

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL COGOLLO DE LA PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merr.), Y SU INCIDENCIA. VALLE DE "EL JOCOTILLO", VILLA CANALES, GUATEMALA.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNDA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

Carlos Iván Maldonado Ventura

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, Mayo de 1999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. William Roberto Escobar López

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa

VOCAL CUARTO

Br. Oscar Javier Guevara Pineda

VOCAL QUINTO

Br. José Domingo Mendoza Cipriano

SECRETARIO

Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

Guatemala, Mayo de 1999

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:


De acuerdo con las normas establecidas por La Ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL COGOLLO DE LA PIÑA (*Arañas comosus (L) Merr.*), Y SU INCIDENCIA. VALLE DE "EL JOCOTILLO", VILLA CANALES, GUATEMALA.

Presentado como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación quedo de ustedes

Atentamente


Carlos Iván Maldonado Ventura

TESIS Y ACTO QUE DEDICO A:

Mis Padres: Carlos E. Maldonado y Gladys B. Ventura, nunca dejen de dar un día maravilloso y una grandiosa noche soleada.

Mis Hermanos: Billy y Mauricio, quienes son el complemento a esos días y noches.

Mis abuelitas Virginia y Josefa por haberme dado a unos padres tan especiales.

La memoria de mis abuelitos José Enrique y Maclovio quienes en el infinito saben que hicieron un buen trabajo.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS, por iluminar siempre mi camino.

Ing. Agr. Gustavo Alvarez V., ya que sin su valiosa asesoría hubiera sido difícil llegar a la culminación de esta investigación.

Ing. Agr. Edgar Zamora, quien amablemente colaboró en el valle de El Jocotillo.

Laboratorio de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y su personal César, Julio y Alfonso, por su valiosa ayuda.

Mis amigos de siempre, Ramiro, Herberth, Byron, Edín, Werner, Oscar, Julio, Pedro, Elder, Donis, Sergio, Karina, Emerson, Roberto, Carlos Táger (flores sobre su tumba), Luis, Teresa, Hamilton, Marvin, Carolina, Melgín, Joselino, Héctor, Mara, etc., y especialmente a Elka.

A mi familia en general.

Pero principalmente a mis Padres y hermanos, ya que sin su apoyo, paciencia y entrega, no lo hubiera logrado.

CONTENIDO

Página

<i>INDICE DE CUADROS</i>	<i>iii</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>iv</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>v</i>
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. KOCH Y SUS POSTULADOS.....	4
3.1.2. ETIOLOGIA.....	5
3.1.3. ENFERMEDADES EN PLANTAS.....	6
3.1.4. SINTOMAS.....	7
3.1.4.1. Síntomas producidos por hongos.....	8
3.1.4.2. Síntomas producidos por bacterias.....	8
3.1.5. LA PIÑA.....	9
3.1.5.1. Contenido nutricional.....	10
3.1.5.2. Utilidad.....	12
3.1.5.3. Clasificación taxonómica.....	13
3.1.5.4. Condiciones ambientales para producción.....	13
3.1.5.5. Plagas de la piña.....	14
3.2. MARCO REFERENCIAL	16
3.2.1. HISTORIA EN GUATEMALA.....	16
3.2.2. VARIETADES DE PIÑA EN GUATEMALA.....	16
3.2.2.1. Cayena.....	16
3.2.2.2. Española Roja.....	17
3.2.2.3. Montúfar.....	17
3.2.3. ENFERMEDADES DE PUDRICION DE LA PIÑA.....	18
3.2.4. ASPECTOS GENERALES DEL AREA.....	18
4. OBJETIVOS	21
5. METODOLOGIA	22
5.1. MATERIALES Y METODOS	22
5.1.1. DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL.....	22
5.1.1.1. Aislamiento de hongos y bacterias.....	23
5.1.1.2. Medios nutritivos de cultivos.....	25
5.1.2. INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD.....	28
5.1.2.1. Incidencia entre plantaciones.....	28
5.1.2.2. Incidencia dentro de plantaciones.....	29
5.2. ANALISIS DE LA INFORMACION	31
6. RESULTADOS Y SU DISCUSION	32
6.1. SINTOMATOLOGIA EN PIÑA	32

6.2. TAXONOMIA	34
6.3. CARACTERISTICAS	35
6.4. DISTRIBUCION	39
6.5. INCIDENCIA	40
6.5.1. INCIDENCIA ENTRE PLANTACIONES	40
6.5.2. INCIDENCIA DENTRO DE PLANTACIONES	41
7. CONCLUSIONES	44
8. RECOMENDACIONES	45
9. BIBLIOGRAFIA	46
10. ANEXOS	49

INDICE DE CUADROS

Página

<i>Cuadro 1. Contenido nutricional general de la piña.....</i>	<i>10</i>
<i>Cuadro 2. Contenido de glúcidos de la piña.....</i>	<i>10</i>
<i>Cuadro 3. Contenido energético de la piña.....</i>	<i>10</i>
<i>Cuadro 4. Contenido mineral de la piña.....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 5. Contenido vitamínico de la piña.....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 6. Contenido de fibra alimentaria de la piña.....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 7. Fincas ubicadas en el valle de El Jocotillo con presencia de pudrición del cogollo de la piña.....</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 8. Incidencia en porcentaje de la pudrición del cogollo de la piña de junio a noviembre de 1998... </i>	<i>42</i>
<i>Cuadro 9A. Muestras de campo.....</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro 10A. Medios de cultivo (laboratorio).....</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro 11A. Incidencia (campo).....</i>	<i>50</i>

INDICE DE FIGURAS

	Página
<i>Figura 1. Ubicación municipal y departamental de El Jocotillo.....</i>	20
<i>Figura 2. Diagrama del método de muestreo de Street, modificado por Morales J.R.....</i>	30
<i>Figura 3. Efecto de la enfermedad de la pudrición del cogollo de la piña en las raíces de la planta.....</i>	34
<i>Figura 4. Estructuras reproductivas de <u>Phytophthora nicotianae</u> Breda de Haan.....</i>	36
<i>Figura 5. Formación de oosporas de <u>Phytophthora nicotianae</u> Breda de Haan.....</i>	37
<i>Figura 6. Estructuras reproductivas de <u>Phytophthora nicotianae</u> Breda de Haan formadas asexualmente.....</i>	38
<i>Figura 7. Esporangióforos de <u>Phytophthora nicotianae</u> Breda de Haan emergiendo del tejido vegetal.....</i>	38
<i>Figura 8. Liberación de zoosporas de <u>Phytophthora nicotianae</u> Breda de Haan.....</i>	39
<i>Figura 9A. Croquis de ubicación de fincas dentro del valle de El Jocotillo.....</i>	51

DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL COGOLLO DE LA PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merr.) Y SU INCIDENCIA. VALLE DE "EL JOCOTILLO", VILLA CANALES, GUATEMALA.

DETERMINATION OF CAUSAL AGENT OF APICAL SHOOT IN PINEAPPLE (*Ananas comosus* (L) Merr.) AND THE INCIDENCE OF THIS DISEASE. "EL JOCOTILLO" VALLEY, VILLA CANALES, GUATEMALA.

RESUMEN

En el valle de El Jocotillo se encuentra la mayor área de cultivares de piña, destinando principalmente la producción al mercado para consumo en fresco, siendo al mismo tiempo exportada a los países centroamericanos. Las variedades conocidas como Cayena (cayena lisa y hawaiana) son utilizadas con este propósito en el referido valle.

En el área también es encontrada la enfermedad de *Pudrición del Cogollo de la Piña* causada por el chromista *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan, el cual fue determinado a través de la presente investigación así como la incidencia que tiene esta enfermedad en el Valle de El Jocotillo.

Para poder determinar al agente causal se tomaron colectó material durante la estación lluviosa, a intervalos de un mes cada uno, comenzando en mayo, el cual consistió en la toma de muestras, descripción de sintomatología y transporte hacia los laboratorios del área de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, para su análisis fitopatológico.

Se realizaron siembras en el medio de cultivo Agar Agua, donde se desarrolla abundantemente el chromista y en períodos cortos cuando existe una capa delgada de este mismo medio. Para llegar a establecer realmente el origen de la enfermedad, fueron inoculadas varias plantas de piña, dando como resultado la sintomatología característica de la pudrición, realizando de nuevo aislamientos en medios de cultivo, llegando a confirmar la presencia del mismo.

Asimismo, se tomaron datos de las áreas productoras de piña (a través de visitas de campo, reuniones, etc.), las cuales están agrupadas en fincas, determinando de esta manera que un 33 % de fincas se encuentran afectadas por la enfermedad de la pudrición del cogollo.

Ya establecidos los lugares con mayor incidencia de dicha enfermedad, se procedieron a realizar los muestreos dentro de cada una de las fincas, obteniendo de este modo la incidencia dentro de las fincas, llegando a constatar que existía hasta un poco más del 9% en promedio de porcentaje incidencia, ocasionadas a lo largo de la estación lluviosa, por la presencia de la pudrición, en el caso de las fincas El Rodeo y La Concha. Existió un incremento en la incidencia al final de la época lluviosa (noviembre), a consecuencia del Huracán Mitch, llegando en algunos lugares hasta casi un 19% de incidencia, como en el caso de la finca El Rodeo.

1. INTRODUCCION

La exportación de productos agrícolas representa parte del sustento económico de Guatemala. Todas las actividades están enmarcadas alrededor de una economía agropecuaria. Datos económicos indican que el ingreso de divisas por concepto de exportaciones de productos agrícolas, específicamente frutas en fresco y procesado son bastante altas, alcanzando 6.4 mil millones de dólares (US\$), para enero de 1998. (27)

La piña es exportada tanto en fresco como procesado, este último en forma de conservas y deshidratada. Algunas empresas se dedican especialmente a la exportación de la pulpa deshidratada y convertida en material parecido a hojuelas, las cuales son enviadas al mercado europeo, donde alcanza precios atractivos.

La piña es una de las frutas tropicales que produce Guatemala, siendo el valle de El Jocotillo, del municipio de Villa Canales, Guatemala, uno de los principales lugares de explotación de este cultivo y con área que supera las 1,300 hectáreas en producción. (5, 6) La cual es comercializada en el mercado interno y externo, siendo exportada tanto procesada como en fresco.

Recientemente se ha visto un descenso en la producción de piña en el área mencionada, debido a una enfermedad que la afecta, comúnmente se le conoce como "*Pudrición del Cogollo de la Piña*". El agente causal de esta afección, no había sido determinado plenamente, desconociéndose si existía más de un patógeno asociado a estos síntomas.

A través del presente trabajo de investigación se determinó que el agente causal de la enfermedad de la pudrición del cogollo de la piña es un cromista fitopatógeno, del género *Phytophthora*, determinando al mismo tiempo su importancia en el valle de El Jocotillo, creando la base necesaria para futuros trabajos de investigación en torno al adecuado control de dicha enfermedad y otros que puedan enriquecer la optimización de la producción de esta fruta.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Una de las enfermedades que se presenta en la zona del valle de El Jocotillo es la pudrición del cogollo de la piña, que es una enfermedad devastadora, el agente causal de dicha enfermedad no había sido determinado. Desde el año de 1985 se ha tratado de poder encontrar al causante de dicha enfermedad, encontrándose bastante divergencia en cuanto al causante de la misma, y en algunos casos no se ha seguido con la continuidad necesaria para poder desenmascarar el origen de esta afección.

Algunos autores, como Guido, quien afirma que la enfermedad es producida por bacterias, (19) Cabrera y Matheu, que es producido por hongos fitopatógenos. (5, 24) Esta enfermedad produce la pudrición completa tanto del cogollo como de la planta misma, y la puede afectar en cualquier estadio de crecimiento, principalmente cuando existen condiciones de alta humedad por períodos prolongados.¹

Los intentos por controlar a este parásito han sido dificultosos, ya que el mismo desconocimiento del agente causal por los agricultores es un factor adverso para aplicar medidas eficaces para su control, produciendo gastos innecesarios a los agricultores, así como posibles daños al agroecosistema del valle de El Jocotillo.

La importancia que tiene la presente investigación, es que se crea la base necesaria para dar respuesta inmediata a los mecanismos de control de esta afección y así poder evitar que se sigan incrementando las pérdidas producidas por la misma, aumentando la producción y mejorando consecuentemente la calidad.

¹ Entrevista personal con la familia Zamora en 1997, residentes y productores de piña del mencionado lugar.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo e introducción de técnicas para el crecimiento de microorganismos del tipo hongos y bacterias, ha dado paso a un sin número de descubrimientos del origen de las enfermedades, así como de tecnologías afinadas para el adecuado control de las mismas. Estos avances fueron aportados principalmente por Koch, Petri y otros de 1875 a 1912 quienes contribuyeron grandemente a lo que hoy se conoce como fitopatología. (22)

3.1.1. KOCH Y SUS POSTULADOS

Robert Koch realizó varios experimentos aislando los bacilos del ántrax y tuberculosis en humanos, identificando así mismo al agente causal del cólera asiático. Sus logros e investigaciones lo llevaron a recibir el Premio Nobel de Medicina en 1905. Dentro de sus aportes al estudio de los microorganismos desarrolló técnicas de gran eficacia para el cultivo de los mismos, formulando también las reglas para la identificación del agente causal asociado a cualquier enfermedad, conociéndose hoy como *Los Postulados de Koch*. (1, 11)

Cuando un patógeno se encuentra en una planta enferma, se puede identificar por manuales especiales; en caso que sea conocido o descrito anteriormente y su diagnóstico no tiene interferencia de otros organismos, entonces puede ser considerado finalizado el diagnóstico. En caso contrario, si el patógeno encontrado parece ser la causa de la enfermedad, pero no existen reportes previos que justifiquen su existencia, entonces es donde reside la aplicabilidad de los

postulados de Koch, los cuales verifican la hipótesis que el patógeno aislado es la causa de la enfermedad, siendo los siguientes pasos: (1)

1. El patógeno encontrado debe estar asociado con la enfermedad en todas las plantas enfermas examinadas.
2. El patógeno debe ser aislado y propagado en medios de cultivo nutritivos puros y sus características de si es un parásito no obligado o si fue propagado en una planta susceptible (parásito obligado), así como de apariencia y efectos deben ser recopilados en bitácoras.
3. El patógeno del medio de cultivo puro debe ser inoculado en plantas sanas de la misma especie o variedad en donde aparece la enfermedad y debe de producir los mismos síntomas de enfermedad en las plantas inoculadas.
4. El patógeno debe ser aislado en cultivo puro de nuevo y sus características deben ser exactamente iguales como aparecen en el paso 2.

Si todos los postulados o reglas anteriores fueron seguidos y probaron la verdad, entonces el patógeno aislado es identificado como el organismo responsable de dicha enfermedad.

3.1.2. ETIOLOGIA

Básicamente esta palabra en su significado describe que tiene por objeto estudiar las causas de las enfermedades, (12, 33) pero en Agronomía se puede afirmar que es parte de la sanidad

vegetal que tiene como objetivo el determinar científicamente las causas, bióticas o abióticas, que producen enfermedades en plantas, las cuales hacen reducir el crecimiento y desarrollo de los cultivos en producción.

3.1.3. ENFERMEDADES EN PLANTAS

La salud de las plantas es vital para un adecuado crecimiento y desarrollo, aunque muchas veces se ven mermados por factores abióticos como las condiciones ambientales, y los factores bióticos tales como plagas en general.² Dentro de estas plagas se encuentran los fitopatógenos, los cuales producen enfermedades en las plantas tal y como aparecen en los humanos y animales, aunque los microorganismos que las producen en su mayoría no son los mismos que los afectan.
(1, 10, 15)

La ciencia encargada de las enfermedades en plantas es llamada *Fitopatología*, la cual estudia a los organismos y las condiciones del medio ambiente que ocasionan las enfermedades, tales como temperatura, humedad, radiación solar, etc. (10), los procesos mediante los cuales estos factores en interacción producen las enfermedades, así como las interacciones que son establecidas entre el organismo u organismos que ocasionan la enfermedad y la planta enferma, y finalmente, los medios adecuados para prevenir las enfermedades, con el propósito de disminuir el daño que ocasionan o para efectuar su control antes y/o después que se desarrollen en las plantas. Así mismo, esta ciencia es la encargada también de desarrollar métodos de control para todas las enfermedades de plantas.
(1)

² Las plagas son todos aquellos entes bióticos que afectan de manera negativa el adecuado desarrollo y/o crecimiento de otro organismo; en el caso de plantas, son: Malezas, Hongos, Bacterias, Virus, Insectos, Arácnidos, etc.

A los organismos que viven en otros durante parte o toda su vida, obteniendo su alimento del organismo hospedero sin beneficiarlo de alguna manera, se le conoce por lo general como Parásito, (15) y muchos de estos parásitos, son organismos que producen enfermedades, a los cuales se les puede llamar Patógenos o Fitopatógenos para el presente caso. Estos parásitos incluyen a otras plantas, nemátodos, virus, viroides, protozoarios, micoplasmas, hongos, bacterias, chromistas, etc. (1)

Estos parásitos pueden ser diseminados a través del viento, insectos, aves, agua, etc., y por el mismo hombre en sus labores agrícolas. (1)

Agrios (1) define a la infección como el proceso mediante el cual los patógenos entran en contacto con las células o tejidos susceptibles de un hospedero y en el que se producen nutrientes suficientes para ambos. Dentro de este proceso de infección, los patógenos se desarrollan y/o reproducen dentro de los tejidos de las plantas, a las cuales invaden en forma variable.

3.1.4. SINTOMAS

Son los rasgos característicos de la presencia de alguna deficiencia o patógeno que produce alguna enfermedad en las plantas. Los síntomas de una enfermedad comprenden el conjunto de cambios observables e invisibles que se manifiestan en la apariencia y funciones de las plantas infectadas. (1)

Estos síntomas pueden cambiar constantemente desde el mismo momento de la aparición en la planta, hasta la muerte de la misma, así como también pueden desarrollarse hasta un nivel y

mantenerse en este mismo sin cambios evidentes durante la estación de crecimiento y desarrollo. En la mayoría de las enfermedades de las plantas, los síntomas aparecen en el transcurso de unos cuantos días o semanas después de haber sucedido la inoculación con el patógeno. (1, 10, 15)

Al tiempo comprendido entre la inoculación (contacto entre el patógeno y el hospedero) y la aparición de los síntomas de la enfermedad, se le conoce como período de incubación. (1)

3.1.4.1. Síntomas producidos por hongos

Los hongos producen diferentes tipos de síntomas a sus plantas hospederas, siendo las más comunes las manchas foliares, tizones (quemaduras), cánceres, ahogamientos, antracnosis, sarna o roña, y pudriciones de raíz, pudriciones basales del tallo y pudriciones blandas y secas. Las cuales incluyen la desintegración o pudrición de todo o parte del sistema radicular, desintegración de la parte inferior del tallo y maceración o desintegración de frutos, raíces, bulbos, tubérculos y hojas carnosas de las plantas, con respecto a las pudriciones. Estos síntomas están enmarcados en lo que se conocen como síntomas necróticos. (1)

3.1.4.2. Síntomas producidos por bacterias

Tienen similares características de sintomatología producida por hongos, ya que las bacterias producen manchas y tizones foliares, pudriciones blandas de frutos, raíces y órganos almacenados, marchitamientos, crecimientos excesivos, sarnas, cánceres, etc. (1)

3.1.5. LA PIÑA

Es el nombre común para una planta de la familia de las Bromeliáceas caracterizada por sus únicas hojas graduales absorbentes de agua y flores regulares en segmentos. (12, 14, 21, 25, 29, 33)

Las hojas parecidas a vainas o espadas, se encuentran arregladas en espiral, usualmente producidas en capas. El embrión de la planta tiene únicamente una hoja (monocotiledónea). La familia a la cual pertenece, contiene más de 2000 especies distribuidas en 46 géneros, es casi exclusivamente confinada a los trópicos y subtrópicos de América, pero existen algunas especies en el Oeste de Africa. Unas pocas especies son fuente de fibra, otras son cultivadas por sus vistosas hojas o flores. La familia completa constituye un orden, y a sus miembros se les conoce comúnmente como Bromelias. (12, 25, 33)

Las piñas son terrestres, creciendo aproximadamente un metro de alto, con tallo corto y peciolo expandido y apropiadamente juntos formando un tipo de tanque de almacenamiento de agua en la base de la planta. (25)

Las hojas actúan como áreas de conducción, contención y como tanques de reservorio. El agua es absorbida desde estos "tanques" cuando sea necesario por medio de sus raíces adventicias parecidas a pelos en las hojas. (25)

La piña fue probablemente domesticada primero en las grandes planicies del centro de Sudamérica; fue ampliamente cultivada por su fibra antes que los europeos la observaran en el Caribe, aunque su origen es relacionado con Mesoamérica. Luego su cultivo se extendió a las regiones cálidas del planeta. Las plantaciones hawaianas producen cerca de la tercera parte de los

cultivos en el mundo y suplen alrededor del 60% de productos enlatados de piña. Otros productores fuertes son China, Brasil y México completando aproximadamente más del 30% restante. (12, 25, 33)

3.1.5.1. Contenido nutricional

El género *Ananas* tiene composición química y valor energético por 100 g de piña que se presenta en los cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7: (4)

Cuadro 1. Contenido nutricional general de la piña.

Composición	Gramos (g)
Agua	86.4
Proteína	0.5
Lípidos	0.0

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

Cuadro 2. Contenido de glúcidos de la piña.

Glúcidos	Gramos (g)
Disponibilidad	10.0 g
Amidas	0.0g
Solubilidad	10.0
Fibra alimenticia	1.0

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

Cuadro 3. Contenido energético de la piña

Energía	Cantidad
Kilocalorías (Kcal)	40
Kilojoules (Kj)	167

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

* WWW.http://saveurs.sympatico.ca/ency_4/ananas/ananas.htm

Cuadro 4. Contenido mineral de la piña.

Minerales	mg
Sodio	2
Potasio	250
Hierro	0.5
Calcio	17
Fósforo	8

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

Cuadro 5. Contenido vitamínico de la piña.

Vitaminas	mg
Tiamina	0.05
Riboflavina	0.01
Niacina	0.2
Vitamina A	7
Vitamina C	17

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

Cuadro 6. Contenido de fibra alimentaria de la piña.

Fibra alimentaria	g/100 g
Insoluble	0.83
Soluble	0.15

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

Cuadro 7. Contenido de ácidos grasos totales de la piña.

ACIDOS GRASOS	Cantidad
Colesterol	0 mg/100g
Lípidos Totales Saturados	0 g/100g
Lípidos Monoinsaturados	0 g/100g
Lípidos Poliinsaturados	0 g/100g

Fuente: L'Ananas, Presse Internationale.*

3.1.5.2. Utilidad

Debido al contenido de una enzima propia de las bromeliáceas, que es la Bromelina, en relación de 100 mg de la misma por 100 g de piña, puede utilizarse por las siguientes propiedades médicas: (30)

- Antiséptico y Antiinflamatorio, para los atletas, según fisiólogos y quiroprácticos afirman que la bromelina contenida en la piña es excelente para disminuir la tendinitis, los músculos adoloridos, las inflamaciones de tejidos causados por el deporte. Lo ingieren en jugos antes de una competencia para minimizar el dolor producido por el trabajo y un máximo rendimiento físico. (30)
- Combate la celulitis y afecciones digestivas, las enzimas proteolíticas contenidas en la bromelina digieren a las proteínas. Son excelentes agentes para desdoblar las moléculas proteicas de alimentos de féculas y almidón, reduciendo la fermentación que produce problemas digestivos con producción de gas, dolores estomacales, etc. También se incluye en muchos productos farmacéuticos utilizados en gastroenterología, que es un elemento indispensable en la alta cocina. (30)
- Reduce la dificultad de digerir algunas féculas, cereales de pan, alimentos con fibra, pudiendo acompañar estos alimentos con jugo de piña. (30)
- Es un excelente diurético, rica en celulosa que regulariza la adecuada función de los intestinos. (30)

- Reduce las verrugas naturalmente, frotando por un minuto la verruga, continuando este proceso por una hora, manteniendo este ritmo hasta que desaparece. (30)
- Ayuda a mantener una circulación sanguínea adecuada. (30)
- Reduce los problemas de acné, ya que reduce los depósitos de grasa en la epidermis, frotando una rodaja de piña en la parte afectada neutralizando los ácidos grasos. (30)

3.1.5.3. Clasificación taxonómica

La piña pertenece a la familia Bromeliaceae y al orden Bromeliales, siendo su nombre científico *Ananas comosus* (L) Merr. (6, 19, 21, 25) Las piñas primitivas que crecen en lo alto de los Andes son clasificadas dentro del género *Puya*. El nombre del género Ananas o Anana proviene del idioma Guaraní hablado en algunos lugares Paraguay, Argentina y Uruguay, en donde así es conocida, aunque según estudios revelan que los indígenas de Mesoamérica conocían este fruto como *nana*, que traducido significa perfume. (4)

3.1.5.4. Condiciones ambientales para producción

Entre los factores ambientales que requiere la piña para su adecuado crecimiento y desarrollo se pueden mencionar como la temperatura, requiriendo entre 22 y 30°C, precipitación pluvial de alrededor de 1000 a 2000 mm, teniendo gran resistencia a la deshidratación. (5, 6)

La altitud promedio de producción es de alrededor de los 100 y 800 msnm. Los suelos adecuados son los profundos, fértiles y con buen drenaje, con pH entre 5.5 y 6.2. (6, 19, 25)

3.1.5.5. Plagas de la piña

Entre las principales plagas y enfermedades que afectan a la piña se pueden mencionar las siguientes: (3, 24)

□ NEMATODOS

- *Meloidogyne sp*
- *Aphelencooides sp*
- *Aphelenchus sp*
- *Helicotylenchus sp*
- *Pratylenchus sp*
- *Rotylenchus sp*
- *Ditylenchus sp*
- *Tylenchus sp*
- *Heterodera sp*
- *Radophulus sp*

□ INSECTOS

- *Pseudococcus sp* (Chinches o cochinillas harinosos)
- *Phyllophaga sp* (Gallina ciega)
- *Melolontha sp* (Gallina ciega)
- *Batrachedra sp*
- *Agriotes sp* (Gusano alambre)

- *Trips sp* (Trips)
- *Aphis sp* (Pulgón)

□ ENFERMEDADES

- *Thielaviopsis paradoxa* Höhn (Pudrición negra en frutos, hojas y tallo)
- *Erwinia sp* (Pudrición del tallo)
- *Penicillium sp* (Mal de ojo en frutos)
- *Fusarium sp* (Mal del clavo)
- *Asterinella sp* (Mancha foliar)
- *Botryodiplodia theobromae* Pat. (Necrosis apical)
- *Curvularia lunata* Boedijn (Necrosis del borde de la hoja)
- *Phytophthora cinnamomi* Rands. (Pudrición del corazón)

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. HISTORIA EN GUATEMALA

La primer empresa que quiso introducir el cultivo de la piña y el banano fue una alemana en 1920 en Tiquisate, pero en su intento fracasó. Algunas plantas de piña fueron tomadas por agricultores de la época y las trasladaron hacia Izabal, lugar donde se estableció también la empresa bananera, introduciendo en esta oportunidad la variedad Montúfar. (8)

El nombre de variedad Montúfar, según referencias, fue originado debido a los terrenos aledaños a las fincas de Quirigua. Asimismo, fueron introducidas variedades como Cayena Lisa y Española Roja en el Sur de la república. Las actuales plantaciones son hibridaciones de las variedades anteriores. (8)

Los departamentos en donde se puede cultivar la piña son Guatemala, Juliapa, Escuintla, Santa Rosa, Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos, Chiquimula e Izabal. (5, 24)

3.2.2. VARIETADES DE PIÑA EN GUATEMALA

Dentro de los cultivares de piña en Guatemala, se pueden identificar varios grupos, siendo estos: (7, 24)

3.2.2.1. Cayena

Se cultiva en zonas de Retalhuleu, Escuintla y Suchitepéquez. Las hojas tienen los márgenes lisos y con color verde o rojizo y las hojas del fruto no tienen espinas. Los frutos

pesan alrededor de 3.2 Kg y se caracterizan por su forma cilíndrica alargada con pulpa de color blanco; que puede ser utilizada en conservas y consumo en fresco. Con una maduración entre enero y julio, y producción de hijuelos baja. Dentro de este grupo se encuentran las variedades cayena lisa, hawaiana, champaka, MD2, esmeralda e hilo. (7, 24)

Dentro del valle de El Jocotillo se cultivan principalmente la piñas de este grupo, especialmente las variedades cayena lisa y hawaiana.

3.2.2.2. Española Roja

Las hojas tienen los márgenes con espinas cerca del ápice, hasta casi la mitad de las mismas, el fruto tiene espinas en las hojas y forma cilíndrica que se caracteriza por un color morado, con pulpa de sabor dulce – ácido. Soporta el transporte prolongado y produce buena cantidad de hijuelos, cultivada también el Retalhuleu, Escuintla y Suchitepéquez. Las variedades pertenecientes a este grupo son la singapore spanish, selangor verde, castilla, cabezona y P.R. (7, 24)

3.2.2.3. Montúfar

Es considerada más como variedad. Se cultiva en la zona de Navajoa y Tenedores del departamento de Izabal, tiene hojas con espinas en los márgenes, siendo verde o verde – amarillento. Las hojas del fruto son dentadas. El fruto tiene un peso entre 1 y 1.4 Kg, con forma cónica y de color verde, pulpa amarilla, dulce, poco ácida y muy jugosa. No resiste al transporte, y tiene una maduración entre junio, julio y agosto. (24)

3.2.3. ENFERMEDADES DE PUDRICION DE LA PIÑA

La piña es afectada por una infinidad de fitopatógenos, pero, los que interesan en este estudio son los que producen la pudrición del cogollo. Algunos autores como Guido (19) que afirma que la pudrición del tallo es producida por la bacteria *Erwinia spp*, describiendo los síntomas como desprendimiento de las hojas a causa de la pudrición en el tallo que producen un mal olor, no llegando a una determinación específica. Según Matheu (24) describe dos enfermedades, la primera es una pudrición de la raíz producida por *Phytophthora cinnamomi Rands*, y la segunda enfermedad que es la podredumbre de tallos y hojas producida por *P. Parasitica Dastur*, siendo producidas por presencia de alta humedad por períodos prolongados.

Cabrera (5) confirma los últimos dos agentes causales, afirmando que esta enfermedad se presenta principalmente en plantaciones establecidas en terrenos con mal drenaje, aumentando la severidad de la misma cuando el suelo es menos ácido (redondeando un pH entre 5.5 y 7.5).

El hongo *Phytophthora spp*, afecta básicamente las raíces y tallo de cualquier planta, presentando con frecuencia, síntomas de deshidratación en la planta, y deficiencia nutricional, debilitando a la planta y haciéndola susceptible hacia el ataque por otros patógenos o muchas otras causas que erráticamente se consideran como la causa de su muerte. Así mismo, el género, bacteriano, *Pseudomonas* puede producir similar sintomatología en las plantas. (1)

3.2.4. ASPECTOS GENERALES DEL AREA

El municipio de Villa Canales se encuentra dentro del departamento de Guatemala. Villa Canales tiene como límites a la Capital Santa Catarina Pinula por el lado Norte. Al Noreste se

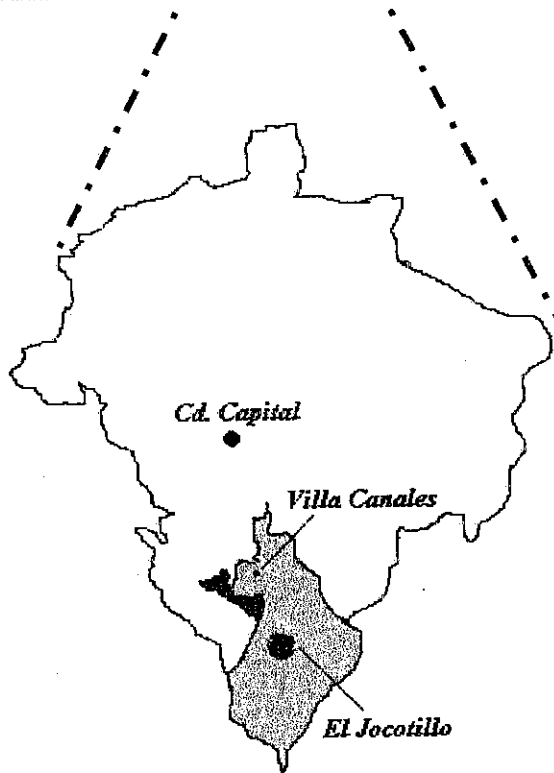
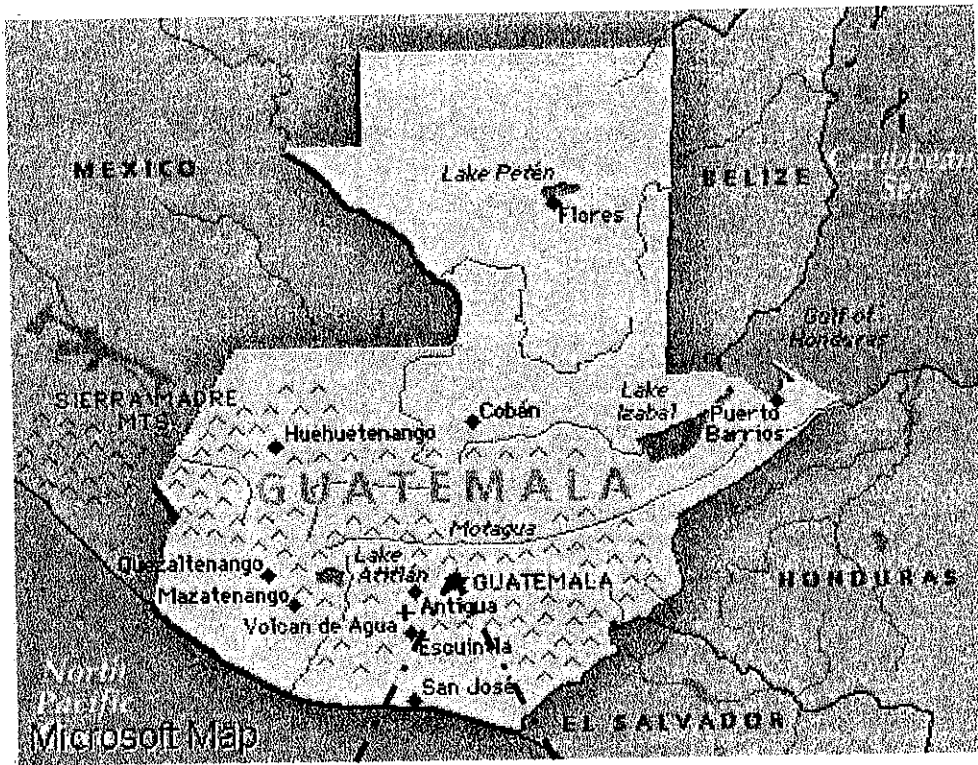
encuentra Fraijanes, al Este colinda con Barberena, municipios de Santa Rosa. Al Sudeste se encuentra Pueblo Nuevo Viñas de Santa Rosa; al Sur colinda con San Vicente Pacaya y Guanagazapa y al Oeste con Palín. (17, 13, 16, 31) (*Figura 1*)

Este municipio se caracteriza por su economía basada en la Agricultura, ganadería e industria, se puede tener acceso desde la carretera que cruza por Santa Elena Barillas o por la Carretera a El Salvador. Uno de los principales lugares agrícolas es el Valle de El Jocotillo, en el cual se encuentra la Aldea El Jocotillo, ubicada en los paralelos: (17)

14° 21' 21.64"	Latitud Norte
90° 30' 14.17"	Longitud Oeste

Por su ubicación geográfica y diferentes condiciones ambientales, El Jocotillo se le localiza dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical Templado (BH – S (t)). (18)

Esta zona de vida se caracteriza principalmente por biotemperaturas de 20 a 26° C, con una precipitación media anual entre 1100 a 1300 mm correspondiendo de mayo a noviembre. La topografía de estos terrenos se presenta de relieve ondulado a accidentado y escarpado. Tiene una altitud promedio de 1100 msnm. (9)



Sin Escala

Figura 1. Ubicación municipal y departamental de El Jocotillo.

4. OBJETIVOS

- **Determinar el agente causal asociado a la pudrición del cogollo de la piña en el área del valle de El Jocotillo.**
- **Establecer la distribución e incidencia que tiene la enfermedad de la pudrición del cogollo de la piña dentro del valle de El Jocotillo.**

5. METODOLOGIA

5.1. MATERIALES Y METODOS

Los objetivos de esta investigación fueron alcanzados, girando en torno a las siguientes consideraciones:

- Determinación del agente causal
- Distribución e incidencia de la enfermedad

Las cuales fueron desarrolladas conforme a metodologías específicas para cada una de ellas por separado, y fueron agrupadas de la siguiente manera:

5.1.1. DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL

Se llevaron a cabo monitoreos de las áreas de piña que presentaron problemas con la pudrición del cogollo de la piña. Se dio comienzo en abril, realizando en junio el primer monitoreo, para luego realizar monitoreos mensuales hasta llegar a noviembre. Esta temporada es donde se tienen indicios de dicha enfermedad, la cual corresponde en gran medida a la estación lluviosa. Para el monitoreo fue tomada la planta completa con suelo y raíces donde se presentaron los síntomas de dicha enfermedad.

Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas las cuales se transportaron en hielera con una temperatura aproximada de 6 a 8°C para evitar la descomposición acelerada del material

vegetal, para su análisis macroscópico y microscópico, en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, Universidad San Carlos de Guatemala.

Las muestras obtenidas se les realizaron análisis fitopatológicos, los cuales incluyeron pruebas para hongos, bacterias y extracciones de nemátodos para una determinación previa de los posibles patógenos asociados a la enfermedad.

Todos los materiales colectados fueron cultivados en medios adecuados, de la siguiente manera y observados a través de Microscopios:

5.1.1.1. Aislamiento de hongos y bacterias

Para aislar estos microorganismos, se siguieron los siguientes pasos: (1, 32, 35)

1. El material utilizado (cajas de petri, vidrios de reloj, tubos de ensayo, pipetas, etc.) fue debidamente esterilizado en autoclave y en horno respectivamente, así mismo se utilizó únicamente agua esterilizada. La cámara de aislamiento utilizada fue desinfectada con alcohol. Los instrumentos (asas, agujas de disección, etc.) fueron esterilizados antes y después de su utilización, por medio de flameo (al rojo vivo) y enfriado en alcohol, el exceso de alcohol se eliminó flameando de nuevo el instrumento.
2. El tejido infectado, el cual medía aproximadamente 5 a 10 mm², que incluyó parte de tejido sano (alrededor de 50%), fue sometido a diferentes soluciones tales como agua destilada, alcohol etílico, hipoclorito de sodio; procedimiento necesario para eliminar o

reducir los contaminantes superficiales que puedan interferir con el aislamiento; pasos fundamentales para realizar los postulados de Koch, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Fueron cortados todos los trozos pequeños de tejido (cuatro por caja de petri) y colocados en un primer vidrio de reloj con agua estéril.
 - Luego los trozos fueron trasladados al vidrio de reloj que contenía hipoclorito de sodio al 0.5%, permaneciendo ahí de 30 a 120 segundos (recomendado por Singleton, Mihail y Rush). (32)
 - Transcurrido el tiempo, se trasladaron de nuevo a otro vidrio de reloj con agua estéril, eliminando el exceso de Hipoclorito de Sodio.
 - Los trozos de tejido vegetal, fueron trasladados al siguiente vidrio de reloj conteniendo alcohol etílico, permaneciendo por otros 30 segundos.
 - Luego fueron pasados a dos vidrios de reloj, sucesivamente, con agua estéril.
 - Para eliminar el exceso de agua, los trozos de tejido vegetal fueron puestos en papel absorbente.
3. El tejido vegetal, anteriormente preparado, fue colocado en cajas de petri que contenían los medios de cultivo. Se tuvo sumo cuidado que el recipiente se encontrara cerca de la llama del mechero y que la respiración (por parte de la persona) fuera contenida un poco. Se flameó la boca del recipiente donde se cultivó el microorganismo.

4. Las cajas de petri fueron identificadas con códigos para su fácil manejo y puestas en una incubadora a 25°C.
5. Se llevó la secuencia del crecimiento de microorganismos y luego se determinaron.
6. Posteriormente, después de obtener este cultivo, se obtuvo cultivo puro del patógeno mediante el resembrado de una porción (menos de 10 mm² de agar) de él en otra caja de petri que contenía el medio de cultivo utilizado y se realizó una determinación más específica del patógeno principal.

5.1.1.2. Medios nutritivos de cultivos

Los medios utilizados para la siembra de fitopatógenos fueron los siguientes:

- A. Hongos, se utilizó el medio conocido como P.D.A. (papa, dextrosa, agar), Agar Agua y Agar Jugo V8. (31) Las colonias de hongos aquí desarrolladas, se tomaron muestras para su posterior identificación por medio de claves específicas.
- B. Bacterias, fue empleado el Agar Nutritivo (A.N.), el cual sirve también para identificación así como la utilización de los medios YDC, B. de King, CVP y MS; debido a la falta de presencia de bacterias asociadas a la pudrición del cogollo de la piña, se suprimieron pruebas más específicas tales como tinción de gram, de fermentación, licuado de gelatina, anaerobismo y otras que hubiesen sido necesarias.

Para la identificación se llegó al nivel taxonómico de Género, del fitopatógeno principal asociado a la enfermedad de la pudrición del cogollo de la piña. Después de realizada la siembra de fitopatógenos, se procedió a obtener cultivos puros de los microorganismos primarios que tentativamente eran los agentes causales de la enfermedad, para continuar con los postulados de Koch, que seguían en su orden:

- Inoculación y
- Reaislamiento

Se inocularon 10 plantas de piña del mismo lugar de producción de donde procedieron las muestras y se dejaron en observación entre 15 y 30 días. Después de encontrados los síntomas indicativos de la enfermedad se procedió a reaislar el organismo, con el fin de confirmar el origen de la pudrición del cogollo de la piña.

Se tomaron de nuevo los cuidados, que a un principio se llevaron a cabo para el aislamiento del fitopatógeno, para efectuar el reaislamiento y se encontraron pruebas que indicaron que era el mismo fitopatógeno del que se había tenido conocimiento con anterioridad, concluyendo de esta manera los postulados de Koch.

Se realizaron 6 monitoreos, los cuales fueron distanciados aproximadamente un mes entre uno y otro, se dio comienzo en la 1ª semana de junio; 3ª semana de julio, luego en la 3ª semana de agosto, 4ª semana de septiembre, 3ª semana de octubre y finalmente un último monitoreo en la 4ª semana de noviembre. Aunque el área de investigación estuvo sujeta a observación desde abril.

Los primeros monitoreos fueron utilizados para determinar las posibles causas que producen la enfermedad descartándose desde el principio los factores climáticos aislados; el 2º y 3º monitoreo se fueron utilizando los medios de cultivo nutritivos para poder determinar el tipo de microorganismos asociados a la pudrición del cogollo y que interactúan con el clima predominante para la estación lluviosa, siendo también descartados los microorganismos del tipo bacterias y nemátodos, debido a que las primeras dieron resultados negativos a los diferentes medios de cultivo.

Para el caso de Nemátodos se realizaron extracciones del suelo, raíz y hojas no encontrándose fitoparásitos asociados a dicha enfermedad que ataca el meristemo apical de la planta.

Ya descartados los microorganismos anteriores y encontrándose alta predominancia de chromistas, el 4º y 5º monitoreo se utilizó para la identificación del agente causal real de dicha enfermedad. Así como el 6º sirvió para corroborar el trabajo y realizar los montajes necesarios para la diagramación del presente informe.

La mayor parte de las observaciones se realizaron con chromistas entre 5 y 15 días después de sembrado en el medio de cultivo nutritivo, en donde se pudieron observar estructuras como micelio y reproductivas del tipo Esporangios, Zoosporas y Oogonios.

Las mejores observaciones provienen del medio de cultivo nutritivo conocido como Agar Agua, la razón primordial de este resultado es que se trabaja con un medio sencillo en cuanto a

aportación nutricional, pero da las suficientes condiciones para que se desarrolle desde un principio *Phytophthora sp.*

Asimismo, se observó un acelerado desarrollo de las estructuras reproductivas, de este género de chromistas, cuando el medio de Agar Agua tenía una capa delgada dentro de las cajas de Petri.

Esta técnica brinda la ventaja que aproximadamente al segundo día de sembrado y con una temperatura de incubadora de 25° C, el chromista en el medio, ya se puede encontrar micelio definido, llegando a partir del quinto día después de sembrado a la formación de estructuras reproductivas, principalmente de Esporangios y posteriormente Zoosporas.

5.1.2. INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Esta variable fue determinada en dos formas:

5.1.2.1. Incidencia entre plantaciones

Se obtuvo el número de fincas productoras de piña en el valle de El Jocotillo, y por medio de entrevistas personales con la asociación de productores de piña del lugar y visitas de campo, se determinó la presencia o ausencia de esta enfermedad entre las plantaciones localizadas en el área bajo estudio, encontrando la incidencia del total de plantaciones. (Ver Figura 9A)

5.1.2.2. Incidencia dentro de plantaciones

Las fincas afectadas por la enfermedad de la pudrición del cogollo en el valle de El Jocotillo fueron 6 (de 18 fincas productoras), las cuales fueron tomadas como población con el fin poder determinar la cantidad de fincas a muestrear. Debido a que el número de la muestra dio como resultado el mismo número de la población, se tomó como referencia finalmente a la población (6 fincas); habiendo utilizado la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N}{N(D^2) + 1}$$

Donde,

- n = Número de áreas a muestrear
- N = Número total de productores de piña
- D² = Precisión del muestreo (alfa de 0.1)
- 1 = Constante

La incidencia de cada finca a muestrear, fue determinada a través del método Street modificado por Morales J.R. (28), el cual consiste de la siguiente forma:

Se llega al área en que se desean obtener muestras, para el presente caso cada una de las 6 fincas con dicha afección, buscando una esquina del terreno en producción, luego caminando en dirección hacia la esquina opuesta tratando de seguir transversalmente, se fueron contando 20 pasos desde el inicio y luego se tomaron muestras de 20 plantas consecutivas tratando de seguir la misma dirección; anotando las plantas enfermas. Se continuó este procedimiento hasta

llegar a la esquina opuesta, para luego partir el terreno por la mitad tomando de base el ancho y volver a realizar el caminamiento hasta llegar al extremo opuesto. (Ver Figura 2)

Se recorrió hasta la penúltima esquina que faltaba de hacer el muestreo y se realizó el mismo caminamiento como al principio, repitiendo luego la mitad del terreno como anteriormente se describió, sólo que por el lado del largo. Finalizando este procedimiento se tuvieron en mano los datos del total de plantas muestreadas (número de estaciones para realizar el muestreo por 20) y el número de plantas enfermas, para luego hacer el análisis de porcentaje de incidencia correspondiente.

La figura 2 indica el orden de los caminamientos a seguir para la toma de muestras y datos para la incidencia:

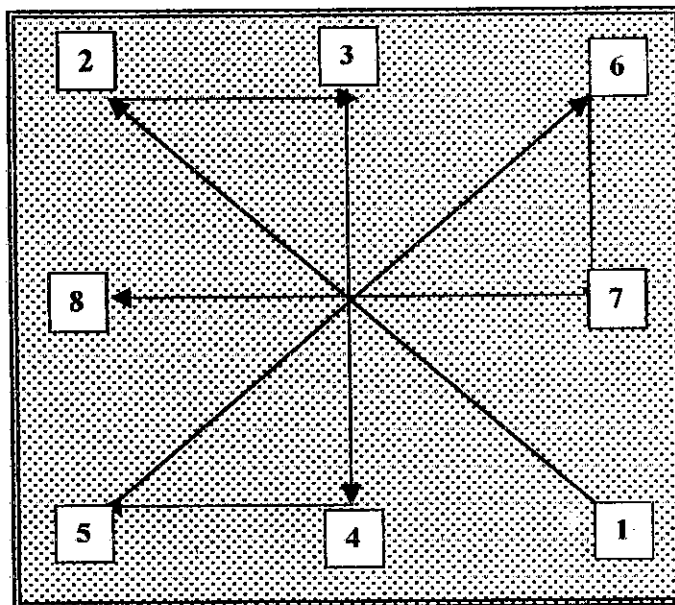


Figura 2. Diagrama del método de muestreo de Street, modificado por Morales J.R.

Finalizado el procedimiento anterior, se procedió a determinar el porcentaje de Incidencia (% I), con los datos del total de plantas que se hizo el muestreo y el total de plantas enfermas, con presencia de pudrición, utilizando la ecuación siguiente:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número total de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas muestreadas}} \times 100$$

Los datos obtenidos de porcentaje de incidencia por fincas de El Jocotillo con la enfermedad, fueron acumulados, para luego obtener un promedio de las mismas durante toda la estación lluviosa (junio a noviembre).

5.2. ANALISIS DE LA INFORMACION

Para el análisis de la información se identificó al Fitopatógeno que es el agente causal de la enfermedad de la "Pudrición del Cogollo de la Piña", brindando su clasificación taxonómica hasta Género utilizando bibliografía y reportes actualizados, y consultando bases de datos que reportan la existencia de este género de chromistas en este cultivo en el ámbito internacional así como comparaciones fotográficas.

6. RESULTADOS Y SU DISCUSION

En los laboratorios del Area de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, se encontró al agente causal de la enfermedad denominada "Pudrición del Cogollo de la Piña", el cual pertenece al género *Phytophthora*.

Las estructuras, esporangios específicamente, que se encontraron durante el desarrollo de la investigación, presentaron como característica principal una papila más desarrollada y comparaciones con fotografías, sugieren que la especie a la cual pertenece este chromista es *Phytophthora parasitica* Dastur.

Este microorganismo ha sido reportado en los principales cultivares de Piña en el continente americano, ya que se encuentra presente en Hawaii, Colombia, Costa Rica y otros países productores de la misma.

6.1. SINTOMATOLOGIA EN PIÑA

Este chromista produce una sintomatología, en las variedades de piña pertenecientes al grupo de Cayena vistas en el valle de El Jocotillo, que puede ser asociada a una deficiencia de nutrientes, estrés provocado por trasplante y/o a una deficiencia hídrica, siendo las coloraciones rojizas en medio de las hojas para los dos primeros casos y los amarillamientos de la planta completa en general, los indicadores de estas afecciones. Preferentemente tiene un buen desarrollo en estación lluviosa, es decir, con períodos prolongados de lluvia y con temperaturas ligeramente altas.

Comienza, en las hojas, con una coloración rojiza por en medio de la hoja y los bordes aún verdes, colorándose el resto de verde pálido, en un principio de la enfermedad, quedándose achaparrada la planta y perdiéndose buen porcentaje de zona radicular.

Las hojas más próximas al cogollo de la piña se tornan con una coloración levemente tenue de la anterior, pero las puntas se tornan con apariencia necrosada y un aspecto de podredumbre pardo oscuro. La base de las hojas se sueltan con cierta facilidad, principalmente las del centro y presentan pardo suave para terminar con una división, entre el tejido afectado y el tejido sano de una franja negra, indicando el avance de dicha enfermedad. La base de las hojas y el cogollo presentan un olor bastante característico de una pudrición (fétido).

Luego todas las hojas sufren una clorosis gradual y general hasta llegar a verde – amarillo bastante pálido, el cual indica que la enfermedad ha avanzado en la totalidad del tallo de la piña. En esta etapa, el cogollo de la piña tiene poca resistencia al desglose de sus hojas, ya que pueden salir las hojas más tiernas, en arreglo completo con bastante facilidad, quedando el meristemo apical totalmente muerto,

La etapa final de la enfermedad es la muerte total de la planta, cuando está sin floración. En el caso de presencia de flor y más aún, cuando la planta tiene la piña ya formada, el tallo que la sostiene se cae por completo doblándose por un costado, impidiendo madurar al fruto mismo, y perdiéndose el mismo. Los cogollos de la piña quedan completamente desintegrados, dificultándose su extracción para un saneamiento del terreno.

En las etapas intermedias, puede retoñar la piña pero se corre el riesgo que ya tiene presencia de inóculo del hongo. En el caso específico de la zona radicular, se vio considerablemente reducido, llegando

al extremo de no encontrarse raíz en las plantas afectadas por dicha enfermedad, tal y como podemos apreciar en la foto izquierda (*Figura 3*) que es una planta con presencia de la enfermedad, la de la derecha es una planta sana.

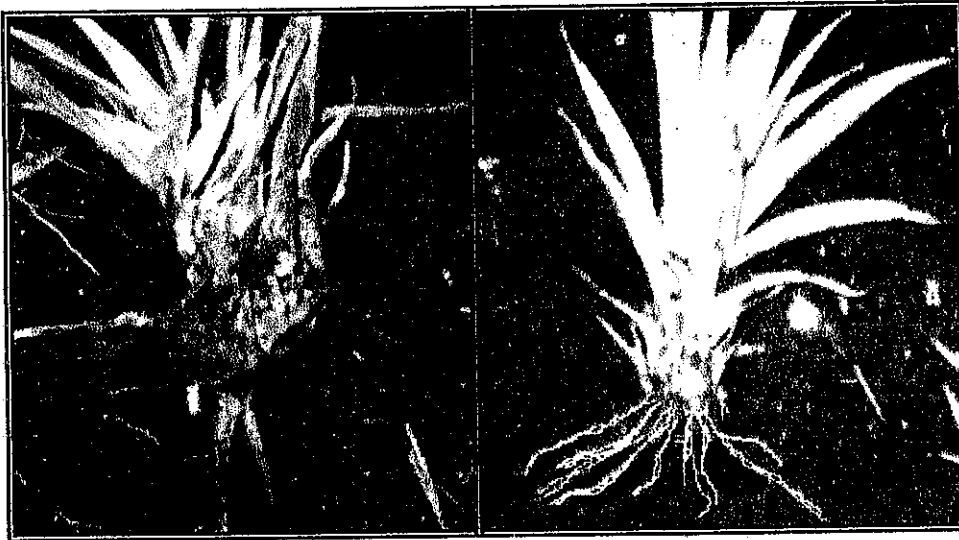


Figura 3. Efecto de la enfermedad de la pudrición del cogollo de la piña en las raíces de la planta.

La forma en que es reconocida por los productores es simplemente por la coloración amarillenta y luego la comprobación de halar el cogollo de la piña; si se desprende con facilidad y se encuentra podrida la base, entonces la planta está enferma, principalmente en los meses de Mayo a Noviembre.

6.2. TAXONOMIA

En 1989, una comparación detallada fue realizada a las especies de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan y *Phytophthora parasitica* Dastur, en Estados Unidos de Norteamérica. Los estudios concluyeron que ambos nombres son aplicados a una misma especie.

La primera especie de ambas, fue descrita en 1906, siendo esta prioridad de nomenclatura y todos los aislamientos de *Phytophthora parasitica* Dastur, son ahora puestos como *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan, siendo este el nombre correcto.³ (34)

Este chromista no es específico de la piña, debido a su gran versatilidad en cuanto a formas reproductivas, este chromista ataca a cualquier tipo de planta, entiéndase hortalizas, pastos, bosques, frutales, ornamentales, cultivos extensivos, etc.

La clasificación taxonómica del chromista según Ainsworth & Bisby's: (2)

REINO	CHROMISTA
FILUM	Oomycota
ORDEN	Pythiales
FAMILIA	Pythiaceae
GENERO	<i>Phytophthora</i>

6.3. CARACTERISTICAS

El cuerpo del chromista consiste de micelio filamentoso microscópico no septado o cenocítico, y pasa por varias formas reproductivas, que son completamente hialinas (transparentes):

- Esporangio, es la estructura que contiene a las Zoosporas, pero con ciertas condiciones ambientales puede germinar, siendo la más débil de todas las estructuras.

³ Aunque varios autores denominan a esta especie como *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* (Breda de Haan) Tucker.

- Zoospora, la cual es móvil en el agua y la humedad del suelo
- Clamidospora, la cual es una forma resistente a la desecación, con una gruesa pared protectora.
- Oospora, la cual es altamente resistente a la desecación.

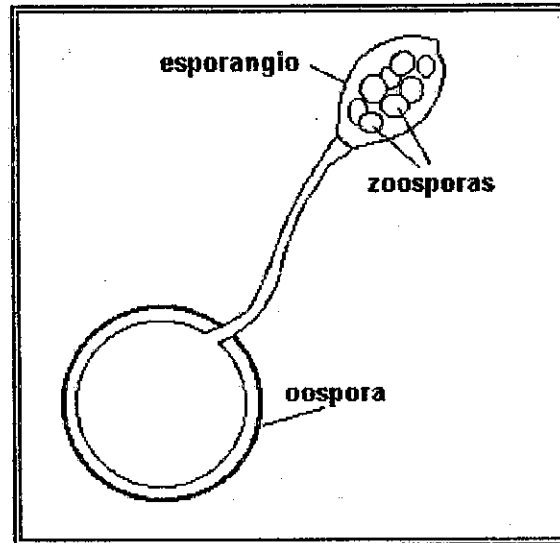


Figura 4. Estructuras reproductivas de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan.

Los últimos dos son disponibles para sobrevivir en condiciones secas y frías y están listos para desarrollar en zoosporas activas una vez expuestas en condiciones húmedas.

Estos chromistas antiguamente se les conocía como hongos Ficomycetos, siendo una de sus principales características el ser semiacuáticos, asimismo se les relaciona grandemente con las algas rojas que a los hongos. La reproducción de *Phytophthora* puede ser sexual o asexual.

La etapa sexual puede ser heterotálica, es decir requiere la unión sexual de dos talos compatibles para producir las esporas de reposo que son las oosporas, que son globosas y gruesas, evitando así la desecación. (Ver Figura 5)

Las oosporas, con sus paredes gruesas y resistentes, son esporas de reposo y pueden sobrevivir varios años en el suelo fuera de los tejidos hospedantes. Después de la meiosis y bajo condiciones adecuadas para la germinación, la oospora produce un tubo germinativo que puede penetrar los tejidos del huésped directamente o puede terminar en un esporangio.

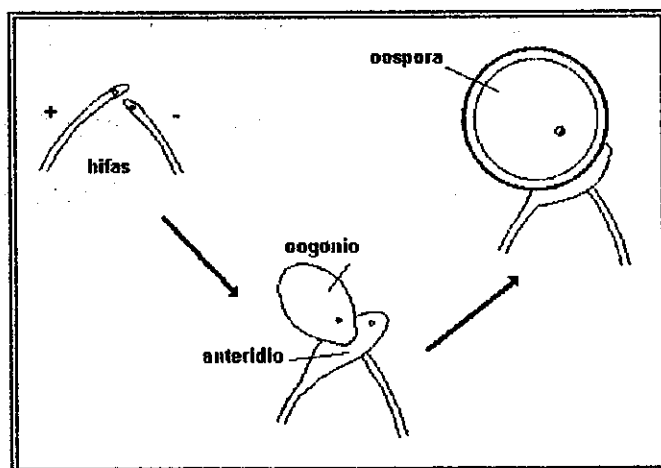


Figura 5. Formación de oosporas de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan.

En el caso de la reproducción asexual, se forman delicados esporangios que son hialinos y ovoides en forma de limón. Se forman al ápice del tubo germinativo de la oospora o a las puntas de las ramas del esporangióforo. (Ver Figura 6)

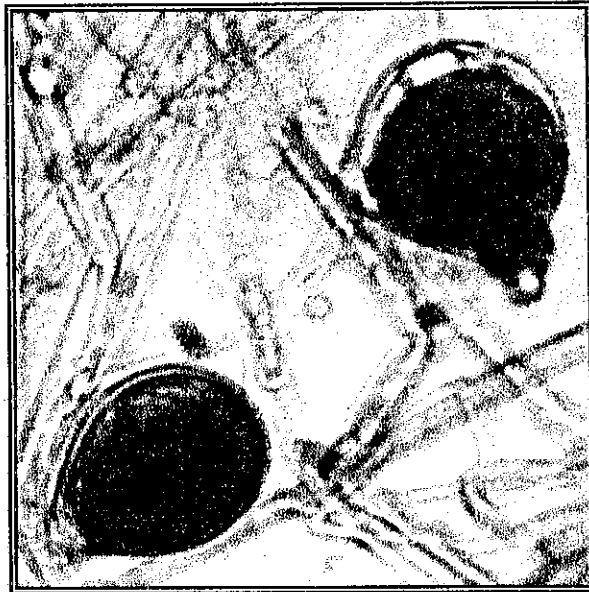


Figura 6. Estructuras reproductivas de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan formadas asexualmente.

En la figura 7 se puede apreciar a los esporangióforos que emergen a través de los estomas en el tejido vivo alrededor de las lesiones necróticas, dándoles un aspecto algodonoso en el envés de la hoja.

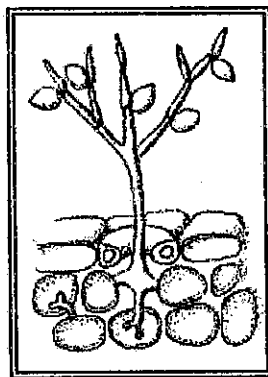


Figura 7. Esporangióforos de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan emergiendo del tejido vegetal.

Los esporangios (esporas) se dispersan por el viento y por la salpicadura de gotas de lluvia. En condiciones húmedas los esporangios germinan. A temperaturas relativamente altas se produce un tubo germinativo que puede penetrar directamente la cutícula de la hoja.

A temperaturas más bajas se forman 3-8 zoosporas biflageladas dentro del esporangio. Se rompe la pared del esporangio y las zoosporas liberadas nadan en la lámina de agua sobre la superficie de la hoja, enquistan un momento y luego penetran la hoja del hospedero, dejando de esta manera el Esporangio vacío.

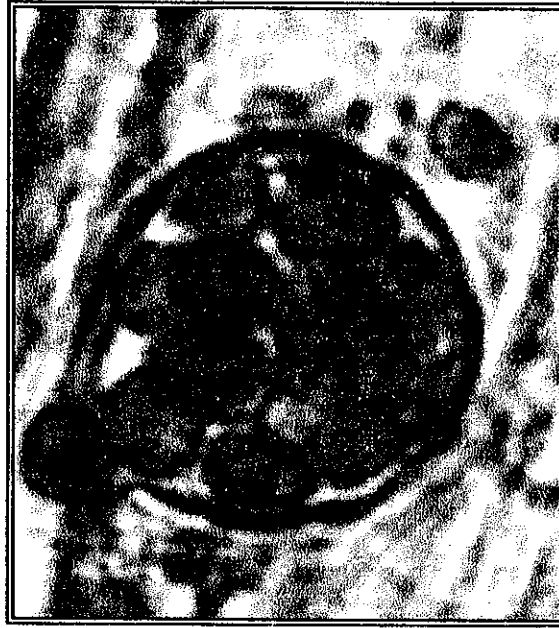


Figura 8. Liberación de zoosporas de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan.

6.4. DISTRIBUCION

La pudrición del cogollo de la piña se encuentra bastante disperso dentro del valle de El Jocotillo, en cuanto a áreas productoras se refiere, ya que la mayoría de los parcelamientos tienen la presencia de la misma, siendo en algunos lugares mayor o en menor grado su ocurrencia.

Este chromista tiene preferencia por los suelos mal drenados con una presencia alta de arcilla y en combinación de humedad relativa alta, con una temperatura oscilante entre 18 y 24° C aproximadamente y ligeros vientos, existe un mayor ataque del mismo. Dentro de este estudio, el área más afectada es la finca

denominada El Rodeo, presentando un terreno ligeramente ondulado; no así los otros lugares (La Bomba, Santa María, La Vega, Santa Elena, San Antonio, etc.), los cuales tienen pocos casos de la pudrición.

Así mismo, esta enfermedad se presenta en forma de conglomerados o parches circulares dentro de las parcelas productivas, el punto central indica el origen de la enfermedad, siendo diametral el avance de la enfermedad.

6.5. INCIDENCIA

Durante la estación lluviosa se generaron datos de incidencia de las plantaciones, los cuales reflejan al mismo tiempo la difusión que tiene esta enfermedad en El Jocotillo, en diferentes localidades dentro del mismo valle, los cuales pueden apreciarse de mejor manera a continuación:

6.5.1. INCIDENCIA ENTRE PLANTACIONES

Se determinaron las fincas productoras de piña siendo estas San Antonio El Sitio, San Antonio, El Rodeo, San Francisco, Santa María Buenavista, La Vega, Cabañas, Las Escobas, Las Mercedes, Uruguay, Cerro Pelado, La Concha, La Bomba, Santa Marta, Santa Elena, San Rafael y Las Pilas; aunque también cabe mencionar que existen parcelamientos dentro de estas fincas y aún así, existen personas que dentro de su terreno de vivienda tienen producción de piña, estas áreas de siembra son pocas, alcanzando hasta un máximo de una hectárea.

Se recorrió cada una de ellas, con el fin de establecer la presencia de dicha enfermedad, como complemento de la información emanada de los mismos productores de piña, siendo el cuadro 7 los lugares en donde se le encontró en mayor proporción:

Cuadro 7. Fincas ubicadas en el valle de El Jocotillo con presencia de pudrición del cogollo de la piña.⁴

LUGAR	COORDENADAS		ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	
	Latitud Norte	Longitud Oeste	Pies	Metros
El Rodeo	14° 22.30'	90° 30.15'	4,215	1,285
La Vega	14° 21.19'	90° 29.38'	4,268	1,301
Santa Marta	14° 19.42'	90° 30.60'	3,325	1,013
La Concha	14° 19.67'	90° 31.39'	3,650	1,113
Cerro Pelado	14° 18.87'	90° 33.13'	3,373	1,028
Pericón	14° 21.41'	90° 34.28'	4,535	1,328

Del cuadro 7 podemos obtener la incidencia entre plantaciones, ya que de las 18 fincas, el 33% (6 fincas) de ellas tienen presencia de dicha enfermedad. Así mismo, en las otras áreas hubo ocurrencia de esta enfermedad pero en una escala muy inferior, inclusive llegando a valores de cero incidencia.

6.5.2. INCIDENCIA DENTRO DE PLANTACIONES

De las fincas productoras de piña, se tomó como población a las 6 fincas que tuvieron mayor presencia de la pudrición del cogollo, debido a la escasa población de incidencia entre fincas, las mismas 6 fincas fueron destinadas a muestrearse, ya que el resto no pasaba el 1% de incidencia.

Los lugares de producción más afectados por dicha enfermedad son El Rodeo y La Concha, los cuales tienen más del 9 % de incidencia durante toda la estación lluviosa para este año, siendo noviembre el de mayor incidencia con valores de 19% para El Rodeo y 16% para La Concha. Cabe mencionar que en estos lugares predomina el mal drenaje y suelos pesados.

⁴ Se utilizó el GPS Garmin 90.

Por lo general, para finales de octubre se tenía una baja en la incidencia tal y como se muestra en el cuadro 8, siendo este un patrón normal según los productores, pero a consecuencia del fenómeno climático conocido como el Huracán Mitch, ayudó en gran medida a que cobrara fuerza de nuevo la enfermedad, con un mayor período de humedad, reflejándose directamente en la incidencia de noviembre.

Cuadro 8. Incidencia en porcentaje de la pudrición del cogollo de la piña de junio a noviembre de 1998.

LUGAR	MES						PROMEDIO
	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	
El Rodeo	2.9	7.25	5.8	13.04	10.87	18.84	9.78 %
La Concha	2.81	2.39	8.54	10.14	16.57	15.8	9.38 %
Cerro Pelado	0.89	0.66	1.32	3.24	3.05	7.04	2.7 %
Pericón	1.99	1.43	2.98	1.31	2.47	5.1	2.55 %
La Vega	0.2	1.47	2.13	1.13	3	6.11	2.34 %
Santa Marta	0.78	1.02	0.76	0.97	1.15	4.43	1.52 %

En la finca El Rodeo se reportaron los mayores índices de la enfermedad ya que al inicio del Invierno comenzó con un 2.9 % de incidencia, durante julio ascendió a 7.25 %, luego en agosto alcanzó 5.8 %, superando el valor en septiembre hasta 13.04 %. Nótese que en octubre la cifra comenzaba a tener un decrecimiento (10.87 %) con respecto al mes anterior; pero en noviembre se obtuvo un incremento sustancial del 18.84 %, siendo esta área las más damnificada por *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan.

De manera muy similar se comportó la incidencia en la finca La Concha comenzando con 2.81 % en junio, ascendiendo a más del doble en julio, una sensible baja en agosto (5.8%), septiembre con 10.14, pero caso contrario a la finca El Rodeo, para octubre se reportó 16.57 % y en el mes de Noviembre tubo una baja a 15.8 %, aún así la incidencia es bastante notoria.

Con respecto al resto de fincas, no se encontró una incidencia significativa de dicha enfermedad, ya que la mayoría presentó menos de un 1% de incidencia durante la estación lluviosa, como en el caso de las fincas San Rafael y San Antonio, las cuales no llegaron a tener más de un 0.4% en los meses críticos de presencia de esta enfermedad (septiembre, octubre y noviembre).

7. CONCLUSIONES

- El agente causal de la enfermedad conocida en el Valle de El Jocotillo como Pudrición del Cogollo de la Piña, es el hongista *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan.
- Esta enfermedad está ampliamente distribuida en todo el valle de El Jocotillo, Villa Canales, siendo el 33% del total de fincas productoras las afectadas; encontrándose en mayor proporción en suelos con mal drenaje.
- La incidencia de esta enfermedad tiene un crecimiento máximo en agosto, septiembre y octubre, llegando hasta un 19 % de plantas afectadas, siendo el área de producción conocido como El Rodeo el más afectado.

8. RECOMENDACIONES

- Debido a la importancia de la enfermedad de la pudrición del cogollo de la Piña, es necesario implementar estudios sobre las medidas de control para reducir las pérdidas causadas por *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan.

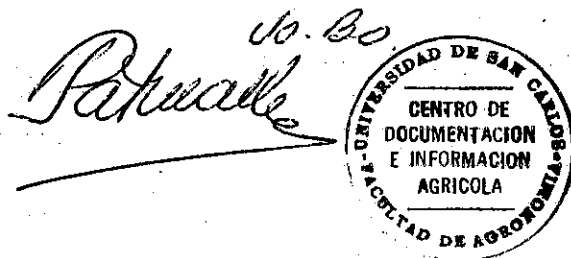
- Realizar un estudio sobre la interacción de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan y otros organismos que favorezcan su diseminación.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G. 1997. Plant pathology. 3 ed. Massachusetts, Estados Unidos, Academic Press. 635 p.
2. AINSWORTH & BISBY'S. 1995. Dictionary of the fungi. 8 ed. Estados Unidos, Center for Agriculture and Bioscience International. International Mycological Institute. 616 p.
3. ALVAREZ G., L. A.; ANCALMO, O. 1964. Algunos problemas fitopatológicos en la producción de piña. *Esso Agrícola*. (EEUU) 20 (1) : 6 – 11.
4. ANANAS (ANANAS SATIVUS). 1998. http://www.sameint.it/all/alimenta/al_banca/05000403.htm
5. CABRERA M., M. 1997. La piña. Guatemala, PROFRUTA. p 1 – 9.
6. _____. 1998. La selección del hijuelo de piña para el establecimiento de plantaciones. *AgriCultura*. (Gua) (2) : 43 – 44.
7. _____. 1999. Estableciendo unidades productoras de piña (*Ananas comosus*). *AgriCultura*. (Gua)(15) : 22 – 25.
8. CALDERON D., J. H. 1988. Diagnóstico inicial de la situación actual de la comercialización de la piña (*Ananas comosus* Merr), en la aldea de Entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal. –EPSA– Diagnóstico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
9. CRUZ, J. R. De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. DAUBENMIRE, R. F. 1987. Manual de ecología. Trad. Por Gabriela Berrondo. México D.F., Limusa. p. 197, 240-241
11. 12,000 MINIBIOGRAFIAS. 1986. 2 ed. Panamá, República de Panamá, Editorial América. p 365–366.
12. ENCICLOPEDIA INTERACTIVA Santillana. 1995. CD – ROM. Estados Unidos, Chinon America Inc.
13. ESCUINTLA. 1993. Guatemala, Ed. Prensa Libre. Colección Conozcamos Guatemala, no. 4. 15 p.
14. GARRONI, L. A. 1982. Selección y propagación apropiada de la piña. Guatemala, Unidad de Comunicación Social. 12 p.
15. GREULACH, V. A.; ADAMS, E. 1987. Manual de botánica. Trad. por Ramón Riba y Nava Esparza. México, D.F., Limusa. p. 30–32, 36, 465–476.

16. GUATEMALA DEPARTAMENTO. 1993. Guatemala, Ed. Prensa Libre. Colección Conozcamos Guatemala, no. 22. 15 p.
17. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1982. Mapa topográfico de Amatitlán, hoja cartográfica no. 2059 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
18. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1982. Mapa de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:600,000.
19. GUIDO M., M. 1983. La piña. Managua, Nicaragua, IICA. Serie de Publicaciones Misceláneas no. 443. 20 p.
20. HERRERA A., P. A. 1987. Etiología e importancia de la sobretrotación del güisquil (guiita del güisquil), en el municipio de Palencia, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
21. JONES Jr., S. B. 1987. Sistemática vegetal. Trad. María Huesca. México D.F., McGraw-Hill. p. 463.
22. KRUIF, P. DE. 1992. Cazadores de microbios. 8 ed. México D.F., Editores Mexicanos Unidos. 403 p.
23. LOPEZ Q., M. A. 1993. Etiología de la pudrición de corona en banano (*Musa sapientum* L.) de mayo a julio en Bandegua, Bananera, Morales, Izabal. –EPSA– Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 27 p.
24. MANUAL AGRICOLA Superb. 1995. Guatemala, Editorial Productos Superb Agrícola. p. 342 – 349.
25. MICROSOFT ENCARTA '95. 1994. CD – ROM. Estados Unidos, Microsoft Corporation.
26. MUÑOZ N., F. 1987. Importancia, etiología y alternativas de control del tizón de fuego en pera *Pyrus communis*, en San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
27. ORTIZ, F. 1998. Las exportaciones del tercer milenio. Siglo XXI. Guatemala (Gua); marzo. 16:39. Suplemento Lente Sectorial.
28. PERLA G., H. 1991. Etiología e importancia de las enfermedades del cultivo del maní en la aldea Tierra Colorada, San José La Arada y aldeas del municipio de Chiquimula, Chiquimula. –EPSA– Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 27 p.
29. PORRES, M. A.; RIVERA DE LEON, S. 1975. Cultivo de la piña. Guatemala, DIGESA. 13 p.
30. PRESSE INTERNATIONALE. 1998. L´Ananas. MSCOMM itée.
http://saveurs.sympatico.ca/ency_4/ananas/ananas.htm
31. SANTA ROSA. 1993. Guatemala, Ed. Prensa Libre. Colección Conozcamos Guatemala, no. 11. 15 p.

32. SINGLETON, L. L.; MIHAIL: J.D.; RUSH, C. M. 1992. Methods for research soilborne phytopathogenic fungi. Minnesota, Estados Unidos, The American Phytopathological. 265 p.
33. SOPENA, R. 1978. Diccionario enciclopédico ilustrado Sopena. Barcelona, España, Editorial Ramón Sopena. p. 3324 – 3325.
34. UCHIDA, J.D.; KADOOKA, C. 1997. *Phytophthora nicotianae*.
http://www.exento.hawaii.edu/kbase/crop/type/p_nicoti.htm
35. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1997. Manual de prácticas de laboratorio de microbiología, fitopatología I y II. Guatemala. s.p.



10. ANEXOS

Cuadro 9A. Muestras de campo.

FECHA	
LUGAR	
SINTOMAS	
MATERIAL	

Cuadro 10A. Medios de cultivo (laboratorio).

FECHA	
MEDIO	
PARTE VEGETAL	

Cuadro 11A. Incidencia (campo).

FECHA	
LUGAR	
NUMERO DE MUESTREO	
PLANTAS ENFERMAS	
TOTAL PLANTAS	

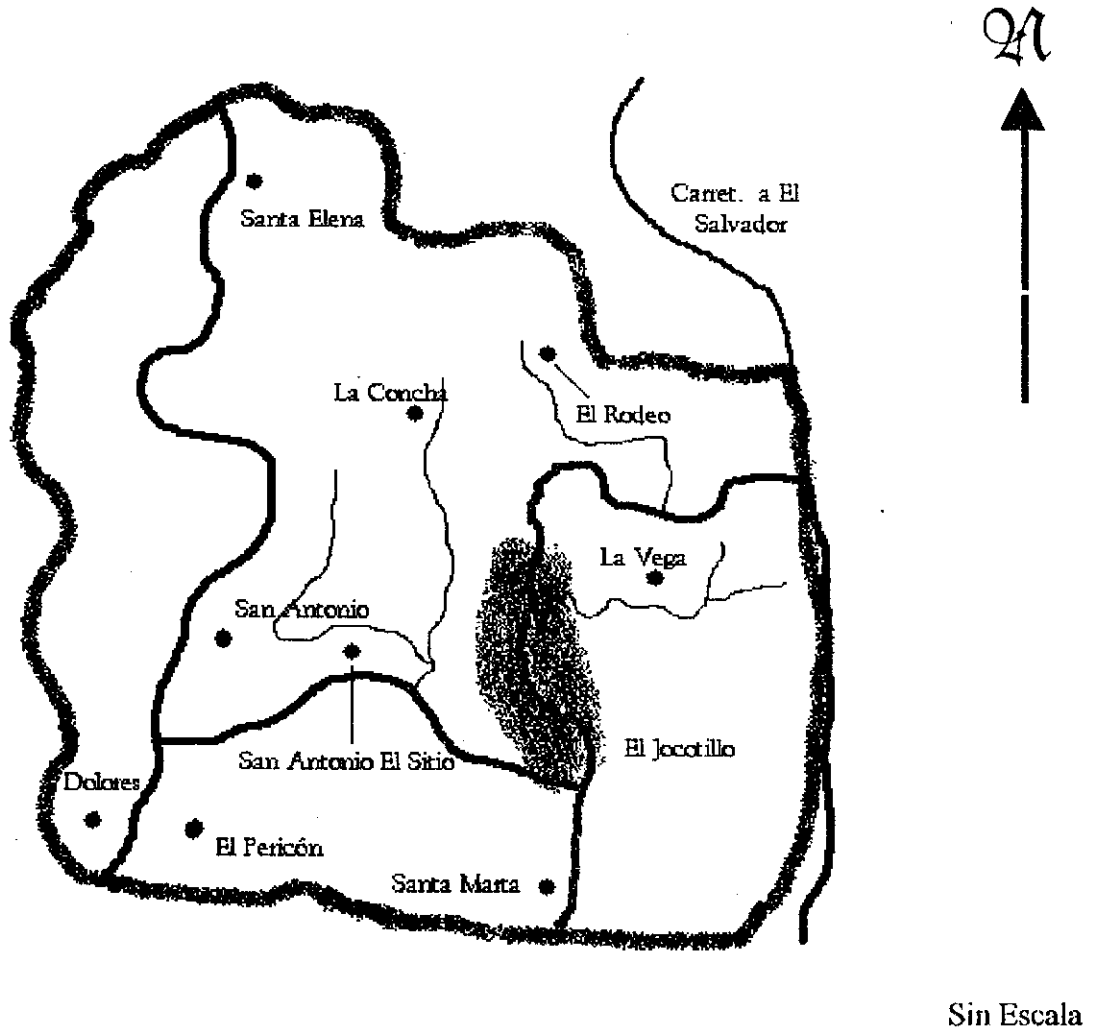


Figura 9A. Croquis de ubicación de fincas dentro del valle de El Jocotillo



Ref. Sem.031-99

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS


LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL COGOLLO DE LA PIÑA, Ananas comosus, Y SU INCIDENCIA. VALLE DE "EL JOCOTILLO", VILLA CANALES, GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS IVAN MALDONADO VENTURA

CARNET No.: 9117946

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter García Tello
Ing. Agr. José Calderón

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala."


Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez V.
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Rolando Lara Alejo
D E C A N O



cc:Control Académico
Archivo
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: lia@usac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>