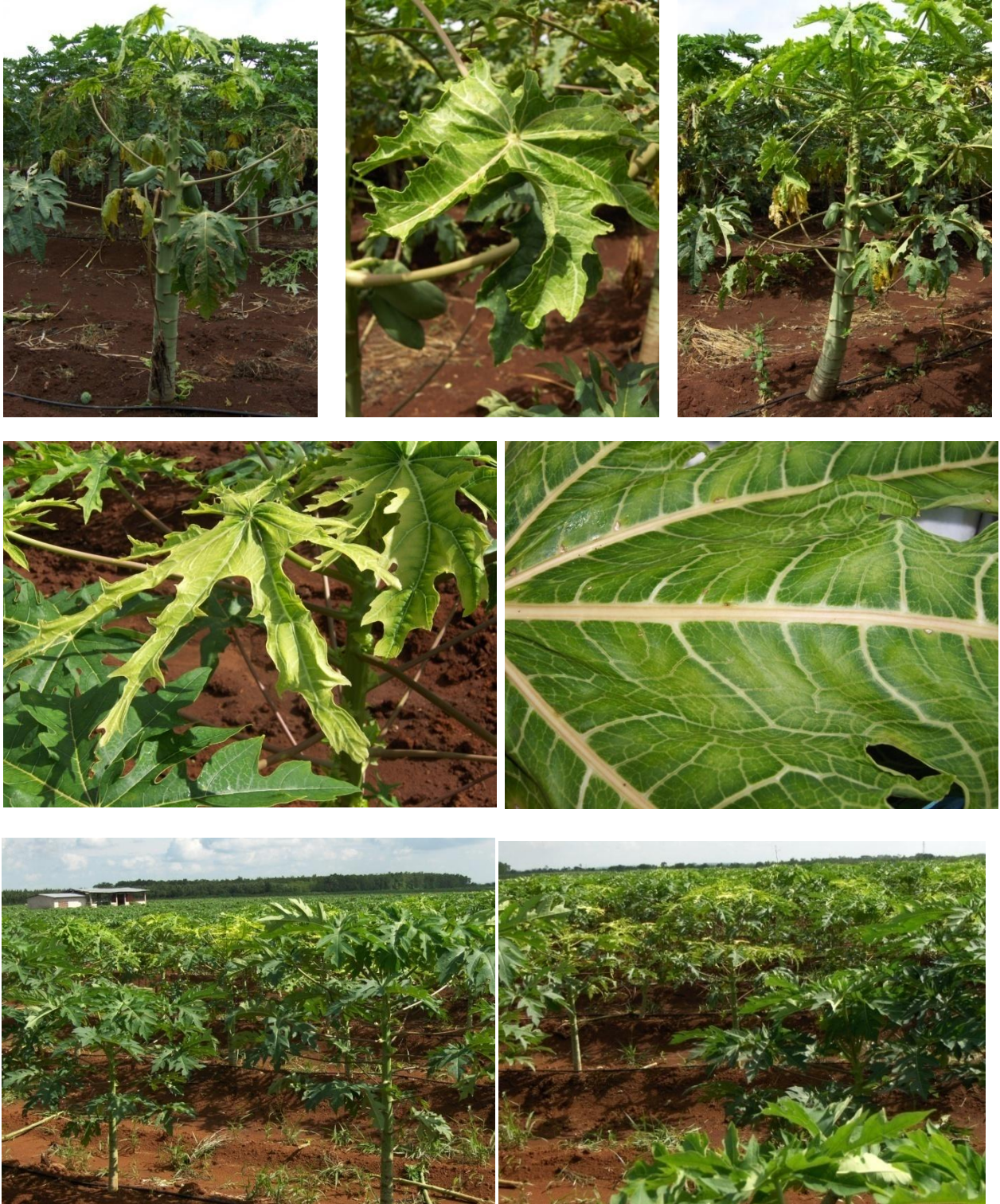


  
 Licda. Margarita Palmieri  
Directora del Laboratorio

18 Avenida 11-95 Zona 15, Vista Hermosa III  
PBX: 2369-0336 al 40, Extensión 519  
www.uvg.edu.gt

**Figura 64A. Diagnóstico de Bunchy Top efectuado por la Universidad del Valle de Guatemala**

Fuente: Universidad del Valle de Guatemala.



**Figura.65A. Muestras colectadas para análisis de *Bunchy top***

Fuente: Fotografía Ortiz Cardona, KA. 2007