

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

MANEJO INTEGRADO DEL OJO DE GALLO  
(*Mycena citricolor*)

EN EL CULTIVO DEL CAFETO

(*Coffea arábica*):

BASE PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

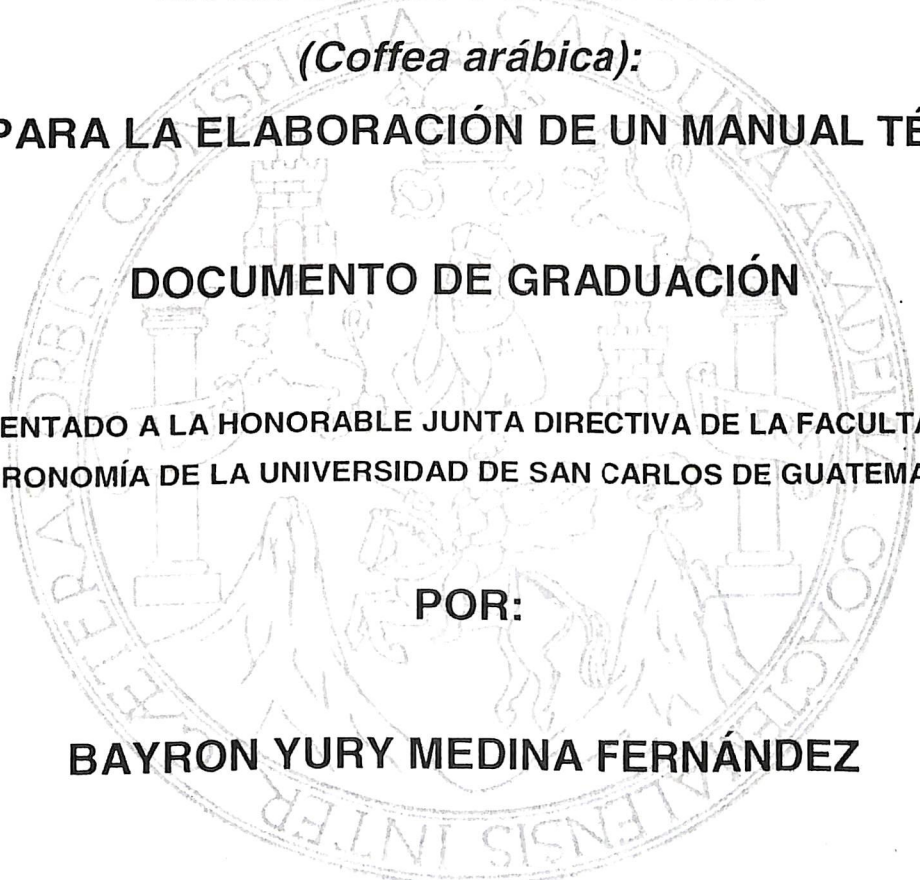
PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:

BAYRON YURY MEDINA FERNÁNDEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 2001



# **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

## **RECTOR**

**Ing. Agr. Efraín Medina Guerra**

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>Decano</b>	<b>Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera</b>
<b>Vocal Primero</b>	<b>Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello</b>
<b>Vocal Segundo</b>	<b>Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle</b>
<b>Vocal Tercero</b>	<b>Ing. Agr. Erberto Raul Alfaro Ortiz</b>
<b>Vocal Cuarto</b>	<b>Prof. Abelardo Caal Ich</b>
<b>Vocal Quinto</b>	<b>Br. Axel Aureliano Herrera Pérez</b>
<b>Secretario</b>	<b>Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada</b>

Guatemala, Septiembre del 2001

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

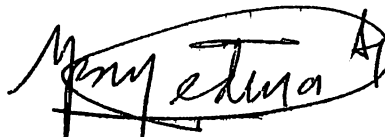
Señores Representantes.

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 Documento de graduación titulado:

**MANEJO INTEGRADO DEL OJO DE GALLO *Mycena citricolor* EN EL CULTIVO DEL CAFETO *Coffea arábica*: BASE PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado de académico de Licenciado.

De Ustedes Atentamente,



**BAYRON YURY MEDINA FERNÁNDEZ**  
Carnet 8112142

## **ACTO QUE DEDICO**

- A:**
- DIOS:** Por darme la vida, inteligencia, y ser la luz que ilumina mi camino.
- MIS PADRES:** Manuel de Jesús Medina (QEPD)  
Griselda Fernández
- MI ESPOSA:** Magaly de Medina
- MIS HIJOS:** Yohana Magaly y Jonathan Emanuel como ejemplo para su superación.
- MIS HERMANOS:** Rubén Darío, Carmen Geraldina, Hugo Walter, Erick Romeo, María Guadalupe, José Alfredo, Sergio Antonio, Alvaro René y Julio César; con cariño por el apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida.
- MIS AMIGOS Y  
HERMANOS EN  
JESUCRISTO.  
IGLESIA VERBO**
- Y:** A TODA MI FAMILIA EN GENERAL

## **TESIS QUE DEDICO**

**A: Mi patria Guatemala**

**A mi pueblo, Cobán, A.V.**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Agronomía**

**Asociación Nacional del Café -ANACAFÉ-**

**Mis catedráticos, amigos y compañeros**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Quiero agradecer a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.**

**A mis padres Manuel Medina y Griselda Fernández, por brindarme siempre el apoyo y amor incondicional a lo largo de toda mi vida.**

**A mi esposa Magaly de Medina, con amor por animarme e impulsarme a terminar este trabajo.**

## CONTENIDO GENERAL

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>IV. METODOLOGÍA</b>	<b>5</b>
<b>V. MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>5.1 GENERALIDADES</b>	<b>6</b>
5.1.1 Del cafeto	6
5.1.2 Del agrosistema café	7
5.1.3 De enfermedades y patógenos	9
5.1.4 De los hongos	11
5.1.5 De epidemiología	12
5.1.6 De las enfermedades del café	15
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>17</b>
<b>6.1 DESCRIPCIÓN DEL PATÓGENO (OJO DE GALLO)</b>	<b>17</b>
6.1.1 Historia	17
6.1.2 Taxonomía	18
6.1.3 Morfología	18
6.1.4 Sintomatología	20
6.1.5 Diseminación	21
6.1.6 Infección	22
6.1.7 Epidemiología	23
6.1.8 Pérdidas económicas	25

<b>6.2 MÉTODOS DE CONTROL</b>	<b>26</b>
6.2.1 Control Químico	26
6.2.2 Control Cultural	29
6.2.3 Control Biológico	31
6.2.4 Control por Resistencia	31
<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>33</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>34</b>
<b>IX. APÉNDICE</b>	<b>38</b>

**INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1.</b>	<b>Esquema de un agroecosistema cafetalero</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 2.</b>	<b>Niveles de un sistema de producción de Café</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 3.</b>	<b>Principales elementos de un programa de control de enfermedades fungosas</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 4.</b>	<b>Ciclo de vida del Ojo de Gallo del cafeto</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 5.</b>	<b>Patosistema del Ojo de Gallo del Café</b>	<b>20</b>
<b>FIGURA 6.</b>	<b>Curva de comportamiento del Ojo de Gallo</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 7.</b>	<b>Manejo de tejido y la incidencia de Ojo de Gallo</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 8.</b>	<b>Procedimiento de la preparación del Caldo Bordelés</b>	<b>39</b>

**INDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO 1.</b>	<b>Control químico del Ojo de Gallo</b>	<b>27</b>
<b>CUADRO 2.</b>	<b>Descripción de los costos del control químico</b>	<b>29</b>
<b>CUADRO 3.</b>	<b>Hoja para el recuento de enfermedades</b>	<b>40</b>

**“MANEJO INTEGRADO DEL OJO DE GALLO (*MYCENA CITRICOLOR*) EN EL CULTIVO DEL CAFETO (*COFFEA ARÁBICA*). BASE PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL TÉCNICO”.**

**“INTEGRATED MANAGEMENT OF THE AMERICAN LEAF SPOT OF COFFEE (*MYCENA CITRICOLOR*) IN (*COFFEA ARABICA*) CROP. BASIS FOR THE ELABORATION OF A TECHNICAL HANDBOOK”.**

### **RESUMEN**

La caficultura constituye el principal producto de exportación y juega un papel preponderante en el desarrollo socioeconómico del país, al generar divisas y empleo. Sin embargo, existen muchos factores que influyen en la producción de este cultivo, condiciones ambientales adversas o malos manejos del cafetal que pueden ocasionar serios problemas fitosanitarios al café que reducen la producción y afectan la calidad, como consecuencia provocan grandes pérdidas a la caficultura nacional.

Económicamente, las enfermedades del follaje y de los frutos son las más importantes a nivel de finca. Las principales enfermedades foliares son la Roya del café (*Hemileia vastatrix*), Ojo de gallo (*Mycena citricolor*), Antracnósis (*Colletotrichum spp*), Muerte descendente (*Phoma spp*), Mancha de hierro (*Cercospora spp*).

El Ojo de Gallo es reconocido como uno de los 5 principales males de la caficultura. Un diagnóstico de la situación fitopatológica realizado en 1989 demostró que el Ojo de Gallo afecta en zonas relativamente altas, con fuerte pluviometría, alta humedad relativa y nubosidad, zonas donde se produce el café de calidad en Guatemala. En 1992 se determinó que la enfermedad es capaz de causar serias pérdidas hasta el 35% de la producción.

Las investigaciones dedicadas al estudio del Ojo de Gallo por ANACAFE, han

permitido diseñar estrategias basadas en observaciones sistemáticas y razonamiento ecológico del cultivo del café, el ambiente y el hongo; para mantener la enfermedad a niveles aceptables, con costos razonables y con bajo impacto al ambiente y la salud de los caficultores.

Estas estrategias se recopilaron e integraron en un documento base para, la elaboración de un manual técnico del manejo integrado del Ojo de Gallo. Este servirá de guía en la toma de decisiones de técnicos y caficultores sobre el manejo de la enfermedad, con lo que se contribuirá a mejorar la productividad y la calidad del cafeto, para beneficio de la caficultura en general.

## 1. INTRODUCCIÓN

Existen muchos factores que influyen en la producción del cultivo de café, tales como condiciones ambientales adversas o mal manejo del cultivo que pueden ocasionar serios problemas fitosanitarios a los cafetales que reducen la producción, afecta la calidad, y provoca grandes pérdidas a la caficultura nacional.

El Ojo de Gallo es reconocido como uno de los 5 principales males de la caficultura guatemalteca. En 1992, se determinó que la enfermedad es capaz de causar serias pérdidas hasta el 35% de la producción en un mismo año.

ANACAFE ha orientado acciones hacia la búsqueda de soluciones viables y sostenibles para la solución de esta problemática. Por ello se han realizado investigaciones sobre los aspectos más relevantes en el conocimiento de la enfermedad, los daños a las plantaciones y los posibles métodos de control.

La enfermedad puede ocurrir en todo el rango altitudinal donde se cultiva café, pero afecta seriamente áreas frías y húmedas, en cafetos muy sombreados, donde existe baja luminosidad y pocas horas luz.

Se sabe que el desarrollo de la enfermedad depende de la fluctuación estacional de la lluvia y la humedad relativa; principalmente en los meses más lluviosos (agosto a octubre); además, el hongo posee varias alternativas de sobrevivencia, por lo que la integración de prácticas y métodos deberá ser parte de la solución.

La estrategia de manejo integral contra el Ojo de Gallo debe involucrar acciones de tipo cultural como el desombre, el deshije, la poda por surcos, el deshieve, la fertilización y el cajoneado; para aumentar la ventilación, la iluminación y reducción de la humedad ambiental dentro del cafetal, y así permitir condiciones desfavorables al hongo.

Las prácticas culturales deben completarse con el control químico, donde se recomienda iniciar con una aplicación de fungicida sistémico del grupo de los triazoles para reducir la cantidad inicial de inóculo, para luego continuar con el fungicida caldo bordelés al 1.5%.

Estas estrategias para el manejo de la enfermedad, se recopilaron e integraron en este documento, que servirá de base para la elaboración de un manual técnico del manejo integrado y sustentable del Ojo de Gallo.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La caficultura, además de que juega un papel preponderante en el desarrollo socioeconómico del país, es sin duda el cultivo que más ha contribuido a formar el paisaje de las cordilleras volcánicas, ya que se encuentra distribuido en todo el territorio nacional con más de 268,000 hectáreas sembradas de café, que representa el agrosistema más grande de Centroamérica y ayuda a conservar muchos de los recursos naturales del país.

Existen muchos factores que influyen en la producción de este cultivo, condiciones ambientales adversas o mal manejo del cultivo pueden ocasionar serios problemas fitosanitarios al café que reducen la producción, afectan la calidad, y como consecuencia provocan grandes pérdidas a la caficultura nacional.

El Ojo de Gallo es reconocido como uno de los cinco principales males de la caficultura, mermando las cosechas en más del 20 % (Alvarado, 1933). Se estima que en los años 1957 a 1959 esta enfermedad destruyó anualmente 20 % de las cosechas. Un diagnóstico de la situación fitopatológica realizado en 1989 demostró que el Ojo de Gallo afecta cafetales ubicados en zonas relativamente altas, con fuerte pluviometría, alta humedad relativa y nubosidad, zonas donde se produce el café de calidad en Guatemala. En 1992, se determinó que la enfermedad es capaz de causar serias pérdidas hasta el 35% de la producción.

Las investigaciones dedicadas al estudio del Ojo de Gallo por ANACAFE, han sido básicas como curvas epidemiológicas, evaluación de pérdidas, manejos culturales, y evaluación de productos químicos. Esto ha permitido diseñar estrategias para el manejo de la enfermedad, pero no existe un documento que recopile y condense en forma clara y práctica estas estrategias de combate. Por ello éstas se recopilarán e integrarán en un documento que servirá de base para la elaboración de un manual técnico del manejo integrado y sustentable del Ojo de Gallo, abordados de forma resumida y práctica para su utilidad en la toma de decisiones de técnicos y caficultores en general.

### 3. OBJETIVOS

- Presentar, en forma sistemática, los resultados obtenidos en las últimas investigaciones sobre el manejo integrado del Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*) que sirvan como base para la elaboración de un manual técnico, a ser difundido entre caficultores y técnicos en Guatemala.
- Editar y divulgar, a través de un Manual Técnico, los resultados obtenidos en las últimas investigaciones realizadas por ANACAFE y otros centros de investigación, en el manejo integrado del Ojo do Gallo para beneficio de los caficultores y técnicos en general.

#### 4. METODOLOGÍA

El presente trabajo es una revisión de la experiencia que el autor ha obtenido de conducir experimentos de laboratorio y campo, además de impartir cursos de capacitación en el manejo integral del Ojo de Gallo en el ámbito nacional e internacional.

En términos generales los pasos realizados fueron de la siguiente manera : a) se elaboró una guía de contenido del manual, b) se realizaron consultas bibliográficas, c) se realizaron gráficos descriptivos y se realizó análisis y discusión de la información obtenida.

Las fuentes consultadas para obtener la bibliografía fueron bibliotecas y centros de documentación especializada y correo electrónico. También se realizaron entrevistas con personas conocedoras del tema para obtener orientación acerca de cómo enfocar mejor el trabajo.

La bibliografía se dividió en dos partes, la información de base que sirvió para conformar el marco teórico y la información aplicada que se utilizó para formar el capítulo de resultados. Toda la información obtenida se analizó y discutió y de ella se desprendieron las conclusiones y recomendaciones.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 GENERALIDADES

#### 5.1.1 Del Cafeto

El café es el primer producto agrícola de exportación y ocupa, después del petróleo, el segundo lugar en el comercio mundial. De ahí que el café constituya una de las ocupaciones agrícolas más importantes, sobre la cual se basa la economía de muchos países.

El uso del café como bebida se dio a conocer en Europa en los siglos XVI y XVII y es clasificado botánicamente como *Coffea arábica* por Linneo en el año 1737. Por mucho tiempo fue el único café cultivado comercialmente, hasta que a finales del siglo pasado otras especies del género *Coffea* fueron introducidas y explotadas en programas de fitomejoramiento (7). El género *Coffea*, es de la familia Rubiaceae y del orden Rubiales, donde existen más de 100 especies en el mundo; entre ellas *Coffea arábica* que constituye el 76% del café de exportación y se produce en 61 países, la mayor parte en Sur y Centroamérica.

La clasificación del género *Coffea* más utilizada es la de CHEVALIER(1947), que se basa en diferencias morfológicas y en su origen geográfico y menciona que *Coffea arábica* es originaria de la región montañosa del sudoeste de Etiopía y se cultiva en regiones de altura, principalmente en América Latina (32).

Los principios de su mejoramiento basados en la autogamia, llevaron a la selección de cultivares homogéneos (*Caturra*, *Mundo Novo*, etc.) que se diseminaron por todos los países productores de café de América Latina. Sin embargo, su estrecha base genética expone actualmente a estas variedades al ataque de enfermedades, entre las cuales puede mencionarse el Ojo de Gallo, gotera o mancha americana de la hoja del café cuyo agente causal es

### *Mycena citricolor.*

Las diferencias en las condiciones ecológicas y las diferentes prácticas de cultivo son, entre otros factores, la causa de la gran variación en la producción y productividad entre los diferentes países. La decisión del tipo de café a cultivar depende, de las condiciones ecológicas y hasta cierto grado, de la presencia de enfermedades peligrosas,

#### **5.1.2 Del Agroecosistema Cafetalero**

Los ecosistemas son unidades básicas del mundo natural, donde se dan interacciones entre factores abióticos (elementos carentes de vida) y organismos bióticos (organismos productores, consumidores, regeneradores) donde se produce un flujo de energía, del medio físico hacia los seres vivos, fundamentalmente a través de la fotosíntesis, cadena de alimentos, patrones de diversidad en tiempo y espacio, ciclos de nutrientes, desarrollo, evolución y control.

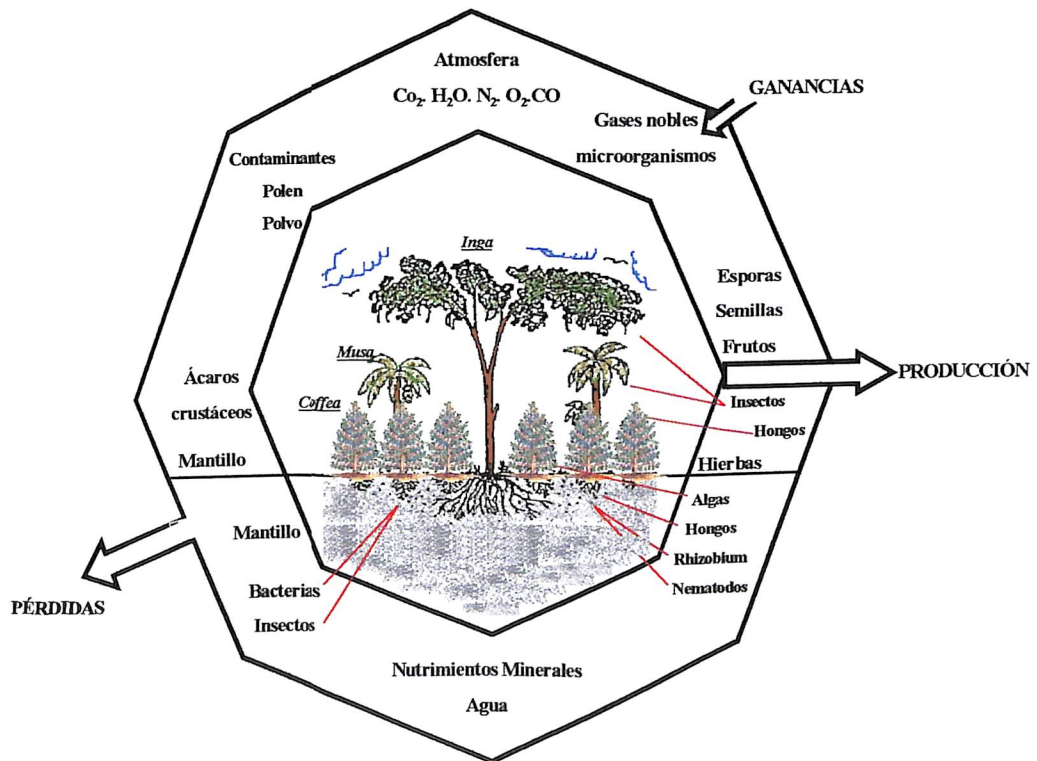
Los agroecosistemas o sistemas agrícolas establecidos por el ser humano, son por lo general menos diversos en número y clases de especies y menos complejos que los ecosistemas naturales que ellos reemplazan, ya que tienen muchos determinantes: como prevalencia de factores climáticos y edáficos; flora y fauna nativa; animales y plantas adaptadas; así como los humanos con sus actividades sociales, económicas y culturales (figura 1).

Los agroecosistemas y las poblaciones de plantas que los componen tienen atributos que con frecuencia aumentan la probabilidad de ataque de enfermedades que son resultado del esfuerzo del ser humano de alterar sistemas naturales para satisfacer algunas de sus propósitos o necesidades personales (26).

Para el caso del agrosistema cafetalero, en las décadas de los 70 y 80, se promovió en Centroamérica la intensificación y tecnificación de los

cafetales, con el fin de obtener mayor cantidad de divisas y mayores ganancias, así como estar al día con la tecnología y lograr el control de las plagas.

Esto provocó cambios al sistema tradicional, principalmente hacia nuevas variedades, eliminación parcial o total de la sombra, uso elevado de fertilizantes, y el uso indiscriminado de plaguicidas, lo que ha traído un deterioro progresivo con nuevos problemas de plagas y enfermedades, y deterioro ambiental; Todo ello ha ocurrido porque no ha habido un adecuada valoración del impacto ecológico de las tecnologías (13).



**Figura 1.** Esquema de un Agrosistema Cafetalero

La estabilidad del sistema artificial o Agroecosistema donde el café ocupa el centro de interés, económico y social estará determinada por el ingenio y habilidad para crear un ordenamiento espacial y secuencial,

concibiendo los fenómenos e interacciones en forma global, que permitan una producción económica y ambientalmente sostenible, con una productividad acorde con las condiciones agroecológicas y con las necesidades de las familias productoras, que no genere problemas mas serios de plagas y enfermedades, y que no provoque un deterioro prematuro del mismo sistema de producción.

Estas formas productivas se lograrán mediante un gradiente continuo de diversificación estructural y funcional de los agroecosistemas, mediante la asociación del cultivo principal (café) con barreras vivas, cortinas rompeviento, racionalización del uso de plaguicidas, etc. aprovechando los servicios ambientales que estos proveen al ambiente en general, dando un valor agregado a la producción de café.

### **5.1.3 De enfermedades y patógenos**

La economía agrícola mundial anualmente sufre el embate de las enfermedades causadas por agentes diversos. Entre ellos figuran preponderante los hongos, las bacterias, los virus y nematodos, aun en países con recursos científicos y técnicos, donde se habla que las pérdidas globales oscilan entre 7 y 10 % de la cosecha total.

Referencias sobre la existencia de enfermedades de las plantas se pueden encontrar aún en los más antiguos escritos sobre los cultivos; La asociación de los hongos con algunas enfermedades, se conoce desde el comienzo de la historia de la micología. Sin embargo, solo a mediados del siglo XX se comenzó a conocer la importancia de los hongos como agentes causales de enfermedades en las plantas.

Las enfermedades de las plantas son procesos fisiológicos anormales y dañinos, provocados por la irritación continua de agentes patógenos. Se les llama síntomas a las manifestaciones morfológicas y fisiológicas anormales en la planta, que resultan del desarrollo de una enfermedad (3).

Los síntomas pueden estar localizados en toda la planta en partes de la misma, igualmente poblaciones de plantas pueden presentar síntomas en la mayoría de las plantas o en unas pocas. Una correcta apreciación de lo anterior puede llevar a un acertado diagnóstico de campo. Los síntomas de enfermedades se agrupan en tres grandes tipos: necróticos, hipoplásticos e hiperplásticos.

La enfermedad se presenta de manera epidémica cuando afecta a grandes números de plantas de manera más o menos repentina, enfermedades endémicas son aquellas que se presentan regularmente en cultivos de un área determinada.

La comprensión clara de las interacciones entre plantas, patógenos y ambiente, es fundamental para un diagnóstico y control oportuno de las enfermedades. Las plantas están sujetas continuamente a la acción de agentes patógenos bajo condiciones naturales, particularmente en las zonas tropicales. Factores ambientales, y en especial la humedad, ejercen profunda influencia sobre el desarrollo de las enfermedades. Las condiciones culturales, tales como densidad de población, porcentaje de sombra, etc., pueden determinar el nivel de incidencia de las enfermedades.

El término patógeno se refiere a cualquier agente o entidad, capaz de provocar enfermedad. Se conocen como infecciosos aquellos patógenos que establecen una relación de dependencia nutricional con la planta. Hongos, bacterias, virus, nemátodos, micoplasmas, y protozoos generalmente están dentro del grupo de patógenos infecciosos.

A nivel de especies, la capacidad de un organismo de provocar una enfermedad se establece por medio pruebas de patogenicidad, donde se combinan la planta hospedera, el ambiente adecuado y el agente causal, para que la enfermedad tenga la oportunidad de expresarse. Sin embargo dentro de una especie patogénica pueden presentarse razas o biotipos

virulentos (26).

Los desórdenes no infecciosos son enfermedades en las cuales no existe un parásito involucrado, pero se deben a la acción de ciertos factores tales como: condiciones térmicas extremas, luz, atmósferas alteradas, alteraciones hídricas o nutricionales, acción tóxica de plaguicidas o de otras sustancias químicas o por daños producidos por causas físicas, tales como vientos o tempestades eléctricas.

Los desórdenes no infecciosos están muy relacionados con enfermedades infecciosas y los síntomas asociados a éstos desordenes, con frecuencia se confunden. A menudo el daño producido por agentes no infecciosos permiten la penetración de agentes infecciosos a la planta.

#### 5.1.4 De los Hongos

Los hongos organismos del genero fungí, son heterótrofos; debido a que no puedan sintetizar la clorofila, viven sobre diversos materiales orgánicos a los cuales descomponen para alimentarse. De las 10,000 especies de hongos conocidas 8,000 pueden ser capaces de provocar enfermedades en plantas, la mayoría son microscópicos excepto algunos que son microscópicos (3).

La superioridad de los hongos como agentes fitopatógenos no solo se debe a su número, sino a la serie de cualidades excepcionales como: gran poder de supervivencia, crecimiento rápido y reproducción explosiva.

Debido a su diseminación y efectos destructores sobre los cultivos, han resultado en muchas ocasiones verdaderamente catastróficos, como lo muestra la historia de las especies como: *Puccinia graminis*, *Ustilago tritici* *Plasmopara vitícola*, *Endothia parasítica* *Phytophthora infestans* y *Hemileia vastatrix* (7).

La mayoría de los hongos tienen un cuerpo vegetativo formado por filamentos continuos, los cuales pueden o no tener septos. El cuerpo del hongo es llamado micelio y los filamentos del micelio hifas, que por lo general son masas blancas algodonosas, de las cuales brotan pequeñas a grandes botones que producirán las esporas, a través de los cuales se reproducen. Estas esporas son cuerpos especializados de propagación y reproducción, la cual puede ser asexual o sexual. La primera ocurre por fisión, división, gemación o esporulación y la segunda por gametos.

En la naturaleza los hongos obtienen su alimento al infectar organismos vivos (parásitos) o por atacar materia orgánica (saprófitos). Los que viven sobre la materia orgánica incapaces de infectar organismos vivos son llamados saprófitos obligados; los que son capaces de causar enfermedad y vivir sobre la materia orgánica en descomposición son llamados parásitos facultativos o saprófitos facultativos; y los que solo pueden vivir sobre tejido vivo son llamados parásitos obligados. Un organismo vivo que es infectado por un parásito se conoce como el hospedero (26).

En general, el estado imperfecto es la fase patológicamente activa. El estadio perfecto o sexual se desarrolla sobre tejidos muertos o en semi descomposición, resultantes de las últimas etapas del ciclo de la enfermedad (figura 4).

En el ciclo de vida de un hongo fitopatógeno en relación con el hospedante conviene separarlo en tres fases que son: inoculación, penetración e infección, y los fungicidas se diseñaron para interferir en estos procesos, como medio para evitar los daños que estos organismos provocan y son sustancias que matan o evitan el desarrollo de los hongos (3).

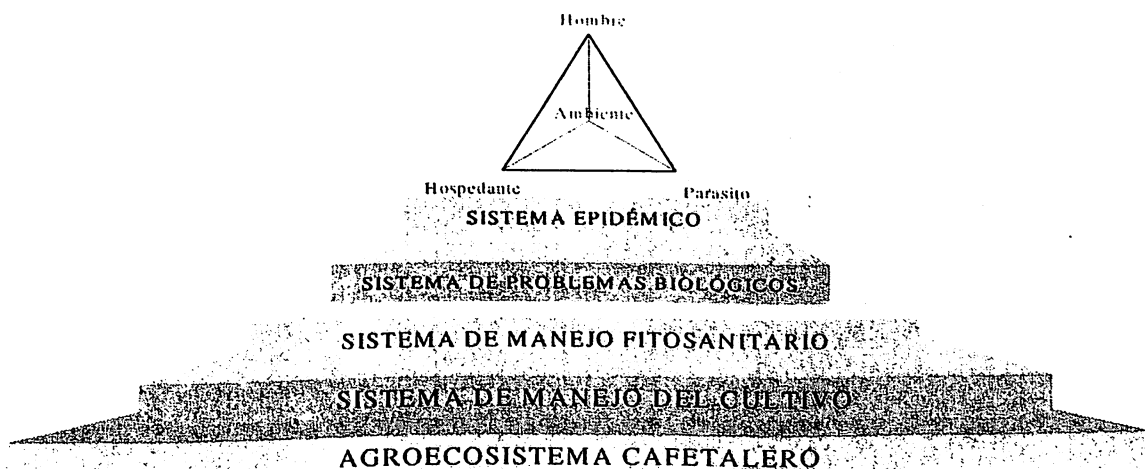
### **5.1.5 La Epidemiología**

Una enfermedad se define como toda alteración morfológica de un

organismo vivo; Es la expresión de la dinámica interacción entre planta — patógeno —ambiente —hombre, y su manejo dentro del cultivo de café, debe considerarse como un componente del sistema de producción de café, con enfoque holístico, multi e interdisciplinario.

La tecnología aplicada en la producción de café influencia el desarrollo de las enfermedades y estas, a su vez, afectan el sistema de producción. Las enfermedades de un cultivo deberán considerarse como un componente natural del ecosistema, el cual está definido por el clima, el substrato y un número de poblaciones ínter actuantes, entre estas últimas participa el hombre (26).

El sistema se define como muchos modelos, con un ordenamiento inductivo de las unidades o elementos, constituyendo una representación simplificada de la realidad; donde la epidemia se considera el subsistema más pequeño, en la escala jerárquica de niveles, donde el Agroecosistema constituye la base piramidal (figura 2).



**Figura 2.** Niveles de un sistema de producción de café, indicando la epidemia como el subsistema más pequeño.

Una epidemia puede definirse como el incremento en enfermedad con el tiempo. En contraste, una enfermedad endémica es aquella que esta establecida de manera moderada o severa en un país o región (14).

Una enfermedad se manifestará con características epidémicas solo si se dan tres requerimientos: presencia de un gran número de plantas hospedantes adecuados, una fuente de inóculo virulenta y condiciones ambientales favorables al desarrollo y diseminación del patógeno.

Por lo tanto el sistema epidémico se define como la interacción de la población del hospedante (café) con la población del patógeno (*M. citricolor*) baja la influencia de los factores ambientales y la intervención humana (Kranz, 1974), según el tetraedro de enfermedad (Zadoks, y Schein, 1979) cuya resultante es la enfermedad en el tiempo y en el espacio (figura 5).

Para conocer esta integración y cuantificar los factores que determinan la dinámica poblacional de un organismo patogénico y su potencial de daño, es necesario recurrir a los métodos que ofrece la epidemiología, ciencia que estudia la enfermedad en términos de población, y comprende el estudio del aumento de una enfermedad en el tiempo y en espacio, en función de la interacción entre poblaciones del patógeno y el hospedante con el medio ambiente. Esta interacción puede ser a su vez modificada por el hombre.

La epidemiología como una ciencia cuantitativa, analiza la relevancia de cada variable que conforma el patosistema, en forma cuantitativa tanto del hospedero como de la enfermedad, y se identifican como variables exógenas el ambiente, el hospedante y el patógeno, y como variable endógena la infección o intensidad de la enfermedad.

Los sistemas de predicción desarrollados para enfermedades en plantas han sido agrupados en empíricos (descriptivos), y en fundamentales

(explicatorios), basados en la forma en la cual fue derivado el sistema.

La investigación epidemiológica conlleva una estrategia multi disciplinaria, lo cual quiere decir que el análisis debe de ser versátil, con base en conocimientos teóricos en matemáticas, teoría de sistemas, manejo de programas de computo, experimentación biológica y procesamiento de datos, ecología, fisiología vegetal, fitopatología y meteorología.

Los conocimientos metodológicos también son importantes, tales como el desarrollo de técnicas y la instrumentación para la realización de medidas, todo ello con la finalidad de manejar integralmente la enfermedad, aumentando la productividad del cultivo, mejorando la condición social y económica del productor, y protegiendo el medio ambiente contra una mayor contaminación y deterioro.

#### **5.1.6 De las enfermedades del Café**

Las plantaciones de café son atacadas por más de 100 hongos parásitos, algunos de los cuales no causan daños de importancia económica, y salvo contadas excepciones son de distribución universal, porque varían de acuerdo a la ecología propia de cada región.

Condiciones ambientales adversas, mal manejo del cultivo, problemas nutricionales, y desequilibrio en el control natural, favorecen la incidencia de determinada enfermedad y las pérdidas que a menudo se registran alcanzan magnitudes insospechables, que justifican el empleo de un método de control químico (figura 3).

Económicamente, las enfermedades de la parte aérea (follaje y frutos) son las de mayor importancia a nivel de finca y las principales son:

La Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Cook.), Ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk & Curt. Sacc.), Mal de hilachas (*Corticium koleroga*

Cook.), Mal rosado (*Corticium salmonicolor* Berk. & Br.) Muerte descendente (*Phoma* sp.) y Antracnósis (*Colletotrichum* spp.).



**Figura 3.** Principales elementos de un programa de control de enfermedades fungosas

Todavía no ha sido confirmada en América Latina la existencia de la enfermedad más dañina para el fruto denominada "Antracnósis de los frutos del cafeto", conocida también como CBD (*Coffee Berry Disease*), cuyo agente causal es el hongo *Colletotrichum coffeanum* Noack y que en los países africanos, sobre todo en Kenia y Etiopía, es mucho más severa que la Roya del cafeto.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 DESCRIPCION DEL PATOGENO (OJO DE GALLO)



#### 6.1.1 Historia

El Ojo de Gallo del cafeto fue descubierto en Colombia por C. Michelsen en 1880 (Ernst, 1880). En 1881, Cooke lo identificó como *Stilbum flavidum* Cke. a partir de hojas enfermas provenientes de Venezuela y Costa Rica. Luego de estos primeros informes, la enfermedad fue encontrada en todas las áreas cafetaleras del Continente Americano y de ahí su nombre en inglés: "American leaf spot of coffee" (33).

En 1914, Maublanc y Rangel describieron la fase perfecta: un pequeño hongo en forma de sombrilla color amarillo brillante. El patógeno fue clasificado entonces como un Basidiomycete, bajo el nombre de *Omphalia flavida*. Ashby (1925) comprobó, a nivel de laboratorio, mediante cultivos en medio artificial, que el *S. flavidum* descrito por Cooke y el *O. flavida* de Maublanc y Rangel provenían del mismo micelio y por lo tanto eran el mismo hongo. Dennis (1950), al examinar muestras de *Agaricus citricolor* Berk. & Curt., encontró que se trataba del mismo hongo. Llegó a la conclusión de que *A. citricolor* era una especie de *Mycena* y sugirió el nombre de *Mycena citricolor*. Este es el binomio aceptado en la actualidad.

*M. citricolor* posee un amplio rango de hospederos. Existen más de 550 especies de plantas que son susceptibles a ser atacados por este hongo (Butler, 1934; Sequeira, 1958; Wellman, 1972), sin embargo, se considera que el cafeto es la única especie de importancia comercial.

En Guatemala fue reportada por primera vez por Alvarado en 1933, ocasionando pérdidas sobre las cosechas que se estimaban en 17 millones de quetzales (1).

### 6.1.2 Taxonomía

Clases:	Basidiomycete
Subclase:	Homobasidiomycetidae
Serie:	Hymenomyces
Orden:	Agaricales
Familia:	Agaricaceae
Género:	Mycena
Especie:	<i>Citricolor</i> (Sin = <i>Omphalia flavida</i> ).

### 6.1.3 Morfología

El género *Mycena* pertenece al grupo de hongos de "setas" pequeñas, siendo de la misma familia de los champiñones (*Agaricus campestris*), poseen micelio; hifas desarrolladas, septadas y profundamente ramificadas, frecuentemente en abanico, se distinguen fíbulas o células en aldabilla que se forman durante la división nuclear.

La reproducción se realiza por dos medios: asexual y sexual. La fase asexual se lleva a cabo por gemación y fragmentación del micelio produciendo gemas o cabecillas; Estas son pequeñas estructuras amarillentas en forma de alfiler, constan de dos partes: un pedicelo (tallo alargado) y una gema (ápice ensanchado), la cual se desprende fácilmente cuando está madura, lo que constituye la fuente más eficiente de diseminación de la enfermedad, y requieren de 18 a 24 horas de alta humedad, baja luz difusa para incubación; y el período de infección tarda aproximadamente 8 días (9, 13).

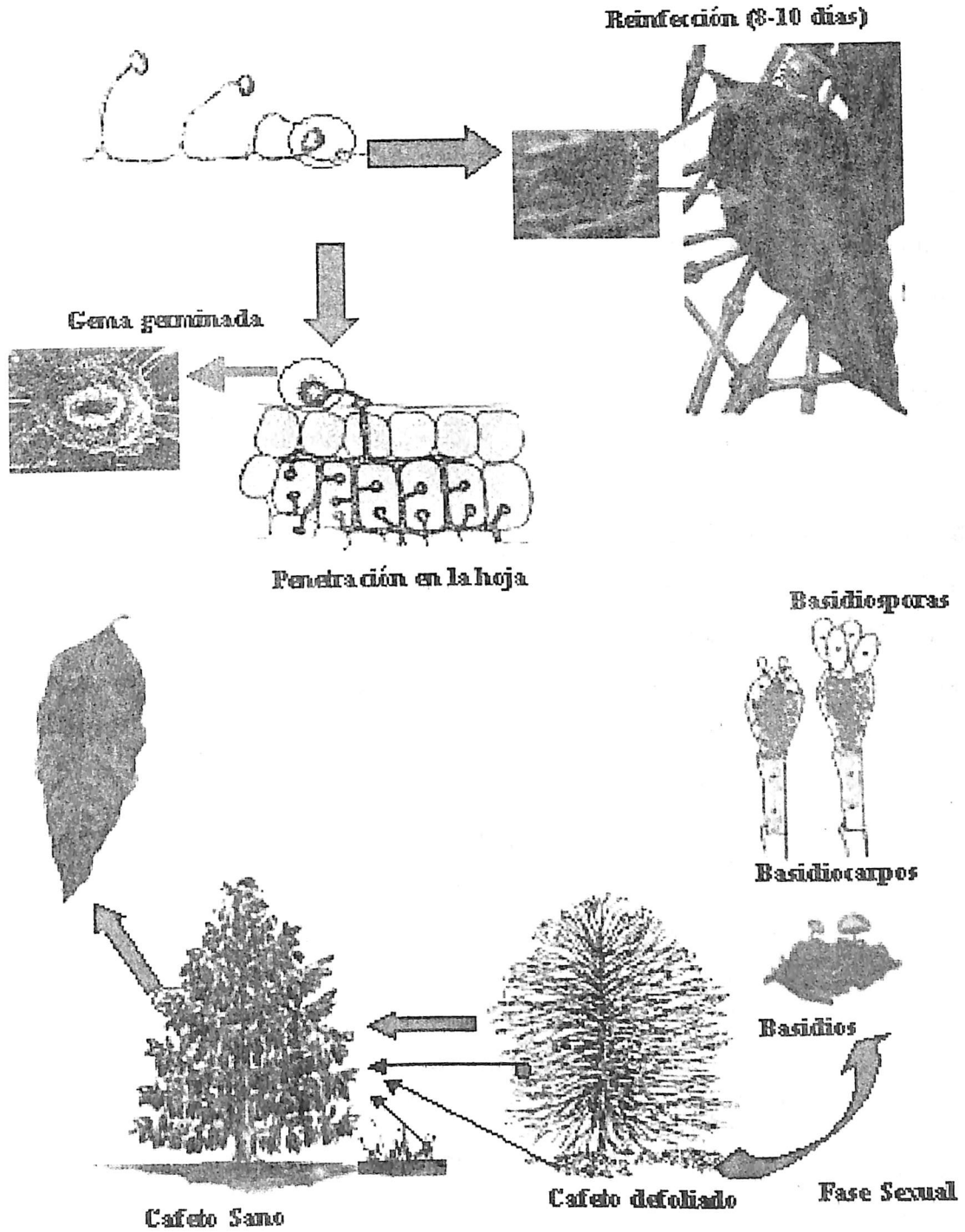


Figura 4. Ciclo de vida del Ojo de Gallo

En la fase sexual, posee basidiocarpo, que es más grande que la gema, tiene píleo campanulado y margen estriado, laminillas decurrentes, estípite largo y delgado, produce y libera una gran cantidad de basidiosporas. En condiciones de campo, es menos frecuente encontrarlo, pero se pueden localizar en el suelo, debajo y entre las capas de las hojas caídas y protegidas de la luz.

#### 6.1. 4 Sintomatología

La enfermedad se caracteriza por la formación de pequeñas manchas (6-10 mm de diámetro) en las hojas. Estas lesiones, por lo general, son circulares, pero a veces pueden ser ovaladas debido a la delimitación con las venas, a algo irregulares cuando dos a más manchas se fusionan.

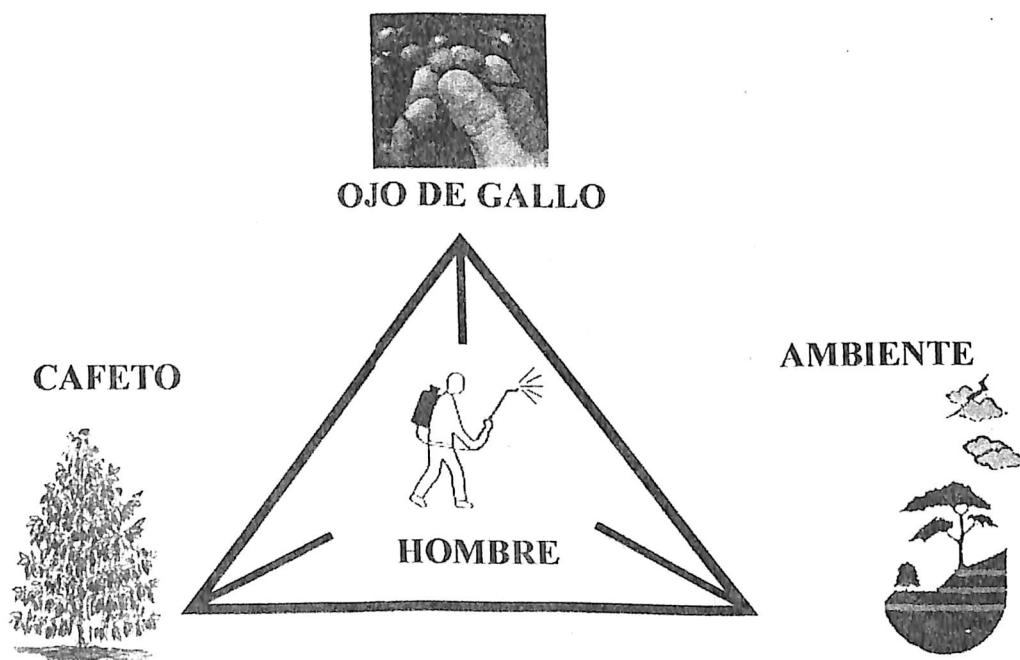


Figura 5. Patosistema del Ojo de Gallo del Cafeto

Las lesiones jóvenes son oscuras y las viejas de color más clara (crema); Con la llegada de la época seca, el tejido enfermo se cae regularmente dependiendo del sitio dentro de la planta de café y el mes de la infección (33).

Una hoja puede tener hasta 100 lesiones, pero la más frecuente es encontrarlas entre 7 y 18 lesiones por año; Dependiendo del tamaño de la hoja y las condiciones climáticas existentes, se pueden encontrar 1 a 10 cabecitas por lesión (Vargas *et al.* 1987).

El efecto de la enfermedad sobre los rendimientos se debe principalmente a la defoliación, esta no depende tanto del número de lesiones por hoja, sino de la ubicación de las mismas, ya que una lesión en la vena central, cerca de la base de la hoja, causa epinastia en hojas jóvenes y caída prematura en hojas adultas.

Este fenómeno se debe a la presencia de una enzima oxidasa del ácido indolacético, que impide el flujo normal de auxinas desde la lámina de la hoja al peciolo (31, 33).

En los frutos la lesión tiene las mismas características que en las hojas, pero además, se muestra claramente hundida, y si el ataque es severo, el fruto puede caerse; En el tejido de las ramas se puede presentar como un cáncer ligeramente hundido (18).

### **6.1. 5 Diseminación**

En períodos secos el hongo puede permanecer activo en las hojas más bajas de la planta de café, en las cuales existe reserva de humedad. También puede permanecer en otras plantas susceptibles como todo el rango de malezas, y árboles de servicio, frutal a maderables (18).

En condiciones climáticas muy húmedas se producen, sobre la

superficie de las manchas o lesiones, unas cabecitas o gemas, que una vez maduras, se desprenden con relativa facilidad por la acción de choque de las gotas de lluvia y que las transportan a hojas adyacentes. Se ha observado que existe una gradiente de dispersión horizontal, la cual puede alcanzar hasta 170 cm. Las cabecitas por lo general caen sobre el haz de las hojas, en donde quedan adheridas por medio de una capa mucilaginosa.

Si hay suficiente humedad o presencia de agua libre, germinan produciendo una gran cantidad de hifas que le permiten al hongo una alta capacidad para provocar infección, las cuales penetran la epidermis y atacan el tejido interno (figura 4).

#### **6.1.6 Infección (patogénesis)**

La presencia de cristales tetraédricos perfectos de oxalato de calcio se observan, tanto en los puntos de infección como en el tejido necrótico; estos cristales juegan un papel importante en la patogénesis del hongo. La producción de ácido oxálico es liberado antes de la penetración, de manera que "captura" el calcio de las paredes celulares del hospedero provocando que el tejido afectado se debilite, permitiendo así la entrada de la hifa, dentro y entre las paredes celulares (2, 31, 32).

Aún cuando se conoce que el hongo penetra en forma directa, no se descarta que también aproveche heridas o aberturas naturales, como las cavidades estomáticas, para penetrar hacia el interior del tejido foliar; se cree que, al menos en una fase inicial, la lesión causada por *M. citricolor* es consecuencia de una disminución en el pH debido a la presencia del ácido oxálico. Esta disminución puede también activar ciertas enzimas como la oxidasa del ácido indolacético (AIA-oxidasa), celulasa, poligalacturonasa, que pueden contribuir aún más a la desintegración del tejido (Rao y Tewari, 1987).

Estudios recientes muestran la presencia de la enzima Trehalasa, que

es vital para la obtención de energía dentro de los procesos biológicos del patógeno, y que podría tener efectos sobre resistencia a los triazoles y la variabilidad genética del hongo, que podría ser una herramienta útil para la caracterización de susceptibilidad y/o resistencia del hospedero hacia el patógeno (Vargas L, 2000).

### 6.1.7 Epidemiología

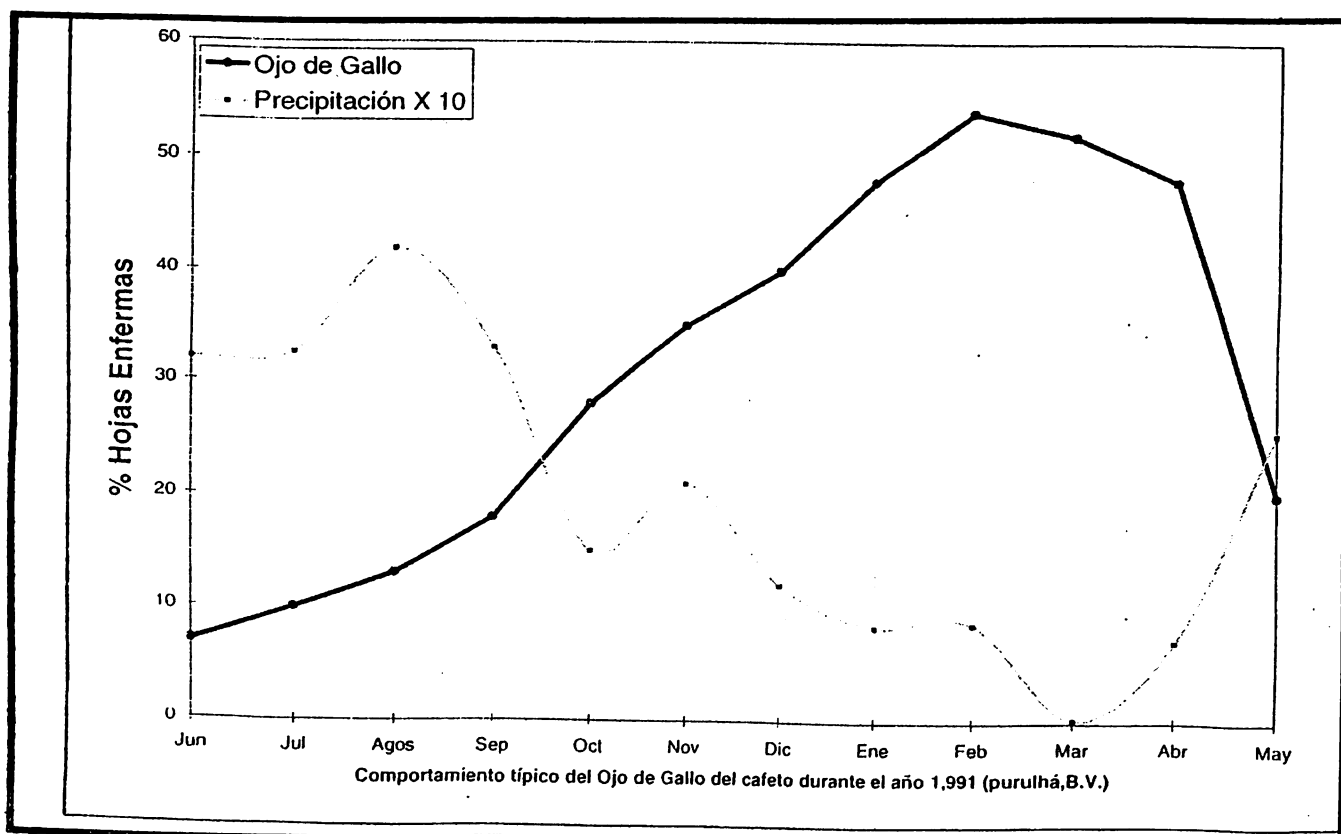
Generalmente se considera que el ojo de gallo es una enfermedad importante en plantaciones viejas, que jamás han sido podadas, o en plantaciones establecidas bajo sombra excesiva. En ciertas zonas ecológicas, sin embargo, principalmente donde hay una fuerte precipitación y pocas horas de sol, la enfermedad puede desarrollarse sin la presencia de sombra.

Estudios realizados en el Salvador (1979), En Costa Rica (1986) y en Guatemala (1992) demuestran que el desarrollo de la enfermedad depende de la fluctuación estacional de la lluvia y la humedad relativa. El hongo *Mycena* a diferencia de otros hongos no necesita de estructuras especiales para sobrevivir de un año a otro, ni de hospederos alternos, salvo algunas excepciones, ya que tiene la capacidad de permanecer vivo en algunas lesiones durante la época seca, regularmente en hojas más resistentes que no se defoliaron, principalmente en los focos de infección de una plantación con condiciones favorables para el hongo (1, 5, 18).

Una vez que las lluvias empiezan, el número de hojas enfermas y el número de lesiones por hoja aumentan rápidamente. Poco tiempo después se inicia la producción de cabecitas o gemas que, una vez maduras, son desprendidas de su pedicelo y son acarreadas por las gota de lluvia a hojas cercanas. Wellman (1972) encontró que, dadas las condiciones necesarias, la cabecita puede germinar dentro de la primera hora después de haber sido depositada sobre la superficie de la hoja. También encontró que el viento casi no tiene efecto sobre la diseminación, dado el gran tamaño de las

cabecillas.

En algunas zonas, el pico de infección ocurre entre los meses de septiembre y diciembre, lo cual coincide con los meses de mayor precipitación. La enfermedad empieza a decaer en enero y los niveles más bajos se dan entre febrero y mayo; que es la época más seca del año. Sin embargo, en algunas áreas, especialmente cerca de zonas boscosas, puede haber un fuerte rocío, que permite que la enfermedad continúe su desarrollo aún durante este período (figura 6).



**Figura 6.** Curva de comportamiento del Ojo de Gallo

Mientras más alto es el nivel de inóculo primario, más rápidamente se alcanza el pico de infección, llegando a causar pérdidas severas o totales. Es de señalar que existe una correlación positiva entre el inóculo residual (medido como porcentaje de hojas con lesiones) y el porcentaje de lesiones

capaces de producir cabecitas al inicio de la estación lluviosa.

Estos resultados coinciden con lo encontrado en Guatemala por Avelino *et al.* (1992) quienes observaron un adelanto en el desarrollo de la epidemia en los cafetales que presentaban mayor cantidad de inóculo residual. Este último fue cuantificado como el número de hojas viejas con lesiones (hojas nacidas en el año "n-1") observadas en el mes de junio del año "n". Con base en estos resultados, se concluyó que el combate químico de la enfermedad debería comenzar con un fungicida sistémico para reducir dicho inóculo.

#### **6.1.8 Pérdidas económicas**

En Guatemala, Alvarado (1935) menciona que es una de las 5 dolencias más graves y perniciosas para el café mermando las cosechas anuales en más del 20 %; Luego Palencia menciona que en Guatemala, en la cosecha 1955/1956 se perdieron 17 millones de quetzales por la enfermedad. Luego (Paz 1971) menciona que durante los años 1957 a 1959 el Ojo de gallo destruyó el 20 % de las cosechas de café en Guatemala; En Costa Rica en esos mismos años se perdieron 3 millones de quetzales.

Avelino *et al.* (1995) determinaron que, cuando la enfermedad es severa, las disminuciones en rendimiento se dan desde el primer año de la epidemia, lo cual se puede considerar como pérdidas primarias. Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que la enfermedad afecta también los frutos, provocando la caída de los mismos.

Por otra parte, la defoliación causada por la enfermedad induce una pérdida secundaria (los efectos se observan sobre la producción del año siguiente). Con una incidencia de 49%, las pérdidas primarias fueron de 1.3 kg. de café cereza por planta, comparado con una producción de 6.9 kg. si las plantas hubiesen estado libres de la enfermedad. Para este mismo nivel de infección, se calcularon pérdidas secundarias de 3.9 kg. en plantas que

hubieran producido en el segundo año 7.8 kg. si hubiesen permanecido sanas en el primero. En total, con una pérdida del 35.4% (5.2 kg. de café cereza por planta) es suficiente como para justificar el empleo de fungicidas.

Las pérdidas económicas que ha generado principalmente en la última década siguen siendo millonarias y en Costa Rica obligaron a las autoridades a omitir un decreto de emergencia 25875-MAG durante la cosecha 1996-1997 ya que dejaba en pérdidas a la caficultura un monto de 10 millones de dólares al año (Vargas 2000).

Como cita textualmente Alvarado en 1935" Si los cafetaleros hubieran anotado en muchos años que llevan de cuidar cafetos, una cuenta constante de las mermas que el ojo de gallo les a causado, ya hubieran sacado el precio de una mas fincas".

## **6.2 METODOS DE CONTROL**

### **6.2.1 Control químico**

Uno de los primeros fungicidas que se encontró que tenía algún efecto sobre la enfermedad, fue el caldo bordelés (hidróxido de calcio + sulfato de cobre) (Fawcett 1915, Alvarado 1935, y Carvajal 1938). Sin embargo, los productos cúpricos no representaban una buena alternativa durante los meses de mayor precipitación, lo que propició la búsqueda de otras alternativas químicas. Echandi (1956) encontró que, bajo condiciones de laboratorio, los productos basados en mercurio inhibían la formación de las cabecitas o gemas. Al efectuar las pruebas de campo, Echandi y Seglar (1958) encontraron una respuesta similar, desdichadamente se detectaron residuos tóxicos de mercurio en las cerezas.

La utilización del arseniato de plomo como una posible medida de combate fue sugerida desde 1952 y Castaño lo recomendó oficialmente en Colombia en 1957, basado en los resultados obtenidos en las pruebas de

campo; Esta noticia se difundió rápidamente, y así, otros países empezaron a evaluar el fungicida, obteniéndose resultados similares.

Pronto, su uso era generalizado, aún cuando Pereira y Echando (1964) encontraran residuos de arsénico tanto en hojas como en frutos. Años más tarde, el producto fue prohibido debido a su toxicidad para los humanos, lo cual hizo que toda la investigación, en cuanto a combate químico, se orientara a la búsqueda de nuevos productos sistémicos y curativos tales como los triazoles (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Combate químico del Ojo do Gallo del Café.**

CARACTERISTICAS	NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS EN 400 Lts/Mz	COSTOS MZ/Q.
INORGANICOS				
PROTECTIVOS AMPLIO ASPECTO SALES CUPLICAS + 115 AÑOS DE USO	SULFATO DE COBRE HIDROXIDO DE CALCIO	CALDO BORDELES	6 LBS SULFATO 8 LBS DE CAL	296.00
ORGANICOS	CYPROCONAZOLE	ALTO 100 SL	300 cc/mz	302.00
SITEMICOS	HEXAONZOLE	ANVIL 5 SC	700 cc/mz	233.00
ESPECIFICOS	TEBUCANÓZOL + TRIADIMENOL	SILVACUR 30 EC	500 cc/mz	422.00
TRIAZOLES + DE 20 AÑOS DE USO	BROMUCONAZOLE	VECTRA 20 EC	360 cc/mz	254.00
	AZOXISTROBINA	AMISTAR 50 WG	190 gr/mz	460.00

\* COSTOS A AGOSTO DE 2001  
\* 1\$ EQUIVALE A Q.7.80

A pesar de los buenos resultados obtenidos con estos fungicidas, no se dejó la investigación relacionada con el caldo bordelés por dos razones principales (Avelino *et al.*, 1992).

Por un lado, al contrario de los productos sistémicos, los cuales son muy específicos en su modo de acción y por la tanto presentan el inconveniente de que si son mal utilizados, el patógeno puede desarrollar resistencia. Los fungicidas protectores y curativos, como el caldo bordelés, no presentan esa desventaja.

Por otro lado, los estudios realizados en Canadá evidencian el papel

del calcio (componente del caldo bordelés) en la relación *M. citricolor* y el cafeto. El patógeno, en efecto, penetra el tejido del hospedero mediante la secreción de ácido oxálico, el cual secuestra el calcio de los pectatos de las paredes celulares. La disminución en pH activa las enzimas que digieren la pared celular (Rao y Tewari, 1987).

Como se mencionó anteriormente, en un inicio se utilizaba el caldo bordelés para el combate del Ojo de Gallo en el cafeto, sin embargo, su poca persistencia sobre el tejido durante los meses de mayor precipitación resultaba en un combate deficiente de la enfermedad. Para aumentar la persistencia, Avelino *et al.* (1992) prepararon un caldo bordelés alcalino (exceso de cal en el caldo), basándose en los resultados obtenidos contra la Roya por Muthappa y Bakre en India (1976), con la idea adicional de que la alcalinidad podría ayudar a neutralizar la toxina del hongo, y comprobaron que la fórmula 1.5-2-100 (1.5 %) era eficiente contra el Ojo de Gallo.

Hay que señalar que el hidróxido de calcio por si solo no presenta ésta cualidad de persistencia (Vargas *et al.*, 1990), después de probar varias mezclas de sulfato de cobre e hidróxido de cal, la fórmula anterior resultó tener la mejor relación costo/eficacia e incluso un menor costo que las triazoles (Medina, 1996). Últimamente, estudios llevados a cabo en Costa Rica por Mora (1997) y Medina (1998), confirman que la aplicación de los caldos debe de efectuarse a un pH cercano a 8 (Cuadro 2).

Basado en el hecho de que *M. citricolor* produce ácido oxálico, los investigadores de la Universidad de Costa Rica, se dieron a la tarea de probar, bajo condiciones de campo, diferentes formulaciones de cal con el fin de neutralizar dicho ácido (Vargas *et al.*, 1991). Con base en los resultados obtenidos, la industria de agroquímicos formuló un fungicida protector basado en carbonato de calcio, el cual está suspendido en aceite mineral tipo parafinico, lo cual lo permite adherirse mejor al tejido.

Cuadro 2. Descripción de los costos del control químico

<b>COSTO DE APLICACION PARA EL COMBATE DE OJO DE GALLO POR MANZANA Y CON EQUIPO MANUAL DE ESPALDA</b>		
<b>RUBROS</b>	<b>COSTO/ UNIDAD Q.</b>	<b>TOTAL Q.</b>
<b>INSUMOS</b>		
<b>FUNGICIDA (SULFATO DE COBRE) 12 (LB) + (CAL HIDRATADA) 16 (LB)</b>	10.00	120.00
<b>AGUA (400 LTS)</b>	0.32	5.12
<b>MANO DE OBRA</b>		8.00
<b>APLICADOR y ACARREADOR (2 JORNALES)</b>	35.00	70.00
<b>MUESTREADOR OJO DE GALLO (plaguero)</b>		3.00
<b>SUB TOTAL...Q.</b>		206.12
<b>ADMINISTRACION 10%</b>		26.73
<b>IMPREVISTOS 5%</b>		11.34
<b>SUBTOTAL...Q.</b>		238.06
<b>INTERESES 24%</b>		57.14
<b>DEPRECIACION DE EQUIPO</b>		1.20
<b>TOTAL..... Q</b>		296.39
<b>SALARIO MINIMO JORNAL AGRICOLA Q. 25.08 COSTO EQUIPO Q. 500.00 Y 6000 HORAS HABILES DE VIDA UTIL 1\$ EQUIVALE A Q. 7.80 CON EQUIPO MOTORIZADO SE REDUCE EL 20% DEL COSTO DE APLICACION</b>		

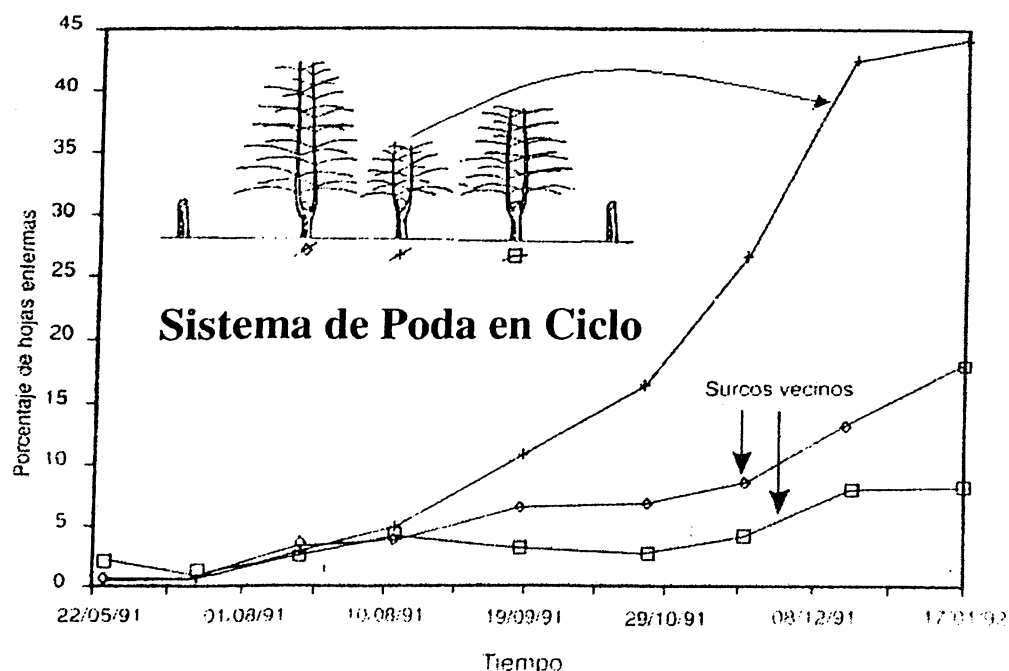
Conviene recordar que, a causa del inóculo residual, es recomendable empezar el combate de la enfermedad a inicios de la época lluviosa con un producto sistémico para luego continuar con fungicidas protectores.

### 6.2.2 Control cultural

El patógeno depende en gran medida de la presencia de agua libre, por lo tanto, cualquier práctica cultural tendiente a reducir la humedad dentro del cafetal, tenderá a reducir también la enfermedad. Entre las practicas que

se pueden llevar a cabo, se pueden mencionar la regulación de sombra, deshierbe y el deshierbe. Esta última práctica permite la eliminación del inóculo de los hospederos alternos presentes entre la maleza. El combate cultural no es tan simple como parece, pues ninguna práctica es totalmente efectiva si el sol no logra penetrar adecuadamente en el cafetal por una u otra razón. Por ejemplo, el éxito de la poda cíclica dependerá en gran medida de la orientación de los surcos: la orientación este-oeste es evidentemente la más favorable pues permite una mayor penetración del sol. Al contrario, una pendiente pronunciada de este (parte alta) a oeste (parte baja) complicaría en gran medida el combate cultural, ya que la parcela estaría sombreada la mayor parte del tiempo: en la mañana ésta estaría bajo la sombra creada por la misma ladera y en la tarde posiblemente bajo una densa nubosidad.

Aunque la eficiencia del combate cultural no es absoluta, si contribuye a mejorar el combate químico. En Guatemala, Avelino *et al.* (1992) observaron que la incidencia de la enfermedad oscilaba entre un 8 y 18% en surcos aledaños a surcos recién podados, mientras que la incidencia subía a un 44% en las surcos cuyos vecinos no habían sido podados (figura 7).



**Figura 7** El Manejo de Tejidos y la Incidencia de Ojo de Gallo.

Lo anterior llevó a sugerir que el combate químico podría dirigirse, con preferencia, a estos últimos surcos, donde se presentaba la mayor incidencia, ahorrando de esta manera hasta un 50% del costo del combate.

Es necesario aclarar que la técnica de poda por surco es una práctica que se integra fácilmente a las prácticas culturales utilizadas por el productor y que es más recomendable que la poda por lote en caso de fuertes pendientes para reducir la erosión.

### **6.2.3 Control biológico**

En Costa Rica, se han efectuado numerosos estudios sobre el combate biológico del Ojo de Gallo utilizando *Trichoderma* spp. y se ha encontrado que el hongo inhibe la formación de cabecillas, logrando así disminuir el potencial de diseminación del patógeno. Sin embargo, el problema principal de su implementación comercial radica en el hecho de que existen muchos ecotipos diferentes que logran establecerse en solo ciertas agroecosistemas (Arroyo, 1975; Páez, 1976; Vargas, 1984 y Curling, 1986).

Mora *et al.* (1989) aislaron bacterias que fueron capaces de afectar directamente las cabecitas ya formadas e inhibieron la formación de éstas. Estos resultados fueron llevados al campo y encontraron una eficacia relativamente elevada al mezclar las mismas bacterias con almidón como adherente.

### **6.2.4 Control por resistencia**

*M. citricolor* es un hongo sumamente polífago. Además, su origen americano implica que no es un patógeno que ha coevolucionado con el cafeto. Lo anterior hace que las posibilidades de identificar alguna fuente de resistencia específica sean prácticamente inexistentes. Ese no parece ser el caso de la resistencia no específica o incompleta, pues de hecho, de

acuerdo a los agricultores y a los mismos técnicos, los *Catimores* son mas susceptibles que los *Catuaí* (Aguilar, 1995; Chavez, 1997).

Los *Catimores*, según Nuñez *et al.* (20), presentaban una mayor resistencia a la penetración pero permitían la producción de un mayor número de fructificaciones comparado con el *Catuaí*; esta fuente de resistencia incompleta es débil y de poco interés, ya que logra expresarse únicamente cuando las condiciones ambientales no son muy favorables a la enfermedad. El interés por dicha resistencia también ha disminuido, porque se han observado diferencias muy marcadas al evaluar un mismo material en diferentes zonas.

Otro aspecto que ha sido estudiado es la posibilidad de que la capa de cera que poseen las hojas en su superficie constituya en una barrera importante para la penetración de *M. citricolor*. Ramírez (1994) determinó el efecto del manejo de la fertilización y la luminosidad sobre el desarrollo y grosor de la capa epicuticular y encontró que ninguna de las dosis de fertilizantes evaluados influyó sobre el contenido de cera, mientras que el manejo de la luz si tuvo un efecto, pues el contenido de cera aumentó cuando las plantas estaban a plena exposición solar. Estos resultados explican lo encontrado por Tewari *et al* (1986), quienes al inocular hojas de plantas provenientes de invernadero y campo, en ausencia de heridas evidentes, registraron una mayor infección con las del primer grupo, las que justamente estuvieron expuestas a una menor intensidad química.

Las diferencias de resistencia podrían deberse también a diferencias en la arquitectura de la planta, de manera que algunas conservan más la humedad que otras y por lo tanto favorecen la enfermedad. Finalmente, otra hipótesis para explicar la mayor susceptibilidad de los *Catimores* es que las hojas de esta variedad son capaces de soportar una mayor cantidad de lesiones antes de caerse comparada con los *Caturra* y *Catuaí* y, por lo tanto, producen una mayor cantidad de inóculo, provocando a su vez, que la enfermedad sea mas severa.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Ojo de Gallo sigue siendo una de las enfermedades más importantes en Mesoamérica, que durante 30 años (1957-1 987) se mantuvo bajo control con la ayuda del arseniato de plomo. Además, se vio desfavorecido con las nuevas técnicas de cultivo, en particular, la eliminación de la sombra. Luego de que se prohibió el uso del arseniato de plomo, la enfermedad ha vuelto a cobrar relevancia. Tanto es así, que en Costa Rica y en Guatemala se le considera como uno de los principales problemas fitosanitarios del cafeto. No se puede descartar tampoco la posibilidad de que el patógeno se esté adaptando poco a poco a las nuevas condiciones de cultivo. Si esto se confirma, la enfermedad podría presentarse con mayor severidad en países como Nicaragua, El Salvador y Honduras, donde el Ojo de Gallo no ha alcanzado niveles preocupantes.

La sobrevivencia del Ojo de Gallo depende en gran medida de la presencia del inóculo residual y de agua libre; la observancia de los pronósticos del periodo lluvioso y su intensidad son elementales para la implementación de estrategias debido a la cantidad de nubosidad, humedad y precipitación que generan. Además cualquier practica que tienda a reducir la humedad dentro del cafetal, tendera a reducir la enfermedad; y dentro de las prácticas que se pueden llevar a cabo se pueden mencionar: la regulación de sombra, podas por surcos, deshije, deshierbe y aumento en el distanciamiento de siembra.

El control cultural debe completarse con el control químico, y en este caso se recomienda iniciar las aplicaciones con un fungicida sistémico, para luego continuar con fungicidas protectores como el caldo bordelés, que ha mostrado ser una buena alternativa en condiciones de baja cantidad de inóculo y su relación costo/eficacia, que los fungicidas sistémicos además se puede considerar como un producto natural, de bajo impacto al ambiente.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, J. 1935. Tratado de caficultura práctica: tratamiento curativo del ojo de gallo. Guatemala, Tipografía Nacional. 703 p.
2. AGUILAR, G. 1995. Variedad Costa Rica 95. Costa Rica, Instituto del Café de Costa Rica. Convenio ICAFE-MAG. 30 p.
3. ALPUCHE, L. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. México D.F., Centro de Ecodesarrollo. 331 p.
4. AVELINO, J.; TOLEDO, J.; **MEDINA, B.** 1992. El caldo bórdeles y la recepa en el control del ojo de gallo. In: Memoria técnica de investigación en café 90-91. Guatemala, ANACAFE., Subgerencia de Asuntos Agrícolas. p 116-122.
5. \_\_\_\_\_ . 1993. Desarrollo del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en una finca del norte de Guatemala y evaluación de los daños provocados por esta enfermedad. In: Simposio Latinoamericano de Caficultura. (16., 1995, Managua, Nicaragua). Resúmenes. Managua, Nicaragua, IICA. s.p.
6. \_\_\_\_\_ .; **MEDINA, B.** 1995. Desarrollo de una metodología para la evaluación de resistencias de cultivares de café al ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en condiciones estandarizadas; informe final. Guatemala, CIRAD. s.p.
7. BECHER, R.; MORAES, W.; QUIJANO, R. 1991. La roya del cafeto conocimiento y control. Eschborn, Alemania, GTZ. 281 p.
8. BIANCHINI, C.L.; SOTO, C.A.; RODRÍGUEZ, R.A. 1958. Uso de fungicidas a base de arsénico en si café. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias. 5 p.
9. BONILLA, J.C. 1979. Estudio de la epifitiología del ojo de gallo causada por si hongo (*Omphalia flavida*). Boletín PROCAFE (Salv.) no.3: 42-45

10. CALVO, S.; VARGAS, E. 1989. Efecto de diferentes adherentes y formulaciones de una bacteria parasítica en el combate de ojo de gallo (*Mycena citricolor* (Berk. & Curt.) Sacc.) en el cafeto. Turrialba (C. R.) 39 (5): 328-334.
11. CARVAJAL, B.F. 1939. Ojo de gallo (*Omphalia flavida*). Rev. Inst. Defensa Café (C. R.) 7: 535-576.
12. CHAVEZ, O. 1990. Evaluación de ATEMI 100 SL en el combate del ojo de gallo (*Mycena citricolor*). In: Taller regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades. (1990, Costa Rica). Resúmenes. Costa Rica, IICA. s.p.
13. GUAJARAY, F. *et al.* 200. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Nicaragua, CATIE. Serie Técnica, Manual Técnico no.44. 272 p.
14. HERNANDEZ, T.; MONTOYA, R. 1987. Epidemiología cuantitativa y su aplicación al análisis de algunas enfermedades de cultivos tropicales. Perú, IICA. 51 p.
15. MEDINA, B. 1996. El ojo de gallo, enfermedad que usted puede controlar. La Nota Técnica, ANACAFE (Gua.) 7: 3-6.
16. \_\_\_\_\_ . 1998. Efecto de la residualidad y reacciones químicas de diferentes dosis de caldo Bourdeles aplicadas sobre hojas de café para el control del ojo de gallo (*Mycena citricolor*); informe de Laboratorio. Guatemala, ANACAFE. 5 p.
17. \_\_\_\_\_ . 2000. Aguas al ojo de gallo. Revista el Cafetal. (Gua.) 2(7): 20.
18. MONTERROSO, D. 1998. Posibilidades del manejo integrado de la enfermedad ojo de gallo del café. Manejo Integrado de Plagas. (C. R.) no.47: i-iv.
19. MORA, O. 1997. Estudio sobre el efecto del pH alcalino en la atomización para el control del ojo de gallo (*Mycena citricolor*). In: Simposio Latinoamericano de Caficultura. (18., 1997 Costa Rica). Resúmenes. Costa Rica, IICA. p. 393-399.

20. NÚÑEZ, C.; *et al.* 1995. Estudio preliminar sobre el modo de inoculación del hongo *Mycena citricolor* (ojo de gallo) sin heridas en la hoja del cafeto: importancia de diferentes factores que intervienen en la penetración. *In:* Simposio Latinoamericano de Caficultura. (16., 1993, Managua, Nicaragua) Resúmenes. Managua, Nicaragua, IICA. s.p.
21. QUESADA, D. 1996. Efecto del adherente y época de aplicación de una bacteria antagonista en el combate de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) Berk. & Curt. Sacc. Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 58 p.
22. RAO, D.V.; TEWARI, J.P. 1987. Production of oxalic acid by *Mycena citricolor*, causal agent of the American leaf spot of coffee. *Phytopathol. (U.S.A.)* 77: 780-785.
23. \_\_\_\_\_.; *et al.* 1985. Calcium oxalate crystals in the culture of *Mycena citricolor*, causal agent of the American leaf spot of coffee. (Abstr.) *Phytopathol. (U.S.A.)* 75: 1374.
24. RIVEIRO, R. 1990. Evaluación de fungicidas para el combate del ojo de gallo del cafeto (*Mycena citricolor*) bajo condiciones de Cobán, Alta Verapáz., Guatemala. *In:* Taller Regional sobre Roya, ojo de gallo y otras enfermedades. (1990, costa Rica). Resúmenes. Costa Rica, IICA. s.p.
25. SALAS, J.A. 1960. Experimentos comparativos entre el arseniato de plomo y algunos fungicidas y antibióticos en el combate del ojo de gallo, *Mycena citricolor* (Berk. & Curt.) Sacc. en el café (*Coffea arábica*). Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 45 p.
26. SOTOMAYOR, I.; DUICELA, L. 1995. Control integrado de las principales enfermedades foliares del cafeto en el Ecuador. Quevedo, Ecuador, INIAP. 75 p.
27. TEWARI, J.P.; RAO, D.V.; VARGAS, E. 1986. Estudio preliminar sobre el modo de penetración de *Mycena citricolor* en la hoja de cafeto. *Agronomía Costarricense (C. R.)* 10: 199-202.

28. TOLEDO, J.; MEDINA, B. 1996. Evaluación de la efectividad de fungicidas comerciales y diferentes dosis de caldo bordelés para el control del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en café, municipio de Gualán Zacapa. Compendio de Notas Técnicas (Gua.) 7(10): 6-9.
29. VARGAS, E. 1984. Interacción de tratamiento biológico y químico en el combate del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el café. Agronomía Costarricense. (C.R) 8: 91-97.
30. \_\_\_\_\_.; et al. 1990. Nuevas alternativas de combate químico del ojo de gallo (*Mycena citricolor*). Simposio sobre Caficultura Latinoamericana de caficultura, (12., 1990, Costa Rica). Memorias. Costa Rica, IICA. p. 425.
31. VARGAS, L.; SANCHEZ, E.; IWASAWA, H. 2000. Microscopía electrónica de barrido del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el cultivo del café. Simposio Latinoamericano de Caficultura (19., 2000, Costa Rica). Memorias. Costa Rica, IICA. s.p.
32. WANG, A. 1988. Variation in *Mycena citricolor* of coffee in Costa Rica. Thesis, Mag. Sc. Alberta, Canada, University of Alberta. 86 p.
33. \_\_\_\_\_.; AVELINO, J. 1999. Desafíos de la caficultura centro americana: el ojo de gallo del café (*Mycena citricolor*). Costa Rica, IICA-CIRAD. p. 243-260.

Vo. Bo.  
Patualle



## 9. APÉNDICE

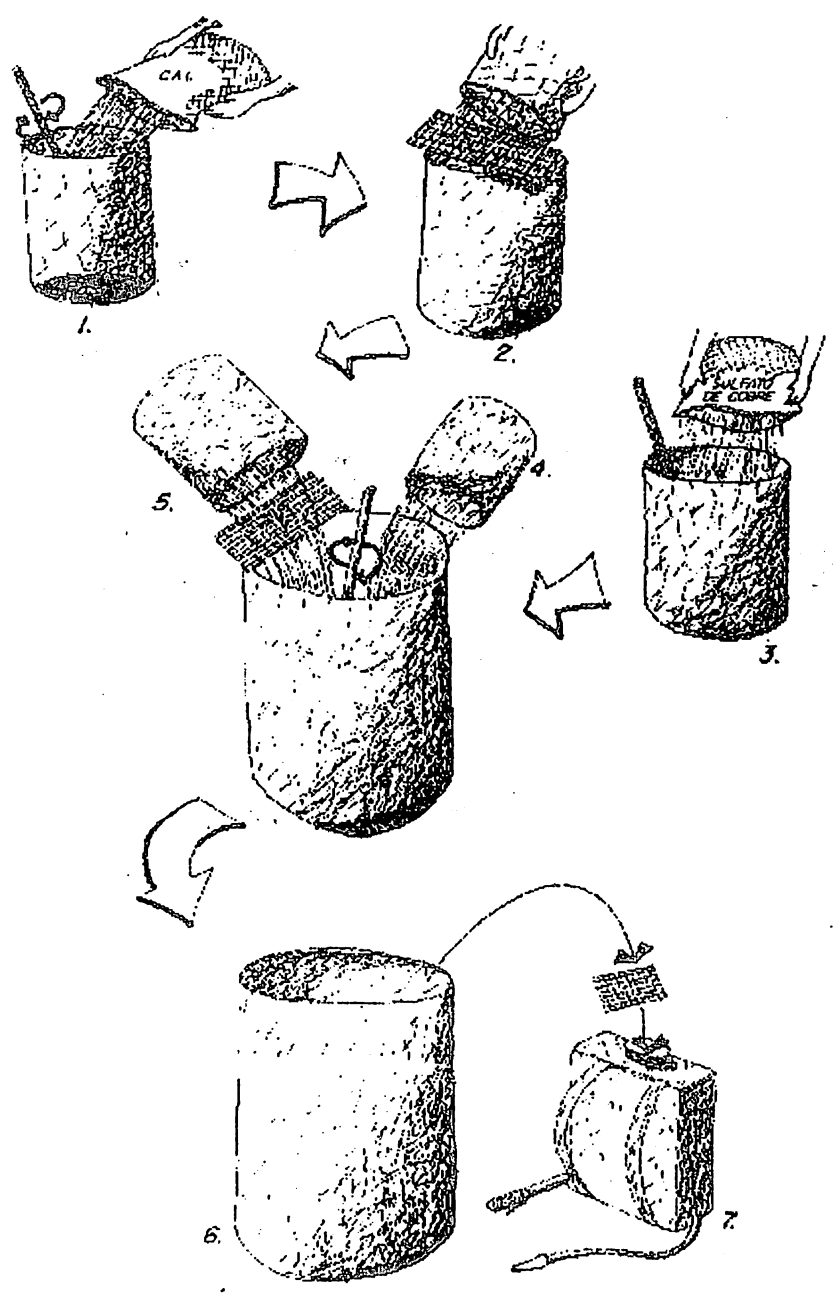


Figura 8.. Procedimiento para la preparación de Caldo Bordelés

**Cuadro 3. Hoja para recuento de enfermedades del café**

Finca Lote Fecha Plaguero	Sitio de Muestreo 1			Sitio de Muestreo 2			Sitio de Muestreo 3			Sitio de Muestreo 4			Sitio de Muestreo 5			Total		
Hojas totales (en 1 bandola)			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Hojas con roya			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Hojas con mancha de hierro			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Hojas con atracción			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Hojas con ojo de gallo			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Hojas con phoma			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Hojas con minador			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Total de nudos			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Frutos Totales			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Frutos con broca			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Frutos enfermos			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Plantas con conchinita en la raíz			Total			Total			Total			Total			Total			Total
Otros			Total			Total			Total			Total			Total			Total

Total de infección por parte

Promedio de infección por parte

Total de infección por parte/5 sitios

% de infección por sitio =  $HO/HT * 100$

HT = Hojas totales por bandola (50)

HO = Hojas con Ojo de Gallo por bandola

El presente documento es propiedad de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Guatemala, 30 de agosto de 2001

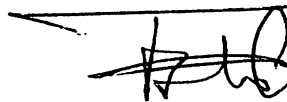
Doctor  
Ariel Abderramán Ortiz López  
Director IIA  
Facultad de Agronomía  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
Presente

Doctor Ortiz,

Por este medio le informo que he cumplido con el nombramiento que ese importante Instituto de Investigaciones Agronómicas me recomendara, en concordancia y de conformidad con el "Programa Extraordinario para la realización de Tesis de Grado para la carrera de Ingeniero Agrónomo", con ese fin asesoré el trabajo del estudiante **BAYRON YURY MEDINA FERNÁNDEZ**, con carné No. 81-12142, bajo el título "**MANEJO INTEGRADO DEL OJO DE GALLO (Mycena Citricolor) en el cultivo del cafeto (Coffea arábica): Base para la elaboración de un Manual Técnico**".

Al trabajo se le efectuaron las recomendaciones vertidas en las observaciones hechas al mismo, por lo que considero que este estudio satisface los requisitos para su aprobación como documento de graduación.

Atentamente,



Dr. Francisco Anzueto Rodriguez  
Colegiado No. 369





Guatemala, 31 de agosto de 2001

FACULTAD DE AGRONOMIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12  
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

Doctor  
Ariel Abderramán Ortiz López  
Director Instituto de Investigaciones Agronómicas  
Facultad de Agronomía

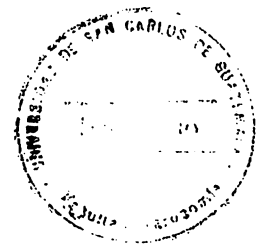
Doctor Ortiz López:

Atentamente le informo que he cumplido con el nombramiento que para el efecto el Instituto de Investigaciones Agronómicas a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas me encomendara, de conformidad con el Programa Extraordinario para la Realización de la Tesis de Grado para la Carrera de Ingeniero Agrónomo. Con ese fin conjuntamente con el Doctor Francisco Anzueto Rodríguez asesoramos el trabajo de graduación del estudiante Bayron Yury Medina Fernández, carné 8112142 titulado "MANEJO INTEGRADO DEL OJO DEL GALLO (*Mycena Citricolor*) en el cultivo del Cafeto (*Coffea Arabica*): Base para la elaboración de un Manual Técnico.

Considero que el documento llena las calidades para presentarlo como trabajo de Graduación,

Cordialmente,

  
Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada  
SECRETARIO





FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "MANEJO INTEGRADO DEL OJO DE GALLO (*Mycena citricolor*)  
EN EL CULTIVO DEL CAFETO (*Coffea arabica*): BASE PARA  
LA ELABORACION DE UN MANUAL TECNICO"

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: BAYRON YURY MEDINA FERNANDEZ.  
CARNE 81-12142.

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Edíl René Rodríguez Quezada  
Dr. Francisco Anzueto Rodríguez

Los Asesores 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, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO"; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de Septiembre de 1998.

Ing. Agr. Edíl René Rodríguez Quezada  
A S E S O R

Dr. Francisco Anzueto Rodríguez  
A S E S O R

Dr. Ariel Osvaldo Ortiz López



IMPRIMASE



AAOL/Oscar  
cc. Archivo  
Control Académico.

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Ortiz López  
D E C A N O

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL./FAX (502) 476-9794

e-mail: [lusac.edu.gt](mailto:lusac.edu.gt) & <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>