

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

**NEMATODOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL BRÓCOLI
(*Brassica oleracea var. Itálica*), EN LA ALDEA ACUL, NEBAJ, EL QUICHÉ.**

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

POR
MARVIN ROBERTO SALGUERO BARAHONA

En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DEL 2000

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 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	M.E.P.U. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO	Br. José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, julio del 2000

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

Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**NEMATODOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL BRÓCOLI
(*Brassica oleracea var. Itálica*), EN LA ALDEA ACUL, NEBAJ, EL QUICHÉ.**

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

Esperando que la presente investigación llene los requisitos académicos para su aprobación, me despido,

Atentamente,



Marvin Roberto Salguero Barahona

Carné 9510132

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Fuente de sabiduría y fortaleza

MIS PADRESRoberto Salguero Alvarado
María Elizabeth Barahona de Salguero
Por sus múltiples esfuerzos**MI ESPOSA**Romelia Margarita Asturias de Salguero
Con amor**MI HIJA**María Belén Salguero Asturias
Con mucho amor**MIS HERMANAS**

Janeth, Maribel, Belsy

MI SOBRINO

José Roberto Redondo Salguero

MIS ABUELOSIsmael Antonio Salguero (Q.E.P.D.)
María del Carmen Alvarado (Q.E.P.D.)
Tomás Barahona Vargas
María Concepción Cardona**MIS TIOS**Armando y Liliana, Enrique y Mirna, Oscar y Lilian,
Luis y Lubia.
Con el cariño y respeto de siempre.**MIS PRIMOS**

Con cariño

MI FAMILIA EN GENERAL

Gracias.

MIS COMPAÑEROS Y AMIGOSEric Ortega, Alvaro Arana, Dorian Izaguirre, Eddy
López, Mauricio Figueroa, Amed Juárez, por su amistad
y compañerismo.

TESIS QUE DEDICO

A: MI PATRIA GUATEMALA

LA CIUDAD DE ZACAPA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (E.N.C.A.)

AGRADECIMIENTOS

A:

Ingeniero Agrónomo Gustavo A. Alvarez Valenzuela, por su acertado asesoramiento y dedicación en el desarrollo del presente trabajo.

Ingeniero Agrónomo René Mardoqueo Casasola Paz, por su colaboración durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

El personal del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su ayuda durante la fase de laboratorio de esta investigación.

Los agricultores de la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, por permitirme el ingreso a sus parcelas de brócoli.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	xi
1 INTRODUCCIÓN	1
2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3 MARCO TEÓRICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 NEMATODOS	3
3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS NEMATODOS FITOPATÓGENOS	3
3.1.2.1 MORFOLOGÍA	3
3.1.2.2 ANATOMÍA	3
3.1.2.3 CICLO DE VIDA	4
3.1.2.4 ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN	5
3.1.3 SÍNTOMAS OCASIONADOS POR LOS NEMATODOS	6
3.1.4 COMO AFECTAN LOS NEMATODOS A LAS PLANTAS	8
3.1.5 INTERRELACIONES ENTRE LOS NEMATODOS Y OTROS FITOPATÓGENOS	9
3.1.6 NEMATODOS PARÁSITOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS	11
3.1.7 NEMATODOS REPORTADOS PARA CULTIVOS DE CRUCÍFERAS	13
3.1.8 MUESTREO DE NEMATODOS	16
3.1.8.1 PREPARATIVOS Y OBSERVACIONES PRELIMINARES	16
3.1.8.2 RECOLECCIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS	16
3.1.8.3 EXTRACCIÓN DE NEMATODOS	17
3.1.8.4 OBSERVACIÓN Y CONTEO DE NEMATODOS	19
3.1.9 TIPOS DE DISEÑO DE MUESTREO	20
3.2 MARCO REFERENCIAL	21
3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA	21
3.2.1.1 LOCALIZACIÓN	21
3.2.1.2 CLIMA	21
3.2.1.3 SUELOS	22
3.2.1.4 AGUA	22
3.2.1.5 ZONA DE VIDA	23
3.2.1.6 IDIOMA	23

3.2.1.7	POBLACIÓN	23
3.2.2	NEMATODOS EN EL CULTIVO DEL BRÓCOLI	23
3.2.3	DESCRIPCIÓN DE GÉNEROS DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN ACUL	25
3.2.3.1	Género <i>Pratylenchus</i>	25
3.2.3.2	Género <i>Criconemella</i>	28
3.2.3.3	Género <i>Hemicycliophora</i>	29
3.2.3.4	Género <i>Helicotylenchus</i>	32
3.2.4	MANEJO DEL CULTIVO DEL BRÓCOLI	33
4	OBJETIVOS	35
5	HIPOTESIS	36
6	METODOLOGÍA	37
6.1	Selección del área de estudio	37
6.2	Fase de campo	38
6.3	Fase de laboratorio	39
6.4	Análisis de la información	41
7	RESULTADOS	43
7.1	Géneros de nematodos fitopatógenos encontrados	43
7.2	Comportamiento poblacional	44
7.2.1	Comportamiento poblacional del género <i>Helicotylenchus</i>	44
7.2.2	Comportamiento poblacional del género <i>Criconemella</i>	47
7.2.3	Comportamiento poblacional del género <i>Hemicycliophora</i>	49
7.2.4	Comportamiento poblacional del género <i>Pratylenchus</i>	51
7.3	Análisis estadístico	53
7.3.1	Análisis de regresión	54
7.3.1.1	Análisis de regresión del género <i>Helicotylenchus</i>	54
7.3.1.2	Análisis de regresión del género <i>Criconemella</i>	56
7.3.1.3	Análisis de regresión del género <i>Hemicycliophora</i>	58
7.3.1.4	Análisis de regresión del género <i>Pratylenchus</i>	60
8	CONCLUSIONES	63
9	RECOMENDACIONES	64
10	BIBLIOGRAFIA	65
11	APÉNDICE	68

INDICE DE FIGURAS

Figura	CONTENIDO	Página
1	Comportamiento poblacional del género <i>Helicotylenchus</i> , durante el ciclo del cultivo del brócoli en Acul, Nebaj, El Quiché, febrero a mayo de 1999	45
2	Comportamiento poblacional del género <i>Criconemella</i> , durante el ciclo del cultivo del brócoli en Acul, Nebaj, El Quiché, febrero a mayo de 1999	47
3	Comportamiento poblacional del género <i>Hemicyclophora</i> , durante el ciclo del cultivo del brócoli en Acul, Nebaj, El Quiché, febrero a mayo de 1999	49
4	Comportamiento poblacional del género <i>Pratylenchus</i> , durante el ciclo del cultivo del brócoli en Acul, Nebaj, El Quiché, febrero a mayo de 1999	51
5	Diagrama de dispersión de poblaciones de nematodos del género <i>Helicotylenchus</i> durante el ciclo de cultivo de brócoli, en Acul, Nebaj, El Quiché, periodo de febrero a mayo de 1999	54
6	Diagrama de dispersión de poblaciones de nematodos del género <i>Criconemella</i> durante el ciclo de cultivo de brócoli, en Acul, Nebaj, El Quiché, periodo de febrero a mayo de 1999	56
7	Diagrama de dispersión de poblaciones de nematodos del género <i>Hemicyclophora</i> durante el ciclo de cultivo de brócoli, en Acul, Nebaj, El Quiché, periodo de febrero a mayo de 1999	58
8	Diagrama de dispersión de poblaciones de nematodos del género <i>Pratylenchus</i> durante el ciclo de cultivo de brócoli, en Acul, Nebaj, El Quiché, periodo de febrero a mayo de 1999	60
9A	Descriptor gráfico del género <i>Helicotylenchus</i>	69
10A	Descriptor gráfico del género <i>Criconemella</i>	70
11A	Descriptor gráfico del género <i>Hemicyclophora</i>	71
12A	Descriptor Gráfico del género <i>Pratylenchus</i>	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro	CONTENIDO	Página
1	Poblaciones de los géneros de nematodos fitopatógenos encontrados en el suelo, en las parcelas de brócoli, en Acul, Nebaj, El Quiché, en el período de febrero a mayo de 1,999	43
2	Frecuencia de aparición de los diferentes géneros de nematodos en las parcelas de brócoli estudiadas, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1999.	44
3	Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género <i>Helicotylenchus</i> encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1,999	46
4	Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género <i>Criconemella</i> encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1,999	48
5	Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género <i>Hemicycliophora</i> encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1,999	50
6	Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género <i>Pratylenchus</i> encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1,999	52
7	Población máxima, mínima, promedio; desviación estándar y coeficiente de variación según tipo de parcela, encontradas en Acul, Nebaj, El Quiché, período de febrero a mayo de 1,999	53
8	Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género <i>Helicotylenchus</i>	55
9	Resumen de la prueba t Student para los coeficientes del modelo de regresión semilogarítmico estimados para las poblaciones del género <i>Helicotylenchus</i> .	55
10	Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género <i>Criconemella</i>	57
11	Resumen de la prueba t Student para los coeficientes del modelo de regresión cuadrático estimados para las poblaciones del género <i>Criconemella</i> .	57
12	Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género <i>Hemicycliophora</i>	59
13	Resumen de la prueba t Student para los coeficientes del modelo de regresión cuadrático estimados para las poblaciones del género <i>Hemicycliophora</i> .	59
14	Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género <i>Pratylenchus</i>	61
15	Resumen de la prueba t Student para los coeficientes del modelo de regresión geométrico estimados para las poblaciones del género <i>Pratylenchus</i> .	61
16A	Registros climatológicos del mes de febrero de 1,999	73
17A	Registros climatológicos del mes de marzo de 1,999	74
18A	Registros climatológicos del mes de abril de 1,999	75
19A	Registros climatológicos del mes de mayo de 1,999	76

RESUMEN

NEMATODOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), EN LA ALDEA ACUL, NEBAJ, EL QUICHÉ.

PLANT PARASITIC NEMATODES ASSOCIATED TO BROCCOLI CROP (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), IN ACUL, NEBAJ, EL QUICHÉ.

La aldea Acul, en el municipio de Nebaj, del departamento de El Quiché, tiene como principal actividad la agricultura. La cual en esta comunidad se ha visto limitada al cultivo de maíz, frijol y algunas hortalizas en menor escala, actividades en las cuales el grado de tecnología utilizada es mínimo. Las condiciones ambientales y la ampliación de las zonas productoras, han permitido establecer en este lugar cultivos no tradicionales de exportación como el brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), el cual como la mayoría de cultivos hortícolas puede ser afectado por un gran número de patógenos, entre los que se encuentran los nematodos.

El presente estudio es un diagnóstico de nematodos, realizado con el objetivo de determinar los géneros fitopatógenos presentes en las áreas de cultivo y su comportamiento poblacional durante el ciclo de cultivo del brócoli.

Se realizaron muestreos periódicos cada 4 semanas en 20 parcelas; en las cuales se estableció el cultivo de brócoli, bajo riego por aspersión en el período de febrero a mayo de 1,999, diferenciando 2 tipos de parcelas, con base en el cultivo anterior establecido en las mismas, los cuales eran maíz y brócoli. Se analizó un total de 120 muestras, 80 de suelo obtenidas durante 4 muestreos, y 40 de raíz obtenidas durante 2 muestreos realizados al final del ciclo del cultivo.

En el suelo fueron identificados 4 géneros de nematodos fitopatógenos, *Helicotylenchus*, *Criconebella*, *Hemicycliophora* y *Pratylenchus*.

En la raíz no se encontró ningún género de nematodo fitopatogeno.

El género *Helicotylenchus* tuvo la mayor participación porcentual en las poblaciones totales de nematodos encontradas. Las poblaciones de este género tuvieron una tendencia decreciente durante el ciclo de cultivo, presentándose las mayores poblaciones en las parcelas que fueron cultivadas con maíz el ciclo anterior, con relación a las que fueron cultivadas con brócoli. Debido a que sus poblaciones disminuyen durante el ciclo del cultivo, este género no se considera de importancia en el área para el brócoli.

Las poblaciones de los géneros *Criconebella*, *Hemicycliophora* y *Pratylenchus*, se mantuvieron estables durante el ciclo del cultivo de brócoli, pues las variaciones presentadas fueron mínimas, por lo que pueden adaptarse como patógenos del cultivo del brócoli y se consideran un riesgo para el cultivo.

De acuerdo a lo anterior se recomienda realizar estudios del efecto de los géneros *Criconebella*, *Hemicycliophora* y *Pratylenchus* sobre el cultivo de brócoli, en el área de Acul, Nebaj, El Quiché.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*), es un producto que tiene demanda en mercado internacional, generando divisas para Guatemala por concepto de exportaciones. La demanda de este producto, ha permitido que las zonas productoras de brócoli se vayan ampliando hacia otros lugares del país, donde las condiciones ambientales favorecen su cultivo, lo cual ha logrado involucrar cada vez mayor cantidad de pequeños y medianos productores a esta actividad (12, 25).

La comunidad de Acul, del municipio de Nebaj, en el departamento de El Quiché, es una de estas zonas, donde el cultivo del brócoli se ha convertido en una buena opción para los agricultores, mejorando su nivel de ingresos y por lo tanto su nivel de vida (25).

La agricultura en esta comunidad se ha visto limitada al cultivo de maíz, frijol y algunas hortalizas en menor escala, actividades en las cuales el grado de tecnología utilizada es mínimo (2).

El brócoli como todos los productos agrícolas de exportación, requieren de una serie de factores, para poder tener un desarrollo normal, entre estos factores el estado sanitario de la planta se considera de gran importancia. Dentro de la gran diversidad de patógenos de importancia en la horticultura, los nematodos son un grupo de organismos a considerar, pues estos causan daños directos e indirectos a la planta, lo cual va en detrimento de su calidad y rendimiento (22).

Debido al escaso desarrollo tecnológico de la comunidad de Acul, no existen estudios sobre poblaciones de nematodos fitopatógenos, que indiquen la presencia, así como los géneros de nematodos que afectan en el cultivo del brócoli.

El presente estudio determina las poblaciones de géneros de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo del brócoli, presentes en el área de Acul, y su comportamiento durante el ciclo del cultivo, mediante el muestreo de las áreas en las cuales se estableció el cultivo en el período de febrero a mayo de 1,999.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La comunidad de Acul, del municipio de Nebaj, en el departamento de El Quiché, pertenece a la región conocida como el Triángulo Ixil, en la cual la agricultura se encuentra en una fase de diversificación agrícola, pues los cultivos predominantes en el área son maíz y frijol.(2, 25)

El cultivo del brócoli tiene gran aceptación entre los agricultores y ha logrado involucrar cada vez a más de ellos en esta actividad, siendo para finales de 1998, un total de 35 agricultores, y 3 hectáreas de cultivo, lo cual representa un 25% de los agricultores de esta aldea, los cuales se dedican al cultivo del brócoli (25). Las hortalizas requieren de un buen estado sanitario para desarrollarse de forma normal, sin embargo en las plantaciones de brócoli que se establecen en esta área, se ha encontrado síntomas de poco desarrollo, amarillamiento de la planta, y ataques de hongos del suelo, lo cual se ha presentado en un 80% de las parcelas, esta sintomatología puede ser inducida por la presencia de nematodos fitopatógenos en las áreas de cultivo; los nematodos son un factor a considerar debido a los potenciales daños que ocasionan, sean estos directos o indirectos.

Debido a que esta región ha sido involucrada recientemente al cultivo de hortalizas, no existen estudios de nematodos fitopatógenos, que puedan indicar, los géneros y poblaciones de los mismos. Este conocimiento es necesario debido al riesgo que presentan estos organismos para los cultivos, y aportar de esta manera suficientes bases para establecer planes de manejo eficientes, lo cual nos ayude a disminuir o evitar las pérdidas de producción que representan para el cultivo del brócoli, y optimizar de esta manera la actividad agrícola del área. Además, de contribuir con un estudio más para la nematología de nuestro país, sobre la distribución de géneros de nematodos fitopatógenos en las áreas hortícolas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. NEMATODOS

Los nematodos son uno de los grupos de fitopatógenos que pertenecen al reino animal. Los nematodos, en ocasiones denominados anguílulas, tienen un aspecto vermiforme pero son taxonómicamente distintos a los verdaderos gusanos. La mayoría de los varios miles de especies de nematodos viven libremente en gran número en aguas saladas o dulces, o en el suelo alimentándose de plantas y animales microscópicos. Numerosas especies de ellos atacan y parasitan al hombre y a los animales, en los que producen diversas enfermedades. Sin embargo, se sabe que varios centenares de sus especies viven como parásitos y se alimentan de plantas vivas en las que producen una gran variedad de enfermedades (1).

3.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS NEMATODOS FITOPATÓGENOS

3.1.2.1. MORFOLOGÍA. Los nematodos fitopatógenos son organismos pequeños de 300 a 1000 μm siendo algunos mayores a 4 mm de longitud por 15 a 35 μm de ancho. Su diámetro pequeño hacen que no sean observables a simple vista, pero se pueden ver con facilidad en el microscopio. Los nematodos tienen, en general, forma de anguila y en corte transversal se ven redondos, presentan cuerpos lisos no segmentados y carecen de patas u otros apéndices. Sin embargo, las hembras de algunas especies se hinchan en la madurez y adquieren la forma de una pera o de cuerpos esferoides (1).

3.1.2.2. ANATOMÍA. El cuerpo de un nematodo es más o menos transparente. Está cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrias u otros detalles. Esta cutícula muda cuando los nematodos pasan a través de sus etapas larvarias sucesiva. Dicha cutícula es producida por la hipodermis, la cual consta de células vivas y se extienden en la cavidad del cuerpo a manera de 4 cordones que separan 4 bandas de

músculos longitudinales. Estos músculos permiten que el nematodo pueda moverse. En la boca y a lo largo del tracto digestivo y de las estructuras reproductoras hay otros músculos especializados (1).

La cavidad del cuerpo contiene un líquido a través del cual se efectúa la circulación y respiración del nematodo. El sistema digestivo es un tubo hueco que se extiende desde la boca, pasando por el esófago hasta el intestino, el recto y el ano. A menudo, seis labios rodean a la boca. Todos los nematodos fitoparásitos poseen un estilete hueco o lanza que utilizan para perforar las células vegetales (1).

Los sistemas reproductores están bien desarrollados. Los nematodos hembras tienen de uno a dos ovarios seguidos por un oviducto y un útero que termina en una vulva. La estructura reproductora del macho es semejante a la de la hembra pero hay un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino. En el macho hay también un par de espículas copulatorias sobresalientes. La reproducción se efectúa por medio de huevecillos y puede ser sexual, hermafrodita o partenogenética. En muchas especies faltan los individuos machos (1).

3.1.2.3. CICLOS DE VIDA

El ciclo de vida de la mayoría de nematodos fitoparásitos es, por lo general, bastante semejante. Los huevecillos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es comúnmente similar a la de los nematodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye mediante una muda. Todos los nematodos tienen 4 etapas larvarias y la primera muda a menudo se produce en el huevecillo. Después de la última muda, los nematodos se diferencian en hembras y machos adultos. La hembra puede entonces producir huevecillos fértiles una vez que se ha apareado con un macho o, en ausencia de machos, partenogenéticamente, o bien produce esperma por sí misma (1).

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual, puede concluir al cabo de 3 o 4 semanas bajo condiciones ambientales óptimas, en especial la temperatura, pero tardará más tiempo en concluir en temperaturas frías. En algunas especies de nematodos la primera o segunda etapa larvaria no

puede infectar a las plantas y sus funciones metabólicas se realizan a expensas de la energía almacenada en el huevecillo. Sin embargo, cuando se forman las etapas infectivas, deben alimentarse de un hospedero susceptible o de lo contrario sufren inanición y mueren. La ausencia de hospederos apropiados ocasiona la muerte de todos los individuos de ciertas especies de nematodos al cabo de unos cuantos meses, pero en otras especies las etapas larvianas pueden desecarse y permanecer en reposo, o bien los huevecillos pueden permanecer en reposo en el suelo durante años (1).

3.1.2.4. ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

La mayoría de los nematodos fitopatógenos viven parte de su vida en el suelo. La mayor parte de ellos vive libremente en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráncos de las plantas, pero aún en el caso de los nematodos sedentarios especializados, los huevecillos, las etapas larvianas preparasitarias y los machos se encuentran en el suelo durante toda su vida o gran parte de ella. La temperatura, humedad y aireación del suelo afecta a la supervivencia y al movimiento de los nematodos en el suelo. Los nematodos se encuentran con mayor abundancia en la capa de suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad, aunque cabe mencionar que su distribución en los suelos cultivados es irregular y es mayor en torno a las raíces de las plantas susceptibles, a las que en ocasiones siguen hasta profundidades considerables (de 30 a 150 cm o más). La mayor concentración de nematodos en la región radical de la planta hospedera se debe principalmente a su más rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tiene las sustancias liberadas en la rizósfera. A esto debe añadirse el denominado efecto del factor de incubación de las sustancias que se originan en la raíz y se difunden en los alrededores del suelo estimulando notablemente la incubación de los huevecillos de ciertas especies. Sin embargo, la mayoría de los huevecillos de los nematodos se incuban libremente en el agua en ausencia de cualquier estímulo especial (1).

Los nematodos se distribuyen en el suelo muy lentamente bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nematodo probablemente no excede de un metro por estación. Se mueven con mayor rapidez en el suelo cuando los poros de éste están llenos de una película delgada (de unos cuantos micrómetros) de agua cuando el suelo se encuentra inundado. Sin embargo, además de su movimiento propio, los nematodos se distribuyen con gran facilidad a través de todo lo que se mueve y pueda llevar partículas del suelo. El equipo agrícola, la irrigación, el agua inundada o de drenaje, las patas de los animales y las tolvaneras distribuyen a los nematodos en áreas locales, mientras que a grandes distancias los nematodos se distribuyen principalmente por los productos agrícolas y las plantas de viveros. Los pocos nematodos que atacan a los órganos aéreos de las plantas no sólo se mueven en el suelo en la forma anteriormente descrita, sino también son salpicados hasta las plantas por las lluvias o el riego excesivo, o sube por sí mismos a las superficies húmedas de las hojas o tallo de las plantas. Se dispersan además cuando los órganos de las plantas infectadas entran en contacto con las plantas sanas y adyacentes (1).

3.1.3 SÍNTOMAS OCASIONADOS POR LOS NEMATODOS

Los síntomas del daño provocado por nematodos pueden ser variables y dependen de la naturaleza del parásito, del tipo y edad de la planta hospedera, de los tejidos afectados y de las condiciones generales de crecimiento (11).

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 ella, ramificación excesiva de la raíz, puntas dañadas de esta última y pudriciones de la raíz cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitopatógenos (1).

Los nematodos producen daños mecánicos con sus estiletes en su avance intra o intercelular. Algunos nematodos secretan pectinasas que destruyen la lamela media intercelular de las células vegetales. Necrosis y otros cambios se pueden producir por la acción del fluido salival (11).

Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, síntomas de deficiencias en nutrientes como el amarillamiento del follaje, el marchitamiento excesivo en tiempo cálido o seco, una menor producción de las plantas y una baja calidad de sus productos.

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

Para diagnosticar nematodos, hay que adiestrar el ojo en conocer pequeñas diferencias entre plantas sanas y plantas enfermas tanto en la parte aérea como subterránea. Adoptar la práctica de desenterrar y lavar las raíces. Observar bien el aspecto del sistema radicular sano, para conocer rápidamente una raíz enferma o dañada (1).

Los síntomas varían con la especie, del nematodo y según la especie o cultivar de la planta hospedera. También depende de la edad, de la parte de la planta afectada, y de las condiciones generales de crecimiento. Algunas especies hospedantes se afectan gravemente por el ataque de los nematodos. Ciertos cultivares producen una reacción de hipersensibilidad, impidiendo la alimentación de los nematodos en ellas (11).

Debido a que los nematodos destruyen las raíces, cualquier síntoma en la parte aérea, consecuencia del daño al sistema radicular, podría ser causado por nematodos. Por ejemplo, el enrollamiento de las hojas puede ser causado por sequía, pero también por raíces que no absorben suficiente humedad. El amarillamiento de las hojas puede ser un síntoma de falta de elementos minerales en el suelo, pero quizá las raíces están tan debilitadas por los nematodos que ya no absorben los elementos nutritivos (1, 11). Algunos cultivos no muestran síntomas visibles de daños de nematodos, debido a la tolerancia de las plantas y al clima. Sin embargo, la pérdida de rendimiento puede ser muy real (1). Frecuentemente, los síntomas que se observan en una planta, son el resultado de la acción combinada de varias especies (11).

3.1.4. COMO AFECTAN LOS NEMATODOS A LAS PLANTAS

Los nematodos dañan a las plantas solo ligeramente durante los daños mecánicos directos que producen en ellas en el momento de alimentarse. Parece ser que la mayoría de los daños son ocasionados por una secreción de saliva que el nematodo inyecta a la planta mientras se alimenta de ella. Algunas especies de nematodos se alimentan con gran rapidez; perforan la pared celular, inyecta saliva en las células, succionan parte de los contenidos de esta última y se mueven en el interior de ella al cabo de unos cuantos segundos. Sin embargo, otras especies se alimentan con menos rapidez y pueden permanecer en el mismo punto de entrada a la célula durante varias horas o días. Estos nematodos así como las hembras de las especies que se establecen permanentemente en o sobre las raíces, inyectan saliva en forma intermitente mientras se están alimentando (1).

El proceso de alimentación hace que las células vegetales afectadas reaccionen causando la muerte o el debilitamiento de las yemas y puntas de la raíz, la formación de lesiones y degradación de los tejidos, hinchamientos y agallas de varias clases y tallos y follajes retorcidos y deformados. Algunos de estos síntomas se deben a la disolución de los tejidos infectados por las enzimas del nematodo, las cuales con o sin la ayuda de metabolitos tóxicos producen la muerte de las células y la desintegración de los tejidos. Otros se deben al alargamiento anormal de las células (hipertrofia), al cese de la división celular o a la estimulación de ella que se efectúa en una forma controlada, dando como resultado la formación de agallas o de una gran cantidad de raíces laterales en o cerca de los puntos de infección (1).

Los síndromes de las enfermedades de las plantas producidas por los nematodos son complejos. Las especies que se alimentan de la raíz posiblemente disminuyen la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes del suelo y de esta manera producen síntomas de deficiencia de agua y nutrientes en los órganos aéreos de ellas. Sin embargo, son las interacciones bioquímicas entre la planta y el nematodos las que afectan negativamente la fisiología total de las plantas y la función de los nematodos de proporcionar los

puntos de entrada para otros patógenos, a lo que se deben principalmente los daños que sufren las plantas; los daños mecánicos o la obtención del alimento de las plantas por los nematodos es, en general, menos importante (1).

3.1.5. INTERRELACIONES ENTRE LOS NEMATODOS Y OTROS FITOPATÓGENOS

Aunque los nematodos pueden causar enfermedades en las plantas por si mismos, la mayoría de ellos vive y opera en el suelo donde constantemente están rodeados por hongos y bacterias, muchas de las cuales pueden también 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 etiológico que da origen a un potencial patogénico combinado mucho mayor que la suma del daño que pueden producir los patógenos por separado (1).

Se conoce varios complejos de enfermedad hongos-nematodos. La marchitez de varias plantas por *Fusarium* aumenta en severidad e incidencia cuando las plantas son infectadas también por los nematodos lesionador, picador, reniforme, perforador, del achaparramiento de las plantas o por el del nudo de la raíz. Se han observado también efectos similares en complejos de enfermedad que incluyen a los nematodos y a la marchitez por *Verticillium*, el ahogamiento de las plántulas por *Pythium*, las pudriciones de la raíz por *Rhizoctonia* y *Phytophthora* y en algunos otros ejemplos. En ninguno de estos casos los nematodos transmiten al hongo. Sin embargo, las variedades vegetales susceptibles a sus hongos correspondientes sufren más daños cuando son infectadas por los nematodos siendo el daño combinado considerablemente 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. La importancia que tienen los nematodos en estos complejos se basa en el hecho de que la fumigación del suelo, que elimina al nematodos pero no al hongo, disminuye en amplio grado la incidencia y el daño producido por la enfermedad producida por el hongo (1).

Aunque parezca muy probable que los daños mecánicos que producen los nematodos en las plantas sean un factor importante en la proporción de puntos de entrada para el hongo, la cantidad de efecto que tienen los nematodos sobre la susceptibilidad del hospedero en las últimas etapas del desarrollo de las plantas sugiere que los nematodos pueden también inducir algún tipo de respuesta del hospedero que disminuye la resistencia natural de este ante el hongo. Debe tenerse también presente que, al menos en algunos de dichos complejos, hay una masa de micelio mucho mayor en los tejidos infectados por los nematodos que en los tejidos libres de ellos en una misma planta y también que las poblaciones de 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 complejos de enfermedad por bacterias y nematodos. Así, por ejemplo, el nematodo del nudo de la raíz aumenta la frecuencia y severidad de la marchitez bacteriana del tabaco producida por *Ralstonia solanacearum*, de la marchitez bacteriana de la alfalfa producida por *Corynebacterium insidiosum* y de la sarna bacteriana de la gladiola producida por *Pseudomonas marginata*. En la mayoría de estos complejos parece ser que la función de los nematodos es proporcionar a las bacterias un poco de infección y facilitarles que dañe al hospedero. Por otra parte, la infección de la raíz de los ciruelos por el nematodo anillo *Criconemoides xenoplax* modificó la fisiología de esos árboles y provocó el desarrollo de cánceres de mayor tamaño producidos por la bacteria *Pseudomonas syringae* sobre las ramas de los árboles infectados por el nematodo que en árboles libre de ellos (1).

Mucho mejor se conocen las relaciones existentes entre los nematodos y los virus. Varios 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, mancha anular de la frambuesa, sonajero del tabaco y el del empardecimiento temprano de chícharo son transmitidos a través del suelo por medio de nematodos vectores. Sin embargo, todos estos virus son transmitidos por solo uno o más de los géneros de nematodos daga, aguja y de la raíz en escobilla: *Xiphinema*, *Longidorus* y *Trichodorus*. Los cuales dos primeros solo transmiten virus redondos, es decir, virus poliédricos, los cuales incluyen a la mayoría de los virus

transmitidos por nematodos, mientras que *Trichodorus* transmite dos virus tubulares en forma de varilla, los virus son sonajero del tabaco y del empardecimiento temprano del chícharo. Estos nematodos transmiten algunos virus después de alimentarse de plantas infectadas durante un período tan breve como es una hora, pero su porcentaje de transmisión aumenta cuando se alimenta durante más de cuatro días. Una vez que han adquirido el virus de una planta infectada, los nematodos permanecen infecciosos durante períodos de 2 a 4 meses y en ocasiones durante más tiempo. En todas las etapas, los nematodos adultos y sus larvas pueden transmitir virus, pero éste no pasa de una etapa larvaria a otra o a la de adulto a través de la muda, ni pasa de los adultos a través de los huevecillos, a las larvas. Aunque los nematodos pueden ingerir y llevar en su interior varios virus que infectan a las plantas, sólo pueden transmitir algunos de ellos a las plantas sanas, lo cual sugiere que hay una estrecha asociación biológica entre los nematodos vectores y los virus que transmiten (1).

3.1.6. NEMATODOS PARÁSITOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS

Las hortalizas tienen un valor socioeconómico muy elevado en los distintos países, son muchos los patógenos que las atacan y de estos, los nematodos fitoparásitos constituyen un grupo de gran importancia. Cuando un determinado cultivar se encuentra severamente infestado por nematodos, este muestra diversos síntomas como son, entre otros, la caída prematura de las hojas, clorosis de distinta magnitud y achaparramiento (20).

Desafortunadamente estos síntomas no son típicos ya que pueden también manifestarse cuando las plantas sufren el efecto de otros patógenos, plagas distintas, mal uso de herbicidas, condiciones inadecuadas de nutrición, etc. por norma general, se acepta que muchos cultivos hortícolas que crecen en condiciones muy favorables de humedad y fertilidad pueden soportar enormes poblaciones de nematodos sin que sus rendimientos sean afectados sustancialmente. Por lo tanto, el papel que los fitonematodos poseen es más

bien como participantes de enfermedades complejas donde de manera poco entendida, facilitan la acción patogénica de otros microorganismos asociados, provocando daños más severos (20).

La estimación de pérdidas en cultivos hortícolas por nematodos es relativamente difícil de percibir. Una de las técnicas más comunes se basa en la utilización de nematicidas. De las pocas estadísticas disponibles, destacan las publicadas por un Comité de Expertos asignado por la Sociedad Americana de Nematólogos quien reporta pérdidas del orden del 11% en 24 cultivares hortícolas diferentes. Según dicho Comité, la equivalencia de estas pérdidas expresadas por unidad de producción, correspondía en promedio a US\$247.00 por ha entre 1967-1968.

En los últimos 60 años se ha incrementado extraordinariamente la investigación para encontrar medidas efectivas de control. Se ha logrado obtener algunas variedades resistentes en algunos cultivares, se cuenta con mejores prácticas culturales que han permitido a los agricultores reducir pérdidas, se tiene un arsenal de nematicidas que en forma efectiva permite a los agricultores obtener mejores cosechas en volumen y calidad (20).

Sin embargo, la aplicación de estos productos solo es rentable en aquellos cultivos de alto valor económico. A continuación se discute sobre las especies de fitonematodos de mayor importancia en los distintos cultivos hortícolas (20).

Las especies de nematodos de los géneros *Ditylenchus* y *Pratylenchus*, son los que causan los daños más severos en los cultivos de ajo y cebolla. *Ditylenchus dipsaci* y *Pratylenchus penetrans* son las especies más ampliamente distribuidas a nivel mundial (20).

El camote (*Ipomoea batata*) es severamente afectado por varias especies de *Meloidogyne* y por *Rotylenchus reniformis*. El parasitismo del primer nematodo ocasiona malformaciones de raíces, achaparramiento y resquebrajamiento del tubérculo. Las juveniles de *Meloidogyne incognita* inducen la formación de células gigantes, causan hiperplasia en el tejido parenquimático, provocan la anomalía del xilema y la formación

de tejido corchoso. Ninguna otra especie de *Meloidogyne* muestra tener tal grado de virulencia en la papa (20).

El cultivo del betabel (*Beta vulgaris*) es severamente afectado en el estado de New York por el nematodo *Heterodera schachtii*. En cambio en Utah y California el cultivo es afectado por *Nacobbus*. (20).

Los cultivos de cucurbitáceas son afectados en menor o mayor proporción por algunas especies de los géneros *Meloidogyne*, *Rotylenchus* y *Pratylenchus*.

Son muchas las especies de fitonematodos que se encuentran asociados a pérdidas de cultivos de leguminosas, destacan las del género *Meloidogyne* y algunas del género *Pratylenchus*. Otros nematodos asociados con leguminosas son: *Rotylenchus spp.*, *Belonolaimus gracilis*, *Heterodera glycines*, *Ditylenchus dipsaci* y *Nacobbus aberrans*.

Son muchas y diversas las especies de fitoparasitas que se han reportado asociadas a detrimentos de magnitud diversa en estos cultivos. Las especies se encuentran agrupadas aproximadamente en 20 géneros, de los cuales destacan *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus* y *Nacobbus* (20).

3.1.7 NEMATODOS REPORTADOS PARA CULTIVOS DE CRUCÍFERAS

El nematodo del tallo, nematodo de la pudrición seca, nematodo de los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*), es un endoparásito que se alimenta de los tejidos muelles del tallo de *Brassica sp.* invade tejidos jóvenes, especialmente de plantas de semillas mientras estas están bajo del nivel del suelo, y después pudre las células. Los tallos infestados son frecuentemente hinchados, empequeñecidos y torcidos, las hojas mal formadas, los peciolo engrosados, redoblados y cicatrizados. En algunas plantas el ápice de crecimiento muere y la muerte le sigue, bien que en otros casos puede aparecer una proliferación de yemas de una estación de crecimiento temprano (21).

El daño del nematodo quiste de la col (*Heterodera cruciferae*), puede fluctuar de menor importancia a fracaso total de la cosecha. La falta de economía aparece en primer lugar. Las plantas tienen una cabeza más

pequeña de lo normal y las plantas aparecen a gran distancia en las hileras. Las hojas inferiores comienzan a ponerse amarillas y a caer una por una. Algunas plantas muestran el marchitamiento y el alechugamiento anormal. Las raíces comienzan a ramificar dentro de poco después de la invasión así que son amasadas mientras que la raíz primaria es más pequeña que lo normal. Las raíces inferiores mueren y raíces nuevas se forman. En las estaciones finales de crecimiento, el sistema consiste de muchas raíces delgadas en capa fina cerca de la superficie. No hay zonas hinchadas del tejido de raíz como produce el nudo de raíz (21).

El nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne artiellia*), forma agallas pequeñas en las raíces laterales, y las hembras en forma de frasco se hacen embutidos en el tejido. Ellas son por lo general envueltas en un saco de huevos gelatinoso. Debido a eso pueden distinguirse de *Heterodera cruciferae*. Sobre el nivel del suelo, los síntomas son la disminución del crecimiento de toda la planta, con pocas hojas que son más pequeñas de lo normal y verdes claras a amarillas, y que tienden a marchitarse en tiempo caliente o seco. Las flores y frutas son menos numerosas, más pequeñas, y las frutas son de calidad inferior a las frutas de plantas sanas (21).

El nematodo de las lesiones radiculares de Cobb (*Pratylenchus penetrans*), es un endoparásito migratorio del tejido leñoso de la raíz, pero puede entrar en tejidos vasculares también. Enseguida, se forman cavidades y las lesiones más viejas se ponen castañas o negras. Los nematodos se hallan principalmente en las raíces tributarias. Cuando las lesiones se unen, puede quitarse una tira circular de corteza y eso mata la raíz. Así se disminuye el tamaño del sistema de raíces. Además de esta disminución hay el empequeñecimiento, la clorosis general, y la muerte prematura de las hojas más viejas. Grupos pequeños o aun plantas individuales pueden mostrar síntomas hasta que la población de nematodos se aumenta y ataca la mayor parte de la cosecha. Los rendimientos se disminuyen en proporción al grado de infestación (21).

El nematodo de daga, nematodo de puñal (*Xiphinema indicum*), es un ectoparásito migratorio produce el agrandamiento y el torcimiento de las raíces con lesiones diminutas, la necrosis aparente y el avellanamiento de partes de las raíces. El resultado más impresionante de esta infestación es la pérdida de todas las raíces

laterales, parte de racimos aislados de raíces cortas y regordetas. Sobre el nivel del suelo hay solamente crecimiento muy limitado (21).

En los trópicos y subtropicos, las especies de plantas de esta familia no son comunes. Esto no es así en los climas templados donde el brócoli, coliflor, col y otras especies más constituyen un papel predominante en la dieta diaria de los habitantes de dichas regiones. La remolacha es otro cultivo importante en el área industrial. Varias especies de *Meloidogyne* causan severos daños a la col en Europa y Norte América. Sin embargo, en California, el enquistado *Heterodera cruciferae*, reduce la cantidad y calidad del cultivo. En los Estados del Noreste de los E.U.A. *Pratylenchus penetrans* se le encuentra asociado a las pérdidas en la col, y en otras regiones como en la India, la especie *Tylenchorrhynchus brassicae*, es de gran interés económico para los agricultores (20).

En el ámbito mundial el enquistado *Heterodera schantii* es considerado como factor limitante en el cultivo de la remolacha azucarera. Este nematodo sin embargo, posee más de 200 hospedantes y cerca del 80% de las especies crucíferas son hospederos.

Al igual que en la mayoría de las especies de nematodos fitoparásitos, las especies antes mencionadas interactúan con otros organismos fitopatógenos como *Fusarium*, *Verticillium* y *Rhizoctonia*, donde son capaces de inducir pérdidas más grandes que en forma individual.(20)

Según Decker (7), *Tylenchorrhynchus brassicae*, ha sido detectado en India, Omán, Egipto. Este nematodo es un serio problema en la mayor parte de cultivos de crucíferas y cuando las poblaciones de nematodos son altas suele suceder que el desarrollo es afectado negativamente.

Además *Meloidogyne incognita* es frecuentemente encontrada en algunos cultivos vegetales pertenecientes a las familias Liliaceae, Leguminosae, Compositae, Chenopodiaceae y Cruciferae.

3.1.8 MUESTREO DE NEMATODOS

3.1.8.1. PREPARATIVOS Y OBSERVACIONES PRELIMINARES

La planificación cuidadosa, así como la obtención del equipo necesario, son condiciones esenciales antes de muestrear. Los croquis de las áreas a muestrear, así como las anotaciones correspondientes a las especies de plantas sujetas al muestreo, podrían hacerse antes que el muestreo en sí se lleve a cabo. El muestreo deberá circunscribirse a un solo cultivar o especie de planta (28).

Los signos y síntomas de los posibles daños ocasionados por nematodos en las partes aéreas de las plantas o raíces, deben de registrarse en el momento del muestreo. Si las poblaciones de nematodos están restringidas solamente al suelo, es posible que la observación de achaparramiento de las partes aéreas así como de síntomas de deficiencias nutricionales, indiquen la presencia de nematodos. La manifestación de patrones irregulares en el crecimiento de los tallos, así como de anomalías asociadas a nematodos foliares en algunas plantas hospedantes, como ornamentales anuales o árboles forestales, deben de anotarse en el momento del muestreo (28).

3.1.8.2. RECOLECCIÓN Y MANEJO DE MUESTRAS

Para un determinado ensayo con nematodos, el área a muestrear, así como el número de muestras y submuestras a considerar, dependerá de los propósitos del muestreo. Para el diagnóstico de enfermedades deben de tomarse muestras apareadas. La primera muestra procederá de plantas sanas (adyacentes a plantas enfermas), y esta estará constituida cuando menos de 10-30 submuestras, que darán un volumen final de aproximadamente 500-1000 cm³ de suelo. La segunda será similar, pero deberá de obtenerse de plantas raquíticas o achaparradas, procedentes de uno o varios lugares. Si no se observan diferencias en los patrones de crecimiento, entonces una sola muestra cada sitio de muestreo será suficiente. El muestreo deberá de efectuarse cuando la humedad del suelo sea ligeramente inferior a la capacidad de campo; esto es, cuando el suelo este ni muy seco ni muy húmedo. El lugar específico para la recolección de muestras de suelo deberá

de estar lo mas estrechamente vinculado al máximo desarrollo radical de las plantas en cuestión. Este, deberá encontrarse en los surcos para el caso de las plantas anuales. Para el caso de los cultivos perennes, la toma de muestras deberá efectuarse siguiendo la zona de goteo.

La profundidad de la muestra dependerá del hospedante, el tipo de suelo y las especies de nematodos presentes. En términos generales, las muestras obtenidas entre los 15 y 30 cm de la superficie del suelo representan una muestra adecuada. Aquellas plantas con raíces profundas como el duraznero u otros frutales, requerirán de muestreos profundos de hasta un metro, para poder caracterizar completamente las comunidades de los nematodos asociados. Las muestras apareadas que se mencionaron con anterioridad, pueden ser útiles para comparar las cantidades y clases de nematodos encontrados en plantas sanas, con respecto a las plantas enfermas.

Una vez tomadas las muestras, estas se colocan individualmente en bolsas de polietileno o en recipientes adecuados. Las muestras compuestas deben ponerse en bolsas de polietileno selladas de 1 a 2 litros de capacidad, etiquetarse y colocarse en recipientes aislados para prevenir la exposición al exceso de calor o la luz directa del sol. Las muestras deben de manejarse con cuidado evitando golpearlas o mezclarlas excesivamente, pues algunos nematodos como *Paratrichodorus minor* y *Belonolaimus longicaudatus*, pueden ser afectados. Si las muestras van a almacenarse, deben de conservarse idealmente en un sitio cuya temperatura oscile entre los 10-15 °C. Si no se cuenta con un incubador de estas características, entonces pueden mantenerse durante 2-3 semanas a la temperatura de 20-22 °C (28).

3.1.8.3. EXTRACCIÓN DE NEMATODOS

El método de centrifugación y flotación es excelente para obtener del suelo los estadios juveniles de *Meloidogyne*, particularmente en el establecimiento de ensayos rutinarios. También es uno de los mejores procedimientos para obtener especies de *Criconebella*. El equipo incluye: una centrifuga; agitadores mecánicos; tamices de 35, 60, 400 y 500 mallas respectivamente, erlenmeyer. Las sustancias químicas que

se requieren son una solución azucarada; 454 gr en agua suficiente para la obtención de un litro de solución (28).

Procedimiento para la técnica de centrifugación y flotación:

1. Mezclar el suelo
2. Colocar 300 cm³ de suelo en un vaso de precipitado de 1,000 ml y agregar suficiente agua hasta obtener un volumen de 600 ml.
3. Agitar la suspensión por 20 segundos y permitir que el suelo se sedimente por 60 segundos. El máximo tiempo de sedimentación para los miembros de *Criconemella spp.*, es de 20-30 segundos.
4. Decantar el sobrenadante sobre un tamiz malla 35 empotrado a su vez en otro de malla 400. Sostener ambos tamices en un ángulo de 35-40° durante el proceso de decantación, con el propósito de minimizar las oportunidades de que los nematodos pequeños pasen directamente a través de las mallas.
5. Mediante el uso de una pizeta, lavar la malla del tamiz 35 cuando todavía se encuentre sobre el de malla 400 (los lavados excesivos son contraproducentes, ya que pueden inducir el paso de los nematodos por ambas mallas). Para el caso de las especies de *Heterodera o Globodera*, intercalar otro tamiz de malla 60 u 80 entre los tamices de 35 y 400 mallas, con el propósito de retener los quistes.
6. Arrastrar con agua los desechos y los nematodos retenidos sobre la malla del tamiz 400 y transferirlos a un vaso de precipitado de 150 ml.
7. Vaciar la suspensión a los tubos de la centrifuga.
8. Colocar los tubos en el cabezal de la centrifuga, asegurándose que los pesos de los tubos estén balanceados.
9. Centrifugarlos a 420 g durante 5 minutos.
10. Decantar el agua de los tubos (los nematodos se encuentran en el precipitado al fondo de los tubos).

11. Llenar los tubos de centrifuga con la solución azucarada, resuspenderlos con la varilla del batidor motorizado o el mezclador vibratorio.
12. Centrifugar durante 30-60 segundos a 420 g. Los nematodos permanecerán suspendidos en la solución azucarada. No utilizar el freno de ciertas centrifugas, ya que con ello se produce una vibración, lo suficientemente intensa como para desalojar el precipitado.
13. Decantar la solución azucarada conteniendo los nematodos en un tamiz de 500 mallas. Verter lentamente cuando se este trabajando con nematodos pequeños.
14. Enjuagar y arrastrar a los nematodos del tamiz de malla 500 para transferirlos a un vaso de precipitado de 150 ml (aproximadamente 20 ml de agua son suficientes para proceder enseguida a contarlos) (28).

3.1.8.4 OBSERVACIÓN Y CONTEO DE NEMATODOS

Los nematodos recuperados en un recipiente de 10 cc de agua, se vierten en un vidrio de Siracusa y se observan en un microscopio binocular (Estereoscopio) con luz directa. El vidrio debe de ser cuadriculado para facilitar el conteo de los nematodos fitoparasíticos. Los nematodos fitoparasíticos se van a diferenciar de los de vida libre únicamente por la presencia de un estilete, el cual va a variar de acuerdo al género de nematodos que se está observando.

En cuanto al conteo se obtendrá un número promedio de nematodos fitoparasíticos por los 10 cc de suspensión y se relacionará con el volumen inicial de suelo infestado. Posteriormente se obtendrá en forma aproximada la población de nematodos fitoparasíticos en una área determinada.

Para su identificación se procederá a matar los nematodos de la suspensión, aplicándoles calor, durante 5 minutos, mediante la técnica de baño María. Luego se procederá a fijarlos, aplicándoles formalina al 5% (28).

3.1.9 TIPOS DE DISEÑO DE MUESTREO:

Una muestra se extrae de una población con el objeto de inferir algo con respecto a esa población. Esto conlleva a la necesidad de considerar el método para la selección de muestras. En la práctica, la elección del procedimiento de muestreo depende del compromiso entre la precisión, la conveniencia de poder evaluar esa precisión a partir de los registros, muestras, comodidad y practicabilidad en el campo.

Tres tipos de procedimientos de muestreo se emplean comúnmente en los reconocimientos de campo: 1) Muestreo al azar simple, 2) Muestreo estratificado, 3) Muestreo sistemático y 4) Muestreo al Troche y Moche.

- 1) Muestreo al azar: es un procedimiento que consiste en seleccionar un número definido de muestras de tal modo que cada uno tenga la misma oportunidad de ser elegida. En el muestreo al azar la selección queda librada enteramente a la casualidad. Este procedimiento es frecuentemente un método satisfactorio, cuando la población del muestreo no tiene alta variabilidad (3).
- 2) Muestreo al azar estratificado: en el muestreo estratificado la población se divide primero en subgrupos o subpoblaciones. Estos subgrupos se llaman estratos. Mediante la estratificación cabe la posibilidad de dividir una población heterogénea en grupos que internamente son más homogéneos. En otras palabras, la población se divide en tal suerte que las diferencias entre individuos de un mismo estrato resulten tan pequeñas como sea posible, mientras que las diferencias entre los estratos resulten tan grandes como sea posible (3).
- 3) Muestreo sistemático: en el muestreo sistemático las muestras se extraen a intervalos igualmente espaciados dentro de la población en cuestión. Este método requiere el establecimiento, por elección al azar, de un punto de partida. Desde este punto de partida es posible muestrear a cada una de las partes a intervalos iguales, por ejemplo cada décima parte. El método es imparcial, a menos que una de las hileras o unidades de muestreo elegidas caiga en un surco vacío o que ocurra alguna contingencia de este tipo. En este caso se puede seleccionar al azar otro punto de partida. Si no se tiene preocupación por los

errores del muestreo, este método tiene considerables ventajas desde el punto de vista de los procedimientos de operación (3).

- 4) Muestreo al troche y moche: consiste en caminar sin propósito por el campo, parando aquí y allá para tomar muestras. Muchos piensan que pueden usar el "Paso del borracho" a través de un campo y obtener un muestreo al azar. No es ese el caso, inevitablemente, uno es atraído a los sitios donde hay daño, por el contacto visual con ellos. Por lo general hay un prejuicio que resulta en estimaciones infladas de la densidad promedio de la plaga. El termino de muestreo " al troche y moche", no aparece en ningún texto de estadística o ecología. Sin embargo, parece describir ampliamente lo que algunos hacen bajo el disfraz de muestreo al azar (3).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

3.2.1.1 LOCALIZACIÓN

La aldea de Acul, pertenece al municipio de Nebaj, departamento de El Quiché, en la región conocida como el Triángulo Ixil, la cual tiene una extensión territorial de 1,563.5 km², la cual se encuentra ubicada en un ramal de la Sierra Madre, que penetra desde México y forma la cordillera de los Cuchumatanes. El municipio de Nebaj se encuentra a 87 km de la cabecera departamental, hasta la cabecera municipal, la comunidad de Acul se encuentra a 12 km de la cabecera municipal de Nebaj.

La localización geográfica de esta área es, Latitud Norte de 15°24' 18" y Longitud Oeste de 91° 11' 14". Se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 1,930 m (13).

3.2.1.2 CLIMA

El clima es templado frío. La precipitación pluvial en el área es de 1,906 mm anuales en promedio, distribuidos en los meses de mayo a noviembre. La temperatura media anual es de 15.9°C, con un rango de

temperaturas de 10 a 22 °C. La humedad relativa del área esta comprendida en un rango de 21 a 100% con un promedio anual de 84% (2).

3.2.1.3 SUELOS

Gran parte de los suelos se han originado de roca caliza a elevaciones bajas, medias y altas. Constituyen uno de los sistemas frágiles de los suelos del país, de formación calcárea conocida como Karst. Otros suelos tienen influencia de conglomerados y esquistos arcillosos. Estos suelos se localizan en relieves ondulados, inclinados y quebrados. Estas condiciones influyen en la alta susceptibilidad a la erosión por efectos del agua de lluvia, cuando disminuye la cubierta vegetal. Las diferencias fisiográficas están determinadas por las tierras altas sedimentarias (las que ocupan mayor área), tierras altas cristalinas y una pequeña porción de tierras altas volcánicas; las que forman la base de condiciones naturales de esta porción territorial. Es común observar texturas arcillosas o pesadas medianas con una porción de arcilla, limo y arena y en menor grado, suelos livianos. Los colores son pardo o café y gris oscuro o negro; con pendientes que van desde 5% a 45% y más; con diversos grados de fertilidad. La profundidad de los mismos es variable, va desde 20 a 50 cm dependiendo de la posición de los mismos (2).

3.2.1.4 AGUA

La precipitación pluvial anual esta entre los 1,000 y 2,000 mm, por lo general hacia la parte Norte los volúmenes varían de 2,000 a 4,000 mm. Se observa la existencia de dos clases de agua, en las zonas de montañas altas es apta para consumo humano, según sus características físicas, químicas, y bacteriológicas; el problema es el acceso, debido a lo abrupto del relieve que dificulta la utilización, el mayor abastecimiento se da por medio de nacimientos. En la parte baja los caudales son grandes, de agua cristalina, azul verdosa, debido a la existencia de carbonatos (2).

3.2.1.5 ZONA DE VIDA

La zona de vida que tiene influencia sobre la comunidad de Acul, es el Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (bmh-sc). Esta zona es muy extensa en el área Ixil, en la cual tiene un área aproximada de 2,438 km², abarca municipios como Ixcán, Chajul y Nebaj. La aldea también está influenciada por la zona de vida del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En estas áreas predominan los bosques de coníferas constituidos de *Pinus tenuifolia*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus moctezumae*, además de encontrarse encinos y robles *Quercus spp.*; así como llamos *Alnus spp.* y con menor frecuencia aparece el liquidambar (2,6).

3.2.1.6 IDIOMA

Según estudios realizados por la Dirección General de Estadística, un 75% de los habitantes de la región, hablan un idioma maya, el que en su mayoría es el Ixil, con un bajo porcentaje de Quiché y un 95% de las personas hablan el Español (2).

3.2.1.7 POBLACIÓN

La aldea Acul tiene una población aproximada de 900 habitantes, ubicadas aproximadamente en 140 familias, las cuales en su mayoría pertenecen a la etnia Ixil, se dedican básicamente a la agricultura y ganadería en menor escala.(2,13)

3.2.2 NEMATODOS EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI

Según Bridge & Page, citados en el Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (29), en Mauritania, Malawi, Bangladesh, y Nigeria, se realizaron clasificaciones sobre la susceptibilidad de los cultivos a los nematodos, en estas clasificaciones el brócoli es uno de los vegetales considerados moderadamente susceptibles o tolerantes a los nematodos de raíz.

Miller, citado en el Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (29), menciona que *Heterodera schantii* ha sido encontrado en México, USA, Canadá, Iraq, Libia, Senegal y Gambia, en donde causa pérdidas significativas en cultivos de crucíferas. Reducciones de la producción del 50% o más han sido medidas en col de Bruselas, repollo, brócoli y coliflor, cuando las densidades de población son altas.

Anon, citado en Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (29), menciona los daños significativos que el nematodo *Heterodera cruciferae* causa a los cultivos de crucíferas en California, donde a menudo aparece en el mismo campo que *Heterodera schantii*.

IFAS, citado en Nematodes of plants and soils (9), dice que los nematodos *Trichodorus* y *Paratrichodorus*, causan severas pérdidas a una gran variedad de cultivos vegetales incluyendo cebolla, tomate, pepino, berenjena, remolacha, brócoli, col de Bruselas, repollo, coliflor, radichio, endibia y espinaca.

Jenkins y Taylor (16) mencionan que *Heterodera schantii* tiene un amplio rango de hospedantes de plantas cultivadas y malezas, aunque la mayoría de hospedantes están en las familias Chenopodiaceae y Cruciferae. Entre las plantas cultivadas la mayoría hospederos importantes incluyendo remolacha azucarera, remolacha de mesa, espinaca, rábano, repollo, brócoli, col de Bruselas, coliflor y mostaza.

Feder y Feldmesser, citados por Christie (5), cultivaron las siguientes plantas en macetas con suelos de cultivos de cítricos decaídos: zanahoria, remolacha, lechuga, frijol, tomate, maíz, pepino, okra, melón, sandía, nabo, brócoli, alfalfa y crotalaria. Cuando examinaron las plantas después de un intervalo de 6 a 8 semanas, las poblaciones de nematodos tenían entero y completo su ciclo de vida en las raíces de todas las plantas, excepto, lechuga, crotalaria y nabo.

Según Christie (5), observaciones de campo y experimentos demostraron que *Nacobbus batatiformis*, infectaba plantas pertenecientes al menos a nueve familias: Cactaceae, Chenopodiaceae, Cruciferae, Zygophyllaceae, Compositae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Leguminosae, Umbelliferae. Incluyendo los siguientes cultivos de plantas: mostaza, brócoli, repollo, remolacha, espinaca, col de Bruselas, nabo, lechuga, tomate, pepino, berenjena y zanahoria.

3.2.3 DESCRIPCIÓN DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN ACUL, NEBAJ, EL QUICHÉ:

3.2.3.1 Género *Pratylenchus*:

Clasificación según Agrios (1):

Phyllum	Nematoda
Clase	Secernentea
Orden	Tylenchida
Sub-Orden	Tylenchina
Superfamilia	Tylenchoidea
Familia	Pratylenchidae
Género	<i>Pratylenchus</i>

Parasitismo y habitat: endoparásito migratorio se alimenta de la corteza de la raíz de muchas plantas. Se encuentra en las raíces o en el suelo en todas sus fases. Los machos no se conocen en muchas especies, o son poco comunes en otras.

Principales características morfológicas:

- Longitud del cuerpo: 0.4 a 0.8 mm.
- Región labial: poco diferenciada del cuerpo.
- Estilete: corto, fuerte, con ensanchamientos gruesos.
- Ovarios: uno.
- Vulva: en el cuarto posterior del cuerpo.
- Cola: de casi redondeada a puntiaguda, cola del macho con aleta.

La parte anterior es casi igual en el macho que en la hembra (28).

Los nematodos lesionantes o de los prados son miembros del género *Pratylenchus*, de los cuales se han descrito 18 o más especies (5).

Ciclo de Vida: los nematodos lesionantes son parásitos vagabundos y ninguna fase de su desarrollo puede denominarse como la etapa de infestación, porque los adultos y las larvas de varias edades se encuentran dentro y fuera de las raíces. El lugar favorito de entrada no se encuentra en los extremos de las raíces, sino ligeramente atrás de la zona de alargamiento en la región de los pelos absorbentes (5).

El desarrollo y reproducción son comparativamente lentos. Experimentando con *P. pratensis* y utilizando como vegetal huésped los brotes de avena, se encontró que el ciclo de vida se completaba en un período de 54 a 65 días. Las hembras ponen aproximadamente un huevo al día. Empleando maíz como vegetal huésped, y experimentando con *P. zaeae*, se observó que el ciclo de vida se completaba en el término de 35 a 40 días, a temperaturas entre 23.9 y 26.7 °C y que los huevos incubaban en 15 a 20 días (5).

Estos nematodos pasan el invierno en el suelo y también en las raíces muertas de maíz algodón y pasto. Se llegó a la conclusión de que la temperatura óptima del suelo para *P. minyus*, es cuando menos 37.8 °C. Para *P. penetrans* es alrededor de 21 °C y la actividad y la reproducción de esta especie decrece a mayores temperaturas (5).

Después de entrar a la raíz, los nematodos se alimentan del parénquima y, al proceder así, producen un daño considerable que no se limita a la corteza. Es común que grandes cantidades de ellos, en todas las etapas de desarrollo, se hallen en zonas restringidas, produciendo lesiones. Sin embargo no es una regla invariable. Algunas veces se encuentran individuos aislados dispersos en la raíz, en condiciones que no siempre pueden asociarse con manifestaciones de daño. Las lesiones que son pequeñas al principio, se amplian gradualmente, conforme los nematodos se van alimentando a la periferia. Pueden intervenir otros organismos, pero en la mayor parte de los casos que han podido estudiarse con cuidado, el investigador ha llegado a la conclusión que estos eran invasores secundarios (5)

Lehman (1931) citado por Christie (5), prestó atención a una nueva enfermedad de la raíz del tabaco que producía raquitismo de las plantas en varios campos de Carolina del Norte (E.U.A.) se refirió a esta enfermedad como una pudrición parda de la raíz y señaló que la diferencia entre ella y la pudrición negra se debía a *Thielaviopsis brassicola*. Él reconoció la probabilidad de que esta pudrición radicular parda, observada en Carolina del Norte, fuera producida por el nematodo lesionado que, en aquel tiempo, identificó como *Tylenchus pratensis*.

Como fruto de sus investigaciones sobre la pudrición radicular parda, Jenkins citado por Christie (5), se convenció que el nematodo lesionado inicia el daño. El estudio crítico de Mountain citado por Christie (5), demostró en forma concluyente, que esto también era cierto para la pudrición radicular parda que se observa en Ontario (Canadá). Además encontró que con las continuas cosechas de tabaco, desaparecían notablemente los nematodos lesionantes así como la pudrición de la raíz, en un período de menos de dos años, aunque se dice que no sucede lo mismo en el Sudeste de los Estados Unidos.

Mai y Parker citados por Christie (5), encontraron indicios de que el nematodo lesionado *P. penetrans* es el responsable del desarrollo raquítico de los árboles de cereza en algunos huertos en el Estado de Nueva York (E.U.A.).

No todas las plantas que son infestadas por una especie determinada de este parásito son, en igual grado, huéspedes adecuados. Los nematodos invaden las raíces de algunos vegetales con mayor libertad que las de otros y el daño puede ser, en algunos de ellos más graves que en las restantes (5).

Graham citado por Christie (5), observó que ciertos huéspedes preferidos, como el maíz, podían albergar grandes poblaciones de estos parásitos y que, sin embargo, presentaban escasa pudrición radicular u otros signos de parasitismo.

Más de 100 vegetales diferentes se han encontrado infestados con nematodos lesionantes de una u otra clase (5).

Los nematodos lesionantes son comunes y mundiales y no parece que el clima influya mucho en su distribución. Es posible que algunas especies se adapten a regiones frías y otras a regiones cálidas. Los informes de que se disponen parecen sugerir que, en general, son algo más numerosos en las partes cálidas de las zonas templadas que en los trópicos y subtrópicos. No se han obtenido muchos informes sobre la incidencia e importancia de los nematodos lesionantes como parásitos de árboles y arbustos (5).

3.2.3.2 Género *Criconemella*:

Clasificación según Agrios (1):

Phyllum	Nematoda
Clase	Secernentea
Orden	Tylenchida
Sub-Orden	Tylenchina
Superfamilia	Criconematoidea
Familia	Criconematidae
Género	<i>Criconemella</i>

Parasitismo y habitat: ectoparásito de muchas plantas; las hembras y las larvas se hallan en el suelo, los machos raramente o nunca.

Principales características morfológicas:

- **Cuerpo:** corto (0.3 - 0.8 mm), ancho, con grandes anillos en las hembras y en las larvas, casi siempre con una arista posterior. Los anillos de los machos son muchos más pequeños.
- **Estilete:** de tamaño mediano; frecuentemente falta en los machos.
- **Esófago:** con bulbos medio y bulbo posterior estrecho y corto.

- Tubo del esófago: descansa en espiral sobre la válvula del tubo medio cuando no esta fuera del estilete.
- Ovarios: solo uno.
- Cola: de muy redondeada en las hembras a puntiaguda (28).

Los nematodos anillados son cortos, robustos e intensamente anillados; por su apariencia peculiar se reconocen fácilmente. Son nematodos perezosos y, en la mayor parte de ellos, el estilete es muy largo en proporción con la longitud de su cuerpo (5).

Los nematodos anulares son parásitos externos que se alimentan de los extremos de las raíces y a lo largo de las regiones laterales de estas, encajando en ellas, cuando mucho, solo el extremo anterior del cuerpo. Se han observado en muchas partes del mundo y alrededor de las raíces de muchas clases diferentes de vegetales.

Los informes sobre ellos son limitados, aunque parecen indicar que adquieren su mayor importancia como parásitos de los árboles y de otras especies leñosas perennes, mas también se alimentan de las raíces de otros vegetales (5).

Chitwood citado por Christie (5), llegó a la conclusión de que un nematodo anular fue un factor de importancia en el decaimiento de los melocotoneros en algunos huertos de Maryland y Carolina del Norte.

En Georgia, EE.UU., Machmer citado por Christie (5), encontró grandes cantidades de especies no identificadas en el suelo de los cacahuates, en los que las plantas se encontraban raquíticas y cloróticas.

Los nematodos anillados son comunes en la Florida, tanto en suelos arenosos como en margas, pero no son tan numerosos cuando se cultivan verduras y los suelos se labran con frecuencia. A menudo, se encuentran en los prados, en ocasiones en grandes cantidades (5).

3.2.3.3 Género *Hemicycliophora*:

Clasificación según Agrios (1):

Phyllum	Nematoda
Clase	Secernentea

Orden	Tylenchida
Sub-Orden	Tylenchina
Superfamilia	Criconematoidea
Familia	Criconematidae
Género	<i>Hemicycliophora</i>

Parasitismo y habitat: ectoparásito de varias plantas a veces asociado con agallas acusadas, de forma irregular en raíces jóvenes. Se encuentran en el suelo hembras machos y larvas. No se han encontrado machos de muchas especies.

Principales características morfológicas:

- **Cuerpo:** la longitud varía de 0.8 a 2 mm en las hembras, de 0.4 a 1.0 mm en los machos. En las hembras, cuerpo cubierto por una vaina semejante a una cutícula en vías de muda. Esta vaina no existe en los machos. Forma curvada más o menos semicircular en ciertas especies.
- **Estilete:** delgado, alargado con bulbos basales bien desarrollados en las hembras; inexistentes en los machos.
- **Esófago:** bien desarrollados en las hembras con el tubo medio y la extremidad anterior fundidos y el bulbo posterior algo corto; degenerado en los machos.
- **Ovario:** solo existe uno.
- **Vulva:** situada en el cuarto posterior del cuerpo.
- **Cola:** en las hembras de puntiaguda a truncada y redondeada; en los machos, cónica y puntiaguda, frecuentemente de longitud igual a varias veces la anchura de la región anal.
- **Espículas:** grandes y curvadas
- **Aletas:** existe (28).

Los miembros del género *Hemicycliphora*, se encuentran emparentados con los nematodos anillados. Se han denominado y descrito cuando menos 22 especies (5).

Las especies *Hemicycliphora* presentan anillos medianamente apreciables y las hembras de muchas especies se encuentran envainadas, esto es, encerradas en una cutícula envolvente, de la que no desprenden (5).

El ciclo de vida de *Hemicycliphora penetrans* se cumplió en un período de 63 a 70 días a una temperatura que varió entre 16 y 25 °C. En condiciones *in vitro*, se observó que los terceros y cuartos estados juveniles son los más activos desde el punto de vista alimenticio (24).

Pedroza y Teliz (24) dicen que aún cuando el nematodo es capaz de alimentarse de la raíz de la planta de aguacate, permitiéndole sobrevivir y alimentarse, aparentemente no existe ningún efecto patogénico por parte de este organismo que afecte el desarrollo de la planta.

Thorne, citado por Christie (5) hace notar que, en sus recolecciones, estos nematodos se han presentado en pequeño número.

Steiner, citado por Christie (5) observó una especie no identificada que se alimentaba de las raíces de las plántulas de pino.

Ruehle y Christie encontraron que *H. parvana* se alimentaba, como ectoparásito, cerca de los extremos de las raíces de maíz y frijol (5).

Los nematodos nunca entran en las raíces, pero fijan en ellas sus cabezas con suficiente firmeza para que no puedan dislocarse con facilidad. Con frecuencia se observan varios individuos localizados en el mismo lugar sobre la raíz, aparentemente alimentándose de la misma perforación (5).

Van Gudy, citado por Christie (5) informa de un caso, en el sur de California, donde observó que el *Hemicycliphora arenaria* producía agallas en las raíces del limón rugoso *Citrus limonia* Osbeck. Aunque

suficientemente grandes para confundirse con los nódulos radiculares, las agallas se encontraban siempre en los extremos de las raíces y se parecían algo a las producidas por los nematodos de daga.

3.2.3.4 Género *Helicotylenchus*:

Clasificación según Agrios (1):

Phylum	Nematoda
Clase	Secernentea
Orden	Tylenchida
Sub-Orden	Tylenchina
Superfamilia	Tylenchoidea
Familia	Haplolaimidae
Género	<i>Helicotylenchus</i> .

Parasitismo y habitat: endoparásito y ectoparásito de muchas plantas; se encuentra en todas sus fases en el suelo y en las raíces.

Principales características morfológicas:

- **Cuerpo:** 0.5 a 1.2 mm, arqueado o en espiral cuando esta muerto o en reposo.
- **Estilete:** moderadamente largo.
- **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.
- **Ovarios:** dos
- **Vulva:** posterior al punto medio del cuerpo.

- Cola: en las hembras, de redondeada a casi puntiaguda, frecuentemente con una proyección corta en la cara ventral; en los machos corta y con aleta (28).

3.2.4 MANEJO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI

3.2.4.4 Etapa de semillero:

3.2.4.4.1 Preparación del terreno: se procede a nivelar el área destinada para el semillero, formando tablones de 1.2 metros de ancho y el largo necesario según la cantidad de plantas a utilizar. La densidad de plantas en el semillero es de 500 plantas por metro cuadrado.

3.2.4.4.2 Siembra: se hacen pequeños surcos transversales en los tablones, separados a cada 10 cms, luego se deposita la semilla en los surcos a cada 2 cms aproximadamente. Luego el semillero se cubre con material vegetal, como pasto u hojas secas.

3.2.4.4.3 Cuidados culturales: se realizan riegos para mantener la humedad adecuada para la germinación y desarrollo de las plántulas, se efectúan limpiezas a cada semana de forma manual y fertilizaciones foliares con fórmulas completas a cada 15 días (22).

3.2.4.5 Campo definitivo:

3.2.4.5.1 Preparación del terreno: consiste en preparar el suelo para el transplante, se debe de eliminar restos de cosechas anteriores y mullir el suelo para que se encuentre suelto y en condiciones de permitir el buen desarrollo de las plantas.

3.2.4.5.2 Transplante: se realiza a los 30 días después de la siembra en el semillero, el distanciamiento utilizado es de 45 cm al cuadro.

- 3.2.4.5.3 Fertilización: se realizan 2 fertilizaciones al suelo, en la primera se aplica al momento del transplante, 1,000 kg/ha de la fórmula 15-15-15 y 2,000 kg/ha de abono orgánico. En la segunda aplicación a los 30 días después del transplante, se aplica 500 kg/ ha de Urea al 46%.
- 3.2.4.5.4 Control fitosanitario: para el control de plagas y enfermedades, se utilizan los productos químicos dimetoato, permetrina, para el control de insectos y metalaxil para el control de enfermedades.
- 3.2.4.5.5 Riegos: se realiza utilizando un sistema de riego por aspersión de tipo artesanal, proporcionando la humedad adecuada a las parcelas, en intervalos de cada 2 o 3 días.
- 3.2.4.5.6 Control de malezas: se efectuaron limpiezas a cada 3 semanas aproximadamente, de forma manual.
- 3.2.4.5.7 Cosecha: se inicia a los 75 días después del transplante aproximadamente y se cosechan los floretes según su punto óptimo de corte (22).

4. OBJETIVOS

4.1. General

- 4.1.1 Determinar la presencia de poblaciones de nematodos fitopatógenos en las áreas de cultivo de brócoli *Brassica oleracea var. Itálica*, en la aldea Acuí, Nebaj, El Quiché.

4.2. Específicos

- 4.2.1 Determinar los géneros de nematodos fitopatógenos presentes en las áreas de cultivo de brócoli, en la aldea Acuí, Nebaj, El Quiché.
- 4.2.2 Determinar el comportamiento de las densidades poblacionales de nematodos fitopatógenos, durante un ciclo de cultivo de brócoli.

5. HIPOTESIS

En las áreas de cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), de la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, se encuentra más de algún género de nematodo fitopatogeno, y sus poblaciones varían durante el ciclo del cultivo.

6. METODOLOGÍA

Para poder realizar el diagnóstico de los nematodos fitopatógenos del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, se procedió de la siguiente manera:

6.1 Selección del área de estudio

Se estudió la aldea de Acul. El área experimental fueron las parcelas de agricultores. Se seleccionó, aquellas en las cuales se cultivó brócoli, durante el período de febrero a mayo de 1999, y que se ubicaban cercanas al río San Juan, que atraviesa de Este a Oeste dicha localidad.

Se seleccionaron 20 parcelas. Se diferenciaron en dos tipos, con base en el cultivo anterior que se estableció en las mismas. 10 parcelas fueron cultivadas un ciclo anterior con brócoli (septiembre a noviembre de 1,998), a estas se les denominó parcelas brócoli – brócoli, y 10 que se cultivaron con maíz en el ciclo anterior (abril a diciembre de 1,998), son las parcelas maíz – brócoli.

Se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- La fecha de trasplante del cultivo fue la misma (12 de febrero de 1999).
- Homogeneidad del área muestreada.
- El material que se utilizó como semilla fue el mismo (Híbrido Marathon).
- En todas las parcelas se utilizó riego por aspersión

Para establecer un mejor control de las muestras se procedió a numerar las parcelas y se realizó un registro completo de las parcelas con la siguiente información:

- Número de parcela

- Ubicación
- Extensión de parcela

6.2 Fase de campo

6.2.1 Muestreos

Fueron realizados 4 muestreos de suelo y 2 de raíces. Se realizaron al momento del transplante, a los 28, 56 y 84 días después del transplante, en el caso de los de suelo. Para raíces se obtuvieron a los 56 y 84 días después del transplante, cuando el cultivo tenía suficiente desarrollo en las mismas.

6.2.2 Número de muestras

Se muestreó 20 parcelas de agricultores, obteniendo una muestra compuesta por cada parcela. Todas las parcelas fueron objeto de los 4 muestreos en el caso del suelo y de 2 en el caso de las raíces. Por lo tanto, se analizaron 80 muestras de suelo y 40 de raíces.

6.2.3 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 1,200 y 1,800 m².

6.2.4 Obtención de las muestras

Las sub-muestras 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 composta 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.

6.3 Fase de laboratorio

Para el análisis de las muestras se procedió de la siguiente manera:

6.3.1. Extracción

Para el suelo, se realizó por el método del tamizado-centrifugado. Para lo cual se utilizó 300 cc de suelo por cada muestra.

En las raíces se utilizó el método de macerado-centrifugado. La cantidad analizada fue de 4 gramos.

6.3.2 Determinación de géneros

La determinación se realizó sobre la base de las características anatómicas y morfológicas observadas. Se utilizaron claves específicas para identificación de géneros de nematodos fitopatógenos, además de consultar literatura relacionada con el tema, entre la que podemos mencionar:

Plant nematodes and their control (7).

Dorylaimida. Free-living, predaceous and plant-parasitic nematodes (15).

Plant parasitic nematodes and their control (17).

Root-Knot nematodes (*Meloidogyne species*), systematics, biology and control (18).

Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes (19).

Nematodes of plant and soils (9).

Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (29).

Se elaboró un listado de géneros de nematodos fitopatógenos, que aparecieron durante los 4 muestreos, en las 20 parcelas de agricultores estudiadas, tanto del suelo como de la raíz.

6.3.3. Conteo

Se utilizó un microscopio, en una cámara de conteo de nematodos, se depositó 2 ml del extracto obtenido, este se observó en el microscopio y se contaron los nematodos fitopatógenos.

Se anotaron todos los individuos, separándolos por género. Se realizaron 2 conteos por cada muestra, para obtener un promedio. Se obtuvo el volumen total del extracto analizado y se calculó el total de nematodos.

6.4 Análisis de la información

6.4.1 Análisis de comportamiento poblacional

Sobre la base de los datos de población de nematodos que se reportó para cada parcela, en cada uno de los muestreos realizados se obtuvo un promedio por cada género, por cada muestreo.

Con estos datos se elaboraron gráficas y cuadros que muestran el comportamiento poblacional de los diferentes géneros de nematodos fitopatógenos encontrados.

6.4.2 Análisis estadístico

A los datos de poblaciones de nematodos obtenidos de las 20 parcelas se les calculó el coeficiente de variación y la desviación estándar de los datos para conocer el porcentaje de variabilidad que presentaron, así como también las poblaciones mínimas, máximas y promedio, por cada tipo de parcela.

6.4.2.1 Análisis de regresión

Se realizó un análisis de regresión a la variable poblaciones promedio de nematodos de cada género encontrado por muestreo en función del tiempo (días después del transplante), para explicar la forma del comportamiento de las poblaciones de nematodos, durante el ciclo productivo de brócoli.

Previo a utilizar los datos de poblaciones se verificó la normalidad de los mismos, utilizando la prueba de Shapiro y Wilk, en el programa de computación S.A.S. Los datos no eran normales, por lo que se transformaron para lo cual se utilizó la alternativa de raíz cuadrada más uno, debido al tipo de datos y a la presencia de ceros.

Se ajustaron y compararon 9 modelos de regresión, los cuales fueron: Lineal, Geométrico, Inverso, Logarítmico, Semilogarítmico, Cuadrático, Raíz Cuadrada, Semisenoidal, Senoidal.

De estos se seleccionó el modelo que explicó de mejor forma el fenómeno, la selección se realizó con base en: (i) la significancia estadística global del modelo, con la prueba de F; (ii) la significancia estadística de los

coeficientes de regresión estimados, con la prueba de t de Student; y, (iii) el valor del coeficiente de determinación, R^2 . Se seleccionó el modelo que presentó los mayores valores para cada criterio.

El análisis de regresión se realizó de forma manual, utilizando las metodologías citadas por Reyes Chávez (26).

7. RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

7.1 Géneros de nematodos fitopatógenos encontrados

Luego del análisis de las muestras de suelo, se encontraron 4 géneros de nematodos fitopatógenos, mientras que en las muestras de raíz no se encontró ningún género, en las áreas de cultivo de brócoli muestreadas.

En el Cuadro 1 se observan los géneros encontrados en el suelo, los cuales fueron: *Helicotylenchus*, *Criconemella*, *Hemicycliophora*, *Pratylenchus*.

Cuadro 1. Poblaciones de los géneros de nematodos fitopatógenos encontrados en el suelo, en las parcelas de brócoli, en Acul, Nebaj, El Quiché, en el período de febrero a mayo de 1,999.

Muestreo	<i>Helicotylenchus</i>				<i>Criconemella</i>				<i>Hemicycliophora</i>				<i>Pratylenchus</i>			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	233	36	105	46	19	18	16	13	19	18	16	13	10	12	5	7
2	240	140	70	74	9	14	23	20	9	28	16	20	0	0	0	0
3	246	174	44	49	24	22	13	21	0	0	13	14	0	0	0	0
4	893	56	105	105	23	28	30	23	0	0	23	23	0	0	0	0
5	1192	42	107	51	112	18	20	22	8	18	29	36	0	0	0	0
6	257	260	160	66	5	26	40	33	23	33	30	25	23	7	20	8
7	322	287	175	61	12	21	26	20	46	28	18	14	17	14	9	14
8	285	163	166	49	0	0	0	21	26	38	26	21	11	19	18	14
9	351	238	99	46	0	0	0	0	12	28	18	13	0	14	18	13
10	312	238	75	43	0	0	0	0	6	13	8	34	6	13	8	9
11	261	144	135	40	5	19	27	16	5	19	18	16	19	13	9	16
12	252	121	86	49	14	12	10	21	23	29	10	21	0	0	10	7
13	276	189	156	59	12	14	20	13	29	14	10	33	6	7	10	7
14	476	259	108	49	7	28	9	35	21	22	18	21	0	11	18	7
15	401	217	96	59	5	7	32	13	68	18	24	20	23	11	8	7
16	527	176	105	63	0	0	18	21	5	13	26	21	0	13	9	21
17	804	243	81	36	18	20	9	30	6	20	72	18	6	14	9	12
18	709	299	70	81	7	20	26	20	41	26	35	27	14	7	9	20
19	341	127	148	29	7	17	19	7	15	17	19	36	7	17	9	7
20	281	122	120	28	0	23	8	17	11	23	16	17	0	0	0	6

1 = al momento del trasplante

2 = 28 días después del trasplante

3 = 56 días después del trasplante

4 = 84 días después del trasplante

Como se observa en el Cuadro 2, las frecuencias en las que estos géneros aparecieron en las parcelas estudiadas variaron. Solo el género *Helicotylenchus* se presentó en la totalidad de las parcelas durante los 4 muestreos realizados. El género *Hemicyclophora* estuvo presente en la totalidad de las parcelas, a partir del tercer muestreo. Los géneros *Pratylenchus* y *Criconemella* se presentaron en un 80 y 90% de las parcelas respectivamente.

Según Christie (5) los géneros *Pratylenchus* y *Helicotylenchus* son géneros de distribución cosmopolita en los suelos agrícolas, por lo que son muy frecuentes en los suelos cultivados, mientras que los géneros *Criconemella* y *Hemicyclophora* tienen una distribución más restringida, por lo que no son muy comunes en los suelos agrícolas. Sin embargo, en el área estudiada los géneros *Criconemella* y *Hemicyclophora* se encontraron diseminados en la mayoría de las parcelas estudiadas (90 y 100% respectivamente).

Cuadro 2. Frecuencia de aparición de los diferentes géneros de nematodos en las parcelas de brócoli estudiadas, en la aldea Acul, El Quiché, 1,999

GENERO	MUESTREOS							
	Al trasplante		28 días después del trasplante		56 días después del trasplante		84 días después del trasplante	
	Parcelas	Porcentaje	Parcelas	Porcentaje	Parcelas	Porcentaje	Parcelas	Porcentaje
<i>Helicotylenchus</i>	20	100	20	100	20	100	20	100
<i>Criconemella</i>	15	75	16	80	17	85	18	90
<i>Hemicyclophora</i>	18	90	18	90	20	100	20	100
<i>Pratylenchus</i>	11	55	14	70	15	75	16	80

7.2 Comportamiento poblacional

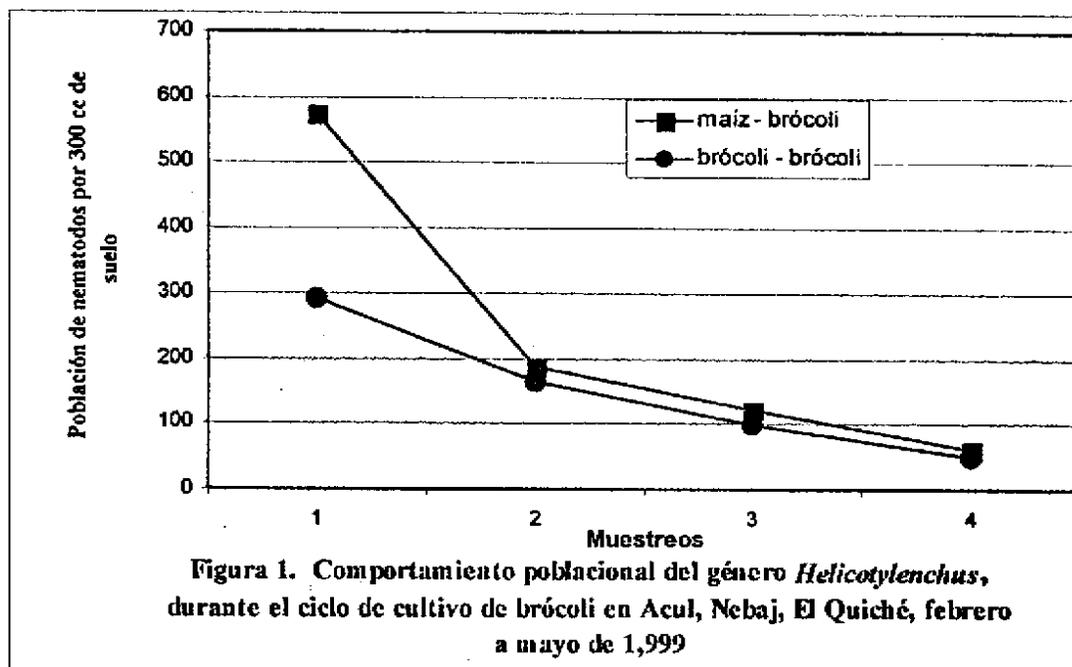
7.2.1 Comportamiento poblacional del género *Helicotylenchus*

7.2.1.1 Parcelas maíz – brócoli

En la Figura 1 se observa que las poblaciones de este género disminuyeron durante el ciclo del cultivo. Al momento del trasplante se obtuvo un promedio de 573/300 cc de suelo. 28 días después, fue de 186.9/300 cc de suelo. A los 56 días se encontró 121.4/300 cc de suelo. Finalmente, a los 84 días la media fue de 53.9/ 300 cc de suelo.

7.2.1.2 Parcelas brócoli - brócoli

La tendencia al descenso, también se muestra en este tipo de parcelas, como se observa en la Figura 1, aunque al momento del trasplante la media poblacional fue 293/300 cc de suelo; 28 días después del trasplante fue de 165.9/300 cc de suelo, a los 56 días fue de 99.7/300 cc de suelo y a los 84 días se encontraron 48.08 /300 cc de suelo.



Al momento del trasplante se encontró mayor población en las parcelas cultivadas con maíz - brócoli. Las diferencias son mayores al momento del trasplante, y se reducen a lo largo del ciclo del cultivo, a partir de los 28 días. Al final del ciclo del cultivo de brócoli, los promedios de nematodos, son muy parecidos en ambos tipos de parcelas. El género representa el mayor porcentaje de nematodos encontrados con relación al resto de géneros.

En el Cuadro 3 se observa que las medias más altas se encuentran en las parcelas maíz - brócoli, y que la tendencia en la mayoría de parcelas es a descender, mostrándose las poblaciones más altas al momento del

trasplante. Las poblaciones de este género, encontradas al momento del trasplante, son altas debido a la influencia del cultivo anterior, en este caso maíz, además de la presencia de malezas, pues en el maíz las prácticas culturales se realizan con menos frecuencia. En las parcelas brócoli - brócoli, las poblaciones al momento del trasplante fueron menores, con relación a las maíz - brócoli, pues es el cultivo del brócoli es más exigente en cuanto a labores culturales, lo cual no permite el desarrollo de otras plantas, que puedan convertirse en opciones de alimento para los nematodos.

Las diferencias en poblaciones de los dos tipos de parcelas se redujeron a partir del segundo muestreo, pues ya todas las parcelas estaban bajo las condiciones del cultivo de brócoli y aunque la tendencia siguió siendo decreciente, el cambio es menor que el presentado del momento del trasplante a los 28 días del trasplante. Por lo que se puede deducir que este género no se adapta al brócoli como un hospedante primario.

Cuadro 3. Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género *Helicotylenchus* encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1999.

Parcela	Cultivo anterior	Momento del muestreo			
		Trasplante	28 días después del	56 días después del	84 días después del
1	B R O C O L I	233	36	105	46
2		240	140	70	74
3		246	174	44	49
9		351	238	99	46
10		312	238	75	43
11		261	144	135	40
12		252	121	86	49
13		276	189	156	59
14		476	259	108	49
20		281	122	120	28
Promedio		293	164	100	48
4	M A I Z	893	56	105	105
5		1192	42	107	51
6		257	260	160	66
7		322	287	175	61
8		285	162	166	49
15		401	217	96	59
16		527	176	105	63
17		804	243	81	36
18		709	299	70	81
19		341	127	148	29
Promedio		573	187	121	60

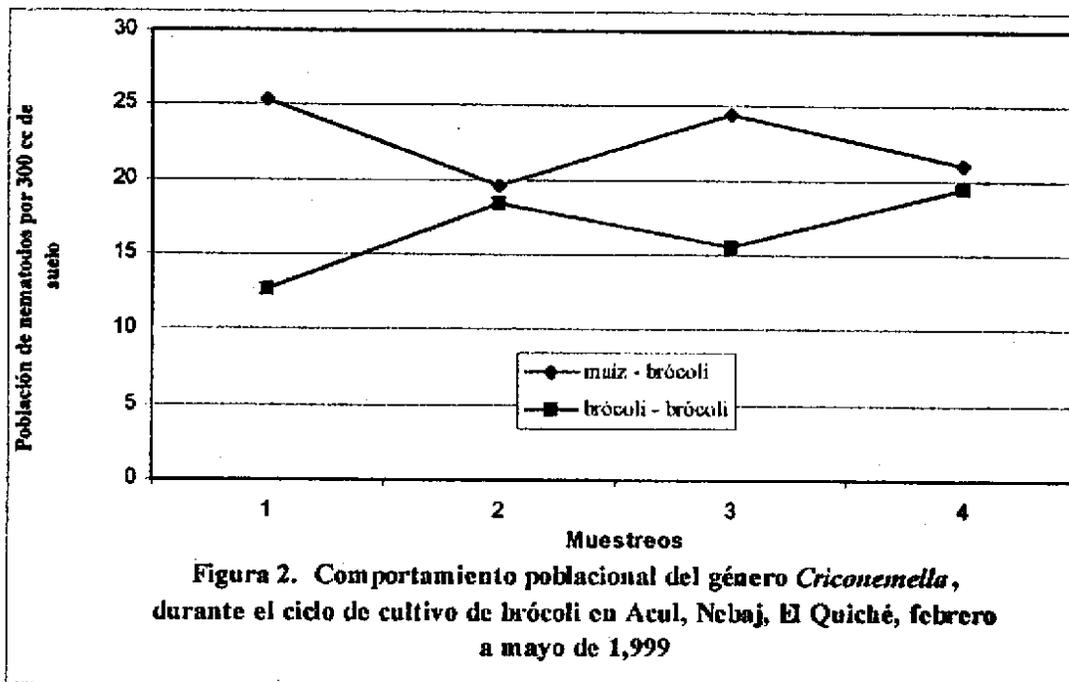
7.2.2 Comportamiento poblacional del género *Criconemella*

7.2.2.1 Parcelas maíz - brócoli

Como se observa en la Figura 2, el comportamiento de las medias de este género, tienen poca variación durante el ciclo de cultivo. Al momento del trasplante se encontró un promedio de 25.25 nematodos/300 cc de suelo; a los 28 días fue de 19.53 nematodos; a los 56 días la media fue de 24.33/300 cc de suelo; 84 días después del trasplante la media poblacional fue 21 nematodos/300 cc de suelo. Obteniéndose las poblaciones más altas, al momento del trasplante y a los 56 días después.

7.2.2.2 Parcelas brócoli - brócoli

En las parcelas en las cuales fue brócoli el cultivo anterior, al momento del trasplante la media fue de 12.7 nematodos por 300 cc de suelo; a los 28 días fue de 18.44 nematodos; a los 56 días la media poblacional fue de 15.56 nematodos; a los 84 días se encontró un promedio de 19.47 nematodos por 300 cc de suelo. Encontrándose las poblaciones más altas a los 28 y 84 días después del trasplante.



Las poblaciones de nematodos son mayores en las parcelas maíz - brócoli, con relación a las brócoli - brócoli, presentándose las mayores diferencias al momento del trasplante y a los 56 días después. Las diferencias se reducen a los 28 y 84 días después del trasplante. Este género se encontró en el 90% de las parcelas. Las poblaciones se muestran estables para los dos tipos de parcelas, lo cual puede interpretarse como afinidad nematodo-cultivo, pues las variaciones son pequeñas y no muestran tendencias crecientes o decrecientes. En el Cuadro 4, se observan las poblaciones de nematodos de este género en todas las parcelas. Debido a la magnitud y lo estable de sus poblaciones, este género representa un riesgo para el brócoli, aunque no se observó ningún tipo de daño en las plantas, lo cual concuerda con la clasificación sobre susceptibilidad a nematodos, realizada en Mauritania, Malawi, Bangladesh, y Nigeria por Bridge & Page, citados en Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (29), en estas clasificaciones el brócoli es uno de los vegetales considerados moderadamente susceptibles o tolerantes a los nematodos de raíz.

Cuadro 4. Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género *Criconebella* encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1999.

Parcela	Cultivo	Momento del muestreo			
		trasplante	28 días después del	56 días después del	84 días después del
1	B R O C O L I	19	18	15.75	13
2		9	14	23.25	22.25
3		24	21.75	12.5	21
9		0	0	0	0
10		0	0	0	0
11		4.75	18.75	27	16
12		13.5	11.5	9.5	21
13		11.5	13.5	19.5	13
14		7	27.5	9	35
20		0	22.5	8	16.5
Promedio		12.68	18.44	15.56	19.47
4	M A I Z	37.5	28	30	22.5
5		112	18	19.5	21.75
6		4.5	26	40	33
7		11.5	21	26.25	20.25
8		0	0	0	21
15		4.5	7	32	13
16		0	0	17.5	21
17		18	20.25	9	30
18		6.75	19.5	26.25	20.25
19		7.25	16.5	18.5	7.25
Promedio		25.25	19.53	24.33	21

7.2.3 Comportamiento poblacional del género *Hemicycliophora*

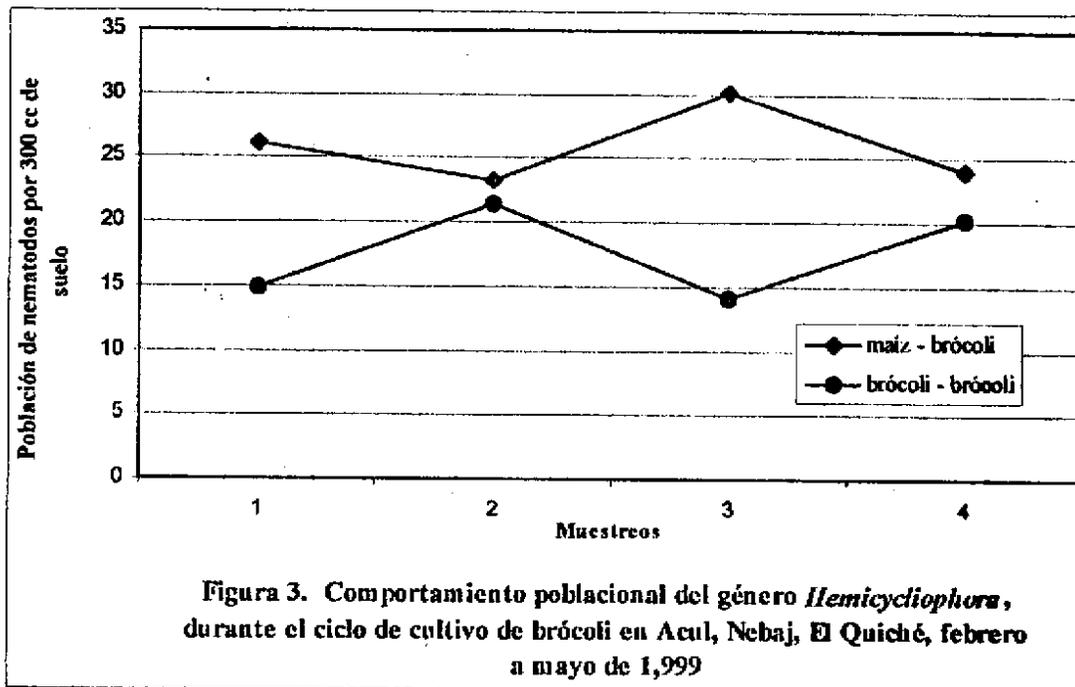
En la Figura 3, se observa que, este género mostró muy poca variación en las medias poblacionales encontrados en los muestreos realizados, durante el ciclo de cultivo del brócoli.

7.2.3.1 Parcelas maíz – brócoli

Al momento del trasplante se encontraron un total de 26.19 nematodos por 300 cc de suelo. 28 días después la media que se obtuvo fue de 23.25/300 cc de suelo. A los 56 días después del trasplante las poblaciones fueron de 30.16/300 cc de suelo. Al final del ciclo del cultivo del brócoli (84 días después del trasplante) se encontró 23.98 nematodos por 300 cc de suelo.

7.2.3.2 Parcelas brócoli – brócoli

En las parcelas en las que se cultivó brócoli en el ciclo anterior, se encontró 14.83 nematodos por 300 cc de suelo. A los 28 días después del trasplante 21.33/300 cc de suelo. En el tercer muestreo se encontró una media de 14.05/300 cc de suelo. A los 84 días después del trasplante, la media fue de 20.13/300 cc de suelo.



Se encontraron poblaciones de este género en la totalidad de parcelas estudiadas. Los individuos de este género son sedentarios, no están reportados en gran número de cultivos hortícolas (5). Se puede notar que al momento del trasplante, las poblaciones de este género son mayores en las parcelas que se cultivaron con maíz en el ciclo anterior. Como se observa en el Cuadro 5, las poblaciones se muestran estables durante el ciclo de cultivo. Este comportamiento, es muy similar al del género *Criconemella*, pues se debe de tener en cuenta que pertenecen a la misma familia y por lo mismo la magnitud y comportamiento de sus poblaciones muestran un riesgo para los cultivos hortícolas.

Cuadro 5. Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género *Hemicyclophora* encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1999.

Parcela	Cultivo anterior	Momento del muestreo			
		Trasplante	28 días después del trasplante	56 días después del trasplante	84 días después del trasplante
1	B R O C O L I	19	18	15.75	13
2		9	28	15.5	20.25
3		0	0	12.5	14
9		11.5	28	18	13
10		6	12.5	7.5	34
11		4.75	18.75	18	16
12		22.5	28.75	9.5	21
13		28.75	13.5	9.75	32.5
14		21	22	18	21
20		11	22.5	16	16.5
Promedio		14.83	21.33	14.05	20.13
4	M A I Z	0	0	22.5	22.5
5		8	18	29.25	36.25
6		22.5	32.5	30	24.75
7		46	28	17.5	13.5
8		26.25	37.5	26.25	21
15		67.5	17.5	24	19.5
16		4.5	13	26.25	21
17		6	2.25	72	18
18		40.5	26	35	27
19		14.5	16.5	18.5	36.25
Promedio		26.19	23.25	30.13	23.98

7.2.4 Comportamiento poblacional del género *Pratylenchus*

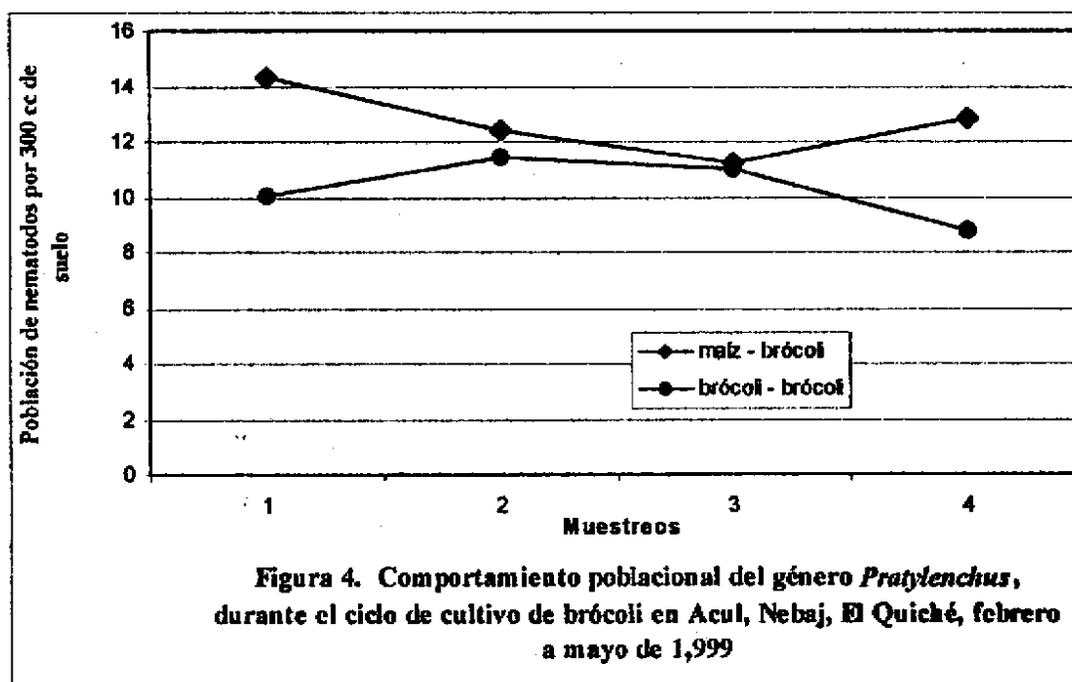
Como se observa en la Figura 4, las poblaciones de este género se mantienen estables durante el ciclo de cultivo del brócoli.

7.2.4.1 Parcelas maíz - brócoli

En este tipo de parcela, al momento del trasplante había una media de 14.3/300 cc de suelo, a los 28 días fue de 12.41/300 cc de suelo, 56 días después del trasplante la media fue de 11.25/300 cc de suelo y al final del ciclo se encontró 12.84/300 cc de suelo.

7.2.4.2 Parcelas brócoli - brócoli

En estas parcelas, se encontró 10.06/300 cc de suelo al momento del trasplante, a los 28 días la media fue 11.46/300 cc de suelo, a los 56 días fue de 11/300 cc de suelo, y al final del ciclo a los 84 días después del trasplante, se encontraron 8.75/300 cc de suelo.



Este género se encontró en el 80% de las parcelas estudiadas. Como se puede observar en el Cuadro 6, las variaciones que se presentan para los dos tipos de parcelas son mínimas, mostrándose al final del ciclo una ligera baja, con relación a las poblaciones encontradas al momento del trasplante. Según Christie (5), los individuos de este género tienen la característica de infectar en sus estados larvarios, además del adulto. Su desarrollo es lento, con un ciclo de aproximadamente 45-65 días, lo cual explica las pequeñas variaciones poblacionales, pues el número de poblaciones posibles durante el ciclo del cultivo es reducido. Este género es de distribución cosmopolita, conocidos mundialmente y reportado para una gran cantidad de cultivos, con una amplia distribución. Las poblaciones encontradas, no son consideradas de importancia por el daño directo que causen, sin embargo si lo pueden ser, por estar asociados con el complejo de hongos del suelo *Phytlum*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* causantes de pudriciones radiculares.

Cuadro 6. Poblaciones de nematodos fitopatógenos del género *Pratylenchus* encontrados durante el ciclo de cultivo del brócoli, en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, año 1999.

Parcela	Cultivo anterior	Momento del muestreo			
		trasplante	28 días después del trasplante	56 días después del trasplante	84 días después del trasplante
1	B R O C O L I	9.5	12	5.25	6.5
2		0	0	0	0
3		0	0	0	0
9		0	14	18	13
10		6	12.5	7.5	8.5
11		19	12.5	9	16
12		0	0	9.5	7
13		5.75	6.75	9.75	6.5
14		0	11	18	7
20		0	0	0	5.5
Promedio		10.06	11.46	11	8.75
4	M A I Z	0	0	0	0
5		0	0	0	0
6		22.5	6.5	20	8.25
7		17.25	14	8.75	13.5
8		11.25	18.75	17.5	14
15		22.5	10.5	8	6.5
16		0	13	8.75	21
17		6	13.5	9	12
18		13.5	6.5	8.75	2.25
19		7.25	16.5	9.25	7.25
Promedio		14.32	12.41	11.25	12.84

7.3 Análisis estadístico

Como se observa en el Cuadro 7 según el análisis estadístico realizado a los dos tipos de parcelas, las poblaciones máximas se encontraron en las parcelas maíz - brócoli.

Al momento del trasplante (muestreo 1) existe una mayor variabilidad en las parcelas maíz - brócoli (Coeficiente de variación 52.3%), dicha variabilidad disminuyó a partir del muestreo 2, y en el muestreo 4 el coeficiente de variación fue de 20.2%. En las parcelas brócoli - brócoli la variabilidad fue menor, obteniendo coeficientes de variación de 22% al momento del trasplante, aumentando a 33% y 30% en los muestreos 2 y 3 respectivamente, para tener un coeficiente de variación de 19% al final del ciclo del cultivo (Muestreo 4).

Cuadro 7. Población máxima, mínima y promedio; desviación estándar y coeficiente de variación, según tipo de parcela, encontradas en Acul, Nebaj, El Quiché, período de febrero a mayo de 1,999.

Tipo de parcela	Muestreo	Población de nematodos por 300 cc de suelo			Desviación estándar	Coeficiente de variación
		Máxima	Mínima	Promedio		
Parcelas maíz - brócoli	1	1312	306	627	328	52.3
	2	351	78	233	101	43.1
	3	250	140	182	36.3	19.9
	4	150	80	115	23.2	20.2
Parcelas brócoli - brócoli	1	504	258	319	72	22
	2	319	84	207	68	33
	3	195	69	134	40	30
	4	115	66	91	17	19

El coeficiente de variación de las poblaciones encontradas al momento del trasplante, en las parcelas maíz - brócoli, es alto debido al manejo agronómico poco uniforme que se le da al cultivo de maíz, el cual varía según el criterio del agricultor. Pero a partir del segundo muestreo cuando todas las parcelas tuvieron el mismo manejo, los coeficientes de variación disminuyeron considerablemente. En las parcelas brócoli - brócoli, los coeficientes de variación son más uniformes durante los muestreos realizados, pues estuvieron

bajo la influencia del cultivo de brócoli, durante el ciclo anterior, en la cual se tiene una secuencia de actividades definida.

7.3.1 Análisis de regresión

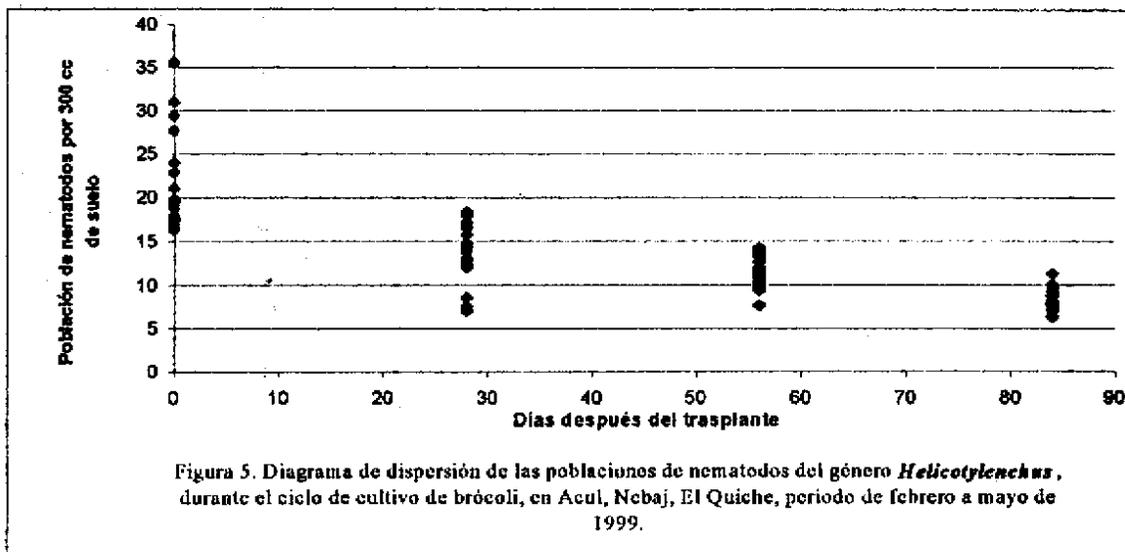
7.3.1.1 Análisis de regresión del género *Helicotylenchus*

a) Variables:

Variable independiente (X): Tiempo (días después del trasplante)

Variable dependiente (Y): Población de nematodos fitopatógenos (individuos / 300 cc de suelo) del género *Helicotylenchus*.

b) Diagrama de dispersión de las poblaciones de nematodos del género *Helicotylenchus*, durante el ciclo de cultivo del brócoli.



c) Modelo de regresión estimado:

Modelo Semilogarítmico

$$Y = (21.446786) - (2.646307) * \ln X$$

d) Evaluación del Modelo

1) Análisis de varianza

Cuadro 8. Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género *Helicotylenchus*

F.V.	GL	SC	CM	F _c	F _t (0.01)
REG	1	1708.4019	1708.4019	137.71688	6.91 **
ERROR	78	967.60359	12.405174		
TOTAL	79	2676.0055			

Coefficiente de Determinación (R^2) 0.6384149

Coefficiente de Correlación (R) 0.7990087

2) Prueba de Hipótesis:

H₀: B₀=0; B₁=0

H_a: B₀≠0, B₁≠0

Cuadro 9. Resumen de la prueba de t Student para los coeficientes del modelo de regresión semilogarítmico estimado para las poblaciones del género *Helicotylenchus*.

Coefficiente	t calculada	t tabulada	Decisión
B ₀	32.55	1.96	Se rechaza H ₀
B ₁	210.37	1.96	Se rechaza H ₀

El análisis de varianza realizado al modelo semilogarítmico en conjunto resultó altamente significativo, por lo tanto el modelo si es confiable para explicar el comportamiento de las poblaciones de nematodos del género *Helicotylenchus* durante el ciclo de cultivo del brócoli. Con la prueba de t Student realizada a los coeficientes estimados para el modelo de regresión (Cuadro 9), se rechaza la hipótesis de que los coeficientes son estadísticamente iguales a cero, por lo tanto el modelo estimado es confiable. El coeficiente

de determinación (R^2) que se obtuvo fue 0.638, el cual indica que el modelo explica únicamente el 64% de la variación en la población de nematodos. Para el género *Helicotylenchus* el modelo de regresión semilogarítmico fue el que mejor explicó el comportamiento de sus poblaciones.

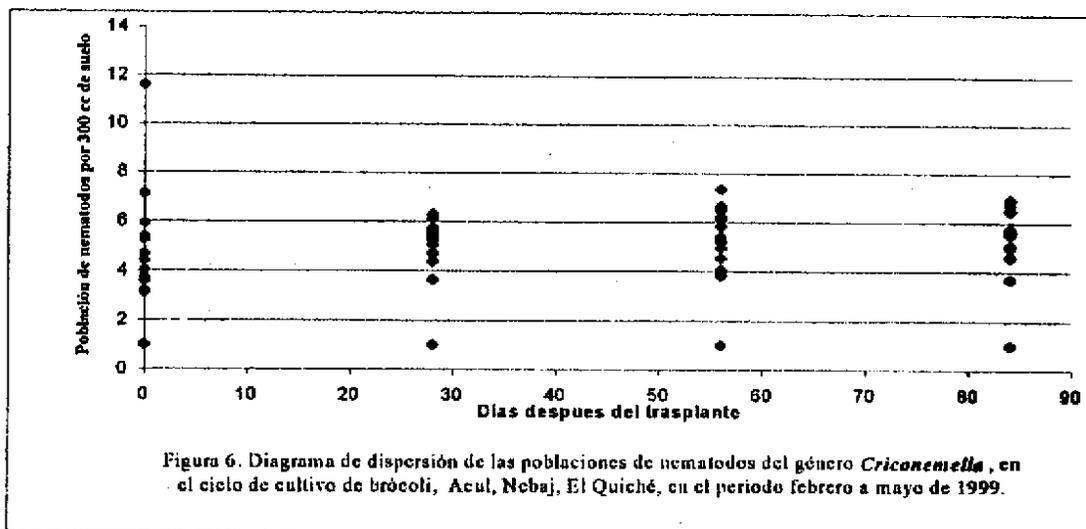
7.3.1.2 Análisis de regresión del género *Criconemella*

a) Variables:

Variable independiente (X): Tiempo (días después del trasplante)

Variable dependiente (Y): Población de nematodos fitopatógenos (individuos / 300 cc de suelo) del género *Criconemella*.

b) Diagrama de dispersión de las poblaciones de nematodos del género *Criconemella*, durante el ciclo de cultivo del brócoli



c) Modelo de regresión estimado:

Modelo Cuadrático

$$Y = 5.9326364 - 0.124552X + 0.0014364 X^2$$

d) Evaluación del Modelo

1) Análisis de Varianza (ANDEVA)

Cuadro 10. Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género *Criconemella*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft
REG	2	214.6055.3	107.30276	82.567803	6.91 **
ERROR	77	100.067	1.2995715		
TOTAL	79	314.67253			

Coefficiente de Determinación (R^2) 0.6819964

Coefficiente de Correlación (R) 0.8258307

2) Prueba de Hipótesis:

Ho: $B_0=0$; $B_1=0$; $B_2=0$

Ha: $B_0 \neq 0$; $B_1 \neq 0$; $B_2 \neq 0$

Cuadro 11. Resumen de la prueba de t Student para los coeficientes del modelo de regresión cuadrático estimado para las poblaciones del género *Criconemella*.

Parámetro	t calculada	t tabulada	Decisión
B_0	16.016	1.96	Se rechaza Ho
B_1	17.62	1.96	Se rechaza Ho
B_2	56.9	1.96	Se rechaza Ho

El análisis de varianza realizado al modelo cuadrático en conjunto resultó altamente significativo, por lo tanto el modelo si es confiable para explicar el comportamiento de las poblaciones de nematodos del género *Criconemella* durante el ciclo de cultivo del brócoli. Con la prueba de t Student realizada a los coeficientes estimados para el modelo de regresión (Cuadro 11), se rechaza la hipótesis de que los coeficientes son estadísticamente iguales a cero, por lo tanto el modelo estimado es confiable. El coeficiente de

determinación (R^2) fue 0.68, lo cual indica que el modelo explica únicamente el 68% de la variación en la población de nematodos. Para este género el modelo de regresión cuadrático fue el que mejor explicó el comportamiento de sus poblaciones.

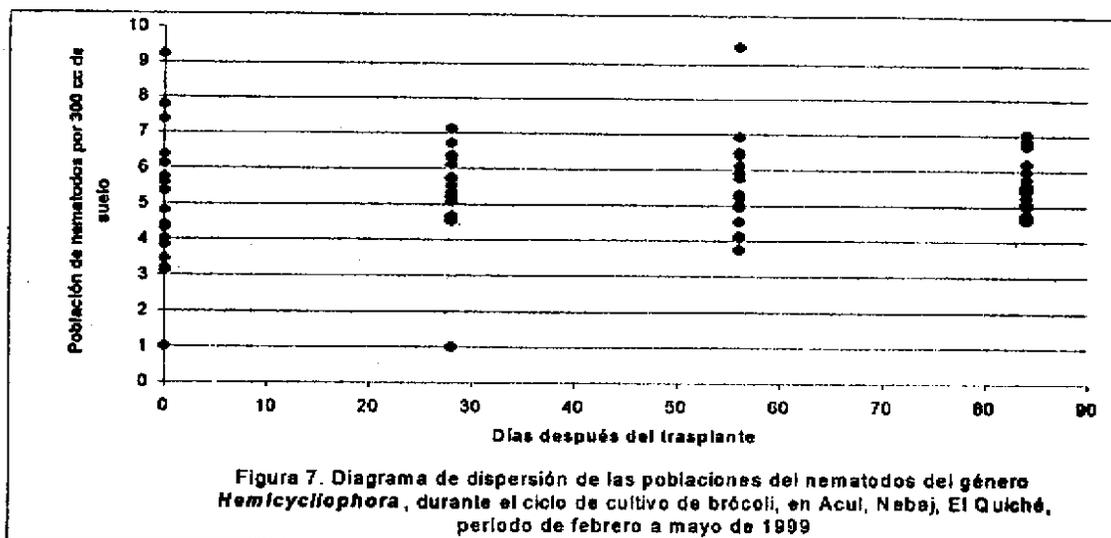
7.3.1.3 Análisis de regresión del género *Hemicyclophora*

a) Variables:

Variable independiente (X): Tiempo (días después del trasplante)

Variable dependiente (Y): Población de nematodos fitopatógenos (individuos / 300 cc de suelo) del género *Hemicyclophora*.

b) Diagrama de dispersión de las poblaciones de nematodos del género *Hemicyclophora*, durante el ciclo de cultivo del brócoli.



c) Modelo de regresión estimado:

Modelo Cuadrático

$$Y = 5.8308368 + -0.058771 (X) + 0.0007259 (X^2)$$

d) Evaluación del Modelo

1) Análisis de Varianza (ANDEVA)

Cuadro 12. Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género *Hemicycliophora*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft
REG	2	91.07295	45.536475	39.130846	6.91 **
ERROR	77	89.604722	1.1636977		
TOTAL	79	180.67767			

Coefficiente de Determinación (R^2) 0.5040631

Coefficiente de Correlación (R) 0.709974

2) Prueba de Hipótesis:

Ho: $B_0=0$; $B_1=0$; $B_2=0$

Ha: $B_0 \neq 0$; $B_1 \neq 0$; $B_2 \neq 0$

Cuadro 13. Resumen de la prueba de t Student para los coeficientes del modelo de regresión cuadrático estimado para el género *Hemicycliophora*.

Parámetro	t calculada	t tabulada	Decisión
B_0	28.89	1.96	Se rechaza Ho
B_1	15.25	1.96	Se rechaza Ho
B_2	52.75	1.96	Se rechaza Ho

El análisis de varianza realizado al modelo cuadrático en conjunto resultó altamente significativo, por lo tanto el modelo si es confiable para explicar el comportamiento de las poblaciones de nematodos del género *Hemicycliophora* durante el ciclo de cultivo del brócoli. Con la prueba de t Student realizada a los coeficientes estimados para el modelo de regresión (Cuadro 13), se rechaza la hipótesis de que los

coeficientes son estadísticamente a cero, por lo tanto el modelo estimado es confiable. El coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.50, lo cual indica que el modelo únicamente explica el 50% de la variación en la población de nematodos. Para este género el modelo de regresión cuadrático fue el que mejor explicó el comportamiento de sus poblaciones.

Este género al igual que el *Criconemella*, sus poblaciones pueden ser explicadas con un modelo cuadrático, pues el comportamiento de las mismas es similar, pues pertenecen a la misma familia de nematodos (Criconematidae).

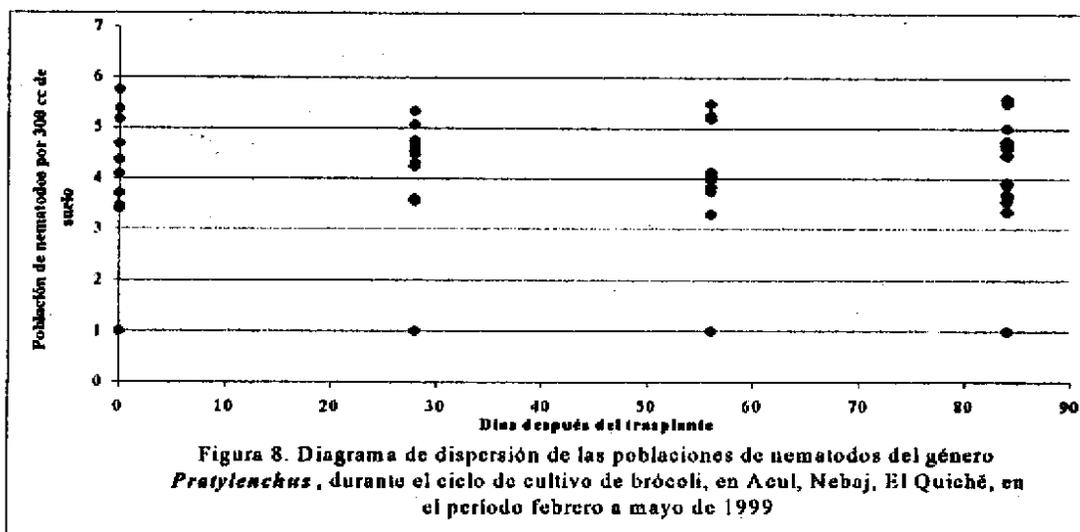
7.3.1.4 Análisis de regresión del género *Pratylenchus*

a) Variables:

Variable independiente (X): Tiempo (días después del trasplante)

Variable dependiente (Y): Población de nematodos fitopatógenos

b) Diagrama de dispersión de las poblaciones de nematodos del género *Pratylenchus*, durante el ciclo de cultivo del brócoli.



c) Modelo de regresión estimado:

Modelo Geométrico

$$Y = 7.29934548 * (1.00846984)^X$$

d) Evaluación del Modelo

1) Análisis de Varianza (ANDEVA)

Cuadro 14. Resumen de ANDEVA para modelo de regresión del género *Pratylenchus*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft
REG	1	26.0882427	26.088243	188.54416	6.91 **
ERROR	78	10.79	0.1383667		
TOTAL	79	36.88			

Coefficiente de Determinación (R^2) 0.70736556

Coefficiente de Correlación (R) 0.84105027

2) Prueba de Hipótesis:

Ho: $B_0 = 0$; $B_1 = 0$

Ha: $B_0 \neq 0$, $B_1 \neq 0$

Cuadro 15. Resumen de la prueba t Student para los coeficientes del modelo de regresión geométrico estimado para el género *Pratylenchus*.

Parámetro	t calculada	t tabulada	Decisión
B_0	75.9	1.96	Se rechaza Ho
B_1	10.4	1.96	Se rechaza Ho

El análisis de varianza realizado al modelo geométrico en conjunto resultó altamente significativo, por lo tanto el modelo si es confiable para explicar el comportamiento de las poblaciones de nematodos del género *Pratylenchus* durante el ciclo de cultivo del brócoli. Con la prueba de t Student realizada a los coeficientes estimados para el modelo de regresión (Cuadro 15), se rechaza la hipótesis de que los coeficientes son

estadísticamente a cero, por lo tanto el modelo estimado es confiable. El coeficiente de determinación (R^2) fue 0.71, lo cual indica que el modelo explica únicamente el 71% de la variación en la población de nematodos. Para este género el modelo de regresión geométrico fue el que mejor explicaba el comportamiento de sus poblaciones.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Los géneros de nematodos fitopatógenos encontrados en el suelo, en las áreas de cultivo del brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*), en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché, durante la época de febrero- mayo de 1999, fueron *Helicotylenchus*, *Hemicycliophora*, *Pratylenchus* y *Criconemella*.
- 8.2 En las muestras de raíces no se encontró ningún género de nematodo fitopatógeno.
- 8.3 Los géneros *Helicotylenchus* y *Hemicycliophora* se encontraron diseminados en todas las parcelas estudiadas, mientras que *Criconemella* se encontró en un 90% de las parcelas y *Pratylenchus* en un 80%.
- 8.4 El género *Helicotylenchus* presentó las mayores densidades de población con relación a los otros 3 géneros restantes.
- 8.5 Las poblaciones del género *Helicotylenchus*, descendieron a lo largo del ciclo del cultivo; lo que sugiere que en el área no es de importancia al cultivo de brócoli.
- 8.6 Las poblaciones de *Criconemella*, *Hemicycliophora* y *Pratylenchus*, se mantuvieron relativamente estables durante el ciclo del cultivo, por lo que tienden a adaptarse como patógenos del cultivo del brócoli.
- 8.7 Las parcelas maíz – brócoli, presentaron mayores poblaciones de nematodos fitopatógenos, durante todo el ciclo de cultivo del brócoli. Aunque las diferencias son mayores al momento del trasplante del cultivo.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Realizar estudios del efecto de los géneros *Criconemella*, *Hemicycliophora* y *Pratylenchus*, sobre el cultivo de brócoli en el área de Acul, Nebaj, El Quiché.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G.N. 1996. Fitopatología. Trad. por Manuel Guzmán Ortíz. México D.F., México, Limusa. 838 p.
2. ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS SOCIALES. 1993. Triángulo Ixil; un breve diagnóstico. Guatemala, Fundación Centroamericana de Desarrollo. 61 p.
3. BARFIELD, C.S. 1986. El muestreo en el manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas. (C.R.) no. 2:46-56
4. BARRIOS GARCIA, A. 1985. Dinámica poblacional de nematodos fitoparasíticos del cafeto, en la Finca Patio de Bolas, San Felipe; Retalhuleu. Agronomía. (Gua.) no.3:25-29.
5. CHRISTIE, J.R. 1959. Nematodos de los vegetales; su ecología y control. México D.F., México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. 256 p.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DECKER, H. 1981. Plant nematodes and their control. Trad. por Indira Kohli. Ed. by VS Kothekar. New Delhi, India, Amerind Publishing. 540 p.
8. DIAZ SANDOVAL, J.E.E. s.f. Determinación y cuantificación de los géneros de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.), en la comunidad La Unión, El Pilar II, San Juan Sacatepéquez. Investigación Inferencial - EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 63 p.
9. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. 1988. Nematodes of plants and soils, genus *Ditylenchus*. Trad. por Klara Mujahid, Ed. by V.G. Gubina. Karachi, Pakistán. 397 p.
10. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. Control de plagas de plantas y animales; Control de nematodos parásitos de plantas. Trad. por Ing. José Mesa Falliner, México D.F., México, Limusa. v 4, 219 p.
11. FAO (Chile). 1985. Manual para patólogos vegetales. 2 ed. Lima, Perú. p 245-265.

12. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIA E INDUSTRIAL. 1997. Estadísticas de producción, consumo interno, exportación, importación y precios de los principales productos agrícolas del país. Guatemala. 46 p.
13. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala. tomo 1, p. 8-9
14. GRAJEDA CORADO, A. 1993. Determinación y control químico de nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
15. JAIRAYPURI, M.S.; AHMAD, W. 1992. Dorylaimida; free-living, predaceous and plant-parasitic nematodes. New Delhi, India, Pauls Press. 458 p.
16. JENKINS, W.R.; TAYLOR, D.P. 1967. Plant nematology. New York, E.E.U.U., Reinhold Publishing Corporation. 270 p.
17. KIR'YANOVA, E.S.; KROLL, E.L. 1980. Plant-parasitic nematodes and their control. Trad. por Indira Kohli. New Delhi, India, Amerind Publishing. 748 p.
18. LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. 1979. Root-Knot nematodes (*Meloydogyne* species); systematics, biology and control. Kingdom United, Galliard Printers. 479 p.
19. MAI, W.F.; LYON, H.H. 1975. Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. 4 ed. London, United Kingdom, Vall Ballou Press. 218 p.
20. MARBAN-MENDOZA, N. 1988. Nematodos parásitos de cultivos hortícolas. Manejo Integrado de Plagas. (C.R.) no.7:60-68.
21. MILLER, P.R.; POLLARD, H.C. 1977. Multilingual compendium plant diseases. Minnesota, E.E.U.U., The American Phytopathological Society. v. 2, 434 p.
22. MORALES MASAYA, R.E. 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli. Guatemala, Proyecto Manejo Integrado de Plagas ICTA - CATIE - ARF. 20 p.

23. NEMATODOS Y su amenaza para las cosechas. 1981. Agricultura de las Américas (EE.UU.) 30(12): 22, 28, 50, 52,53.
24. PEDROZA SANDOVAL, A.; TELIZ ORTIZ, D. 1989. Identificación, ciclo de vida y patogenicidad de *Hemicycliophora* sp. en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill). Agrociencia (Mex.) no. 77:9-19
25. EL PROYECTO Ala Quiché exporta brócoli y arveja china a Europa. 1998. Moneda (Serie Hagamos negocios con Europa), Guatemala (Gua.); Sep. 7:49.
26. REYES CHAVEZ, L. M. 1981. El análisis de regresión y sus métodos de cómputo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 128 p.
27. SALATIEL GOMES, G. 1996. Biodiversidade y caracterizacao da estructura de comunidades de nematoides em campos de soja (*Glycine max* Merr.) no Distrito Federal. Tesis Mag. Sc. Brasil, Universidad de Brasilia. 66 p.
28. TAYLOR, A.L. 1971. Introducción a la nematología vegetal aplicada, guía de FAO para el estudio y combate de los nematodos parásitos de las plantas. Roma, Italia, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 131 p.
29. UNITED KINGDOM. INSTITUTE OF PARASITOLOGY. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Edited by Luc, M.; Sicora, R.A.; Bridge, J. London, United Kingdom, Cambrian Printers. 629 p.
30. ZUCKERMAN, B.M.; MAI, W.F.; HARRISON, M.B. 1987. Fitonematología, manual de laboratorio. Trad. por Marban-Mendoza. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 248 p.

do. Es
Rehuelle


11. APENDICES

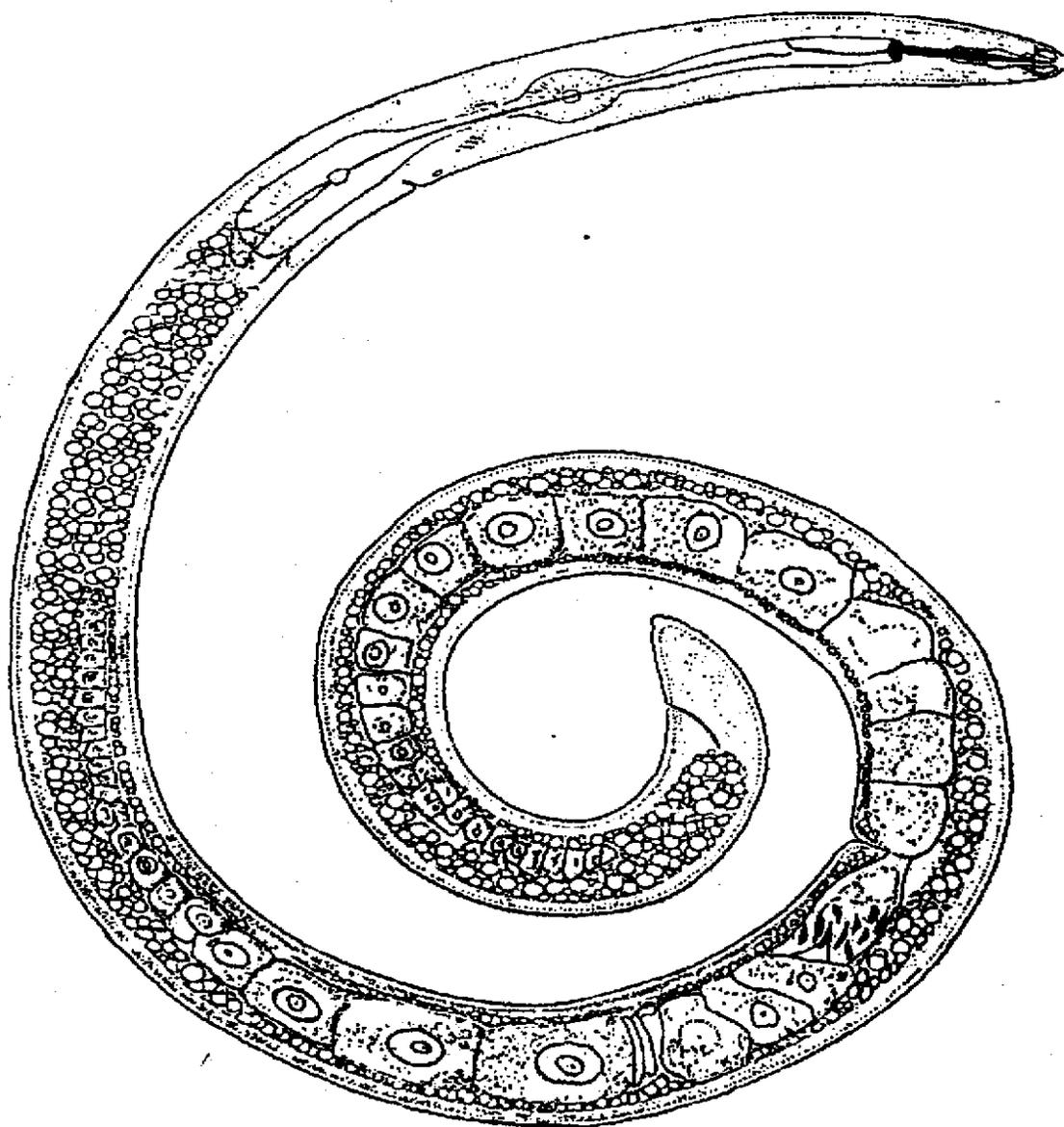


Figura 9 A. Descriptor gráfico del género *Helicotylenchus*

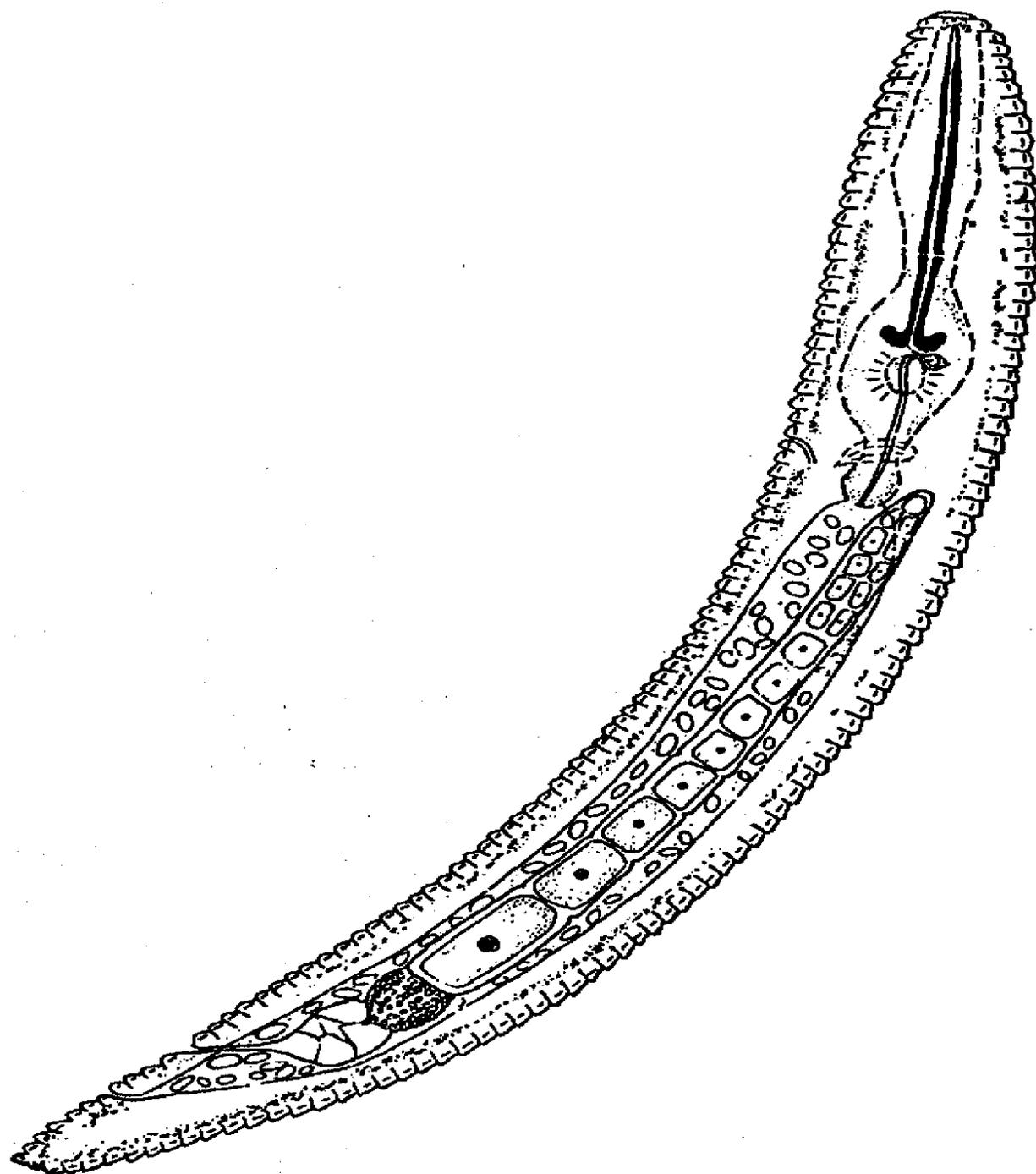


Figura 10 A. Descriptor gráfico del género *Criconemella*

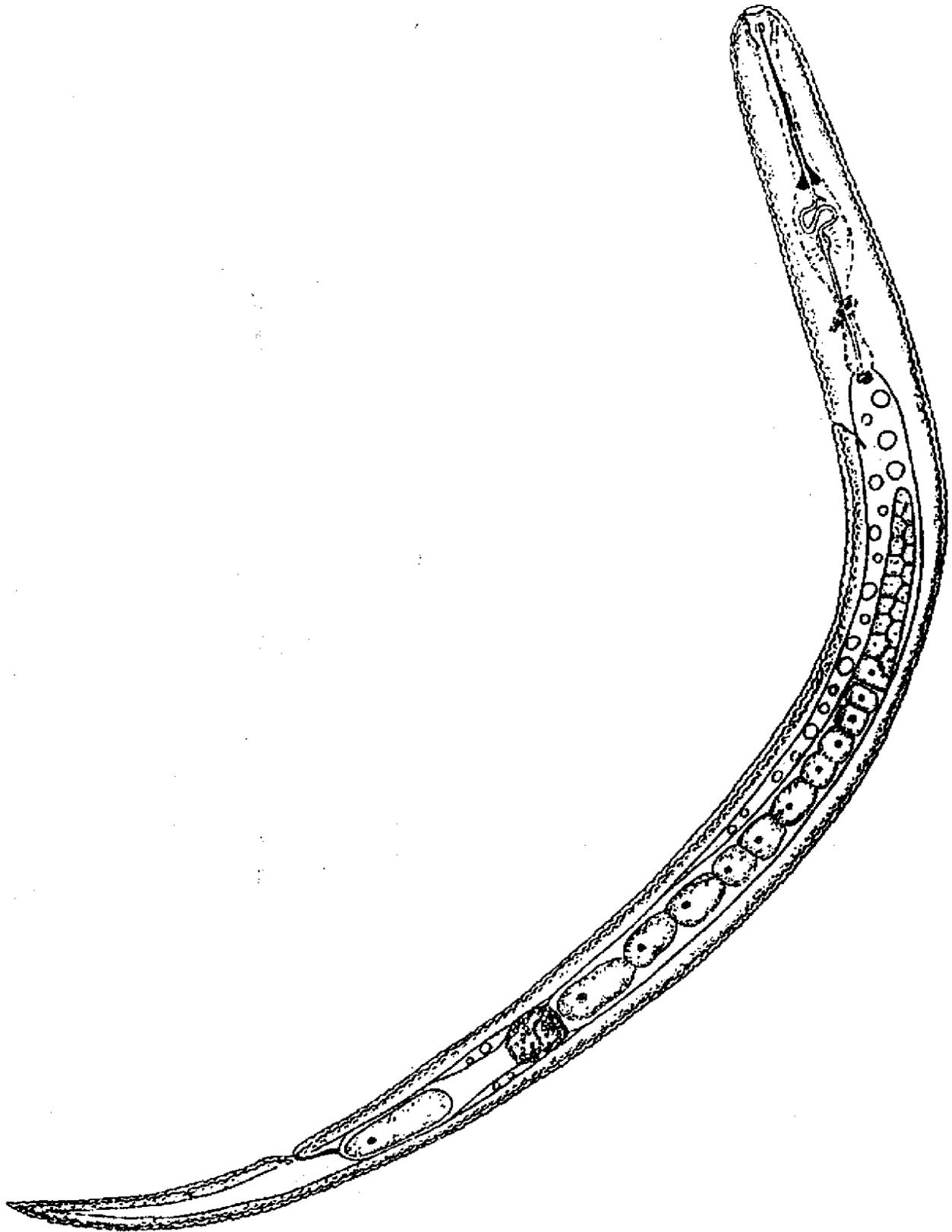


Figura 11 A. Descriptor gráfico del género *Hemicycliophora*

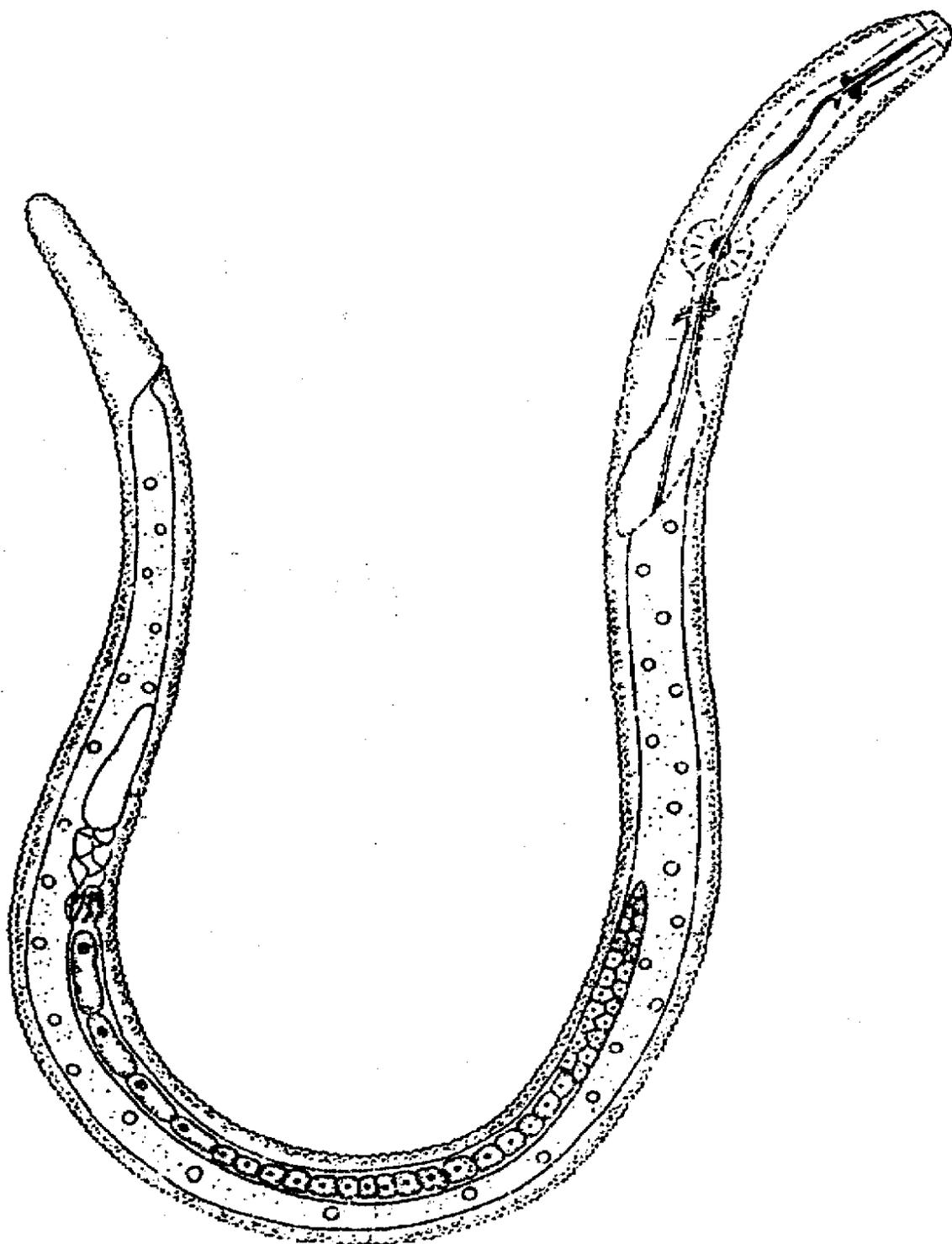


Figura 12 A. Descriptor gráfico del género *Pratylenchus*

Cuadro 16A. Registros climatológicos del mes de febrero de 1,999

Día	Temperatura	Precipitación	Evaporación	H. Relativa
1	13.6	0	3	86
2	14.2	0	4	84
3	14.8	0	4.7	79
4	15.8	0	4.7	78
5	11.4	5.5	3.3	88
6	11.8	6	2.8	89
7	13.6	0	3.6	82
8	14.6	0	4.4	81
9	14.6	0	4.5	82
10	14.5	0	4.1	82
11	14.5	0	4.1	76
12	13.3	10	4.6	85
13	12.3	2.5	3.6	92
14	9.2	0	2.1	92
15	13.9	0	2.1	84
16	13.9	0	3.8	84
17	16.7	0	4.8	80
18	14.4	0	4.5	81
19	16	0	4.8	80
20	14.2	1.3	4.6	85
21	14.8	6	4	83
22	14.2	0	3.6	82
23	15.4	0	3.7	74
24	14.3	1.6	3.7	89
25	14.4	0	3.7	77
26	13.2	0	4.5	79
27	15.1	0	4.9	73
28	15.2	0	5.7	78

Fuente: INSIVUMEH. Cuadros de registro de la estación meteorológica Tipo "B", de Nebaj, El Quiché

Cuadro 17A. Registros climatológicos del mes de marzo de 1,999

Día	Temperatura	Precipitación	Evaporación	H. Relativa
1	17.9	0	6.4	76
2	18.2	0	6.1	78
3	15.2	8	5.8	81
4	12	0	4.9	91
5	14.5	0	5.3	79
6	15	0	5.6	79
7	13.9	0	5.2	82
8	14.5	0	6.9	77
9	15.8	0	7.6	74
10	16.7	0	7	70
11	15.7	0	6.9	78
12	16.2	0	7.2	75
13	19.3	0	9.1	72
14	17	4.5	9.5	75
15	17.1	0	7.2	63
16	13	0	8.5	77
17	20.2	0	9.1	73
18	19.9	0	8.6	67
19	17.5	0	8.3	71
20	16.1	3.5	6.3	78
21	15	0	4.5	88
22	17.1	0	4.3	79
23	17.2	0	6	76
24	16.1	0	8.2	72
25	14.2	0	8.3	81
26	13.9	0	7	82
27	14.5	0	6.1	77
28	18.4	39	8.1	76
29	17.7	14.4	8.4	72
30	17.2	0	7.4	81
31	16.6	0	7.3	76

Fuente: INSIVUMEH. Cuadros de registro de la estación meteorológica Tipo "B", de Nebaj, El Quiché

Cuadro 18 A. Registros climatológicos del mes de abril de 1,999

Día	Temperatura	Precipitación	Evaporación	H. Relativa
1	18.6	0	9	69
2	19.6	0	10.4	70
3	20	0	10.6	73
4	21.6	0	10.6	70
5	18.6	0	11	73
6	18.4	0	10.5	71
7	18.3	0	7.7	74
8	16.2	0	6.3	73
9	15.9	0	6.3	74
10	16.4	0	6.4	68
11	16.9	0	6	76
12	17.5	0	6.5	74
13	17.6	0	7.9	72
14	18.5	0	9.9	73
15	17.5	0	8.4	73
16	15.6	0	5.6	81
17	14.9	50.1	4.2	86
18	15.5	13	3.7	89
19	14.4	7.5	3.4	88
20	16.9	0	4.1	78
21	17	0	4.7	83
22	18.4	0	5	69
23	17.5	0	5.1	76
24	17.2	0	5.3	75
25	18.2	0	5.7	71
26	20.2	4.5	7.1	72
27	20.3	0	8.8	68
28	19.6	0	8.8	72
29	20.7	0	9.5	68
30	18.6	0	10.9	71

Fuente: INSIVUMEH. Cuadros de registro de la estación meteorológica Tipo "B", de Nebaj, El Quiché

Cuadro 19 A. Registros climatológicos del mes de mayo de 1,999

Día	Temperatura	Precipitación	Evaporación	H. Relativa
1	19.2	0	11.2	70
2	18.6	0	9.9	70
3	18.6	0	9	72
4	19.9	0	8.5	73
5	20	0	7.4	76
6	19.7	1.6	8.6	79
7	18.9	1	10.6	79
8	19.2	0.8	8.3	76
9	17.2	1.6	5.7	77
10	18.5	0	7.4	74
11	17.6	5.3	9.2	74
12	18.5	0	10.7	76
13	18.6	0	10.5	79
14	18.7	0	10.5	76
15	15.1	0	10.8	73
16	19.5	0	10.9	69
17	20.3	0	10.3	76
18	19.1	7	8.8	82

Fuente: INSIVUMEH. Cuadros de registro de la estación meteorológica Tipo "B", de Nebaj, El Quiché



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

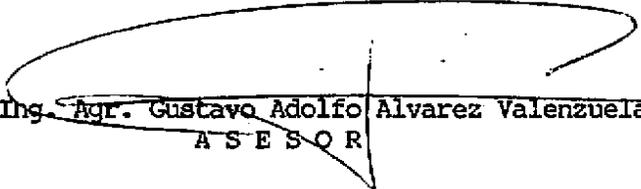
LA TESIS TITULADA: "NEMATODOS FITOPATOGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL BROCOLI
(Brassica oleracea var. Itálica), EN LA ALDEA ACUL, NEBAJ
EL QUICHE".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARVIN ROBERTO SALGUERO BARAHONA

CARNET No: 9510132

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter E. García Tello
Ing. Agr. Samuel G. Córdova Calvillo

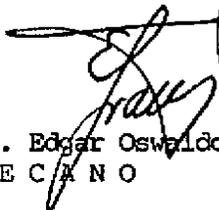
EL Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


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


Dr. Ariel Abderraman Ortiz Lopez
DIRECTOR DE



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
AO/prt.

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