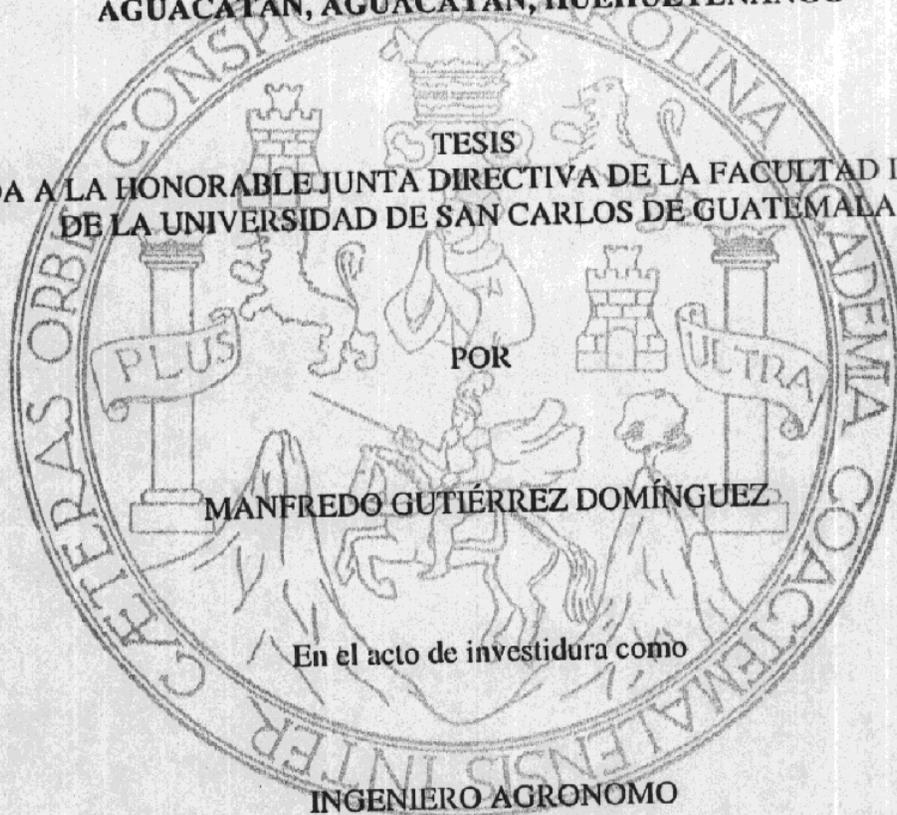


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**DIAGNÓSTICO DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS
FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL AJO
(Allium sativum L.) EN EL CANTÓN
AGUACATÁN, AGUACATÁN, HUEHUETENANGO**

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



TESIS

POR

MANFREDO GUTIÉRREZ DOMÍNGUEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, octubre del 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Prof.	Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO	Br.	José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO	Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, octubre del 2,000

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

Distinguidos miembros:

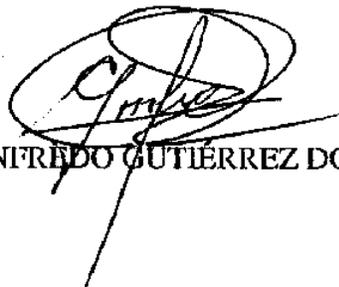
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**DIAGNÓSTICO DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS
FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL AJO
(Allium sativum L.) EN EL CANTÓN
AGUACAFÁN, AGUACATÁN, HUEHUETENANGO**

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

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,



MANFREDO GUTIÉRREZ DOMÍNGUEZ

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por guiarme en alcanzar mis metas.

MIS PADRES:

Cecilio Gutiérrez (†) y Guadalupe Domínguez (†), en agradecimiento a la educación y los principios inculcados.

MIS HERMANOS:

Julio, Arnoldo, Marta y muy especialmente a José Luis, Elvia, Lidia Consuelo y Norma, por el apoyo que me brindaron en todo momento.

MIS SOBRINOS:

Mynor Cecilio, Rony José, David Arnoldo, José Fabián, Ramiro Vinicio, Luis Manfredo, Meyvi Guadalupe, Miriam Vanessa, Nelly Guadalupe, Miriam Argentina y Marta Guadalupe.

MIS CUÑADOS:

David René, Yolanda, Miriam y Ramiro.

MIS AMIGOS:

En general.

TESIS QUE DEDICO

A:

**Guatemala
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía**

AGRADECIMIENTOS

A:

- Mis asesores **Ing. Agr. Adalberto Rodríguez e Ing. Agr. Edil Rodríguez** por su apoyo incondicional en la realización de la presente investigación.
- **Cooperativa Hábitat para la Humanidad**, y en especial a los señores **Aurelio Gómez y Jacinto Rodríguez**, por el apoyo que me brindaron en el final de mi carrera estudiantil.
- **Agricultores del Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.**

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 MARCO CONCEPTUAL	5
3.1.1 CULTIVO DEL AJO	5
A. ORIGEN	5
B. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	5
C. ZONAS DE CULTIVO EN GUATEMALA	5
D. ÉPOCA DE SIEMBRA	6
E. DISTANCIAS DE SIEMBRA	6
3.1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS NEMATODOS	6
A. CICLO VITAL	7
B. DISTRIBUCIÓN DE LOS NEMATODOS EN EL SUELO	7
C. NUTRICIÓN DE LOS NEMATODOS	7
D. SUPERVIVENCIA DE LOS NEMATODOS EN CONDICIONES DESFAVORABLES	8
3.1.3 POBLACIÓN DE NEMATODOS	8
3.1.4 FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO Y REPRODUCCIÓN DE LOS NEMATODOS	9
A. TEMPERATURA DEL SUELO	9
B. HUMEDAD DEL SUELO	9
C. TIPO DE SUELO	9
D. PLANTAS HOSPEDERAS	10

E.	PRÁCTICAS CULTURALES	10
F.	EL AMBIENTE DE LA PLANTA	10
G.	LA RIZOSFERA	11
3.1.5	SINTOMAS CAUSADOS POR LOS NEMATODOS	11
3.1.6	RELACIÓN ENTRE NEMÁTODOS ENTRE NEMÁTODOS FITOPARASÍTICOS Y OTROS PATÓGENOS	11
3.1.7	DINÁMICA DE POBLACIONES	13
3.1.8	MEDIOS DE DISEMINACIÓN	14
A.	EL SUELO Y EL TEJIDO DE LA PLANTA	14
B.	MAQUINARIA, RECIPIENTES QUE SE USAN VARIAS VECES Y FERTILIZANTES	14
C.	ANIMALES	14
3.1.9	PREVENCIÓN DE LA DISEMINACIÓN	14
3.1.10	NEMATODOS QUE ATACAN AL AJO	15
A.	NEMATODOS DEL NUDO DE LA RAÍZ: <i>Meloidogyne sp.</i>	15
B.	NEMATODO LESIONADOR: <i>Pratylenchus sp.</i>	15
C.	NEMATODO DEL BULBO Y DEL TALLO: <i>Ditylenchus sp.</i>	16
D.	NEMATODO ESPIRAL: <i>Helicotylenchus sp.</i>	16
3.2	MARCO REFERENCIAL	16
3.2.1	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	16
4.	OBJETIVOS	18
4.1	GENERAL	18
4.2	ESPECÍFICOS	18
5.	HIPÓTESIS	19
5.1	HIPÓTESIS DESCRIPTIVA	19
5.2	HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	19
6.	METODOLOGÍA	20
6.1	ÁREA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	20

6.2	METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
6.3	MUESTREOS	20
6.3.1	DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO	20
A.	MUESTREOS	21
B.	NÚMERO DE MUESTRAS	21
C.	PRESIÓN DE MUESTREO	21
D.	OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS	21
6.4	EXTRACCIÓN DE NEMATODOS	22
6.5	IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE NEMATODOS	22
6.6	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	22
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1	POBLACIÓN DE NEMATODOS EN EL SUELO CON AJO DE LAS PARCELAS REPORTADAS CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE NEMATODOS POR PARTE DE LOS AGRICULTORES DEL CANTÓN AGUACATÁN	23
7.1.1	POBLACIÓN TOTAL DE NEMATODOS	23
A.	FLUCTUACIÓN DE LA POBLACIÓN NEMATODOS DESDE ANTES DE LA SIEMBRA HASTA LOS 120 DIAS DESPÙES DE CULTIVADO EL AJO	23
B.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN TOTAL DE NEMATODOS	24
7.1.2	POBLACIÓN DE NEMATODOS SEGÙN SU GÉNERO	25
A.	GÉNERO DE NEMATODOS <i>Helicotylenchus</i> sp.	25
a.	Fluctuación de la Población de Nematodos desde antes de la siembra hasta los 120 días después de cultivado el Ajo	26
b.	Análisis estadístico de la población de nematodos	27
B.	GÉNERO DE NEMATODOS <i>Pratylenchus</i> sp.	28

a.	Fluctuación de la Población de Nematodos desde antes de la siembra hasta los 120 días después de cultivado el Ajo	28
b.	Análisis estadístico de la población de nematodos	29
C.	GÉNERO DE NEMATODOS <i>Tylenchorhynchus</i> sp.	30
a.	Fluctuación de la Población de Nematodos desde antes de la siembra hasta los 120 días después de cultivado el Ajo	30
b.	Análisis estadístico de la población de Nematodos	32
D.	GÉNERO DE NEMATODOS <i>Meloidogyne</i> sp.	33
a.	Fluctuación de la Población de Nematodos desde antes de la siembra hasta los 120 días después de cultivado el Ajo	33
b.	Análisis estadístico de la población de nemátodos	34
7.1.3	ANÁLISIS INTEGRADO DE LOS 4 GÉNEROS DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS DE SUELO	35
7.2	POBLACIÓN DE NEMÁTODOS EN MATERIAL VEGETAL DE AJO (RAÍCES)	36
7.3	RENDIMIENTO DE AJO EN KG/HA	37
7.3.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO DE AJO EN KG/HA	38
8.	CONCLUSIONES	40
9.	RECOMENDACIONES	41
10.	BIBLIOGRAFIA	42
11.	ANEXOS	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 7.1	Gráfica del comportamiento de la población total de nematodos en el suelo de las parcelas reportadas con nematodos (PRCN) y las parcelas reportadas sin nemátodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.	23
Figura 7.2	Gráfica mostrando las regiones de aceptación y rechazo para la hipótesis nula planteada sobre la población total de nematodos en 300 ml de suelo	24
Figura 7.3	Gráfica del comportamiento de la población del nematodo <i>Helicotylenchus sp.</i> en el suelo de las parcelas reportadas con nemátodos (PRCN) y las parcelas reportadas sin nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.	26
Figura 7.4	Gráfica mostrando las regiones de aceptación y rechazo para la hipótesis nula planteada sobre la población total de nematodos del género <i>Helicotylenchus sp.</i> en 300 ml de suelo	27
Figura 7.5	Gráfica del comportamiento de la población del nematodo <i>Pratylenchus sp.</i> en el suelo de las parcelas reportadas con nemátodos (PRCN) y las parcelas reportadas sin nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.	28
Figura 7.6	Gráfica mostrando las regiones de aceptación y rechazo para la hipótesis nula planteada sobre la población total de nematodos del género <i>Pratylenchus sp.</i> en 300 ml de suelo	29
Figura 7.7	Gráfica del comportamiento de la población del nematodo <i>Tylenchorhynchus sp.</i> en el suelo de las parcelas reportadas con nemátodos (PRCN) y las parcelas reportadas sin nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.	30
Figura 7.8	Gráfica mostrando las regiones de aceptación y rechazo para la hipótesis nula planteada sobre la población total de nematodos del género <i>Tylenchorhynchus sp.</i> en 300 ml de suelo	32

- Figura 7.9** Gráfica del comportamiento de la población del nematodo **Meloidogyne sp.** en el suelo de las parcelas reportadas con nemátodos (PRCN) y las parcelas reportadas sin nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango. 33
- Figura 7.10** Gráfica mostrando las regiones de aceptación y rechazo para la hipótesis nula planteada sobre la población total de nematodos, del género **Meloidogyne sp.** en 300 ml de suelo 35
- Figura 7.11** Rendimiento de ajo en kilogramos por hectárea obtenido en cada una de las 5 parcelas reportadas con presencia de nematodos (PRCN) y sin presencia de nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango. 37
- Figura 7.12** Gráfica mostrando las regiones de aceptación y rechazo para la hipótesis alternativa planteada sobre el rendimiento de ajo en kg/ha en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango. 38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 7.1	Población de nematodos por género encontrado en las parcelas reportadas con presencia de nematodos y sin presencia de nemátodos en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.	36
-------------------	--	-----------

**DIAGNOSIS OF THE PRESENCE OF PLANT-PARASITIC NEMATODES
ASSOCIATE TO THE GARLIC (Allium sativum L.)
IN THE CANTÓN AGUACATÁN, AGUACATÁN, HUEHUETENANGO**

**DIAGNÓSTICO DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS
FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL AJO
(Allium sativum L.) EN EL CANTÓN
AGUACATÁN, AGUACATÁN, HUEHUETENANGO**

RESUMEN

En el municipio de Aguacatán, del Departamento de Huehuetenango, se hace necesaria la investigación de las causas que están afectando el cultivo del ajo, que es uno de los principales cultivos de esa región, causando una baja en el rendimiento. Entre las posibles causas que pueden estar causando este problema se encuentran los nemátodos, hongos y otras plagas.

Dentro de estos aspectos se realizó en esta investigación un diagnóstico para determinar la existencia o no de nematodos fitoparásitos asociados a éste cultivo.

El estudio se llevo a cabo en el período de noviembre a marzo que es el período de siembra en la región del Cantón Aguacatán, del municipio de Aguacatán.

Para la ubicación de los puntos de muestreo se realizó una encuesta entre los agricultores de este cantón para poder detectar 5 parcelas que según estos agricultores estuvieron afectados por los nematodos y también la ubicación de 5 parcelas que estuvieron libres de esta plaga, según el criterio de los agricultores basados en los rendimientos de ajo que obtuvieron en la temporada anterior de cultivo.

Se realizaron 5 muestreos de suelo a intervalos de 30 días cada uno y 3 muestreos de raíces de plantas de ajo. Al final se pesó el ajo proveniente de cada una de las parcelas bajo estudio.

Finalmente se concluye que los nematodos que se encuentran en el suelo de las 10 parcelas, no así causando daño en las raíces de ajo son: *Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp. y *Meloidogyne* sp., y que los diferentes rendimientos medios obtenidos en ambos tipos de parcelas (parcelas reportadas sin presencia de nematodos = 9,848.60 Kg/Ha;

parcelas reportadas con presencia de nematodos = 7,426.62 Kg/Ha) no se debe a la presencia de nemátodos si no a otros factores que vale la pena investigar a fin de encontrar el factor limitante en el rendimiento de ajo en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

1. INTRODUCCION

Guatemala constituye un país con una economía de corte fundamentalmente agrícola, cuya práctica se realiza generalmente mediante métodos empíricos y tradicionales, no obstante representa la mayor fuente de ingresos de la mayoría de su población.

En ese contexto, Aguacatán municipio del Departamento de Huehuetenango no escapa a tal consideración; la explotación del recurso tierra bajo el sistema de parcelas, representa su modus vivendi, no desestimando otras actividades complementarias, las comerciales por ejemplo, que resultan siendo un rubro subsecuente al ejercicio eminentemente agrícola.

La producción de hortalizas es la actividad más importante del sistema económico del municipio (98%), y particularmente dentro de ellos, el ajo y la cebolla son los cultivos que logran un relevante grado de importancia alcanzado un 74% en las diferentes zonas productivas que conforman su estructura política y administrativa (5).

El cultivo del ajo, durante su desarrollo, confronta toda una diversidad de problemas, que lo hacen susceptible a múltiples enfermedades, producidas estas principalmente por hongos y nematodos. Es convicción generalizada en los moradores del municipio, que las condiciones adversas al cultivo son una consecuencia de la presencia de nematodos ya sea porque su ataque se produzca en forma individual o asociado con otros patógenos como hongos y/o virus.

Tal concepción ha generado una natural preocupación en los que se dedican a su cultivo y a manera de reacción se han experimentado diferentes métodos de control como el empleo de nematicidas principalmente, y algunas prácticas culturales que no ha producido efectivos resultados por cuanto su aplicación se ha hecho sobre la base del poco conocimiento técnico y dentro de lo mismo por no establecer aún el principio real de la causa generadora del problema que consecuentemente brinde los elementos lógicos a instancias de implementar controles específicos.

El objetivo primordial de la presente investigación, fue el de realizar un diagnóstico que nos permita de manera técnica y sistemática establecer la presencia de nemátodos fitopatógenos asociados al cultivo del ajo, incidencias e importancia en su rendimiento haciendo uso de la técnica de obtención de muestras representativas en parcelas afectadas y no afectadas que finalmente a través de un

proceso comparativo nos lleve a establecer diferencias sintomatológicas y de rendimiento.

Dentro de los resultados más importantes obtenidos en esta investigación, esta la presencia de 4 géneros de nematodos fitopatógenos que podrían causarle algún daño a las plantas de ajo, los cuales son: *Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., pero que sin embargo en el presente ensayo no se encontraron causando daño a las raíces tal como lo demuestra los análisis perceptivos y cuantitativos por lo que la merma en el rendimiento no se debe a estos fitoparásitos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Aguacatán en el departamento de Huehuetenango, es particularmente especial por cuanto su economía local, depende fundamentalmente del cultivo del ajo (Allium sativum L.). En tal virtud, su condición de productor monocultivista lo convierte especialmente susceptible a los fenómenos que en determinado momento pudieran generar altibajos en la producción del citado producto.

Tal caracterización demuestra graves consecuencias cuando su producción decrece ya sea cuantitativamente, cualitativamente o ambas a la vez, ya que es de suponer que si el cultivo del ajo es el predominante en la región, las deficiencias en alguna de las fases de su producción se harán sentir fundamentalmente en la economía familiar y sucesivamente en los demás aspectos socioeconómicos del lugar.

La práctica tradicional de su cultivo, la falta de conocimiento técnico y otros factores propios de quienes se dedican a cultivarlo, han generado la teoría de que las causas de una deficiente producción estriban esencialmente en la presencia de nematodos en el suelo que lo atacan de manera directa o que paralelamente éstos -los nematodos- constituyen vías de acceso a otro tipo de orden patológico que también lo afectan.

Al interno del municipio, es el cantón "Aguacatán" el que de manera muy sensible presenta problemas de tal naturaleza; se experimentan efectos de una producción mermada en calidad y cantidad, ya que la producción que en años anteriores alcanzaba un promedio de 11 qq por cuerda (0.044 hectáreas) se ha reducido a la recolección de 7 a 8.5 qq por cuerda, esto según información de los productores de ajo del cantón Aguacatán. A pesar de lo expuesto anteriormente, no existe un estudio que tienda a brindar los elementos necesarios para arribar a un diagnóstico en correspondencia con la realidad y confirme efectivamente que la presencia de ésta plaga sea la causa de los problemas mencionados.

La creencia de la presencia de nematodos, hace que los agricultores efectúen controles en forma individual los cuales por su naturaleza misma, van a ser poco o en el peor de los casos, nada efectivos.

Todo lo expuesto anteriormente, es razón suficiente para llevar a cabo la realización de un estudio que con caracteres de certeza, determine la presencia o ausencia de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo lo que por añadidura nos revelará su grado de importancia y las incidencias generales en su proceso de producción, para posteriormente propiciar la implementación de nematodos de control que

en una primera intención optimice resultados en la producción del ajo y como consecuencia de la misma, una mejoría en la calidad de vida de quienes hacen del cultivo del ajo su manera de vivir.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 CULTIVO DEL AJO (Allium sativum L.)

A. ORIGEN:

El ajo es originario de Kirqz, Siberia y Zungaria, región desértica de china occidental. A América Central y a América del Norte se introdujo después de la conquista y a la América del norte lo introdujeron los colonos franceses a la región de Nueva Orleans (6).

B. DESCRIPCION DE LA PLANTA.

Pertenece a la familia de las liliáceas. Tiene bulbo subterráneo que esta formado por 5 a 15 bulbitos 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 (6).

El tallo alcanza una altura de 0.40 a 0.60 metros y termina en una inflorescencia umbiliforme, con flores hermafroditas que salen de dos brácteas membranosas que las envuelven (6).

Pétalos y estambres son en número de seis con un solo pistilo y un solo estilo. El ovario es súpero con tres cavidades y placentación axial. Las hojas envainadoras, canaliculadas al centro y amplias según la variedad tienen los bordes rizados (6).

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 magnifica calidad industrial y tienen regular demanda en el mercado cuando están frescos debido principalmente al tamaño y abundante número de dientes. (6)

C. ZONAS DE CULTIVO EN GUATEMALA

En Guatemala el ajo se cultiva principalmente en los municipios de Aguacatán y Chiantla del departamento de Huehuetenango y Sacapulas del departamento de el Quiché. En pequeña escala se planta en algunos municipios de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá y Guatemala (6).

D. EPOCA DE SIEMBRA

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 (6).

E. DISTANCIAS 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 (6).

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 (6).

3.1.2 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS NEMATODOS

Los nemátodos son gusanos redondos que son simétricos bilateralmente, casi de tamaño microscópico; aunque complejos en su organización, poseen todos los sistemas fisiológicos principales de los animales superiores, excepto el circulatorio y respiratorio. Las especies parásitas del hombre y animales superiores varían en longitud de 2 a 300 cm. Las especies parásitas de plantas son pequeñas; su longitud varía de 0,5 a 3 mm. Y su anchura de 0.01 a 0.5 mm. Casi todos son cilíndricos y delgados, adelgazándose hacia la cabeza y la cola, aunque las hembras de algunas especies parásitas de plantas tienen formas variadas, como de pera, limón o riñón. En general, los nemátodos que viven en el suelo son semitransparentes (7).

El cuerpo de un nemátodo carece de segmentos internos y está cubierto de una cutícula de múltiples capas, la cual tiene varias marcas superficiales. Los nemátodos poseen dos tipos de músculos: los somáticos y los músculos especializados. Los primeros se presentan en forma de capa, con células longitudinales, situados debajo de la hipodermis. Los especializados están conectados con el estilete, el esófago y órganos de reproducción (7).

El sistema excretorio se abre al exterior por un poro situado ventralmente, mas o menos al nivel del anillo nerval. El sistema digestivos tubular y esta dividido en tres principales regiones: esófago, intestino y recto (7).

Las formas parasitarias de las plantas poseen un estilete, el cual en general esta hueco y se usa para penetrar y alimentarse de las células de las plantas. La mayoría de los nematodos son miembros del orden Tylenchida, un grupo caracterizado por un esófago formado por tres partes. En la mayoría de las especies de dicho orden, la región esofagica esta situada detrás del estilete, esta es delgada y la región media es más gruesa (7).

A. CICLO VITAL

No existe una verdadera metamorfosis en los nematodos. Los jóvenes son más pequeños, aunque en general en otros aspectos se parecen a los adultos, y podría llamárseles correctamente juveniles. Sin embargo, el termino larva esta definido, debido a su uso normal en la literatura nematológica (7).

B. DISTRIBUCION DE LOS NEMATODOS EN EL SUELO

Las enfermedades causadas por nematodos se puede encontrar en todos los países y regiones donde se han llevado a cabo investigaciones nemátologicas. Es difícil encontrar datos para lograr deducir el origen de las diversas plagas de nemátodos de importancia económica (7).

La distribución de los nematodos en el plano vertical de un terreno cultivado es generalmente irregular, pero esta fuertemente ligada a la distribución de las raíces de las plantas y a la profundidad de las labores. Los nemátodos están concentrados principalmente en la zona arable, que puede variar de 0 a 25/50 cm. de profundidad, según material utilizado en la labranza y tipo de planta cultivada. La información actual sobre la profundidad máxima es muy limitada. Solo podemos decir que se han encontrado nemátodos de agallas o de nudo a 5 metros de profundidad en raíces de viña y nematodos en cítricos a unos 2 metros de profundidad (10).

C. NUTRICION DE LOS NEMATODOS

Nielsen (1949) propuso clasificar los nematodos en tres categorías ecológicas:

1. Especies que necesitan alimento líquido (contenidos celulares o jugos vegetales por perforación de las raíces o de las paredes celulares): Tylenchida y Dorylaimoidea;
2. Especies que necesitan partículas de alimento (bacterias y pequeñas algas): la mayoría de los nemátodos de vida libre exceptuando los que pertenecen a los grupos 1 y 3);

3. Especies que se alimentan de otros organismos relativamente grandes.

A esta clasificación se le añadió una cuarta categoría que comprende organismos cuyas preferencias alimenticias son desconocidas (*Monhystera* y *Prismatolaimus*).

A pesar de no haber publicado muchos estudios, la alimentación de los nematodos ha recibido mucha atención durante los últimos años. Banage (1963) propone una clasificación en 1. Fitoparasitos, 2. Devoradores de microbios, 3. Individuos que consumen alimentos diversos y 4, depredadores (2).

D. SUPERVIVENCIA DE LOS NEMATODOS EN CONDICIONES DESFAVORABLES

Muchos de los nematodos fitoparasitos pueden sobrevivir por más de un año en el suelo en ausencia de su planta hospedera.

Durante este periodo su actividad se detiene y su metabolismo es muy bajo. Este periodo puede ser más o menos largo y esta limitado por las reservas alimenticias que posea el nematodo y las condiciones del ambiente en que se encuentra. Los nematodos sobreviven más tiempo a bajas temperaturas que a las altas temperaturas (10).

Algunos nematodos, cuando las condiciones les son desfavorables, pueden pasar al estado de vida latente y sobrevivir por más de 20 años, hasta que las condiciones desfavorables desaparezcan y pasan de nuevo a vida activa (10).

3.1.3 POBLACION DE NEMATODOS

En suelos agrícolas, el limite superior de la población para cualquier especie de nematodos parásita de plantas depende de su potencia reproductora, de la especie de la planta huésped y de la duración del periodo en que el nemátodo permanece en medio ambiente favorable para la reproducción. En general, la potencia de reproducción de los endoparasitos especializados y de parásitos superficiales, es mayor que el de muchos ectoparasitos (7).

La importancia del nemátodo como parásito de una planta depende en gran parte, de si el limite de la población excede o no el nivel al cual los perjuicios económicos se presentan en dicha planta (7).

Las fluctuaciones en las poblaciones de nemátodos ocurre a lo largo del año, sobre todo cuando se trata de cultivos anuales. Generalmente el número de nemátodos aumenta a las pocas semanas de la germinación de la planta huésped, llegando a las cifras máximas cuando mayor y más vigoroso es el desarrollo de las raíces. Cuando el desarrollo de las raíces disminuye o se para, la población de nematodos disminuye (10).

3.1.4 FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO Y REPRODUCCION DE LOS NEMATODOS

A. TEMPERATURA DEL SUELO

El suelo actúa como una incubadora. Dentro de los límites ideales de temperatura la reproducción, movimiento y desarrollo se efectúan en las condiciones óptimas; fuera de estos límites se reducen o se detienen pudiendo llegar a producir la muerte, además de la influencia que tiene la temperatura del suelo sobre las plantas hospederas. Los límites dentro de los cuales se producen las condiciones óptimas son de 15 °C a 30 °C. fuera de estos extremos y por debajo de 10 °C o por encima de los 40 °C., los nemátodos son inactivos o llegan a morir (10).

B. HUMEDAD DEL SUELO

Cuando el contenido de agua en el suelo se limita a una película envolviendo a la partícula del suelo, es cuando se producen las mejores condiciones de humedad para la vida de los nematodos. La sequía excesiva puede frenar o incluso matar al nemátodo. Igual ocurre con el encharcamiento prolongado, que por falta de oxígeno en el suelo afecta igualmente al nemátodo. Probablemente el contenido de humedad óptimo está entre el 40 y el 80 % de la capacidad de retención del suelo (10).

C. TIPO DE SUELO

Es obvio que la actividad de los nematodos tiene que estar relacionada con las características del suelo, como lo son: Granulometría, capacidad de retención, aireación, textura y características químicas. Sin embargo, la gran variación entre todos estos factores hacen imposible generalizar, dando un tipo de suelo que pueda ser el ideal para todos los nemátodos. Se ha encontrado que los nematodos del quiste, de los nudos y de las lesiones radiculares viven bien en suelos arcillosos.

Los nematodos del tallo, el nemátodo del quiste de la remolacha y algunas especies de nematodos de las lesiones radiculares, viven bien en suelos arenosos. Sin embargo, los nematodos de los cítricos, por ejemplo, viven bien en suelos arenosos o arcillosos. Probablemente los nematodos obtienen algunos nutrientes de la solución del suelo, y la incubación de los huevos y desarrollo de las larvas parecen estar influenciadas por las soluciones. Toleran fácilmente las altas presiones osmóticas que suelen tener los suelos cultivados. El pH no los afecta directamente (10).

D. PLANTAS HOSPEDERAS

Además de servir de fuente de alimentación a los nematodos, las plantas hospederas modifican el medio ambiente por cambiar su humedad, aumentar la cantidad de anhídrido carbónico, disminuyendo el oxígeno, y contribuyendo a modificar las sustancias orgánicas de la solución del suelo. Las exudaciones de sus raíces pueden estimular o inhibir la reproducción, o actuar como atrayente o repelente de los nematodos (10).

E. PRACTICAS CULTURALES.

Las prácticas culturales realizadas por el agricultor pueden actuar directamente sobre la evolución de los nematodos. Por ejemplo, cultivos continuos de plantas hospederas o malezas hospederas permitirán una alta población de nematodos. Sin embargo, una alternativa de cultivo racional, el uso de variedades resistentes, y ciertas prácticas culturales disminuirán su número a niveles muy bajos (10).

F. EL AMBIENTE DE LA PLANTA

El ambiente de la planta huésped, que consiste, ya sea en la raíz o el tallo y el tejido de las hojas, influye mucho sobre los nematodos endoparasitos. Los tejidos de las plantas que en general son atacados, son los meristemas del ápice de la raíz, el cual contiene células de paredes delgadas, y ofrecen un medio ambiente químicamente rico. La epidermis y la pared de la célula ofrecen barreras mecánicas a la entrada de los nemátodos y a su movimiento. El tejido de las plantas protege a los nematodos endoparasitarios del medio ambiente del suelo y es su única fuente de alimentación (10).

G. LA RIZOSFERA

Además de servir como fuente de alimentación, las raíces de las plantas también pueden modificar el medio ambiente del suelo, disminuyendo la concentración de nutrientes minerales, agotando la humedad, aumentando el bióxido de carbono. La rizosfera, la zona circundante a las raíces, es un medio

medio ambiente dinámico, donde con frecuencia las relaciones entre los nematodos, huésped y medio ambiente son de naturaleza química (7).

Los microorganismos que existen en la rizosfera pueden tener influencia preponderante sobre los nematodos en algunas plantas, por antagonismo, por competencia en la alimentación y el oxígeno, o por secreciones que puedan estimular o inhibir a los nematodos (7).

3.1.5 SINTOMAS CAUSADOS POR LOS NEMATODOS

Los nematodos que infectan a las plantas producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ellas, ramificando excesivamente la raíz. Puntas dañadas de estas últimas y pudrición de la raíz cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitoparásitos (1).

Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen en forma de menor crecimiento, síntomas de deficiencias en nutrientes como el amarillamiento del follaje, el marchitamiento excesivo en el tiempo cálido o seco (1).

Algunas especies de nematodos invaden los órganos aéreos de las plantas más que las raíces, y en ellos producen agallas, pudriciones y lesiones necróticas, retorcimientos o deformaciones de las hojas y tallos y un desarrollo anormal de los verticilos florales. Algunos nematodos atacan los granos o gramíneas formando agallas llenas de ellos. (1)

3.1.6 RELACION ENTRE NEMATODOS FITOPARASITICOS Y OTROS PATOGENOS

Aunque los nematodos pueden causar enfermedades en las plantas por sí mismos, la mayoría de ellos vive y opera en el suelo, donde constantemente están rodeados de hongos, bacterias, muchas de las cuales pueden causar enfermedades en las plantas, en la mayoría de los casos se produce una asociación entre los nematodos y algunos de los demás patógenos. Los nematodos forman entonces parte de un complejo etimológico que da origen a un potencial patogénico combinado mucho mayor que la suma del daño que puedan producir los patógenos por separado (1).

Se conocen varias interrelaciones de la enfermedad hongo-nematodo. La marchitez de varias plantas por *Fusarium* aumenta en severidad e incidencia cuando las plantas son infectadas también por un nemátodo lesionador, barrenador del achaparramiento de las plantas o por el nódulo de la raíz. Se ha observado también efectos similares en interacciones de la enfermedad que incluyen a los nematodos y a

la marchités por *Verticillium*, el ahogamiento de las plántulas por *Pythium*, las pudriciones de la raíz por *Rhizoctonia* y *Phytophthora* y en algunos otros ejemplos (1).

En ninguno de estos casos el nematodo trasmite el hongo sin embargo las variedades vegetales susceptibles a sus hongos correspondientes sufren más daños cuando son infectadas por los nematodos, siendo el daño combinado mucho mayor que la suma del daño producido por cada patógeno por separado. Así mismo, las variedades habitualmente resistentes a los hongos al parecer son infectadas por ellos una vez que han sido infectadas previamente por nematodos (1).

Aunque parezca muy probable que los daños mecánicos que producen los nematodos en la planta sea un factor importante en la producción de puntos de entrada para el hongo, la continuidad del efecto que tienen los nematodos sobre la susceptibilidad del hospedante en las últimas etapas del desarrollo de la planta sugiere que los nematodos pueden también inducir algún tipo de respuesta del hospedante que disminuye la resistencia natural ante el hongo. Debe de tenerse también presente que, al menos en algunas de dichas interrelaciones, hay una masa de micelio mucho mayor en los tejidos infectados por nematodos que en los tejidos libres de ellos en una misma planta y también en las poblaciones de los nematodos son mucho mayores en los tejidos infectados por hongos que en los tejidos libres de ellos en una planta enferma (1).

Se conocen relativamente pocos casos de interrelaciones de enfermedades por bacterias y nematodos. Así por ejemplo, el nematodo del nódulo de la raíz aumenta la frecuencia y severidad de la marchites bacteriana del tabaco producida por *Pseudomonas solanacearum*. En la mayoría de las interrelaciones bacteria-nematodo, parece ser que la función del nematodo es proporcionar a la bacteria un poco de infección y facilitarle que dañe al hospedante (1).

Mucho mejor se conocen las relaciones existentes entre los nematodos y los virus. Algunos virus de las plantas, tales como los de la hoja en abanico de la vid, mosaico arabis. Mancha anular del tabaco, mancha anular del tomate, anillo negro del tomate, son transmitidos a través del suelo por medio de nematodos vectores. Sin embargo todos estos virus se transmiten solo por uno o más de los cuatro géneros de nematodos daga, acicular y de la raíz achatada: *Xiphinema*, *Longidorus* y *Paratrichoerus*. Los dos primeros solo transmiten virus redondos, es decir, virus poliédricos, los cuales incluyen a la mayoría de los virus transmitidos por nematodos, mientras que *trichodourus* transmite virus filiformes o en forma de varilla, los virus cascabel del tabaco y la coloración café temprana del chícharo (1).

3.1.7 DINAMICA DE POBLACIONES

Población es un grupo de individuos de la misma especie que ocupan un área determinada en la cual realizan intercambios de genes. La evolución origina que las distintas poblaciones que habitan el planeta modifiquen sus características en función del tiempo y las necesidades presentes y futuras, cambios que se presentan por la selección natural (4).

El crecimiento de las poblaciones esta en función de la tasa de una especie en particular. Las comunidades de nematodos son consumidores y viven a través de poblaciones de bacterias, hongos y pequeños artrópodos, raíces de plantas y algas del suelo, teniendo también otros enemigos naturales que limitan su número de individuos (7).

En resumen podemos decir que el crecimiento poblacional es el aumento o disminución del total de organismos de una población debido a la interrelación entre el potencial biótico y la resistencia ambiental.

El potencial biótico es la capacidad de los organismos para reproducirse en condiciones óptimas. La resistencia ambiental indica los factores bióticos que impiden que los organismos alcancen su potencial biótico o bien continúen en el (4).

3.1.8 MEDIOS DE DISEMINACION

A. EL SUELO Y EL TEJIDO DE LA PLANTA

El suelo y las partes vegetativas de la planta, debido a que con frecuencia protegen de la desecación a los nematodos y a menudo son transportados por el hombre, son los medios más importantes por los cuales los nematodos se desplazan tanto a cortas como a largas distancias. El suelo también es importante debido a que la mayoría de los nematodos patógenos de plantas pasa por lo menos parte de su vida en el, y este infestado de esa manera, es acarreado junto con partes de la planta (7).

B. MAQUINARIA, RECIPIENTES QUE SE USAN VARIAS VECES Y FERTILIZANTES.

El suelo infestado y las partes de plantas infectadas son llevadas por maquinaria y recipientes que se aprovechan varias veces como costales y canastos (7).

También pueden ser acarreados de terrenos afectados a otros sanos, por medio de automóviles, sobre todo por la tierra que se adhiere a neumáticos y guardafangos (7).

C. ANIMALES

Sin duda, los nematodos son diseminados en el lodo o residuos de plantas que se adhieren a las aves y otros animales. En potencia, los estados de nemátodos patógenos de plantas resistentes a las sequías, podrían ser acarreados a grandes distancias por aves migratorias. Algunos animales como roedores o insectos, viven en el suelo, y por ello se contaminan con partículas infestadas de él. Los caballos y otros animales usados para promover los implementos agrícolas pueden transportarla tierra infestada, dentro y entre los terrenos (7).

3.1.9 PREVENCIÓN DE LA DISEMINACIÓN

Para evitar la diseminación se pueden utilizar los métodos siguientes:

1. barreras naturales;
2. saneamiento;
3. tratamiento con nematicidas;
4. cuarentena y reglamentos (7).

3.1.10 NEMATODOS QUE ATACAN AL AJO

A. NEMATODOS DEL NUDO DE LA RAÍZ: *Meloidogyne* sp.

Estos nematodos del nudo de la raíz se encuentran en casi todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones que tienen clima cálido e inviernos cortos y moderados. Estos nemátodos se pueden encontrar también en los invernaderos donde se usan suelos sin esterilizar. Estos nemátodos atacan a más de 2,000 especies de plantas incluyendo la mayoría de plantas cultivadas.

Estos nematodos dañan a las plantas al debilitar las puntas de la raíz y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva, pero principalmente al inducir la formación de hinchamientos en las raíces, las cuales no solo privan a las plantas de los nutrientes sino que también deforman y disminuyen el valor comercial de muchas raíces cultivadas. Los síntomas que presenta en los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio ambiente. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una cantidad de hojas pequeñas, de color verde pálido o amarillento que tienden a marchitarse cuando el ambiente es cálido (1).

B. NEMATODO LESIONADOR: *Pratylenchus* sp.

Atacan a más de 500 especies incluyendo algunas como cafeto, maíz, hortalizas, leguminosas, ornamentales, papas y tabaco (10).

La gravedad de los daños que ocasiona el nematodo lesionador es difícil de estimar, ya que cambia de acuerdo al cultivo atacado y es mayor en las regiones subtropicales que en las templadas. Los daños que sufren las plantas consisten en una reducción o inhibición de su raíz que es causada por las lesiones locales en las raíces jóvenes que se producen antes de que los hongos y bacteria secundarios ocasionen su pudrición (1).

Los síntomas de la raíz de las plantas afectadas por este nematodo consisten en lesiones que al principio aparece en forma de manchas diminutas, alargadas y aguanosas o de color amarillo oscuro, las cuales en poco tiempo se empardecen hasta adquirir un color casi negro (1).

C. NEMATODO DEL BULBO Y DEL TALLO: *Ditylenchus* sp.

De las distintas especies de nematodo de *Ditylenchus* que producen enfermedades en las plantas, *D. dipsaci* es la más común e importante de todas y es la que en general se le denomina nematodo del bulbo y del tallo (1).

Ditylenchus sp. ataca una 400 especies incluyendo alfalfa, ajo, jacinto, narciso, avena, cebolla, papa, fresa, remolacha y tulipán entre otras (10).

Este nematodo se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo pero es especialmente abundante y destructivo en áreas con climas templado. *Ditylenchus* sp. es uno de los nematodos más destructivos (1).

D. NEMATODO ESPIRAL: *Helicotylenchus* sp.

Se le llama también a *Helicotylenchus* sp. nematodo en espiral es endoparásito y ectoparásito de muchas plantas: se encuentra en todas sus fases en el suelo y en las raíces su cuerpo es arqueado o en espiral cuando está muerto o en reposo. Estilete moderadamente largo, el orificio de la glándula esofágica dorsal situado por detrás de los ensanchamientos del estilete a una distancia mayor que la mitad de la longitud del estilete, con 2 ovarios (9).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACION DEL AREA DE TRABAJO

El área en que se realizó el trabajo de investigación fue el cantón Aguacatán, Municipio de Aguacatán, Huehuetenango, cuya ubicación geográfica esta situada en el vértice noroeste de Guatemala, localizado

entre los 15° 20' 45'' de la latitud norte y 91° 19' 47'' longitud oeste, y se encuentra a una altura de 1,668 msnm. Con una temperatura media anual de 17.2 °C y la humedad relativa es de 73.25%, siendo los meses más fríos los comprendidos de diciembre a febrero. (ver mapa 1 en anexos).

La temperatura media anual es de 17.7 °C, con una máxima en abril de 28.45 °C y una temperatura mínima de 5.92 °C en el mes de enero. La precipitación media anual del municipio de Aguacatán es de 1,027 mm.

Según la clasificación de Simmons et al (6) la serie de suelos que predominan en el valle de Aguacatán, son Chixoy y Salamá fase Quebrada, cuyas características del suelo Chixoy, son suelos profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre caliza fragmentada en clima húmedo seco.

Según Holdridge, citado por Cruz (3), la zona de vida del valle de Aguacatán pertenece a las formaciones sub-tropicales de bosque montano bajo.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

1. Determinar la presencia de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo del ajo (Allium sativum L.) durante el ciclo del cultivo en los dos tipos de parcelas que los agricultores indican tener presencia y ausencia de nematodos, lo cual limita el rendimiento en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

4.2 ESPECÍFICOS

1. Determinar los diferentes géneros de nematodos presentes en el suelo y el material vegetal de ajo.
2. Determinar si la presencia de nematodos influye en el rendimiento de ajo.

5. HIPOTESIS

5.1 HIPÓTESIS DESCRIPTIVA

- Las poblaciones de nematodos fitopatógenos asociados al ajo (Allium sativum L.) en las parcelas que los agricultores del cantón Aguacatán indicaron que tenían presencia de nemátodos son similares a las parcelas reportadas sin presencia de nematodos por lo tanto, la diferencia en el rendimiento no se atribuye a los nemátodos.

5.2 HIPOTESIS ESTADISTICAS

- Referente a los nematodos fitopatógenos (NF) asociados al cultivo de ajo

$$H_0: X_{med} \text{ PRSN (NF)} - X_{med} \text{ PRCN (NF)} = 0$$

$$H_a: X_{med} \text{ PRSN (NF)} - X_{med} \text{ PRCN (NF)} \neq 0$$

- Referente al rendimiento de ajo en kg/ha (RA)

$$H_a: X_{med} \text{ PRSN (RA)} > X_{med} \text{ PRCN (RA)}$$

Donde:

X_{med} = Media

PRSN = Parcela reportada sin nemátodos

PRCN = Parcela reportada con nemátodos

6. METODOLOGIA

6.1 AREA DE REALIZACION DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en el cantón Aguacatán, Municipio de Aguacatán, Huehuetenango. La cantidad de parcelas destinadas al cultivo de ajo (Allium sativum L), asciende al número de 275 parcelas con un promedio de 2 cuerdas (0.044 hectáreas) por agricultor, tomando en consideración de que cada parcela corresponde a una familia.

El cantón Aguacatán esta ubicado a la orilla de la carretera y esta a una distancia de 22 kilómetros de la cabecera departamental de Huehuetenango.

6.2 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DE LA INVESTIGACION.

Para la realización de esta investigación se procedió de la siguiente manera:

1. Se realizó por medio de un Muestreo Dirigido.
2. Se tomaron muestras en parcelas donde los agricultores indican que existen nematodos y en parcelas que se indica están libres de nematodos.
3. Se realizaron cinco muestreos durante el ciclo del cultivo.
4. Las muestras se transportaron a los laboratorios de la Facultad de Agronomía donde se realizaron los análisis.
5. Se analizaron los resultados obtenidos.
6. Para comparar el rendimiento se utilizó el comparador estadístico "DISTRIBUCIÓN DE STUDENT" llamada también prueba de pequeñas muestras, donde:

$$T = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) S^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

6.3 MUESTREOS

6.3.1 DETERMINACION DE PUNTOS DE MUESTREO.

Se tomaron 10 puntos de muestreo, después de realizar una encuesta entre los agricultores y así determinar las parcelas con presencia o no de este problema.

La ubicación de los puntos de muestreo se realizó de la siguiente manera:

- a. Se tomó el 50% de parcelas donde los agricultores indican que sus pérdidas en las cosechas se deben a la presencia de nemátodos.
- b. El otro 50% se tomó en parcelas donde los agricultores indican que no existen nematodos.

A. MUESTREOS

Fueron realizados un total de 5 muestreos de suelo y 3 de raíces. Se realizaron al momento antes de la siembra, a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, en el caso de los de suelo. Para raíces se obtuvieron a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, cuando el cultivo tenía suficiente desarrollo en las mismas.

B. NÚMERO DE MUESTRAS

Se muestreo 10 parcelas de agricultores, obteniendo una muestra compuesta por cada parcela. Todas las parcelas fueron objeto de los 5 muestreos en el caso del suelo y de 3 en el caso de las raíces. Por lo tanto, se analizaron 50 muestras de suelo y 30 de raíces.

C. PRESIÓN DE MUESTREO

La presión de muestreo utilizada fue de 100 sub-muestras por cada hectárea, lo cual equivale a una muestra simple o submuestra por cada 100 m².

Por lo tanto, cada muestra compuesta que se analizó, estaba formada por un número de muestras simples o sub-muestras, el cual dependía de la extensión de la parcela del agricultor, las cuales oscilaban entre los y 40 y 50 m².

D. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las submuestras fueron tomadas al azar dentro del terreno. A una profundidad de 20 centímetros. Los puntos de toma fueron determinados sistemáticamente, sobre la base del caminamiento que se realizó en

el terreno. Luego las muestras simples recolectadas fueron mezcladas y homogeneizadas, para obtener una compuesta de aproximadamente 1 kg de suelo, por parcela.

Las muestras de raíces se obtuvieron de igual manera que las de suelo, sistemáticamente dentro del terreno, de los mismos puntos de donde se obtuvo las de suelo. Se obtuvo aproximadamente de 15 a 20 gramos de raíces.

Las muestras se colocaron en bolsas plásticas. Se etiquetaron con la siguiente información:

- Número de parcela
- Número de la muestra
- Edad del cultivo
- Fecha de colección

Se trasladaron al laboratorio de fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para realizar el análisis respectivo.

6.4 EXTRACCIÓN DE NEMATODOS

Para la extracción de nematodos de las muestras se utilizaron las técnicas de laboratorio siguientes: tamizado centrifugado para las muestras de suelo y licuado tamizado para las muestras vegetales.

6.5 IDENTIFICACION Y CONTEO DE NEMATODOS.

La muestra contenida en el beaker se agitó para uniformizar la población de nematodos en el medio, tomando 2cc con una pipeta vertiéndola en la placa de conteo.

La identificación de los géneros se efectuó en base a la morfología que los nematodos presentan al hacer observaciones en el microscopio compuesto. Las características morfológicas a considerar son: el estilete, forma de la cola, posición de la vulva, número de ovarios, número de testículos y otras características.

6.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Con los datos recabados se procedió de la siguiente manera:

1. Se determinaron los diferentes géneros de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo del ajo en la región que comprende el cantón Aguacatán.
2. Se tomaron en cuenta el número de nematodos en 300 ml de suelo. y 1.5 g en raíces.

3. Gráficas: donde se determinó la incidencia de nematodos fitopatógenos durante todo el ciclo del cultivo del ajo.
4. A la población total de nematodos, así como a cada género en particular y al rendimiento de ajo obtenido se le aplicó la prueba de t de student con un nivel de significancia del 1 por ciento y posteriormente se interpretó el resultado por medio de la gráfica de la curva de t .

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 POBLACIÓN DE NEMATODOS EN EL SUELO CULTIVADO CON AJO DE LAS PARCELAS REPORTADAS CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE NEMATODOS POR PARTE DE LOS AGRICULTORES DEL CANTÓN AGUACATÁN

Los incisos 7.1.1 y 7.1.2 presentan las gráficas de cómo se comportaron las poblaciones de nematodos presentes en el suelo en las parcelas reportadas por los agricultores del Cantón Aguacatán como parcelas con presencia de nematodos y parcelas libres de nematodos. También se presenta el análisis gráfico de la prueba de t a un nivel de significancia del 1 por ciento.

7.1.1 POBLACIÓN TOTAL DE NEMATODOS

A. Fluctuación de la Población de Nematodos desde Antes de la Siembra Hasta los 120 Días Después de Cultivado el Ajo

La Figura 7.1 muestra las curvas correspondientes del comportamiento de la población total de nematodos (*Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Meloidogyne* sp.) en 300 ml de suelo cultivado con ajo.

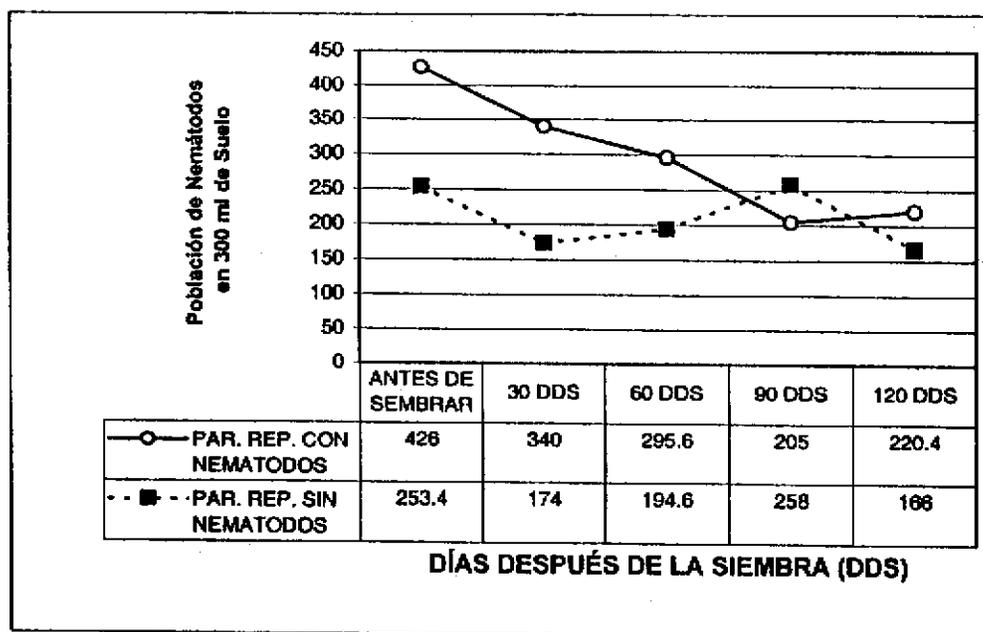


Figura 7.1 Gráfica del Comportamiento de la Población Total de Nematodos en el Suelo de las Parcelas Reportadas con Nematodos (PRCN) y las Parcelas Reportadas sin Nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

Antes de sembrar el ajo, las parcelas reportadas sin nematodos mostraron una población total de 253 nematodos/300 ml de suelo, que representa un 40 por ciento menos respecto a las parcelas reportadas con presencia de nematodos (426 nematodos/300 ml de suelo).

En las parcelas reportadas por los agricultores con presencia de nematodos la población disminuyó notablemente como lo muestran los datos de los muestreos realizados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, esto probablemente debido al control de nematodos realizado por los agricultores (aplicaron Carbofurán a razón de 120 kg/ha el día de la siembra); al momento de la cosecha (120 días después de la siembra) la población de nematodos se incrementó (220.4 nematodos/300 ml de suelo) respecto al muestreo realizado 30 días antes, esto probablemente porque a los 120 días ya no había efecto alguno del Carbofurán sobre las poblaciones de nematodos.

B. Análisis Estadístico de la Población Total de Nematodos

La Figura 7.2 muestra el resultado de la prueba de t para la población total de nematodos, se muestra la región de aceptación y de rechazo de la hipótesis nula en la curva de t , limitada por el valor crítico de t de dos colas.

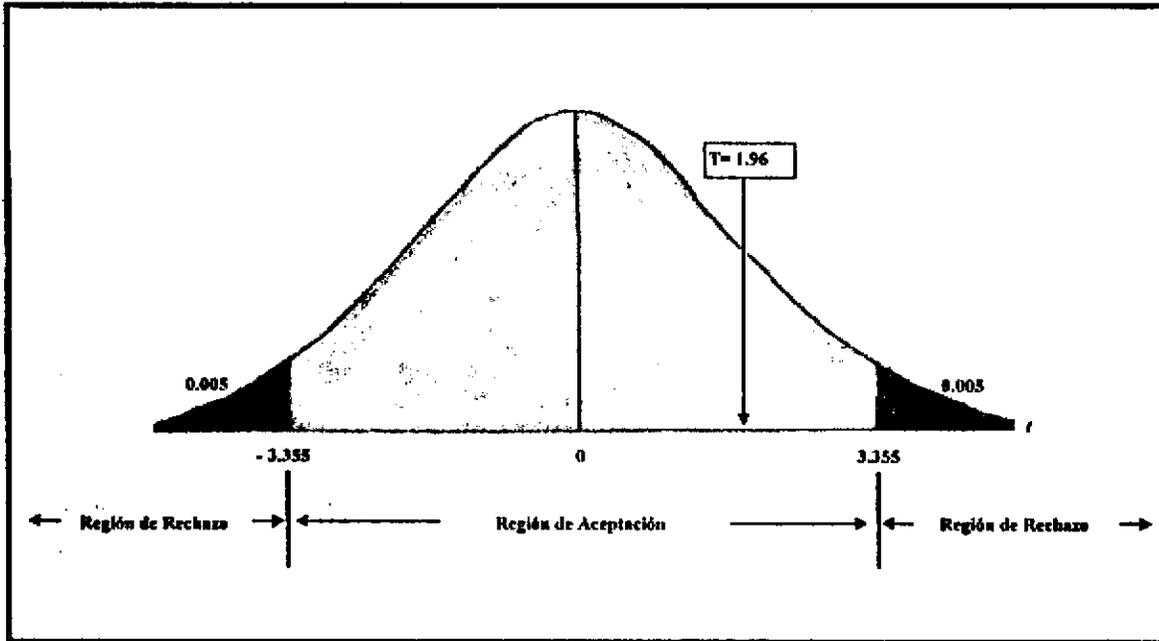


Figura 7.2 Gráfica Mostrando las Regiones de Aceptación y Rechazo para la Hipótesis Nula Plantada sobre la Población Total de Nematodos en 300 ml de Suelo.

Al finalizar los muestreos se realizó la prueba de t donde se aprecia que el estadístico t cae dentro de la región de aceptación de la hipótesis nula, por lo tanto la población total de nematodos en las parcelas reportadas con nemátodos no difiere estadísticamente a un nivel de confianza del 1 por ciento, de la población total de nematodos presentes en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos.

Considerando la hipótesis nula planteada " $X_{med} PRSN (NF) - X_{med} PRCN (NF) = 0$ ", y que el estadístico t es positivo y se sitúa a la derecha de la diferencia hipotética de medias "0", es evidente que la población total de nematodos en las parcelas reportadas con nemátodos (PRCN) es mayor que la población total de nemátodos en las parcelas reportadas sin nematodos (PRSN), aunque esta diferencia no sea significativa estadísticamente al 1 por ciento de confianza.

7.1.2 POBLACIÓN DE NEMATODOS SEGÚN SU GÉNERO

En las muestras de suelo obtenido tanto de las parcelas que los agricultores del Cantón Aguacatán reportaron con presencia de nemátodos como de las que reportaron sin presencia de nematodos, se encontraron los géneros de nematodos fitopatógenos siguientes:

- **Helicotylenchus sp.**
- **Pratylenchus sp.**
- **Tylenchorhynchus sp.**
- **Meloidogyne sp.**

Importante es señalar que en las muestras de suelo no se encontró la presencia del nematodo **Ditylenchus dipsasi** que es la especie fitopatógena que se relaciona estrechamente al cultivo del ajo.

En los incisos del A al D se presenta los resultados del comportamiento de las poblaciones de cada género de nemátodos encontrado en las muestras de suelo.

A. Género de Nemátodos Helicotylenchus sp.

Este género de nematodos es ectoparásito migratorio y puede atacar varios cultivos, se encontró en las parcelas reportadas por los agricultores del Cantón Aguacatán con presencia de nematodos y sin presencia de nematodos.

a. Fluctuación de la Población de Nematodos desde Antes de la Siembra Hasta los 120 Días Después de Cultivado el Ajo

El comportamiento de la población de nematodos del género **Helicotylenchus sp.** se presenta en la Figura 7.3.

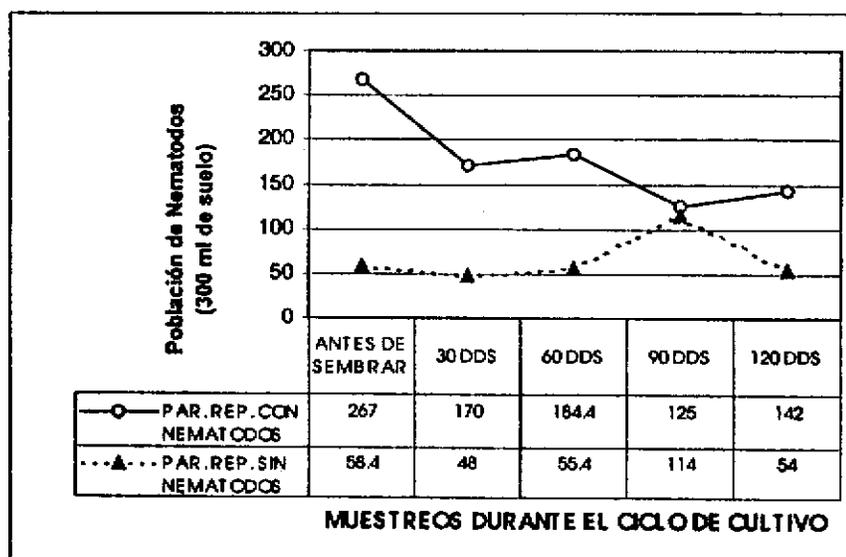


Figura 7.3 Gráfica del Comportamiento de la Población del Nematodo *Helicotylenchus* sp. en el Suelo de las Parcelas Reportadas con Nematodos (PRCN) y las Parcelas Reportadas sin Nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

Antes de la siembra del ajo, las parcelas que los agricultores indicaron tener presencia de nematodos presentaron una población media mayor que en las parcelas sin presencia de nematodos; la población de *Helicotylenchus* sp. es 4.5 veces mayor en las parcelas reportadas con presencia de nematodos.

Durante el ciclo de cultivo, en las parcelas reportadas con presencia de nematodos la población de *Helicotylenchus* sp. en general disminuyó, apreciándose pequeños repuntes en los muestreos realizados a los 60 y 120 días después de la siembra probablemente debido a que el nematodo encuentra un ambiente propicio para su reproducción como la humedad proporcionada por el agua de riego, o por la elección de los sitios de muestreo, ya que las poblaciones pueden variar considerablemente en pequeñas distancias. Sin embargo se aprecia una tendencia a disminuir la población desde el momento en que el agricultor efectúa el control químico al suelo al momento de la siembra.

La población de *Helicotylenchus* sp. durante el ciclo de cultivo del ajo en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos se mantuvo estable durante los primeros 60 días después de la siembra (54 nematodos/300 ml de suelo), a los 90 días se duplicó y finalmente a los 120 días volvió a su población inicial. En general la población de *Helicotylenchus* sp. se mantuvo estable durante todo el ciclo de cultivo a excepción del muestreo realizado a los 90 días después de la siembra en donde probablemente el nemátodo encontró las mejores condiciones para su desarrollo.

b. **Análisis estadístico de la población de nematodos**

Los resultados de la interpretación gráfica de la prueba de t se presentan en la Figura 7.4, la cual muestra la posición que ocupa el estadístico T respecto al valor crítico de t de dos colas.

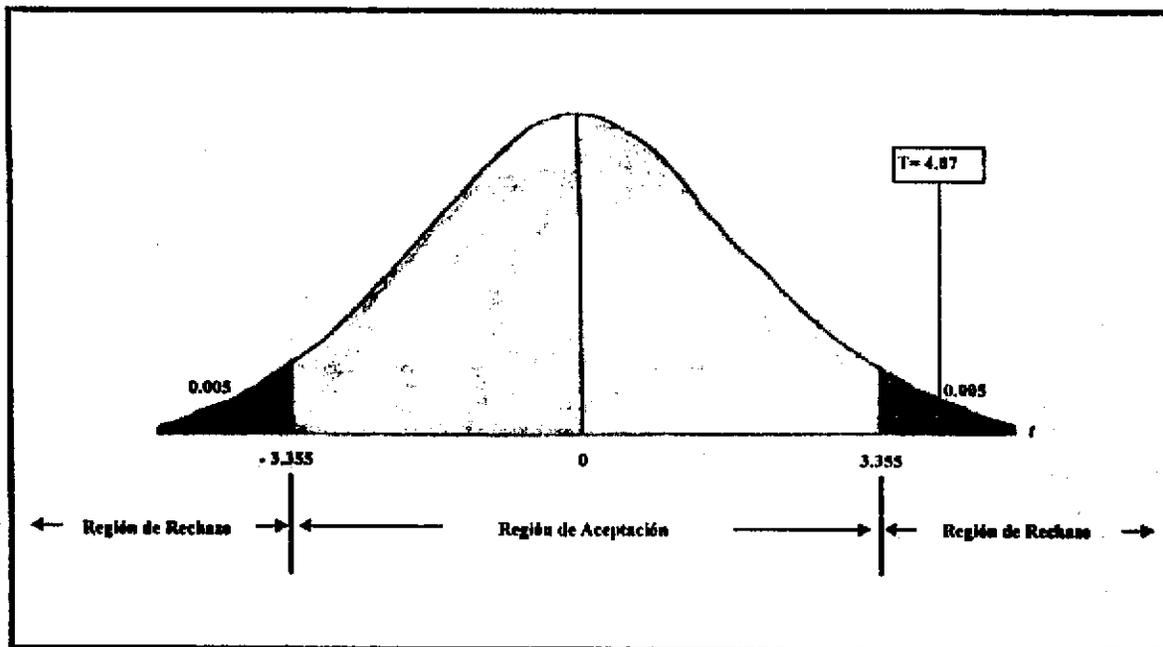


Figura 7.4 Gráfica Mostrando las Regiones de Aceptación y Rechazo para la Hipótesis Nula Plantada sobre la Población de Nematodos del Género *Helicotylenchus* sp. en 300 ml de Suelo.

Según la gráfica de la prueba de t , se aprecia que el estadístico T cae dentro de la región de rechazo de la hipótesis nula, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula de que la población de *Helicotylenchus* sp. en las parcelas reportadas con nematodos es igual a la población en las parcelas reportadas sin nematodos. Se observa que el estadístico T es positivo y se localiza en la región derecha de la diferencia hipotética de medias igual a "0", por lo tanto la población de *Helicotylenchus* sp. es mayor en las parcelas reportadas con presencia de nemátodos y su diferencia es significativa al 1 por ciento de confianza.

B. Género de Nematodos *Pratylenchus* sp.

Pratylenchus sp. es un género de nematodos endoparásito migratorio, se localizó en el suelo de las parcelas reportadas con presencia y ausencia de nematodos.

a. **Fluctuación de la Población de Nematodos desde Antes de la Siembra Hasta los 120 Días Después de Cultivado el Ajo**

La Figura 7.5 muestra el comportamiento del género *Pratylenchus sp.* en las parcelas reportadas con nematodos y en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos.

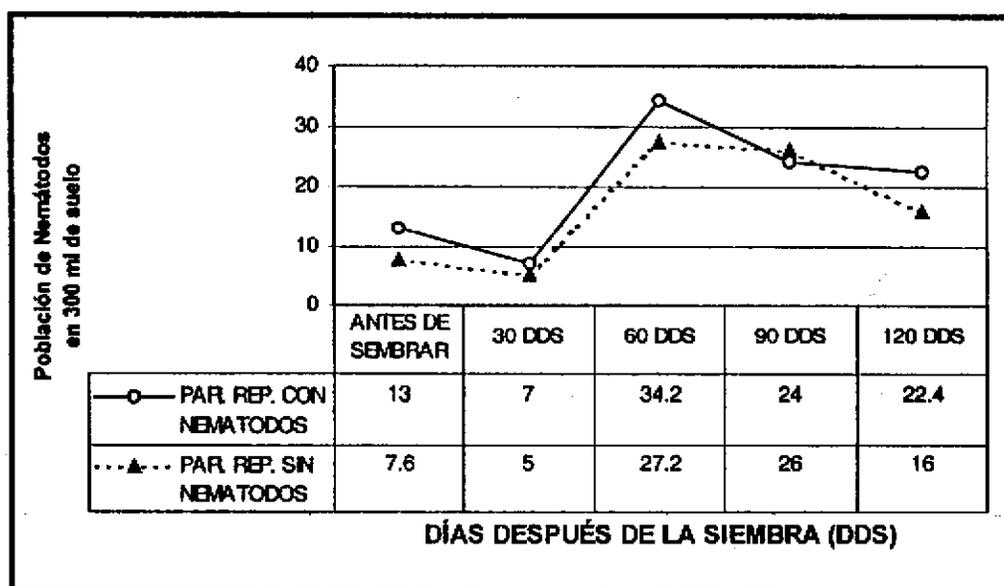


Figura 7.5 Gráfica del Comportamiento de la Población del Nematodo *Pratylenchus sp.* en el Suelo de las Parcelas Reportadas con Nematodos (PRCN) y las Parcelas Reportadas sin Nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

De la Figura 7.5 se aprecia que la diferencia de las medias de la población de nematodos en los dos tipos de parcelas evaluadas (PRCN Y PRSN) es bastante pequeña, en promedio 3.76 nemátodos por 300 ml de suelo para cada uno de los cinco muestreos; además de ello, el comportamiento de la población de *Pratylenchus sp.* sigue un mismo patrón durante el ciclo de cultivo durante los primeros 60 días después de la siembra del ajo; y finalmente, considerando que los agricultores únicamente aplican nematicidas en las parcelas reportadas con presencia de nematodos, se puede decir que el Carbofurán aplicado al momento de la siembra a razón de 120 kg/ha no afecta las poblaciones de *Pratylenchus sp.*

De los 60 hasta los 120 días después de la siembra, las poblaciones de *Pratylenchus sp.* en ambos tipos de parcelas disminuyeron; sin embargo la población siempre fue mayor que en el muestreo realizado antes de la siembra del ajo.

b. **Análisis estadístico de la población de nematodos**

El análisis estadístico presentado sobre la curva de distribución de t para la población de *Pratylenchus sp.* se presenta en la Figura 7.6.

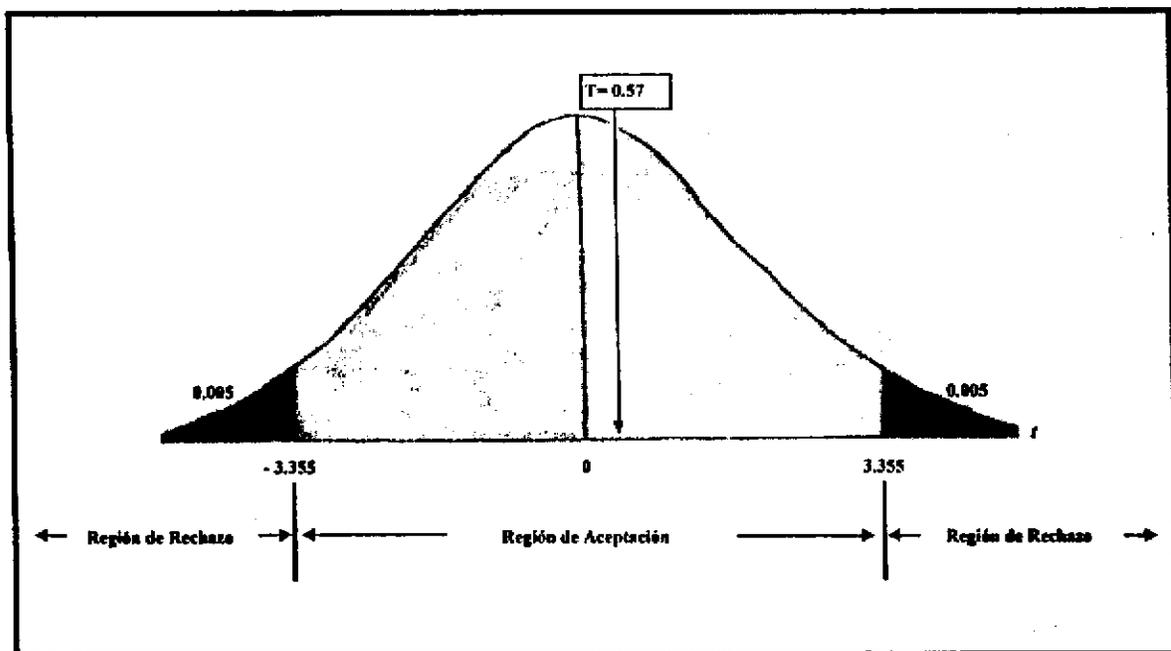


Figura 7.6 Gráfica Mostrando las Regiones de Aceptación y Rechazo para la Hipótesis Nula Plantada sobre la Población de Nematodos del Género *Pratylenchus sp.* en 300 ml de Suelo.

El estadístico T para la media de la población de nematodos del género *Pratylenchus sp.* es menor que el valor crítico para t al 1 por ciento de significancia, por lo tanto cae dentro de la región de aceptación de la hipótesis nula; de esta manera se acepta que las poblaciones de nematodos del género *Pratylenchus sp.* en los dos tipos de parcelas muestreadas son estadísticamente iguales.

De acuerdo a la hipótesis nula planteada " $X_{med} PRSN (NF) - X_{med} PRCN (NF) = 0$ ", y considerando que el estadístico T se sitúa al lado derecho de la diferencia hipotética de medias "0", se sabe que la población de nematodos del género *Pratylenchus* sp. fue mayor en las parcelas reportadas con presencia de nematodos.

C. Género de Nematodos *Tylenchorhynchus* sp.

Este género de nematodos es ectoparásito migratorio, se conoce con el nombre común de nematodo del raquitismo. El comportamiento de su población en ambos tipos de parcelas analizadas (PRSN y PRCN) y el análisis estadístico se describe en los incisos a y b respectivamente.

a. Fluctuación de la Población de Nematodos desde Antes de la Siembra Hasta los 120 Días Después de Cultivado el Ajo

A continuación, en la figura 7.7 se presenta el comportamiento del género de nematodos *Tylenchorhynchus* sp. durante el ciclo de cultivo del ajo en las parcelas reportadas con presencia de nematodos y las parcelas reportadas sin presencia de nematodos.

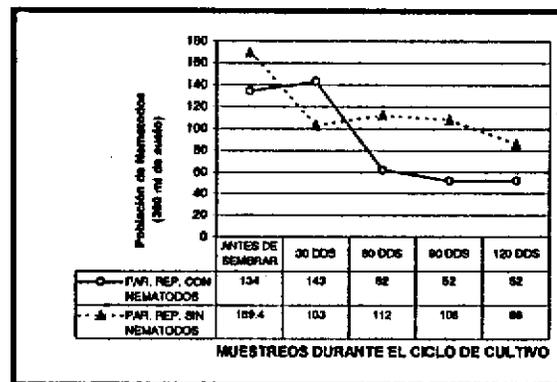


Figura 7.7 Gráfica del Comportamiento de la Población del Género de Nematodos *Tylenchorhynchus* sp. en el Suelo de las Parcelas Reportadas con Nematodos (PRCN) y las Parcelas Reportadas sin Nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

La población de nematodos del género *Tylenchorhynchus* sp. en el muestreo realizado antes de la siembra fue menor en las parcelas reportadas con presencia de nematodos (134 nematodos en 300 ml de suelo) que en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos (169.4 nematodos en 300 ml de suelo),

por lo tanto lo manifestado por los agricultores del Cantón Aguacatán respecto a la presencia de nematodos en algunas parcelas y en otras no, para el caso del género *Tylenchorhynchus sp.* es incorrecto (Figura 7.7); sin embargo, respecto a la población total de nematodos (Figura 7.1) si están en lo correcto al expresar que las parcelas que indicaron tener presencia de nemátodos manifestaron en el muestreo antes de la siembra, niveles mucho más grandes de nemátodos (426/300 ml de suelo) que en las parcelas que indicaron no tener presencia de nemátodos (253.4/300 ml de suelo); de todas maneras ambas parcelas siempre contenían nematodos fitopatógenos.

De los 30 a los 60 días después de la siembra del ajo, en las parcelas reportadas con presencia de nematodos, la población de *Tylenchorhynchus sp.* disminuyó 2.3 veces (de 143 a 62 nemátodos/300 ml de suelo) debido a la aplicación de Carbofurán al momento de la siembra, y de allí hasta los 120 días después de la siembra la población se mantuvo estable en 52 nemátodos por 300 ml de suelo.

Respecto a la población de *Tylenchorhynchus sp.* en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos y que también no tuvieron ningún tipo de control de éstos, la población disminuyó durante los primeros 30 días después de la siembra del ajo de 169.4 a 103 nematodos/300 ml de suelo; de los 30 días hasta los 120 días después de la siembra la población se mantuvo más o menos estable en el rango de los 86 a los 112 nemátodos en 300 ml de suelo.

Importante es indicar que el ciclo de vida de *Tylenchorhynchus sp.* es de 30 días, que el Carbofurán actúa principalmente inhibiendo la enzima colinesterasa causando parálisis y muerte de los nematodos adultos, por lo que la reducción en la población de *Tylenchorhynchus sp.* se alcanzó a partir de los 30 hasta los 60 días después de la siembra y que de el primer muestreo hasta los 30 días después de la siembra la población se incrementó en 9 nematodos por 300 ml de suelo.

b. Análisis estadístico de la población de nematodos

En la figura 7.8 se presenta el resultado de la prueba de t para la población de nematodos del género *Tylenchorhynchus sp.*, indica las regiones de aceptación y rechazo de la hipótesis nula delimitadas por el valor crítico de t de dos colas al 1 por ciento de significancia y la posición del estadístico T .

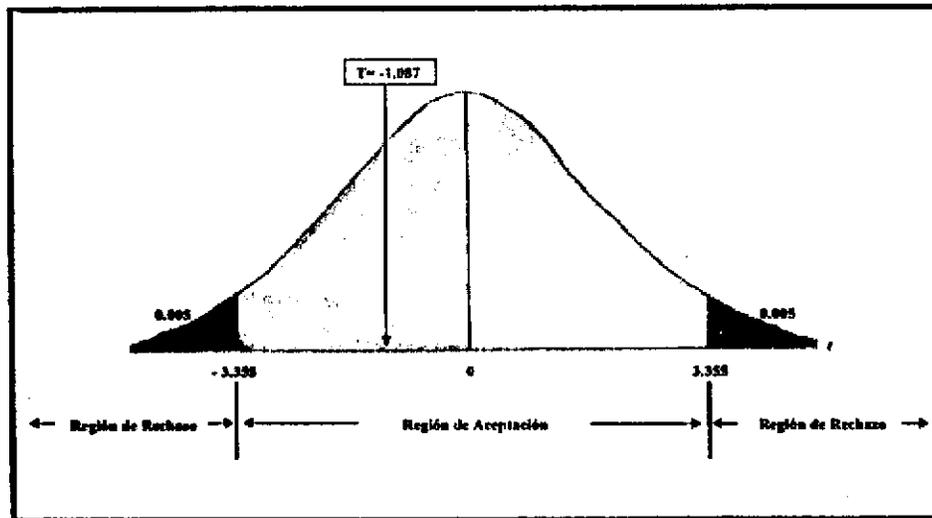


Figura 7.8 Gráfica Mostrando las Regiones de Aceptación y Rechazo para la Hipótesis Nula Plantada sobre la Población de Nematodos del Género *Tylenchorhynchus* sp. en 300 ml de Suelo.

En la figura anterior se observa que el estadístico T cae dentro de la región de aceptación de la hipótesis nula planteada, por lo tanto no existe diferencia significativa al uno por ciento entre la población de *Tylenchorhynchus* sp. presente en las parcelas reportadas con nematodos y las parcelas reportadas sin presencia de nematodos.

Por otro lado se aprecia que el estadístico T es de valor negativo, por lo tanto se posiciona al lado izquierdo de la diferencia hipotética de medias "0", y de acuerdo a la hipótesis nula planteada " $X_{med} PRSN (NF) - X_{med} PRCN (NF) = 0$ ", se sabe que la población media de *Tylenchorhynchus* sp. es mayor en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos (115.68 nematodos/300 ml de suelo) que en las parcelas reportadas con presencia de nematodos (88.6 nematodos/300 ml de suelo).

D. Género de Nematodos *Meloidogyne* sp.

Es el nematodo formador del nódulo de la raíz y afecta a más de 200 especies de plantas, incluyendo la mayoría de las plantas cultivadas. Su comportamiento a través del ciclo del cultivo del ajo se presenta en el inciso a. y la prueba estadística para evaluar la población en los dos tipos de parcelas se presenta en el inciso b.

a. Fluctuación de la Población de Nematodos desde Antes de la Siembra Hasta los 120 Días Después de Cultivado el Ajo

A continuación se presenta el comportamiento de la población de *Meloidogyne sp.* en las parcelas reportadas con presencia de nemátodos y las parcelas reportadas sin presencia de nemátodos (Figura 7.9)

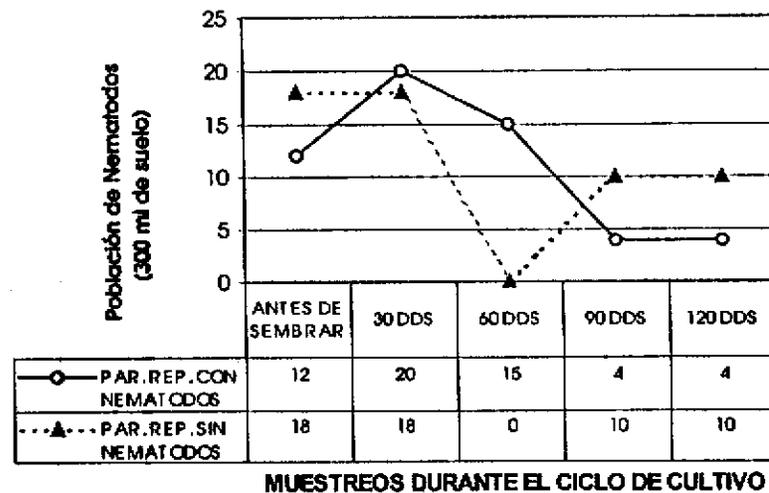


Figura 7.9 Gráfica del Comportamiento de la Población del Género de Nematodos *Meloidogyne sp.* en el Suelo de las Parcelas Reportadas con Nematodos (PRCN) y las Parcelas Reportadas sin Nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

Desde el primer muestreo de suelo realizado antes de la siembra del ajo, las parcelas que los agricultores del Cantón Aguacatán reportaron con presencia de nemátodos presentaron menos población de *Meloidogyne sp.* (12 nemátodos/300 ml de suelo) que las parcelas que según ellos no tenían presencia de nemátodos (18 nemátodos/300 ml de suelo).

Considerando que el ciclo de vida de *Meloidogyne sp.* es de 25 días, que el carbofurán actúa sobre los estados adultos de los nemátodos, resulta aceptable el hecho de que desde el primer muestreo hasta el segundo muestreo (30 días después), en las parcelas reportadas con nemátodos el género *Meloidogyne sp.* se incrementó en 8 nemátodos/300 ml de suelo (ya que no había controlado los adultos que tuvieron

lugar de los huevecillos presentes en los primeros días de la siembra) y que ya para el tercer muestreo en adelante, la población de *Meloidogyne sp.* empezó a decrecer hasta llegar a los 120 días después del trasplante con 4 nematodos/ 300 ml de suelo.

En las parcelas reportadas sin nematodos, el género *Meloidogyne sp.* se redujo en su población de los 30 días después de la siembra a los 60 días después de la siembra de 18 a 0 nematodos/300 ml de suelo; considerando que en estas parcelas no se efectuó control de nematodos este resultado solo es atribuible a que los segmentos de donde se tomaron las muestras de suelo no eran representativos, ya que si se analiza los muestreos realizados a los 90 y 120 días después de la siembra se observa que la población de *Meloidogyne sp.* fue de 10 nematodos/300 ml de suelo.

De la Figura 7.9 se aprecian dos aspectos interesantes: primero que los agricultores respecto a la población de nematodos del género *Meloidogyne sp.* en sus parcelas no acertaron, pues las que indicaron tener presencia de nematodos tenían menos población y las que indicaron no tener presencia de nematodos tenían mayor población de *Meloidogyne sp.*; en segundo lugar es interesante notar que la aplicación de Carbofurán sobre al suelo en las parcelas reportadas con presencia de nematodos si controló y redujo la población de *Meloidogyne sp.* y que en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos, como no se realizó control químico de estos, la población de *Meloidogyne sp.* tuvo una merma natural por condiciones inadecuadas para su desarrollo pero que sin embargo en los muestreos 4 y 5 superó en 6 nematodos/300 ml de suelo respecto a las parcelas reportadas con presencia de nematodos por no haber tomado medidas de control.

b. Análisis estadístico de la población de nematodos

La Figura 7.10, presenta la curva de distribución de t que muestra las regiones de aceptación y de rechazo para la hipótesis nula planteada respecto a la población de *Meloidogyne sp.* en las parcelas reportadas con presencia de nematodos y ausencia de nematodos.

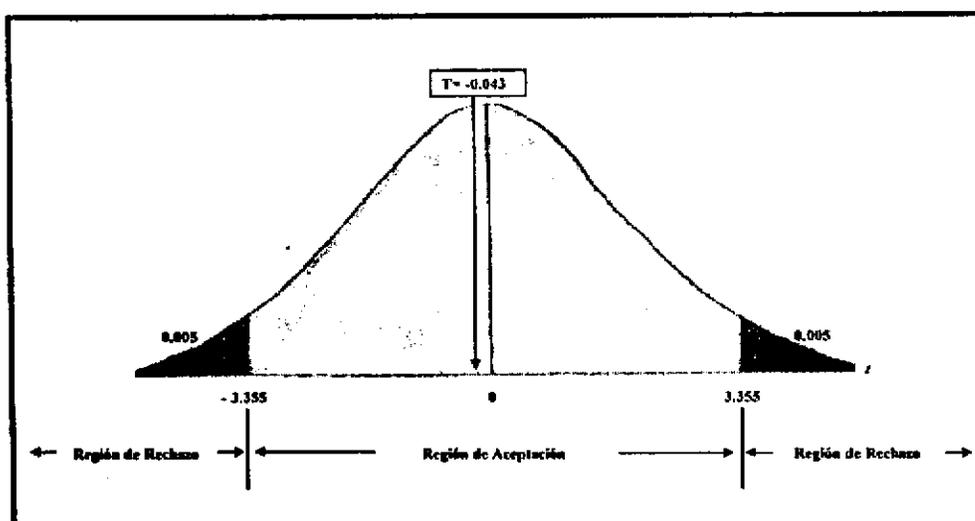


Figura 7.10 Gráfica Mostrando las Regiones de Aceptación y Rechazo para la Hipótesis Nula Planteada sobre la Población de Nematodos del Género *Meloidogyne* sp. en 300 ml de Suelo.

En la Figura 7.10 se aprecia que el estadístico T cae dentro de la región de aceptación de la hipótesis nula, por lo que se acepta el hecho de que las parcelas reportadas con nematodos y las parcelas reportadas sin presencia de nemátodos no difieren estadísticamente respecto a la población de *Meloidogyne* sp. con un nivel de significancia del 1 por ciento.

Se aprecia también que el estadístico T se sitúa al lado izquierdo de la diferencia hipotética de medias "0" por lo que se sabe que las parcelas reportadas sin nemátodos presentaron una media superior en población de *Meloidogyne* sp. (11.2 nematodos/300 ml de suelo) que las parcelas reportadas con nemátodos (11 nematodos/300 ml de suelo).

7.13 ANÁLISIS INTEGRADO DE LOS 4 GÉNEROS DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS DE SUELO

A continuación se presentan los valores medios de cada género de nematodos encontrados en el suelo cultivado con ajo en las parcelas que los agricultores del Cantón Aguacatán indicaron que tenían presencia de nematodos y en las parcelas sin presencia de nematodos. Los valores presentados son las medias obtenidas de los cinco muestreos realizados durante el ciclo de cultivo del ajo.

Cuadro 7.1 Población de Nematodos por Género encontrado en las Parcelas Reportadas con Presencia de Nematodos y Sin Presencia de Nematodos en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango

Género de	MEDIA DE NEMATODOS EN 300 ML DE	
	Reportadas Con	Reportadas Sin
<i>Helicotylenchu</i>	177.68	65.96
<i>Tylenchorhynchu</i>	88.60	115.68
<i>Pratylenchu</i>	20.12	16.36
<i>Meloidogyn</i>	11.00	11.20
TOTAL POR	297.40	209.20

Los géneros de nematodos fitopatógenos encontrados en el suelo cultivado con ajo en el Cantón Aguacatán que mayores poblaciones presentan son *Helicotylenchus sp.* y *Tylenchorhynchus sp.*; los que menor población presentaron son *Pratylenchus sp.* y *Meloidogyne sp.* A pesar de estar presentes en el suelo, ninguno de ellos se encontró en material vegetal de ajo.

Respecto a las parcelas que los agricultores del Cantón Aguacatán suponen que tienen presencia de nematodos (basados en los rendimientos de ajo obtenidos), y las que indicaron no tener presencia de nematodos, la observación fue equívoca, puesto que en ambos tipos de parcela se encontraron nematodos en cada uno de los muestreos realizados. Es necesario indicar también que respecto a la totalidad de nematodos en 300 ml de suelo (que incluye los 4 géneros determinados), las parcelas que reportaron tener presencia de nematodos mostraron mayor población (297.40 nemátodos/300 ml de suelo) que las que no tenían presencia de nematodos (209.20 nemátodos en 300 ml de suelo).

Importante es observar que en las parcelas reportadas sin nematodos, las poblaciones de *Tylenchorhynchus sp.* y *Meloidogyne sp.* fueron superiores a las parcelas reportadas con nematodos desde el momento antes de la siembra del ajo, y como en las parcelas reportadas sin nematodos los agricultores no efectúan control de éstos las poblaciones al final del cultivo del ajo también fueron superiores.

7.2 POBLACIÓN DE NEMATODOS EN MATERIAL VEGETAL DE AJO (RAÍCES)

Se realizaron tres muestreos del tejido vegetal del ajo de las parcelas reportadas con presencia de nematodos y de las parcelas reportadas sin presencia de nematodos. En los muestreos realizados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra del ajo no se encontró nemátodo alguno de ninguna especie en

el tejido vegetal de ajo en ninguna de las 10 parcelas muestreadas (5 con presencia de nematodos y 5 sin presencia de nematodos). Adicionalmente a ello, las raíces no presentaron ninguna alteración como por ejemplo pudrición, nodulaciones que indicaran la presencia de nematodos y otro síntoma anormal.

Por lo expuesto anteriormente, se asume que los 4 géneros de nematodos encontrados en las muestras de suelo no afectan al cultivo del ajo en ninguna fase de su desarrollo en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

7.3 RENDIMIENTO DE AJO EN KG/HA

El rendimiento de ajo en cada una de las 5 parcelas con presencia de nematodos y en las 5 parcelas sin presencia de nematodos, según indicaciones de los agricultores del Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango se aprecia en el Figura 7.11.

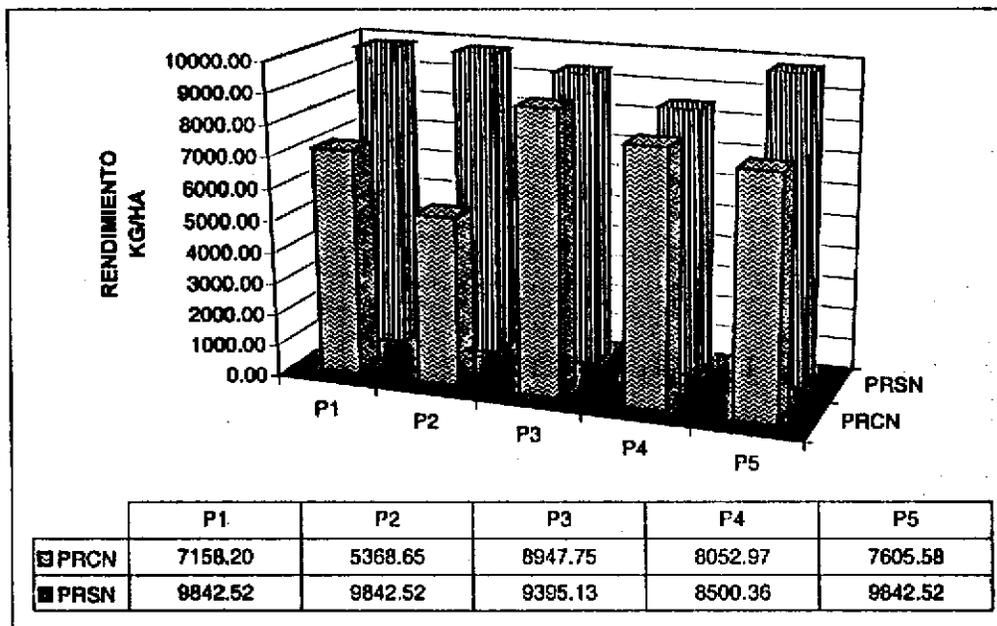


Figura 7.11 Rendimiento de ajo en kilogramos por hectárea obtenido en cada una de las 5 Parcelas Reportadas con Presencia de Nematodos (PRCN) y sin Presencia de Nematodos (PRSN) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

El la Figura 7.11 se aprecia que el las parcelas que los agricultores reportaron sin presencia de nematodos el rendimiento de ajo osciló entre los 9,400 kg/ha a 9,850 kg/ha, lo que es superior al rango obtenido en las parcelas reportadas con nematodos que va de 5,350 a 8,950 kg/ha de ajo. Lo anterior confirma lo observado por los agricultores del Cantón Aguacatán respecto a los bajos rendimientos de ajo en las parcelas que ellos creen que se debe a los nematodos; sin embargo de acuerdo a los análisis realizados en el inciso 7.2 se sabe que el bajo rendimiento en la producción de ajo en algunas parcelas

del Cantón Aguacatán no se debe a los nematodos, puesto que en el material vegetal no se observaron daños causados por éstos y además en los análisis del material vegetal no se encontró ninguno de los géneros localizados en el suelo en ninguna de los dos tipos de parcelas diagnosticadas.

7.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO DE AJO EN KG/HA

El análisis de la prueba de t de una cola para probar la hipótesis estadística alternativa de que el rendimiento de ajo en las parcelas reportadas sin presencia de nematodos es mayor que el rendimiento de ajo obtenido en las parcelas reportadas con nematodos se presenta en la Figura 7.12.

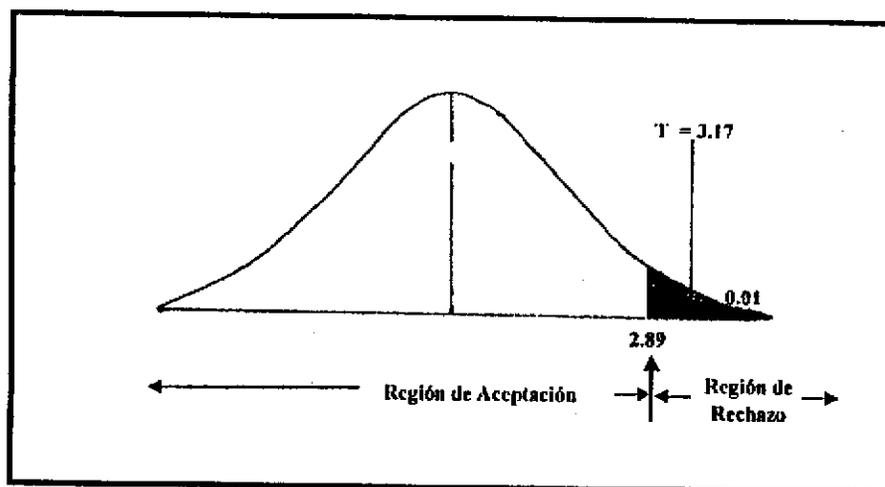


Figura 7.12 Gráfica Mostrando las Regiones de Aceptación y Rechazo para la Hipótesis Alternativa Planteada sobre el Rendimiento de Ajo en Kg/Ha en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango.

En la Figura 7.12 se aprecia que el estadístico T cae dentro de la región de rechazo de la hipótesis nula, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa planteada de que el rendimiento obtenido en las parcelas reportadas por los agricultores sin presencia de nematodos es superior estadísticamente a un nivel de significancia del uno por ciento. El rendimiento medio obtenido en las parcelas reportadas sin nematodos es de 9,484.60 kg/ha de ajo y el obtenido en las parcelas reportadas con presencia de nematodos es de 7,426.62 kg/ha de ajo.

Dado que si bien es cierto que existen cuatro géneros de nematodos en los suelos cultivados con ajo, estos no se encuentran afectando las plantaciones de ajo, por lo tanto la diferencia en el rendimiento no es por esta causa sino que se debe probablemente a otras entre las que podrían estar las condiciones

físico-químicas del suelo, niveles de incidencia de patógenos, contaminación por residuos químicos, factores ambientales, suelos agotados u otros, por lo que resultaría útil evaluarse en un ensayo dirigido estos factores en sus distintas combinaciones con el objetivo de determinar cual es el factor limitante que afecta el rendimiento de ajo en ciertas parcelas.

8. CONCLUSIONES

- Los suelos cultivados con ajo (Allium sativum L.) en el Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango tanto de las parcelas que los agricultores indicaron tener presencia de nematodos así como las que reportaron con ausencia de nematodos (basados en los rendimientos obtenidos), en efecto tienen cuatro géneros importantes de nematodos fitopatógenos: **Helicotylenchus sp.**, **Tylenchorhynchus sp.**, **Pratylenchus sp.** y **Meloidogyne sp.**

- Ninguno de los géneros de nematodos encontrados en el suelo se encontró en el material vegetal de ajo (raíces), y las raíces tampoco mostraron síntomas asociados tales como pudrición o nodulaciones.

- No se determinó en el suelo y/o en el material vegetal de ajo la presencia del género **Ditylenchus dipsasi** que es la especie que ataca específicamente al ajo.

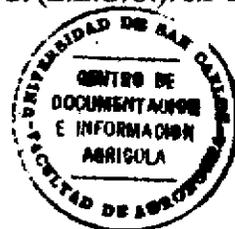
- Las diferencias en el rendimiento obtenido en las parcelas reportadas con presencia y ausencia de nematodos por parte de los agricultores del Cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango no se debe a la presencia de nematodos.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio sobre los niveles críticos de nematodos específico para la zona que comprende el Cantón Aguacatán del Municipio de Aguacatán, Huehuetenango.
- Puesto que la presencia de nematodos no es la causa del bajo rendimiento del ajo, se debe realizar un estudio que incluya los posibles factores vinculados al rendimiento del ajo, con el propósito de establecer cual o cuales de ellos limitan su rendimiento.

10. BIBLIOGRAFIA

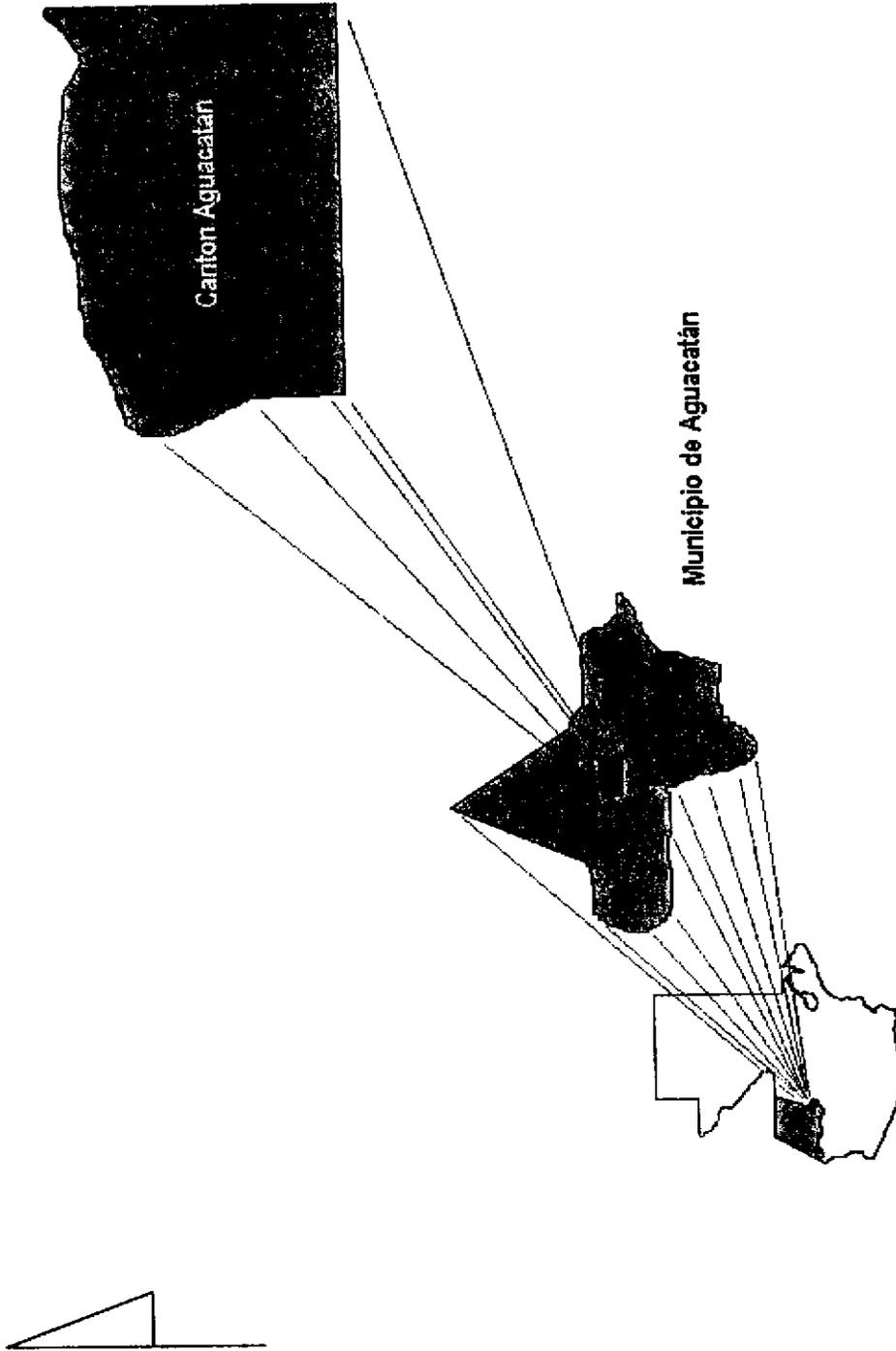
1. AGRIOS, G. N. 1985. Fitopatología. México, Limusa. 756 p.
2. BURGÉS, A.; RAW, F. 1971. Biología del suelo. Barcelona, España, Omega. 596 p.
3. CRUZ, J. R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida en Guatemala, basado en el sistema Holdrige. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 216 p.
4. DOMINGUEZ VILLATORO, A.E. 1994. Estudio de la dinámica poblacional de los nematodos fitoparasitarios asociados al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la finca Casa Blanca, Municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. P. 16
5. FUNDACION CENTROAMERICANA DE DESARROLLO (Gua.); FONDO NACIONAL PARA LA PAZ (Gua.) 1995. Diagnóstico del Municipio de Aguacatán Huehuetenango, Guatemala. 43 p.
6. GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. 1983. cultivo del ajo (*Allium sativum* L.). Guatemala. 12 p.
7. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. (E.E.U.U.) 1978. Control de nemátodos parásitos de plantas. México, Limusa. 219 p.
8. SIMMONS, CH. ; TARAMO, JM. ; PINTO, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed. José Pineda Ibarra. 1,000 p.
9. TYLOR, A.L. 1971. Introducción a la nematología vegetal aplicada, guía de la FAO para el estudio y combate de los nemátodos parásitos de las plantas. Guatemala, FAO. 131 p.
10. UNION CARBIDE AGRICULTURAL COMPANY, INC. (E.E.U.U.). s.f Los nemátodos y su control. E.E.U.U., TEMIK. 39 P.



no. B°.
Miriam De La Roca

11. ANEXOS

Localización del Área de Trabajo



Mapa No. 1: Localización geográfica del Cantón Aguacatan, Municipio de Aguacatan Departamento de Huehuetenango.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "DIAGNOSTICO DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS FITOPARASITOS -
ASOCIADOS AL AJO (Allium sativum L.) EN EL CANTON AGUACATAN,
HUEHUETENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MANFREDO GUTIERREZ DOMINGUEZ

CARNET No: 8210304

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo A. Alvarez Valenzuela
Ing. Agr. Samuel G. Córdoba Calvillo

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.

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

Ing. Agr. Adalberto E. Rodríguez García
A S E S O R

Dr. Ariel Abderraman Ortíz López
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

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



cc:Control Académico
IIA.
Archivo

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>

AO/prr.