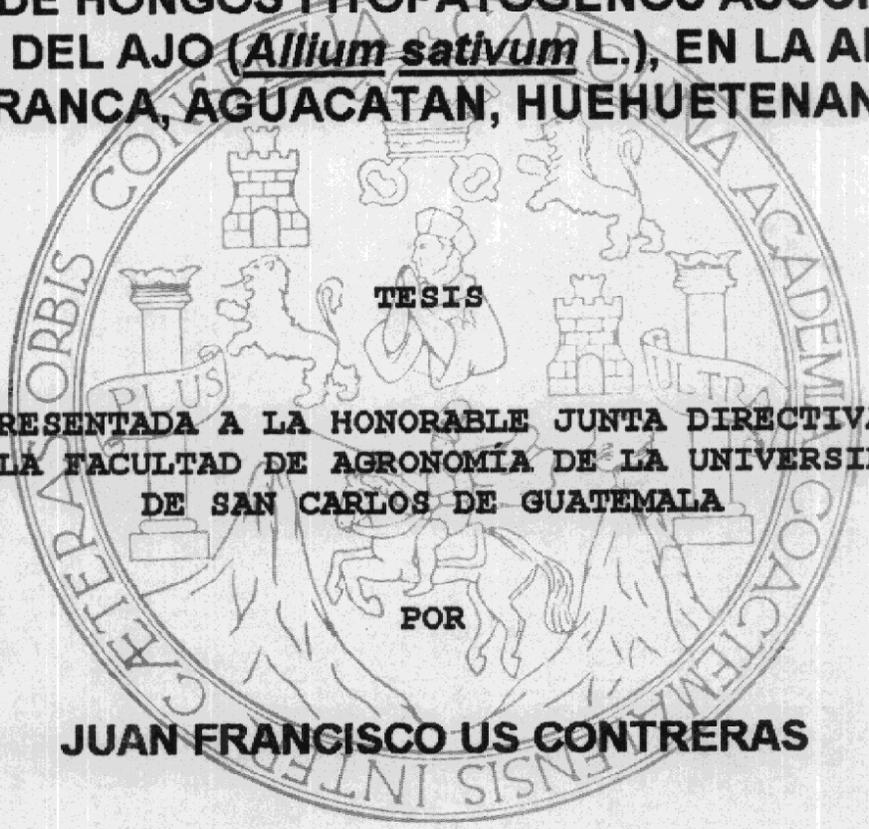


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**ESTUDIO DE HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AJO (*Allium sativum* L.), EN LA ALDEA LA BARRANCA, AGUACATAN, HUEHUETENANGO.**



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

**POR**

**JUAN FRANCISCO US CONTRERAS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO.**

Guatemala, Agosto de 2,000

W

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

- Decano Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera,
- Vocal I Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello,
- Vocal II Ing. Agr. William Roberto Escobar López,
- Vocal III Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa,
- Vocal IV Prof. Jacobo Bolvito Ramos,
- Vocal V Br. José Baldomero Sandoval Arriaza,
- Secretario Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada.

Guatemala, agosto de 2000

Señores:

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

Honorables miembros:

En el cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**ESTUDIO DE HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AJO  
(Allium sativum L.), EN LA ALDEA LA BARRANCA, AGUACATÁN,  
HUEHUETENANGO**

Presentado como requisito previo a optar al título de:

**Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola  
en el grado de Licenciado**

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación:

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS



JUAN FRANCISCO US CONTRERAS

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Por darme la oportunidad de alcanzar esta meta.

**MIS PADRES:** PEDRO US  
ABELINA CONTRERAS  
Como una muestra de agradecimiento a sus esfuerzos y motivación.

**MIS HERMANOS:** BALTAZAR US CONTRERAS  
Por su incondicional apoyo brindado para alcanzar esta meta.

EFRAIN US CONTRERAS (Q.E.P.D.)  
Por sus huellas de lucha, como ejemplo, para contribuir en el desarrollo de las comunidades rurales

**MIS HERMANAS:** ANA, JUANA, DELIA, y REINA  
Por su solidaridad y cariño

**MI ESPOSA:** MARIA CRISTINA REYNOSO MEJIA  
Por su amor y apoyo brindado.

**MI HIJO:** JUAN FRANCISCO US REYNOSO  
Que sea un ejemplo por alcanzar esta meta.

**MIS CUÑADAS:** MARÍA ALVARADO DE US  
JUANA MALDONADO DAMIAN

**MIS CUÑADOS:** GABINO PACHECO PINULA  
DAVID EGIDIO CARDONA

**MIS SOBRINOS:** Para que siguen adelante

**MIS PRIMAS Y PRIMOS:** BERTA HERNANDEZ, MARÍA HERNÁNDEZ, VICTOR PACHECO,  
ANTONIO CARRILLO.

**A LAS FAMILIAS:** MORALES PINZON Y REYNOSO AJPOP

**MIS AMIGOS:** MARIO GODÍNEZ, ANTONIO TUM, TIMOTEO PU PATZAN,  
SOLANO PU PATZAN, MANUEL VENTURA.

**MIS COMPAÑEROS:** VICTOR HUGO FIGUEROA, RAÚL GABRIEL VARGAS, ALBERTO  
CONTRERAS, RUFINO AROLDO VELÁSQUEZ, WUENCESLAO  
ROBLERO, FIDENCIO CHÁVES.

## TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA AMADA GUATEMALA

AGRICULTOR GUATEMALTECO

COMUNIDADES LAGUNA DANTA Y CHOLÁ, MUNICIPIO DE USPANTÁN, EL QUICHÉ

AGUACATÁN, HUEHUETENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA NORMAL REGIONAL DE OCCIDENTE, (ENRO), SANTA LUCÍA UTATLÁN,  
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

ESCUELA NACIONAL RURAL MIXTA, ALDEA CHOLA, USPANTÁN, QUICHÉ.

## AGRADECIMIENTOS

A:

**MI ASESOR:** Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela

**MI SUPERVISOR DE CAMPO:** Ing. Agr. Hugo Urizar Carrascoza

**MI Maestro** Neto Carrillo (Q.E.P.D.)

**Poetiza** Alicia Pinto (Q.E.P.D.)

**Técnico Agrícola,** Francisco Ailón Alcón

**Arq.** Marvín de León

**Ing. Agr.** Adalberto Rodríguez

**Ing. Agr.** Elías Raymundo

**Ing. Agr.** Carlos Fernández

**Lic.** Luis Raúl Salvadó

**Ing. Agr.** José Humberto Calderón

**Ing. Agr.** Manuel de Jesús Martínez

**Ing. Agr.** William Escobar

**Ing. Agr.** Harald Liere Matule

**Ing. Agr.** Carlos Echeverría

**Profa.** Lorena Morales

**Lic.** Ana Izabel Rosal

**P.C.** Pedro Rolando Us Maldonado

**P.C.** Edy Obdulio Urizar

**Br.** Baudilio Urizar

**MIS PROFESORES:** Leonor Victoria de León, Mynor Oliva, Miguel Ángel Rojas, Nicolás Rodríguez Sosa.

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL .....	3
3.1.1 EL CULTIVO DEL AJO ( <i>Allium sativum</i> L.) .....	3
3.1.2 ENFERMEDADES FUNGOSAS EN AJO .....	5
3.1.3 FUNGICIDAS PERMITIDOS PARA EL CULTIVO DEL AJO.....	14
3.2 MARCO REFERENCIAL .....	15
3.2.1 UBICACIÓN .....	15
3.2.2 CLIMA.....	15
3.2.3 SUELOS .....	15
3.2.4 HIDROLOGÍA .....	16
3.2.5 PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN EL AJO EN LA COMUNIDAD.....	16
4. OBJETIVOS .....	18
4.1 GENERAL .....	18
4.2 ESPECIFICOS .....	18
5. METODOLOGÍA .....	19
5.1 ÁREA EN ESTUDIO .....	19
5.2 MUESTREO.....	19
5.2.1 TIPO DE MUESTREO .....	19
5.2.2 TAMAÑO DE MUESTRA .....	19
5.2.3 TOMA DE MUESTRAS .....	20
5.2.4 FRECUENCIA DE LOS MUESTREOS .....	20
5.2.5 PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS .....	21
5.2.6 DETERMINACIÓN DE INCIDENCIA .....	21
5.3 PARCELAS DEMOSTRATIVAS .....	22
5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	22
5.3.2 RIEGO .....	22
5.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN .....	22
5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	23
5.4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ENFERMEDADES .....	23
5.4.2 REGISTRO DE INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES .....	23
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
6.1 GÉNEROS DE HONGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AJO .....	24
6.1.1 RHIZOCTONIA .....	24
6.1.2 FUSARIUM .....	26
6.1.3 PERONOSPORA .....	27

6.1.4 STEMPHYLIUM .....	28
6.1.5 ALTERNARIA .....	29
6.2 RELACIÓN ENTRE LA INCIDENCIA DE HONGOS Y EL TIEMPO .....	31
6.2.1 INCIDENCIA DE RHIZOCTONIA .....	31
6.2.2 INCIDENCIA DE FUSARIUM .....	32
6.2.3 INCIDENCIA DE PERONÓSPORA .....	33
6.2.4 INCIDENCIA DE ALTERNARIA .....	34
7. CONCLUSIONES .....	35
8. RECOMENDACIONES .....	36
9. BIBLIOGRAFÍA .....	37
10. ANEXO .....	39

ESTUDIO DE HONGOS FITOPATOGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AJO  
(Allium sativum L.), EN LA ALDEA LA BARRANCA, AGUACATAN,  
HUEHUETENANGO

STUDY OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI RELATED TO GARLIC CROP  
(Allium sativum L.), IN LA BARRANCA, AGUACATAN, HUEHUETENANGO.

RESUMEN

El estudio se realizó en la aldea la Barranca, Aguacatán, Huehuetenango, Guatemala, en el período de octubre de 1,998 a mayo de 1,999. El propósito del estudio es aportar alternativas de solución en la baja producción de ajo (Allium sativum L.), en la comunidad, por efectos de plagas y enfermedades. El trabajo se centró específicamente en la determinación de géneros de hongos fitopatógenos asociados al cultivo, los hongos determinados son: Rhizoctonia sp, Fusarium sp, Peronóspora sp, Stemphylium sp y Alternaria sp.

Los muestreos se realizaron en diez tipos de parcelas. Las primeras cinco parcelas sin aplicación de pesticidas y las otras cinco parcelas con aplicación de pesticidas. En las parcelas se determinaron los síntomas característicos de las plantas causados por cada género de hongo, Rhizoctonia sp y Fusarium sp causaron pudriciones en las raíces y bulbo del ajo, Peronóspora sp y Alternaria sp causaron lesiones y manchas foliares.

El hongo Rhizoctonia sp, causó una incidencia del 74% y 78%, es el hongo que causó el mayor daño en el cultivo, seguido por Fusarium sp, con una incidencia del 40%. Estos dos géneros de hongos viven en el suelo como saprofitos y causan pudriciones en las raíces y bulbos de ajo.

El hongo Peronóspora sp, tuvo 39,05% y 5.5% de incidencia, provocando lesiones foliares en la planta. Finalmente el hongo Alternaria sp, con 21.15% y 5.0% de incidencia respectivamente, causando manchas foliares.

Stemphylium sp es un hongo secundario del hongo Peronóspora sp.

## 1. INTRODUCCIÓN

El 98% de los habitantes de Aguacatán, Huehuetenango, dependen de las actividades agrícolas, el municipio se caracteriza por tener la mayor producción de ajo a nivel nacional, el cual es de importancia económica para Guatemala (14).

Según Urizar (15) los productores de ajo, enfrentan grandes pérdidas en sus cosechas por efecto de las plagas del cultivo, entre los que se cuentan los nematodos, los hongos y los insectos. Atendiendo a la problemática anteriormente expuesta y con el propósito de aportar una ayuda útil para orientar prácticas de manejo de la producción de ajo, se realizó esta investigación cuyo objetivo fue determinar los géneros de hongos fitopatógenos asociados al cultivo de ajo (Allium sativum L.) en la aldea La Barranca, Aguacatán, Huehuetenango, durante el ciclo del cultivo 1,998 a 1,999.

En el estudio se determinó que existen cinco géneros de hongos fitopatógenos que afectan el cultivo, dos de ellos habitan en el suelo, Rhizoctonia sp, y Fusarium sp., que causaron pudriciones en las raíces y bulbos del ajo, provocando enanismo, amarillamiento y necrosis en la planta. Los hongos Peronospora sp., Stemphylium sp., y Alternaria sp., producen enfermedades foliares en la planta, provocando síntomas como lesión foliar, manchas foliares y necrosis.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El principal problema que afrontan los productores de ajo (*Allium sativum* L.), en Aguacatán, Huehuetenango, es el bajo rendimiento y la mala calidad de la cosecha por la presencia de plagas y enfermedades que afectan al cultivo.

Según Villatoro (16) las plagas han provocado la reducción de rendimiento de ajo hasta niveles de 2.58 a 3.09 toneladas métricas por hectárea, cuando los rendimientos esperados oscilan entre 10.31 y 15.46 toneladas métricas por hectárea.

Urizar (15) indica que los nematodos fitoparasíticos no son considerados como el principal problema en el cultivo del ajo. Por tal motivo recomienda realizar un estudio para determinar la presencia de hongos asociados al cultivo del ajo en Aguacatán, ya que no se conoce exactamente cuales son predominantes y cual es su intensidad de daño.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. EL CULTIVO DEL AJO (*Allium sativum* L.)

###### A. ORIGEN

El ajo es originario de Kirgiz, Siberia y Zungaria, región desértica de China Occidental. Se difundió luego al lejano oriente y Europa (8).

América Central y América del Sur se introdujo después de la conquista y a América del Norte lo trajeron los colonos franceses a la región de Nueva Orleans (8).

###### B. USOS E IMPORTANCIA

Se usa universalmente como condimento aromático para casi todas las comidas y también como medicamento. Por ello, es un cultivo de gran importancia económica para varios países americanos y europeos que lo explotan, tales como México, Perú, Argentina, Italia y España (8).

Orozco citado por Villatoro (16) indica que en el valle de Aguacatán existen 15 sistemas de finca, siendo el predominante maíz-ajo en relevo, porcino y aves. Además el cultivo de ajo forma parte de la mayoría de fincas restantes. El subsistema ajo tiene una eficiencia de 1.67 proporcionando al agricultor el 85% de los ingresos monetarios, por lo que es el componente que permite la compra de casi toda la energía y bienes utilizados en el sistema de finca (16).

En el subsistema ajo se utiliza el 84% de la mano de obra contratada y el 68% de la mano de obra familiar y además emplea el 84% de los insumos (16).

###### C. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Pertenece a la familia de las Liliaceas. Tiene bulbo subterráneo que está formado por 5 a 15 bulbillos llamados comúnmente dientes, los cuales están cubiertos por una membrana que puede ser blanca, morada o rosada y unidos por su base alrededor del tallo (8).

El tallo alcanza una altura de 0.40 a 0.60 metros y termina en una inflorescencia umbeliforme, con flores hermafroditas que salen de dos brácteas membranosas que las envuelven (8).

Pétalos y estambres son un número de seis con un solo pistilo y un solo estilo. El ovario es súpero con tres cavidades y placentación axial. Fructifica en cápsula loculicida. Muchas flores abortan y se transforman en sóbalos o bulbillos que son de una sola pieza (8).

Las hojas envainadoras, canaliculadas al centro y amplias según la variedad tienen los bordes rizados (8).

El ajo no florece casi nunca en climas templados, por lo que su reproducción por semillas es casi nula y únicamente los genetistas se valen de este medio para investigar y crear nuevas variedades (8).

La variedad que se cultiva en Aguacatán por su resistencia a las plagas y adaptación al clima es la variedad criolla, es producida en el país desde hace muchos años, es del tipo egipcio. Sus ajos son de color blanco de magnífica calidad industrial y tienen regular demanda en el mercado cuando están frescos debido principalmente al tamaño y abundante número de dientes (8).

#### **D. ZONAS DE CULTIVO EN GUATEMALA**

En Guatemala el ajo se cultiva principalmente en los municipios de Aguacatán y Chiantla del departamento de Huehuetenango, Sacapulas y Cunán del departamento de El Quiché. En pequeña escala se planta en algunos municipios de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá y Guatemala (8).

#### **E. EPOCA DE SIEMBRA EN GUATEMALA**

La siembra se efectúa en los meses de septiembre a diciembre, prefiriéndose el periodo que transcurre entre la primera quincena de octubre y la segunda de noviembre (8).

## F. DISTANCIA DE SIEMBRA

La siembra puede hacerse en tablones de 20 o más metros de largo, 0.15 metros de alto, 1.20 metros de ancho, con separación de 0.40 metros entre tablones (8).

La siembra se efectúa a lo ancho del tablón en hileras distanciadas 0.20 metros una de otra. En cada hilera se colocan los dientes con la punta hacia arriba, distanciados 0.10 a 0.12 metros y a una profundidad de 0.03 metros (8).

También puede sembrarse en camellones levantados 0.20 metros de 0.25 metros de ancho, los camellones pueden dejarse 0.40 metros entre sí (8). En el camellón se siembran dos hileras de plantas, separadas 0.20 metros entre sí y en cada hilera se coloca un diente cada 0.10 a 0.12 metros, con la punta hacia arriba y enterrado 0.03 metros (8).

### 3.1.2. ENFERMEDADES FUNGOSAS EN AJO

Los estudios sobre las enfermedades indican que existen muchos hongos que atacan al cultivo del ajo, los daños causados deterioran la calidad del producto y disminuye considerablemente el rendimiento. La mayoría de estas enfermedades parasitan también a la cebolla (4). A continuación se lista lo reportado por diferentes fuentes bibliográficas:

#### A. ENFERMEDADES DEL FOLLAJE Y BULBOS

Las enfermedades que atacan más comúnmente al cultivo del ajo pertenecen a los siguientes géneros: Mancha púrpura (Alternaria porri (Ellis) Cif.), Mildu Veloso (Peronospora sp), Pudrición gris del cuello (Botritis sp), Mancha blanca (Sclerotium cepivorum Berk), Antracnosis (Colletotrichum sp), Carbón o Tizón (Urocystis cepulae Frost), Raíz rosada (Pyrenochaeta terrestris (Hansen) Goren, et. Al.), Roya (Puccinia allii Rud.), Pudrición basal de raíces y bulbos (Fusarium sp) y (Rhizoctonia sp) (8).

#### B. LA MANCHA PURPURA DEL FOLLAJE

Esta enfermedad es causada por Alternaria porri (Ellis) Cif.

### a. Síntomas

Latorre (7) al comienzo de la infección, aparecen pequeñas manchas foliares acuosas, en horas de la mañana se observa sobre las manchas del moho café negruzco, estas manchas son elipsoidales inicialmente pequeñas, alcanzan un tamaño regular de 0.5-1 a 2-3 cm y luego se necrosan y toman una coloración rojiza, cuando las lesiones se envejecen se observa la presencia de anillos concéntricos. Los tejidos que están cercanos a la lesión se toman de un color rojizo, rodeados por un halo clorótico, estas lesiones al lograr un buen desarrollo, llegan casi a circular la hoja y produce un doblado por la parte afectada. Los daños ocurridos en la zona del cuello pueden extenderse al bulbo, desarrollando lesiones amarillentas o cobrizas (7).

### b. Sobrevivencia

Este patógeno sobrevive en residuos de cosechas enfermas y se disemina por el viento (7).

### c. Factores favorables para su desarrollo

Le favorecen las lluvias y una temperatura de 25 a 30 grados centígrados. Manifiesta que la temperatura favorable para el desarrollo es de 25 a 27 grados centígrados, con una humedad relativa de 90% (1), (7).

### d. Pesticidas para el control de la mancha púrpura

Según Corzo (4) dice: "para el control preventivo de la enfermedad se utiliza el fungicida Iprodione, nombre comercial Rovral, a razón de 1.5 Kg/ha, con una frecuencia de 8 días".

Para el control curativo de la enfermedad se utiliza el fungicida Clorotalonil, nombre comercial es el Bravo y Daconil, a razón de 1.5 Lts/ha, con una frecuencia de 8 días.

### C. MAL DEL TALLUELO

Agente causal Phytium sp. este género de hongo pertenece a la clase Ficomycetes. La reproducción es asexual, se lleva a cabo por medio de esporangios que cuando alcanzan la madurez, produce una vesícula de pared delgada que luego se rompe y libera las zoosporas (4).

Según Agrios (1) la mayoría de las especies del género Phytium viven en el suelo, atacan plantas jóvenes y causan el mal del talluelo, también atacan raíces y tallos de plantas adultas, donde causan pudriciones corticales.

### D. MAL DEL TALLUELO

El agente causal es Rhizoctonia sp. pertenece a la clase Deuteromicetes, del orden Mecelia sterilia.

Este hongo no produce esporas, forma esclerocios de color negro redondas. Se encuentra en la mayoría de los suelos, y es capaz de atacar un gran número de hospedantes. Es el más común de los agentes causales "Mal del Talluelo" o Damping-off, así como pudriciones de la raíz y tallo (4).

### E. PUDRICIÓN BASAL

El agente causal es Fusarium oxysporum Schlect.

#### a. Síntomas

Según Latorre (7) esta enfermedad se inicia en la base de los bulbos y se expande en las raíces y catáfilos. Produce amarillamiento y marchitez del follaje, y comienza en el ápice foliar. También es posible observar podredumbre de raíces, las que se toman cristalinas. Las plantas enfermas no ofrecen resistencias al tratar de arrancaslas. En bulbos almacenados se desarrolla una pudrición blanda y acuosa.

#### b. Sobrevivencia

Persiste como clamidosporas en restos de tejidos enfermos o en el suelo. También puede persistir como hifas latentes en residuos de cosecha (7).

### c. Diseminación

Se disemina por el agua de riego, implementos agrícolas, transplantar almácigos enfermos, semillas infectadas e insectos (7).

### d. Factores favorables

La temperatura óptima es de 24 a 28 grados centígrados, alta humedad ambiental y suelos húmedos (7).

### e. Control

Las clamidosporas son resistentes al calor y a la mayoría de fungicidas. Actualmente se intenta añadir procloraz (el fungicida moderno más activo contra los *Fusarium* y uno de los menos fitotóxicos) al baño termoterápico (9).

## F. ANTRACNOSIS

Esta enfermedad es causada por *Colletotrichum circinans* Berk.

### a. Síntomas

En los bulbos y en las hojas aparecen pústulas de color marrón, lesiones necróticas endidas y blandas aparecen en las hojas (7).

### b. Sobrevivencia y diseminación

Sobrevive en el suelo y también en restos de cosechas anteriores, y se disemina por las lluvias, herramientas de trabajo, material de propagación infectado (7).

### c. Factores favorables

Esta enfermedad prospera en suelos húmedos y en temperaturas atmosféricas superiores a 10° C, siendo el óptimo entre 25 y 30°C (7).

## G. CARBÓN

Es causado por la enfermedad Urocystis cepulae Frost.

### a. Síntomas

Aparecen pústulas negras alargadas, carbonosas, llenas de masas de hongos que afectan tanto a hojas jóvenes, como tallos y bulbos, las plantas enfermas se enanizan (4), (7).

### b. Sobrevivencia y diseminación

Sobrevive en el suelo como teleutosporas y se dispersa por lluvias, riego y material de propagación infectado (7).

### c. Factores favorables

La temperatura óptima para su desarrollo es de 13 a 22°C, temperaturas mayores de 29°C inhibe su desarrollo (7).

### d. Control químico

Para el control preventivo del carbón, se usan productos a base de cobre y también productos tales como el Maneb, en cualquiera de sus presentaciones. La dosis recomendada en esta clase de productos es de 1 a 2 Kg/ha, aplicándolo 7 días antes de la cosecha (4).

## H. HETEROSPORIOSIS (mohos grisáceos)

Esta enfermedad es causada por Heterosporium allii Ell. & Martín.

### a. Síntomas

Aparecen manchas ovaladas de color marrón, con abundante esporulación superficial, se observa un moho grisáceo, los márgenes de estas lesiones presentan una tonalidad azulada (7).

### b. Sobrevivencia y diseminación

Se asocia con plantas enfermas o en plantas voluntarias y se disemina por el viento (7).

c. Factores favorables

Se favorece cuando existe algún factor que limita el buen desarrollo del cultivo (7).

I. MILDIU (moho gris aterciopelado)

Esta enfermedad es causada por Peronospora destructor Berk. & Casp.

a. Síntomas

Aparecen lesiones foliares amarillentas, sobre las cuales aparece un moho grisáceo aterciopelado, por las lesiones producidas en el eje central se agobian los escapos florales, lo que perjudica la cosecha de cultivos destinados a semillas (7).

b. Sobrevivencia

Sobrevive como oosporas en restos de tejidos enfermos que persisten sobre el suelo. Sobreviven como micelio en bulbos infectados, se puede encontrar en la semilla (7).

c. Diseminación

Se disemina por el viento, bulbos infectados y semillas (7).

d. Factores favorables

Favorece condiciones ambientales relativamente frías y húmedas. La temperatura óptima para la esporulación fluctúa alrededor de 10°C (7).

e. Pesticidas para el control de Mildiu

Fungicidas que se pueden utilizar en una forma preventiva para controlar la infección de la enfermedad es el Maneb con una dosis de 1-2 Kg/ha (4).

El clorotalonil, es un fungicida que actúa en una forma curativa, a razón de 1.5-2 Lts/ha.

## J. MOHO AZUL

Se refiere a la deshidratación de los bulbillos. Es causada por el agente Penicillium corymbiferum Westling.

### a. Síntomas

Se desarrolla un moho azul verdoso en los bulbillos y se deshidrata, aparece sobre lesiones necróticas (7).

### b. Supervivencia y diseminación

Sobrevive en restos de tejidos enfermos y se dispersa por el viento (7).

## K. MOHO NEGRO

Esta enfermedad es causada por Aspergillus niger Tiegh.

### a. Síntomas

Aparece un moho marrón o negro que se desarrolla entre los catáfilos. Produce pudrición de los bulbos cosechados (7).

### b. Supervivencia y diseminación

Sobrevive asociado a residuos de cosechas enfermas y sobrevive saprofiticamente. Se disemina por el viento (7).

### c. Factores favorables

La infección ocurre con 6 a 12 horas de condensación de rocío y una temperatura óptima entre 28 y 32°C, menos de 15°C no existe contaminación (7).

## L. PUDRICION BLANCA (marchitez foliar)

Esta enfermedad es causada por Sclerotium cepivorum Berk.

### a. Síntomas

Pudrición basal de los bulbos, conjuntamente con una amarillez y marchitez foliar, especialmente en las hojas viejas (7). El hongo penetra y crece a través de las raíces y eventualmente entra a la base del bulbo en donde causa una descomposición semi acuosa de las brácteas del bulbo. También se puede ver crecer el hongo de color blanquecino. La presencia de esclerocios sirven para diagnosticar la enfermedad (4).

### b. Sobrevivencia

Sobrevive más de 10 años como esclerocios en el suelo, en residuos de cosechas enfermas o en plantas voluntarias. La presencia de raíces de plantas hospederas estimula la germinación de los esclerocios, debido a la secreción de compuestos volátiles exudados por especies del género *allium* (7).

### c. Diseminación

Se disemina por el agua de riego, transporte de almácigo infectado, herramientas de labranza.

### d. Factores favorables

La temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 10 y 23 °C.

## M. PUDRICION GRIS DEL CUELLO (Tizón)

Esta enfermedad es causada por *Botrytis allii* Munn.

### a. Síntomas

Aparecen en postcosecha y consiste en una pudrición acuosa que se origina en el cuello de los bulbos (7).

### b. Sobrevivencia

Sobrevive como esclerosis en restos de tejidos enfermos o asociados a otros hospederos y sobrevive en semillas infectadas.

c. Diseminación

Las conidias son transportadas por el viento, agua de riego, herramientas agrícolas.

d. Factores favorables

Con una temperatura alrededor de 20°C, para la infección, temperatura relativamente fría y alta humedad ambiental (7).

N. PUDRICION ROSADA (Raíz rosada)

El agente causante de la enfermedad es Pyrenochaeta terrestris Hansen.

Síntomas

Se caracteriza por el desarrollo de una pudrición de color rosado en los extremos de las raíces. Las plantas enfermas crecen pobremente y no desarrollan bulbos de un buen calibre (7).

b. Sobrevivencia y diseminación

Sobrevive en el suelo en forma de saprófitas y se disemina por agua de riego, herramientas de labores agrícolas, material de propagación contaminadas (1), (7).

c. Factores favorables

Se favorece en condiciones de monocultivo y por las variaciones extremas de temperatura y humedad del suelo.

O. ROYA (Polvillo)

El patógeno causal de la enfermedad es el Puccinia alli Rud.

a. Síntomas

Se caracteriza por la presencia de pústulas alargadas de color cobrizo y con aspecto polvoriento (7).

## b. Sobrevivencia y diseminación

Sobrevive en estado de uredosporas en residuos de plantas enfermas o como teleutosporas. Es una Roya autoica y se disemina por el viento.

### 3.1.3. FUNGICIDAS PERMITIDOS PARA EL CULTIVO DEL AJO

Investigaciones realizadas, se deben de tomar en cuenta la utilización de cualquier producto químico, especialmente cuando el cultivo está dirigido a la exportación. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), actualiza la tolerancia de ciertos plaguicidas en el cultivo del ajo, hay que revisar periódicamente estas publicaciones. En el Cuadro 1, se describen los fungicidas que se recomiendan para el control de enfermedades en ajo (4).

CUADRO 1. Fungicidas para control de enfermedades.

NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE GENERICO	RESTRICCIONES
Orthocide	Captán	15 días a cosecha
Dithane, Poliram	Maneb	15 días a cosecha
Ferbam	Ferbam	15 días a cosecha
Mezene, Zirex	Ziram	15 días a cosecha
Thiram	Thiram	Licencia provisional
Dyrene	Anilazina	3 días a cosecha
Dithane	Mancozeb	7 días a cosecha
Bravo, Daconil	Clorotalonil	14 días a cosecha
Terraclor	PCNB	Antes de la siembra
Benlate	Benomil	15 días a cosecha
Topsin	Tiofanato-metilo	Antes de la siembra
Ronilan, Ornilan	Vinclozolin	18 días a cosecha
Rovral	Iprodiona	20 días a cosecha
Ridomil	Metalaxil	7 días a cosecha
Alette	Fosetil-AI	15 días a cosecha

FUENTE: Ajo, guía de producción, gremial de exportadores de productos no tradicionales, A.R.F. 1,995.

## 3.2. MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1. UBICACIÓN

El área trabajado corresponde a la aldea La Barranca, municipio Aguacatán, Huehuetenango, específicamente al valle central de la comunidad. Se encuentra ubicada en la parte central de Aguacatán al Oeste de la cabecera municipal. Dista de la cabecera departamental de Huehuetenango 21 kilómetros. Su extensión aproximada es de 11 km<sup>2</sup> (12).

### 3.2.2. CLIMA

La altitud es de 1,500 msnm con una precipitación promedio anual de 1,027 mm. la temperatura media anual es de 17.7°C, una máxima en abril de 28.45°C y la mínima en enero de 5.92°C (12).

De la Cruz, citado por Santiago (12), utilizando el sistema de Holdridge clasifica la región como zona de vida de Bosque Montano Seco.

En los meses de diciembre y enero se dan bajas temperaturas, 7°C y 5.9°C respectivamente, no afectando significativamente las plantaciones de ajo, en dicho período ocurren lloviznas que han ocasionado daños al cultivo (12).

### 3.2.3. SUELOS

Los suelos del valle de Aguacatán, pertenecen a la división fisiográfica de la Altiplanicie Central. La serie de suelos dominantes son: Sacapulas y Chixoy. La serie Sacapulas se caracteriza por ser poco profundos o superficiales, bien drenados, desarrollado sobre granito suave y en un clima de seco a húmedo, apreciación textural liviana; la reacción es ligeramente ácida, pH entre 6 a 6.5. el suelo superficial tiene una profundidad aproximada de 5 cm es franco arenoso, suelto de color café grisáceo oscuro. Los suelos Chixoy se caracterizan por ser poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre caliza fragmentada en clima húmedo son de textura franco arcillosa (13).

### 3.2.4. HIDROLOGÍA

#### A. CORRIENTES DE AGUA SUPERFICIAL

Al Sur de La Barranca pasa el río Bucá, al Este pasa el Xq'ol Chimá (Río Injertal) y el Río Tpe'tzi (Petzal). Los terrenos agrícolas cuentan con riego todo el año, el cual es conducido por gravedad en canales de tierra (14).

### 3.2.5 PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN EL AJO EN LA COMUNIDAD

En este estudio realizado se determinó que los productores implementan para el control de las plagas, productos químicos en las cuales se describen en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Plaguicidas utilizados en el cultivo del ajo en la aldea La Barranca.

PRODUCTO	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE GENERICO	DOSIS POR HECTAREA
FUNGICIDAS	Rovral 50 WP	Iprodiona	1.5 Kg
	Antracol 70 WP	Propineb	3.4 y 5.7 Kg
	Daconil 75 WP	Clorotalonil	3.4 Kg
	Ridomil 72 WP	Metalaxil	4.6 Kg
	Vondozev 80 WP	Mancozeb	1.1 Kg
	Derosal 50 SC	Carbendazim	0.66 Lt
INSECTICIDAS	Thiodan 35 EC	Endosulfán	1.1 Lt
	Sevin 80 WP	Carbaril	1.1 Kg
	Sistemin 40 EC	Dimethoato	1.1 Lt
	Volaton 50 EC	Foxim	1.0 Lt
	Tamaron 60 SL	Methamidophos	1.1 Lt
	Folidol 48 EC	Parathión metílico	1.2 Lt
HERBICIDAS	Prowl	Pendimetalin	1.0 Lt
	Afalon	Linurón	1.2 Kg

FUENTE: Datos de campo obtenidos en la presente investigación, 1999.

## A. MANEJO DE LOS PESTICIDAS

### a. Frecuencia de aplicación

Los pesticidas lo aplican en una frecuencia semanal y algunos cada 3 días, utilizan una bomba de mochila de 4 galones de capacidad con boquilla de aspersión tradicional (boquilla de cono hueco). En una área de una cuerda de 25 x 25 varas, aplican 2 bombas de mezcla, que equivale a 687 litros por hectárea.

### b. Alternancia

El 100% de los agricultores no alternan los productos químicos, porque no han recibido asistencia técnica sobre manejo de pesticidas. No rotan los cultivos, cultivan cebolla y ajo en forma sucesiva, los residuos de cosechas lo amontonan fuera del área de cultivo, en otros casos utilizan una calicata de 5 metros de profundidad en la cual depositan los restos de cosecha.

### c. Equipo de protección

El 100% de los agricultores utilizan sombrero, el 60% utilizan botas de hule, el 80% usan nylon en la espalda cuando están asperjando el pesticida.

### d. Almacenamiento

Los pesticidas lo almacenan generalmente en la habitación con un 70%, lo almacenan lejos de la habitación con un 15%, seguro con llave 15%.

### e. Destino de los envases de pesticidas

El 84% de los agricultores lanzan los envases de pesticidas a las corrientes de aguas, y el restante queman los envases o bien utilizan una calicata para enterrarlos.

#### 4. OBJETIVOS

##### 4.1. GENERAL

- 4.1.1. Determinar los géneros de hongos fitopatógenos asociados al cultivo de ajo en la aldea la Barranca, Aguacatán, Huehuetenango.

##### 4.2. ESPECÍFICOS

- 4.2.1. Establecer la sintomatología típica en la región para cada uno de los géneros de hongos determinados.
- 4.2.2. Determinar la incidencia de los géneros de hongos en las áreas en estudio.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. ÁREA EN ESTUDIO

El estudio se realizó en el valle de la aldea La Barranca, Aguacatán, Huehuetenango. Con un área de 63 hectáreas, dividida en 200 parcelas, cada una de 0.32 Ha. en promedio. Cada parcela corresponde a un núcleo familiar. La aldea está ubicada a 2 Km del municipio de Aguacatán.

### 5.2. MUESTREO

#### 5.2.1. TIPO DE MUESTREO

En el área estudiada se utilizó el muestreo simple aleatorio, con un nivel de confianza del 70% y se consideró un límite del error de estimación del 30%, dado a lo homogéneo del terreno.

#### 5.2.2. TAMANO DE MUESTRAS

El tamaño de la muestra se determinó mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1}$$

Donde:

n = cantidad de punto de muestreo

N = tamaño de la población, equivale a 200 parcelas

D = límite de error de estimación = 30%

1 = constante

Al realizar los cálculos con datos reales de campo, como el tamaño de la población y el límite de error de estimación utilizando la fórmula, obtuvimos como resultado lo siguiente:

$$n = \frac{200}{200(0.30)^2 + 1} = 10 \text{ puntos de muestreo}$$

La ubicación de las parcelas se determinaron mediante la aleatorización simple (sorteo), se tomaron en cuenta las 200 parcelas, de las cuales se obtuvieron 10 parcelas al azar; en 5 de ellas no se aplicó pesticidas y otras 5 parcelas si se aplicaron pesticidas, y se identificaron con un número desde 1 a 10 y con el nombre respectivo del propietario.

### 5.2.3. TOMA DE MUESTRAS

Se realizaron caminamientos y se procedió a la búsqueda de síntomas, tales como: manchas foliares, amarillamiento, escaso desarrollo, tizón, deformaciones, etc., en cada caso se procedieron de la siguiente forma:

- A. Observación y descripción, en una boleta de trabajo en la recolección de campo se notaron los síntomas observados describiendo: color, tamaño, textura, etc. En el anexo A1 se muestra la boleta de trabajo que se utilizó.
- B. Se procedió a coleccionar el material afectado y se colocó en bolsas de nylon con algodón humedecido y para preservarlos se trasladaron en hielera.
- C. Cada una de las muestras se identificaron: No. de muestra, fecha de recolección, No. de muestreo.
- D. El material así coleccionado, preservado, identificado, se trasladó al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- E. En cada punto muestreado se hizo una descripción de las condiciones microecológicas tales como tipo de suelo, ubicación de fuentes de agua y topografía.

### 5.2.4. FRECUENCIA DE LOS MUESTREOS

Los muestreos se efectuaron a cada 8 días y/o cada 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas o de desarrollo de la enfermedad se hizo con mayor o menor frecuencia; y la observación de la plantación fue constante. La muestra se

tomó en el momento de apareamiento de los síntomas, no así cuando la plantación siga igual sintomatológicamente al momento del muestreo anterior. Otro de los criterios para el muestreo es los cambios fenológicos a través del ciclo del desarrollo del ajo.

### 5.2.5. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Las muestras se procesaron en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se utilizaron los métodos siguientes:

#### A. Técnicas de montaje

- a) Raspados
- b) Cortes
- c) Cultivo en medio PDA
- d) Cultivo en medio agar agua
- e) Incubación en cámara húmeda

#### B. Determinación de los hongos

Se utilizó microscopio compuesto, se identificaron los géneros de hongos y se utilizaron las claves especializadas.

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| a) Illustrated genera of Ascomycetes     | Richard Harlin (10)     |
| b) Dematiaceous hyphomycetes             | M. B. Ellis (5)         |
| c) More Dematiaceous hyphomycetes        | M. B. Ellis (5)         |
| d) The Fungi                             | G. C. Ainsworth (2)     |
| e) Illustrated genera of imperfect fungi | Barnet (3)              |
| f) Illustrated genera Rust Fungi         | Cummins e Hiratsuka (3) |
| g) Dictionary of the Fungi               | G. C. Ainsworth (2)     |

### 5.2.6. Determinación de incidencia

Incidencia se refiere al número de hojas de las plantas enfermas expresado en porcentaje. Para determinar la incidencia de los géneros de hongos encontrados en el cultivo del ajo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ INCIDENCIA} = \text{NPE} / \text{NPT} * 100$$

En donde:

NPE, se refiere al número de plantas enfermas  
NPT, número de plantas totales

Para determinar el porcentaje de incidencia se muestrearon 400 plantas en total para cada parcela y en cada muestreo.

### 5.3. PARCELAS DEMOSTRATIVAS

Se sembraron 10 parcelas de ajo, cinco parcelas sin aplicación de pesticidas y cinco parcelas con aplicación de pesticidas, ver listados de plaguicidas en el cuadro 2, con las dimensiones siguientes por parcela: 8 m de largo por 1.20 m de ancho. La distancia de siembra fue de 0.10 m entre plantas por 0.20 m entre hileras, con una densidad de siembra de 480 plantas por parcelas, para un total de 4,800 plantas.

Las labores agrícolas de estas parcelas, se aplicó con base a la experiencia y el método tradicional del agricultor, como por ejemplo, preparación del terreno, método de siembra, fertilización, riego, control de malezas.

#### 5.3.1. CARACTERÍSTICA DEL SUELO

Los suelos poseen dos clases de textura a) textura franco arenoso, son suelos sueltos con una estructura granular de color café oscuro. b) textura franco arcilloso, de estructura prismático de color café. Con pendientes del 10%

En Todas las parcelas se les ha dado un uso semejante (cultivo de maíz, frijol, cebolla, ajo y tomate).

#### 5.3.2. RIEGO

El agua de riego es conducida por gravedad en canales de tierra, que pasa por todos los terrenos. La aplicación del agua a los camellones se efectuó por el método de los guacales, para lo cual utilizan una calabaza, para tomar y lanzar manualmente el agua.

#### 5.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN

La plantación presentó idénticas características en todas las parcelas, dichas características son las siguientes: manchas foliares, plantas enanas, clorosis,

sequía aparente, hojas no turgentes, raíces podridas, cabezas o bulbos no desarrolladas, necrosis en toda la plantación.

#### **5.4. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN**

##### **5.4.1. DESCRIPCION DE LAS ENFERMEDADES**

Se hizo una descripción de cada una de las enfermedades caracterizando sus síntomas típicos, según la etapa de desarrollo del cultivo.

##### **5.4.2. REGISTRO DE INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES**

Se analizó la incidencia de cada una de las enfermedades en cada punto de muestreo y se presentó gráficamente la incidencia por etapa fenológica.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. GENEROS DE HONGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AJO

#### 6.1.1. RHIZOCTONIA

Rhizoctonia sp. Es un hongo polífago que habita en el suelo, causa pudriciones en las raíces y bulbos en el cultivo del ajo.

Según muestreos realizados, se determinó que existe presencia del hongo, en todas las parcelas en el área de estudio, según Maroto (9) cuando la superficie del suelo permanece húmeda durante más de un día es cuando el hongo provoca más daños (9).

#### A. SÍNTOMAS

##### a. Fase de plántulas

El primer muestreo se realizó a los 15 días después de la siembra, y se observó que las plántulas se mantenían aún sanas. El segundo muestreo se realizó a los 30 días después de la siembra, las plántulas infectadas mostraron un color amarillento generalizado, las primeras hojas de color café y rebladecidas, al arrancar las plántulas se aprecia una podredumbre del diente plantado y las túnicas de protección disecadas. La distribución de esta enfermedad en las plántulas infectadas ocurre al azar.

##### b. Fase vegetativa

A los 45 días después de la siembra, las plantas presentaron un amarillamiento en las hojas grandes y las hojas basales con una coloración café, plantas enanas, que al ser arrancadas presentaron pudriciones en las raíces.

A los 60 días después de la siembra, las plantas manifestaron amarillamiento, clorosis y marchitamiento gradual de las hojas basales, plantas enanas que al arrancarlas presentan pudriciones en las raíces y bulbillos en formación.

##### c. Fase de maduración del bulbo

A los 75 días después de la siembra las hojas basales presentaron amarillamiento, lacias y marchitas secándose prematuramente. Las hojas

superiores se marchitaron gradualmente, con una textura flácida. Al arrancarlas se observó micelio de color blanco y esclerocios redondos de color negro, las raíces y los dientes o bulbillos del bulbo se encuentran podridos. Se evidenciaron varios focos o parches en la parcela.

De 90 a 120 días después de la siembra, las plantas manifestaron marchitamiento general y necrosis. Al arrancar las plantas se observó micelio de color blanco y esclerocios adheridos al bulbo, los dientes o bulbillos del bulbo se encuentran podridos. Esta distribución se generalizó en toda la parcela.

## B. SIGNOS

Presenta una masa de moho, color blanco algodonosa, el cual es el micelio del hongo.

Además se observaron pequeños esclerocios o cuerpos miliares. El esclerocio es de forma ovoide más o menos de 1 mm de diámetro, de color negro, de consistencia verrugosa. Al realizar un corte transversal se observó que el micelio está conglomerado parecido a una malla y con espacios entermiceliales.

## C. BIOLOGÍA

El hongo no produce cuerpos reproductivos y se le conoce como **estéril, vivo, crece y se propaga en el suelo como parásito facultativo, casi siempre en asociación con la materia orgánica muerta (11).**

## D. CICLO DE LA ENFERMEDAD

Este hongo sobrevive en forma de micelio o en forma de esclerocio en los tejidos o restos de plantas infectadas, y como esclerocios en el suelo, o bien permanece asociado a otros cultivos y residuos enfermos que persiste en el suelo ó con la materia orgánica fresca. Estas mismas estructuras representan también el inóculo que puede propagarse e iniciar nuevas infecciones. Según Maroto (9), "la germinación de los esclerocios que se hallan en el suelo en estado de latencia se estimula al paso de las raíces del ajo, dadas las sustancias volátiles que estas emiten hasta 1 cm de distancia", penetrando en la raíz, a una temperatura relativamente alta de 25-26 grados centígrados y la diseminación es provocada por el agua de riego.

## 6.1.2. FUSARIUM

Fusarium sp. Es un hongo que causa la enfermedad pudrición basal del bulbo del ajo. Produce cuerpos fructíferos como los microconidios, macroconidios y clamidosporas, este microorganismo es un habitante común del suelo.

### A. SÍNTOMAS

Los síntomas más comunes en la planta son amarillamiento, clorosis, marchitamiento, achaparramiento y necrosis. Al arrancar las plantas, se puede observar la pudrición de las raíces y bulbos del ajo.

### B. SÍGNOS

Presencia de masa de color blanco o rosado en las raíces y bulbos del ajo. Según Ellis (5) "las macroconidias son curvas y presentan de 3 a 5 septos transversales".

### C. BIOLOGÍA

El patógeno inverna en el suelo en forma de micelio y en forma de clamidosporas. Según Maroto (9) "las clamidosporas son conidias provistas de un tabique espeso que asegura una larga conservación en lo más profundo del suelo durante largos períodos de tiempo, este hongo solo recobra vida activa bajo el efecto de exudaciones específicas de las raíces del ajo".

Los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en las puntas de las raíces o entran en estas últimas a través de heridas o a nivel de la zona donde se forman las raíces laterales, o por ataques de nemátodos (endo o ectoparásitos) que pueden favorecer la infección (7), (9).

Se disemina por el riego. Según Latorre (7), se propaga a corta distancia a través del agua y el equipo agrícola contaminado.

### 6.1.3. PERONÓSPORA

Peronóspora sp. Este género de hongo es causante de la enfermedad denominada, mildiu o moho gris aterciopelado. Según Maroto (9) "El término Mildiu en Francés significa vello o terciopelo".

#### A. SÍNTOMAS

##### a. Fase de plántulas

A los 30 días después de la siembra, las plántulas se observaron sanas.

##### b. Fase vegetativa

A los 45 días después de la siembra, aparecen pequeñas lesiones de forma oval en el centro se deseca adquiriendo una coloración beige claro, mientras que estas lesiones siguen creciendo en su periferia en las hojas de ajo. Se observa un crecimiento veloso espeso del hongo de color gris en horas de la mañana. La distribución de esta enfermedad se presentó al azar o dispersa.

A los 60 días, estas lesiones se van propagando en las hojas, con una coloración de amarillo pálido, de la parte superior de la hoja a la parte inferior, o sea el hongo infecta de la parte de arriba hacia abajo. La distribución fue muy aleatoria.

##### c. Fase de maduración de Bulbo.

A los 75 días a 120 días después de la siembra, estas lesiones foliares de color beige o amarillo pálido infectan a otras plantas vecinas, esta enfermedad puede invadir hojas enteras sin que se manifieste necrosis alguna, la distribución fue muy aleatoria.

## B. SIGNOS

Presenta micelio de color gris y esporas sobre las lesiones en horas de la mañana. Rodríguez (11) dice: "el micelio es cenocítico, tubular, las esporas se llaman zoosporas y nacen en esporangios".

## C. BIOLOGÍA

Según Agrios (1) el micelio evoluciona en el parénquima foliar, enviando órganos succionadores al interior de las células. Los conidióforos emergen por los estomas y portan zoosporangios. Los esporangios germinan mediante un tubo germinal, siempre que los esporangios germinan de esta manera serán considerados como esporas y no como esporangios, de ahí que con frecuencia se les denomina conidios. Este género de hongo ha evolucionado mucho más, hasta convertirse en parásito obligado a su huésped, no cultivable in vitro.

## D. CICLO DE LA ENFERMEDAD

Este hongo, sobrevive como oosporas en restos de tejidos enfermos que persiste sobre el suelo. Puede sobrevivir como micelio en bulbos infectados o asociados en restos de plantas enfermas, también persiste en plantas voluntarias, se encuentra en la semilla (11).

Las condiciones ambientales que favorecen la enfermedad, está la temperatura fresca de 12 a 22 grados centígrados y una humedad relativa del 70%, la temperatura óptima para la esporulación fluctúa alrededor de 10 grados centígrados (11). Según Latorre (7), dice, "la diseminación de los esporangios se realiza por medio del viento".

### 6.1.4 STEMPHYLIUM

Stemphylium sp. Es un hongo secundario, saprófito y oportunista, las lesiones secas producidas por Peronospora sp., se recubren de fructificaciones de color café negruzco, invasor secundario bastante habitual.

La distribución de este hongo está asociado a las lesiones foliares producido por Peronospora sp., si no existe lesiones foliares, este hongo no puede sobrevivir en las hojas del ajo.

## A. SINTOMAS

Las lesiones foliares causado por Peronospora sp., en el centro de la lesión se coloniza los conidios de Stemphylium sp., posteriormente forma franjas verticales de color amarillo claro en las hojas que empieza desde arriba hacia abajo.

## B. SIGNOS

El micelio y los conidios de color café negruzco, se colonizan en el centro de la lesión foliar, según Ellis (5) dice: "presenta micelio tabicado de color gris, conidióforos oscuros ramificados, conidio pigmentado, globoso con septos transversales y longitudinales".

## C. BIOLOGIA

Es un hongo saprófito o parásito secundario. Sobrevive en restos de cosechas contaminadas, los conidióforos son transportados por el viento hacia la lesión foliar provocado por Peronospora sp., y ambos producen incidencia en la planta.

### 6.1.5 ALTERNARIA

Alternaria sp. Este hongo causa la enfermedad llamada mancha púrpura del follaje.

#### A. SINTOMAS

##### a. Fase vegetativa

A los 45 y 60 días después de la siembra, en las hojas aparecen unas pequeñas manchas acuosas de un moho de color marrón, bien delimitadas más o menos circulares u ovaladas, estas manchas foliares alcanzan un tamaño aproximadamente 4 cm. Estos síntomas están distribuidos al azar en la plantación.

## b. Fase de maduración del bulbo

De 75 días a 120 días, después de la siembra, la enfermedad infecta a otras plantas vecinas, provocando lesiones foliares oscuras, debido a la abundante esporulación del patógeno y está distribuido al azar.

Este hongo invade a las plantas cuando presentan escaso desarrollo, raquitismo, amarillamiento, su presencia coadyuva a que la planta se marchite y muera.

## B. SIGNOS

Presencia de esporas de color marrón oscuro a negros en las hojas, según Ellis (5) dice que los conidióforos son pigmentados y elongados. La forma de conidio es ovalado.

## C. BIOLOGÍA

Los conidios se introducen por los estomas o heridas y ocurre la infección en la hoja penetrando directamente a la epidermis, bajo las condiciones medioambientales, llega a ser lesiones que ensancha y esporula el hongo, da lugar a ciclos de la infección continuos durante la estación (1).

La temperatura óptima para la germinación del conidio es de 27°C, con una humedad relativa de 90%, o sea están favorecidas por la alternancia de periodos de lluvia y días soleados, para que ocurra la esporulación (11).

Los conidios son muy resistentes a la sequía y están dotadas a una gran longevidad, puede germinar incluso al cabo de más de un año en estado seco. Se conservan sobre los restos de las plantas enfermas y los conidióforos se dispersan por el viento (9).

## 6.2. RELACIÓN ENTRE LA INCIDENCIA DE HONGOS Y EL TIEMPO

### 6.2.1. INCIDENCIA DE RHIZOCTONIA

Rhizoctonia sp. La incidencia del hongo en el cultivo del ajo, tiene un comportamiento ascendente en el transcurso del tiempo. Se puede evidenciar en la Figura 1. Los datos que relacionan la incidencia y el tiempo se presentan en el Cuadro 3A.

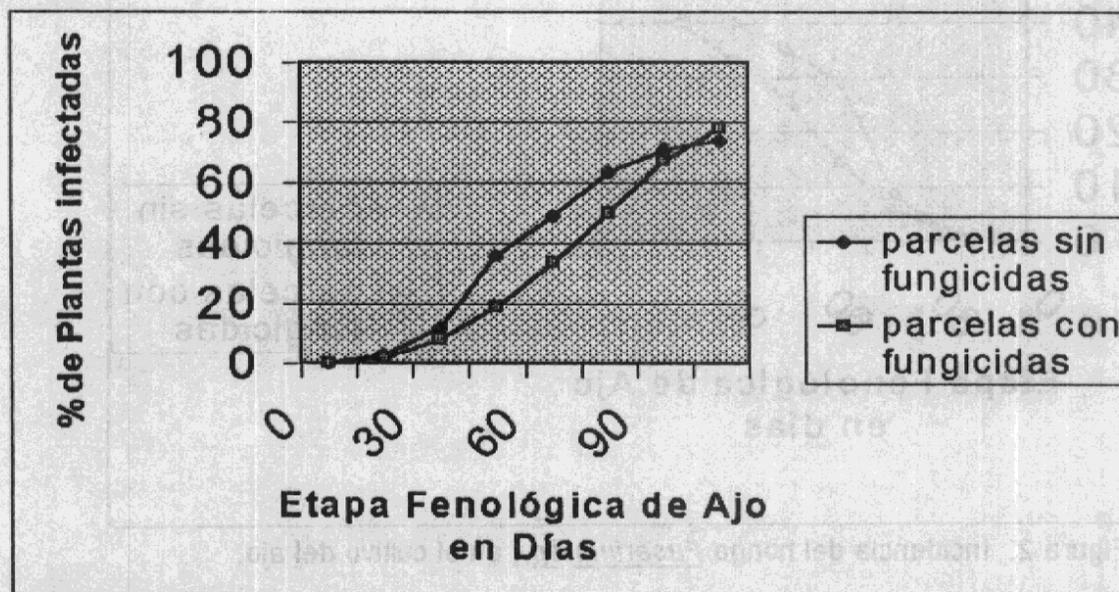


Figura 1. Comportamiento de la incidencia del hongo Rhizoctonia sp. en el cultivo del ajo.

Las parcelas en donde no se aplicaron pesticidas, como se puede apreciar el comportamiento de este hongo en la Figura 1, va ascendiendo conforme transcurre el tiempo, a los 45 días la incidencia fue de 11.65%, a los 60 días fue de 35.95% y a los 120 días la incidencia avanzó a 74.0%.

En las parcelas donde se aplicó fungicidas, como se observa en la Figura 1, la incidencia a los 45 días fue de 8.15%; a los 90 días la incidencia fue 49.75%; a los 105 días la incidencia fue de 67.1% y a los 120 días la incidencia fue de 78%.

En las parcelas donde si se aplicaron fungicidas, la incidencia de este hongo tiene un comportamiento geométrico. Quiere decir que ninguno de los productos químicos utilizados (ver Cuadro 2) controló este hongo.

## 6.2.2. INCIDENCIA DE FUSARIUM

Fusarium sp. Como se observa en la Figura 2 y los datos se encuentra en el Cuadro 3A.

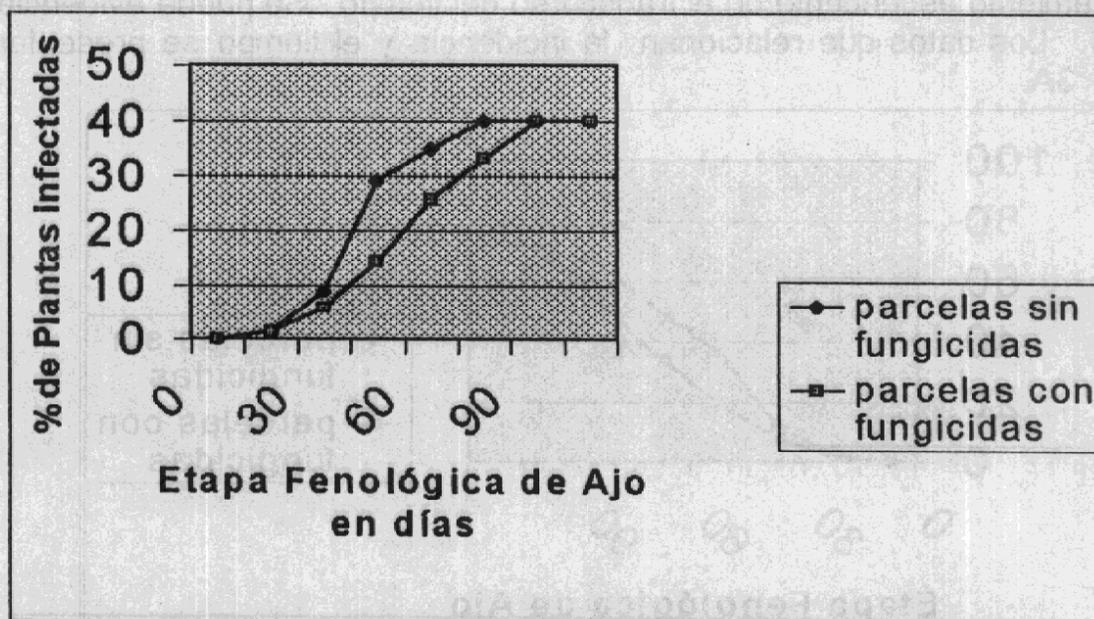


Figura 2. Incidencia del hongo Fusarium sp., en el cultivo del ajo.

La incidencia de este hongo en las parcelas sin aplicación de pesticidas, empezó a afectar a los 45 días después de la siembra con un 8.9% de incidencia; a los 90 días la incidencia fue del 40%; a los 105 días la incidencia se mantuvo en un 40% y a los 120 días la incidencia permaneció en un 40%.

En las parcelas donde se aplicaron fungicidas, el comportamiento del hongo ascendió a los 60 días con un 14.45% de incidencia; a los 90 días la incidencia fue de 33.3%; a los 105 la incidencia fue del 40%; a los 120 días la incidencia se mantuvo en un 40%.

La incidencia de este hongo, como afirma Latorre (7) se inicia en la base del bulbo y se expande en las raíces y catáfilas, causando marchitamiento en la planta. La incidencia se inicia a los 60 días después de la siembra, y a los 90 días llegó al 40% de incidencia.

### 6.2.3. INCIDENCIA DE PERONÓSPORA

Peronóspora sp. La incidencia en las parcelas sin aplicación de pesticidas ocurrió desde los 45 hasta los 120 días después de la siembra, con un inicio de 4.75%, de incidencia y llegó a un 39.05%.

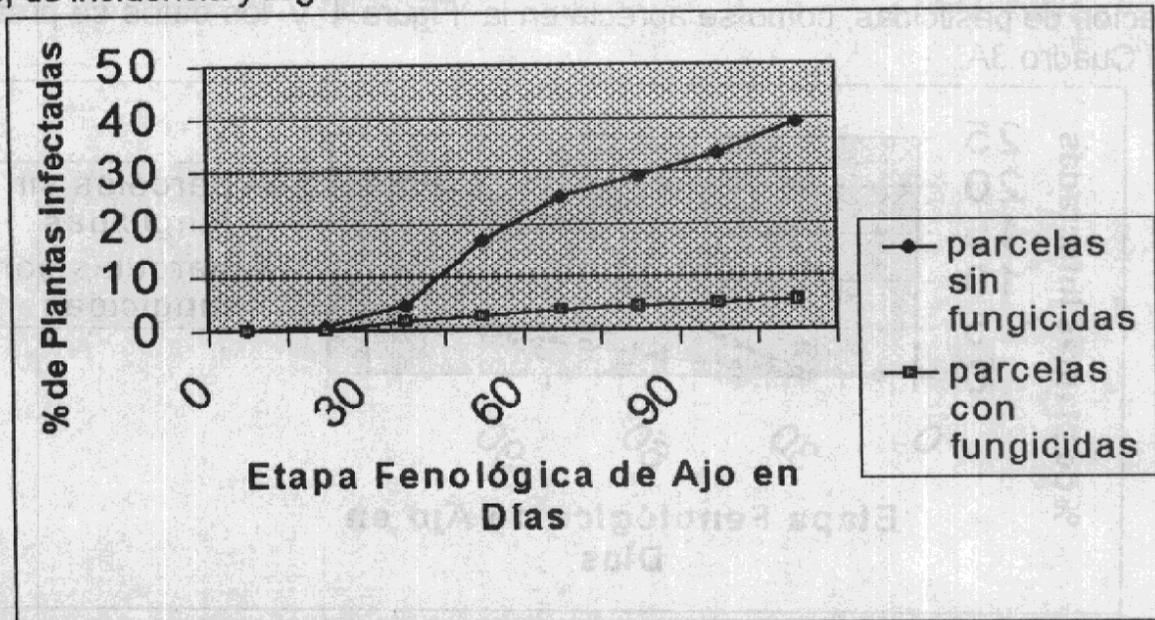


Figura 3. Incidencia del hongo Peronóspora sp. en el cultivo del ajo.

En esta temporada influyó la época seca en los meses de enero, febrero y marzo de 1999. Según Latorre (7) los factores favorables para su diseminación, condiciones ambientales relativamente frías y húmedas, la temperatura óptima para la esporulación fluctúa alrededor de los 10°C (7), las condiciones climáticas no fueron favorables para este hongo, es por ello que la incidencia fue muy baja.

Las parcelas con aplicación de pesticidas, mostraron una incidencia muy baja debido a que se utilizaron productos químicos para controlar este hongo, Iprodiona, Propineb, Cloratonil, Metalaxil, Mancozeb y Carbendazim. Según Corzo (4) para control preventivo del mildiu, se recomienda usar el Maneb y como curativo se recomienda utilizar el Clorotalonil.

Es por eso que se redujo el inoculo de los esporangios en las hojas del ajo, con una incidencia del 5.5%, como se aprecia en la Figura 3 y los datos del Cuadro 3A.

#### 6.2.4. INCIDENCIA DE ALTERNARIA

Alternaria sp. La incidencia tiene un comportamiento ascendente en las parcelas sin aplicación de pesticidas y levemente ascendente en las parcelas con aplicación de pesticidas, como se aprecia en la Figura 4 y los datos se presentan en el Cuadro 3A.

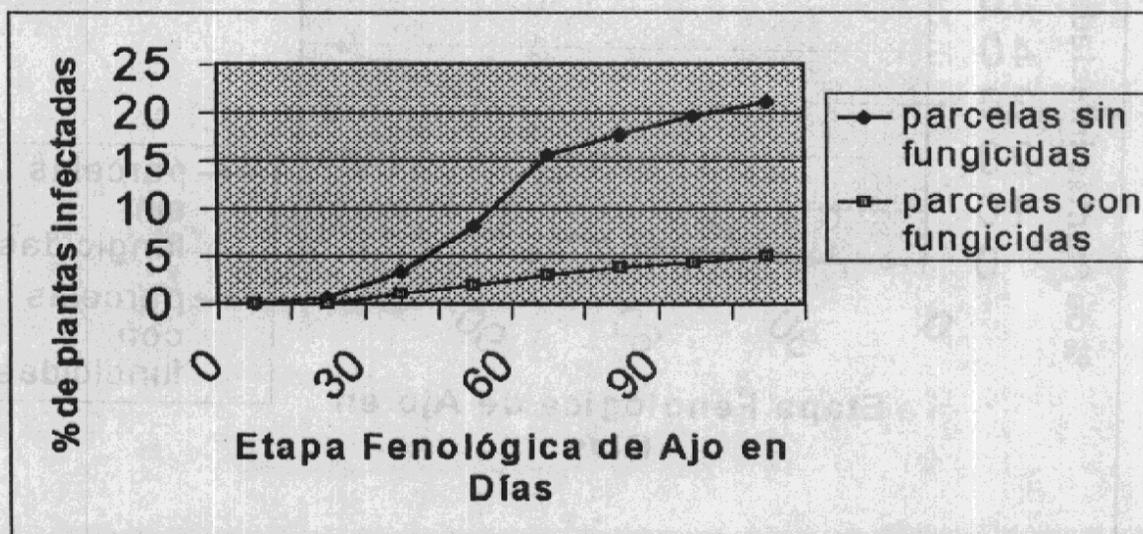


Figura 4. Comportamiento de la incidencia de Alternaria sp en las hojas del cultivo del ajo.

Las parcelas sin pesticidas a los 45 días después de la siembra presentaron una incidencia de 3.25%, a los 90 días la incidencia fue de 17.70%, a los 120 días la incidencia fue de 21.55%. La incidencia de este hongo fue bastante baja. Según Rodríguez (11) la temperatura óptima para la germinación del conidio es de 27°C, con una humedad relativa del 90%, o sea están favorecidas por los cambios de temperaturas máximos y mínimos para que ocurra la esporulación.

En las parcelas con aplicación de pesticidas no apareció alternaria antes de los 90 días. La incidencia del hongo a los 90 días fue de 3.75% y a los 120 días la incidencia fue de 5.0%. En todo el ciclo del cultivo causó un 5.0% de incidencia ya que los productos químicos utilizados (fungicidas), minimizaron el inóculo de los conidios en las hojas del ajo. Según Corzo (4) para el control preventivo de la mancha púrpura Alternaria sp, se utiliza el fungicida Iprodiona (Rovral) a razón de 1.1 kg/ha. Para el control curativo se utiliza el fungicida Clorotalonil (Bravo, Daconil), con una dosis de 3.4 kg/ha.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Los géneros de hongos fitopatógenos que afectan el cultivo de ajo (Allium sativum L.), en aguacatán son: Rhizoctonia sp., Fusarium sp., Peronospora sp., y Alternaria sp.
- 7.2 Para los géneros de hongos del suelo, Rhizoctonia sp y Fusarium sp., la incidencia inicia en la fase de plántula, se generaliza en la fase vegetativa y en la fase de maduración del bulbo. Causa pudriciones en las raíces y bulbos.
- 7.3 El hongo Peronospora sp. inicia su aparición en la fase vegetativa, como lesiones foliares de forma oval. Sobre las hojas aparece un moho gris, al desecarlo adquiere una coloración beige claro.
- 7.4 El hongo Alternaria sp., empieza a afectar la planta en la fase vegetativa, apareciendo unas pequeñas manchas acuosas de un moho de color marrón. En la fase de maduración del bulbo se forman lesiones ovales en las hojas produciendo necrosis.
- 7.5 La incidencia de los géneros de hongos determinados en las parcelas sin aplicación de pesticidas fueron: Rhizoctonia sp., con 74%, Fusarium sp., tuvo una incidencia del 40%, El hongo Peronospora sp que tuvo 39.05%, finalmente el hongo Alternaria sp. con 21.15%.
- 7.6 La incidencia de los géneros de hongos en las parcelas donde se aplicaron fungicidas es la siguiente: Rhizoctonia sp. 78%, Fusarium sp. 40%, El hongo Peronospora sp. tuvo 5.50%, finalmente el hongo Alternaria sp. que tuvo 5.0%.

## 8. RECOMENDACIONES

- 8.1. Evaluar planes de manejo para Rhizoctonia sp y Fusarium sp, ya que son los principales causantes de la pudrición del bulbo en el ajo (Allium sativum L.) en las comunidades de Aguacatán, Huehuetenango.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G. N. 1985. Fitopatología. México, Limusa. 756 p.
2. AINSWORTH, G. 1971. Dictionary of the fungi. Great Britain, Cambrian News Publishing Ltd. Aberystwyth. 663 p.
3. BARNETT, H.; HUNTER, B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, EE. UU., Burgess Publishing Company. 241 p.
4. CORZO, J. 1995. Ajo; guía de producción manejo post cosecha mercadeo. Guatemala, Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales, Programa de Investigación Agrícola. 36 p.
5. ELLIS, M. 1976. Dematiaceus hiphomycetes. Great Britain, Cambrian News Publishing Ltd. Aberystwyth. 507 p.
6. FUNDACION CENTROAMERICANO DE DESARROLLO (Gua), 1995. Diagnóstico del municipio de Aguacatán, Huehuetenango. Guatemala. 43 P.
7. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE DIVULGACION AGRÍCOLA. 1983. Cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) Guatemala. 12 p.
8. LATORRE, A. B. 1990. Plagas de las hortalizas; Manual de manejo integrado. Santiago de Chile, Chile, s.n. p. 17 - 58.
9. MAROTO BORREGO, J. V. 1995. Enfermedades de las hortalizas. 3 ed. México, Mundi-Prensa. 576 p.
10. RICHARD, H. 1990. Illustrated genera of ascomycetes. Minnesota, EE. UU., The American Phytopathological society. 263 p.
11. RODRIGUEZ QUEZADA, E. R. 1998. Los hongos fitopatógenos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p

12. SANTIAGO DE LEÓN, M. 1986. Diagnóstico de la producción y comercialización de ajo (*Allium sativum* L.), en el municipio de Aguacatán, Huehuetenango. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p
13. SIMMONS, C. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
14. URIZAR CARRASCOZA, H. 1996. Diagnóstico de la tecnología agrícola aldea La Barranca, Aguacatán, Huehuetenango. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
15. \_\_\_\_\_ 1998. Evaluación del solarizado, el carbofuran y su combinación, para el control de nematodos fitoparásitos asociados al ajo (*Allium sativum* L.) en La Barranca, Aguacatán, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
16. VILLATORO PALACIOS, W. A. 1990. Evaluación de la tolerancia de tres variedades de ajo (*Allium sativum* L.) y de los controles físicos, químicos y agronómicos como alternativas para el manejo de (*Ditylenchus dipsaci*). Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente. 94 p.



v. B.

Javier De La Roca

## 10. ANEXO

CUADRO 3A. Incidencia de hongos con respecto al tiempo en días Asociados al cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Aguacatán 98/99.

PARCELAS	GÉNEROS DE HONGOS	MUESTREOS /DIAS							
		15	30	45	60	75	90	105	120
Parcelas sin fungicidas	Rhizoctonia sp	0	2.75	11.65	35.95	48.65	63.3	71.25	74
	Fusarium sp	0	1.8	8.9	29.1	35	40	40	40
	Peronospora sp	0	0.6	4.75	16.95	25.15	28.9	33.35	39.05
	Alternaria sp	0	0.7	3.25	8.15	15.5	17.7	19.55	21.15
Parcelas con fungicidas	Rhizoctonia sp	0	1.9	8.15	18.9	33.4	49.75	67.1	78
	Fusarium sp	0	1.4	5.7	14.45	25.8	33.3	40	40
	Peronospora sp	0	0	1.5	2.5	3.75	4.25	5	5.5
	Alternaria sp	0	0	1	2	3	3.75	4.25	5

Fuente: Datos de campo obtenidos en la presente investigación 1999

## A1. BOLETAS DE CAMPO PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre de la persona que tomo la muestra: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_ No. de Muestra: \_\_\_\_\_

Número de muestreo: \_\_\_\_\_ Etapa del cultivo del ajo: \_\_\_\_\_

## 1. CONDICIONES DEL SUELO

Textura: \_\_\_\_\_ Estructura: \_\_\_\_\_ Coloración: \_\_\_\_\_

Grado de humedad: \_\_\_\_\_

## 2. UBICACIÓN DE FUENTES DE AGUA:

Tomas de tierra: \_\_\_\_\_ Riego por aspersión: \_\_\_\_\_ Por inundación \_\_\_\_\_

Viene de otras parcelas: \_\_\_\_\_ De ríos: \_\_\_\_\_ otras \_\_\_\_\_

## 3. TIPO DE VEGETACION CIRCUNDANTE:

Malezas: \_\_\_\_\_

Cultivos asociados: \_\_\_\_\_

Arboles forestales: \_\_\_\_\_

## 4. TOPOGRAFÍA

Uniforme: \_\_\_\_\_ % de pendiente \_\_\_\_\_

## 5. ESTADO DEL CULTIVO DEL AJO

Tamaño: \_\_\_\_\_ Color: \_\_\_\_\_ Textura: \_\_\_\_\_

Consistencia: \_\_\_\_\_ Manchas: \_\_\_\_\_ Pudriciones: \_\_\_\_\_

Marchitez: \_\_\_\_\_ Deformaciones: \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

## 6. ASPECTO GENERAL DE LA PLANTACIÓN

Manchas localizadas: \_\_\_\_\_ Forma de distribución de los parches \_\_\_\_\_

Síntomatología uniforme en toda la plantación: \_\_\_\_\_

El cultivo se observa sano: \_\_\_\_\_

## 7. ESTADO DE DESARROLLO DEL CULTIVO

Cabeza formada: \_\_\_\_\_ No. de hojas: \_\_\_\_\_

## 8. DE TODOS LOS SINTOMAS CUAL PREDOMINA

Orden de importancia de los síntomas en base la proporción de áreas que ocupan en el cultivo \_\_\_\_\_

## 9. OTRAS OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

## A2. BOLETA DE LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

## BOLETA DE LABORATORIO

Nombre de la persona que determinó la muestra: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Número de muestra: \_\_\_\_\_ No. de Muestreo: \_\_\_\_\_

Etapa del cultivo del ajo: \_\_\_\_\_

1. Síntomas de la enfermedad visible: \_\_\_\_\_

2. Presenta signos visibles: \_\_\_\_\_ Describalos: \_\_\_\_\_

3. Posible agente causal:

4. Tratamientos dados a la muestra

5. Descripción de observaciones al microscopio: \_\_\_\_\_

6. Montaje: \_\_\_\_\_ Raspado: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

7. Resultados: \_\_\_\_\_

8. Observaciones generales: \_\_\_\_\_

9. Responsable: \_\_\_\_\_

10. Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

11. Al dorso para esquemas: \_\_\_\_\_



Ref. Sem.033-2000

FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE HONGOS FITOPATOGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL AJO (Allium sativum L.), EN LA ALDEA LA BARRANCA, AGUACATAN, HUEHUETENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JUAN FRANCISCO US CONTRERAS

CARNET No: 9114287

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. José H. Calderón Díaz  
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez  
Ing. Agr. Guillermo A. Soria Cabrera  
Ing. Agr. William Escobar

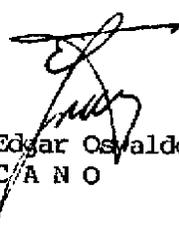
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

~~Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez Valenzuela~~  
A S E S O R

  
Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera  
D E C A N O



cc:Control Académico  
IIA.  
Archivo  
AO/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>