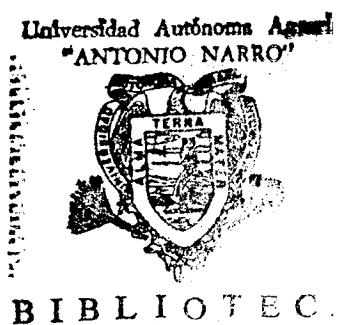


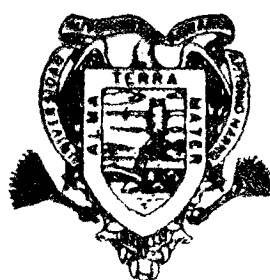
CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y RANGO DE
 HOSPEDEROS DE LA POBLACION DEL NEMATODO
 FALSO AGALLADOR *Nacobbus aberrans*
 (THORNE, 1935) THORNE Y ALLEN 1944
 PRESENTE EN EL ESTADO DE ZACATECAS,
 Y EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE
 GENOTIPOS DE FRIJOL *Phaseolus vulgaris* L.

BALDEMAR ARCIGA FARFAN



T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
 PARA OBTENER EL GRADO DE
 MAESTRO EN CIENCIAS
 EN PARASITOLOGIA AGRICOLA



Universidad Autónoma Agraria
 Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
 Buenavista. Saltillo, Coah.
 DICIEMBRE DE 1995

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN
PARASITOLOGIA AGRICOLA**

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal



M.C. JESUS GARCIA CAMARGO

Asesor



M.C. MELCHOR CEPEDA SILLER

Asesor



M.C. ADOLFO GARCIA SALINAS

Asesor



DR. IGNACIO CID DEL PRADO VERA



DR. JESUS MANUEL FUENTES RODRIGUEZ
SUBDIRECTOR DE POSTGRADADO

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 1995

DEDICATORIA

A DIOS.

Por que siempre ha guiado mi camino, El ha mantenido viva mi fé y mi esperanza y juntos siempre compartiremos los mejores momentos.

A mis Padres Rogelio Arciga y Tereza Farfán de Arciga.

A quienes sin pedirla me regalaron la vida, con ellos he alcanzado mis grandes anhelos . Gracias por la parte de sus vidas que han dejado en mí.

A Pedro, Silvia, Oscar y Consuelo, por permitirme ser parte de sus vidas al compartirme sus alegrías y tristezas.

Al Dr. Gustavo A. Frías T., quien con sus conocimientos, su amistad y alegría hicieron la combinación perfecta para el mejor aprovechamiento de mis estudios de maestría.

A todos mis maestros que a través de mi formación han aportado sus conocimientos, sus experiencias y su amistad, contituyéndose en parte fundamental de la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo que me brindaron y que ha hecho posible adquirir conocimientos y tener una experiencia más.

A la noble Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que a través del Departamento de Parasitología Agrícola me dio la oportunidad de dar un paso más en inmenso mundo del conocimiento.

Al M.C. Jesús García C., quien me ha compartido sus experiencias y ha sido parte fundamental en mi formación, además gracias por su gran amistad querido maestro.

Al M.C. Adolfo García Salinas, por su apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo, por sus atinadas sugerencias y el tiempo dedicado a la revisión del presente.

Al M.C. Melchor Cepeda Siller, por sus aportaciones realizadas al escrito.

Al Dr. Ignacio Cid del Prado Vera, por su tiempo e interés mostrado en la revisión del trabajo, así como por sus acertadas sugerencias para la elaboración final del mismo.

COMPENDIO

Caracterización morfológica y rango de hospederos de la población del nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen 1944 presente en el estado de Zacatecas, y evaluación de la resistencia de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L.

POR

BALDEMAR ARCIGA FARFAN

MAESTRIA

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE DE 1995.

M.C. JESUS GARCIA CAMARGO -Asesor-

Palabras claves: Frijol, nemátodo, rango de hospederos, resistencia.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la región frijolera del estado de Zacatecas, en los municipios de Villa de Cos, Guadalupe y Pánuco, y en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con los objetivos de caracterizar morfológicamente y determinar el rango de hospederos de la población del nemátodo falso agallador *N. aberrans* presente en el estado de Zacatecas, y evaluar la resistencia de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris*.

Durante el ciclo primavera-verano de 1993 se sembraron nueve genotipos de frijol en un campo altamente infestado con el nemátodo *N. aberrans*. El genotipo Río Grande mostró el menor número de agallas por planta (1.74) y la reproducción del parásito fue de tan sólo 5.12 por ciento, por lo que es considerado como muy resistente al ataque del nemátodo. El resto de los materiales se comportaron como susceptibles. En ese mismo año se colectaron agallas del cultivo del frijol principalmente, y se realizó la extracción de hembras y machos adultos para caracterizar morfológicamente la población del nemátodo; las hembras presentan las extremidades cortas y la región cefálica es débil proyectándose hacia la parte posterior ligeramente; la región cefálica de los machos está fuertemente esclerotizada y en forma de C abierta, el ala caudal es del tipo peloderan.

Entre los años de 1993 y 1994 se determinó el rango de hospederos de *N. aberrans*, tanto de plantas silvestres como de hortalizas cultivables. Se muestrearon los municipios de Villas de Cos, Guadalupe y Pánuco, Zac. y las plantas silvestres que mostraron agallas típicas de *N. aberrans* en su sistema radical fueron: *Amaranthus hybridus*, *Alternanthera repens*, *Chenopodium album*, *Salsola iberica*, *Convolvulus equitans*, *Erodium cicutarium*, *Malva parviflora*, *Solanum rostratum* y *Solanum elaeagnifolium*. En lo que respecta a las hortalizas cultivables, se establecieron bajo condiciones de invernadero en un suelo infestado natural con *N. aberrans*, colectado de un terreno del municipio de Villa de Cos; las plantas que desarrollaron agallas fueron: *Beta vulgaris* var. *cycla*, *Lactuca sativa*, *Cucumis sativus*, *Cucumis melo*, *Cucurbita pepo*, *Pisum sativum*, *Citrullus lanatus* y *Brassica oleracea* var. *capitata*. En los dos grupos de plantas las agallas tan solo midieron alrededor de 0.2 centímetros de diámetro y no se observó la formación de masas de huevecillos, mientras que en el cultivo del frijol las agallas fueron más grandes (0.7 cm aproximadamente), y se observó una gran cantidad de masas de huevecillos.

**Morphologic Characterization and Host Range of a Population of False Gall
Nematode *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne and Allen 1944 in Zacatecas
State, and Evaluation of resistance in 9 Bean Genotypes
of *Phaseolus vulgaris* L.**

BY

BALDEMAR ARCIGA FARFAN

MASTER OF SCIENCE

AGRICULTURAL PARASITOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER, 1995

M.C. JESUS GARCIA CAMARGO - ADVISOR -

Key Words: Bean, Nematode, Host Range, Resistance.

This research was carried out in the bean growing region of Zacatecas, and in the greenhouse of Antonio Narro University; its objectives were to characterize morphologically and to determine the host range of a *Nacobbus aberrans* population present in Zacatecas, and to evaluate the resistance of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes.

During the spring-summer cycle of 1993, nine bean cultivars were planted in a field plot highly infested with *N. aberrans*. The Río Grande genotype had the lowest number of galls per plant (1.74); in this genotype, reproduction of the parasite was only 5.12 per cent,

therefore it is considered highly resistant to the nematode attack. Other genotypes were highly susceptible. This same year, galls were collected mainly from bean roots, and the male and female adults extracted to characterize the population by its morphology. Females had short tail and neck and a weak cephalic region projected slightly backwards; male cephalic region was strong, with an open C shape, and a peloderan type bursae.

During 1993 and 1994 *N. aberrans* host range was determined, both in wild hosts and horticultural plants. The municipios Villa de Cos, Guadalupe and Panuco, Zac. were sampled, and wild plant showing typical *N. aberrans* galls in their roots were: *Amaranthus hybridus*, *Althernanthera repens*, *Chenopodium album*, *Salsola iberica*, *Convolvulus equitans*, *Erodium cicutarium*, *Malva parviflora*, *Solanum rostratum* and *Solanum elaeagnifolium*. Regarding horticultural plants, they were planted in greenhouse with infested soil, collected from a plot in Villa de Cos municipio. Plants that developed galls were: *Beta vulgaris* var. *cicla*, *Lactuca sativa*, *Cucumis sativus*, *Cucumis melo*, *Cucurbita pepo*, *Pisum sativum*, *Citrullus lanatus* and *Brassica oleracea* var. *capitata*. Gall size in both, horticultural and wild plant, was approximately 0.2 cm in diameter and no egg masses were formed in them, while in bean gall size was more large (0.7 cm), and contained many eggs.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DEL APENDICE	xv
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
HISTORIA DEL NEMATODO FALSO AGALLADOR <i>Nacobbus</i>	
<i>aberrans</i>	3
DISTRIBUCION GEOGRAFICA.	5
RANGO DE HOSPEDEROS.	6
CICLO BIOLOGICO.	7
SINTOMAS CAUSADOS POR <i>N. aberrans</i> EN SUS HOSPEDEROS. . . .	10
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	11
RAZAS FISIOLOGICAS.	15
RESISTENCIA GENETICA DE CULTIVOS.	18
MATERIALES Y METODOS	
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA POBLACION DEL	
NEMATODO <i>N. aberrans</i> PRESENTE EN LA ZONA FRIJOLERA DE	
ZACATECAS	22

DETERMINACION DEL RANGO DE HOSPEDEROS	25
DETERMINACION DE HOPEDEROS SILVESTRES	25
DETERMINACION DE HOSPEDEROS HORTICOLAS	26
EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE FRIJOL	
<i>Phaseolus vulgaris</i>	31
RESULTADOS Y DISCUSION	35
CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LA POBLACION DEL	
NEMATODO <i>N. aberrans</i> PRESENTE EN LA ZONA FRIJOLERA DE	
ZACATECAS	35
DETERMINACION DEL RANGO DE HOSPEDEROS	37
DETERMINACION DE HOSPEDEROS SILVESTRES	37
DETERMINACION DE HOSPEDEROS HORTICOLAS	43
EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE FRIJOL	
<i>Phaseolus vulgaris</i>	49
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	58
RESUMEN	59
LITERATURA CITADA	61
APENDICE	65

INDICE DE CUADROS

No. de Cuadro	Página
3.1 Hortalizas evaluadas en un suelo infestado con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> bajo condiciones de invernadero para determinar el rango de hospederas	28
3.2 Escala de Taylor usada para evaluar el agallamiento de plantas (Hadisoeganda y Sasser, 1982)	30
3.3 Escala utilizada para medir el grado de resistencia de genotipos a nemátodos fitoparásitos	34
4.1 Características morfológicas de cuatro poblaciones del nemátodo Falso Agallador <i>Nacobbus aberrans</i> presente en la República Mexicana	39
4.2 Plantas silvestres muestreadas para la determinación del rango de hospederas del nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> e índice de agallamiento según la carta de agallamiento propuesta por Bridge y Page (1980), en los Mpios. de Villa de Cos, Guadalupe y Pánuco, Zac.	41
4.3 Promedio del número de agallas por planta e índice de agallamiento de 16 hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> , bajo condiciones de invernadero	44
4.4 Promedio del peso seco del área foliar de las hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> , bajo condiciones de invernadero	47

4.5	Promedio del peso seco del área radical de las hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> , bajo condiciones de invernadero.	48
4.6	Promedio del número de agallas por 5 gr de raíz y del número de agallas por planta de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.	52
4.7	Determinación del grado de resistencia de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.	54

INDICE DE FIGURAS

No. de Figura	Página	
21	Características morfológicas del Nemátodo Falso Agallador <i>Nacobbus aberrans</i> (Tomado de Sher, 1970): A. Hembra inmadura, región anterior: B. Hembra inmadura, región posterior: C. Macho, región posterior: D. Estado temprano de la hembra madura : E - H. Estados tardíos de la hembra madura.	13
3.1	Localización Geográfica del área de estudio.	23
3.2	Carta para el índice de agallamiento (Bridge y Page, 1980).	27
4.1	Forma del cuerpo de las hembras adultas del nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i>	39
4.2	Forma y desarrollo de la región cefálica de las hembras de <i>Nacobbus</i>	36
4.3	Forma y desarrollo de la región cefálica de las hembras de <i>Nacobbus aberrans</i>	38
4.4	Desarrollo del ala caudal de los machos de <i>Nacobbus aberrans</i>	38
4.5	Agallas de <i>Nacobbus aberrans</i> en raíces de la planta silvestre <i>Erodium cicutarium</i> (Alfilerillo).	42
4.6	Formación de agallas de <i>Nacobbus aberrans</i> en el cultivo del frijol var. Flor de junio en campo.	46

4.7	Promedio del número de agallas por planta de las hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> bajo condiciones de invernadero.	45
4.8	Promedio del número de agallas por 5 gr de raíz y del número de agallas por planta de 9 genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.	50

INDICE DEL APENDICE

No. de Cuadro	Página
A.1 Número de agallas por planta de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.	66
A.2 Número de agallas por 5 gr de raíz de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo <i>Nacobbus aberrans</i> en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.	67
A.3 ANVA del número de agallas en 5 gr de raíz de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con <i>Nacobbus aberrans</i> en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.	68

INTRODUCCION

En todo el mundo uno de los factores que más afectan a la producción de los cultivos es la presencia de enfermedades causadas por agentes bióticos. El cultivo del frijol no es la excepción, y agentes como hongos, bacterias, virus y nemátodos son causantes de un gran número de enfermedades de esta leguminosa.

En México el cultivo del frijol ocupa el segundo lugar en importancia debido a la superficie cultivada tanto de riego como de temporal, al consumo por persona que se tiene y a la mano de obra que genera.

El primer estado productor de frijol en México es Zacatecas, en el cual durante el ciclo primavera-verano de 1993 se sembraron 624,616 ha, con una producción total de 312,389 toneladas; 43, 299 ha corresponden a superficie de riego con una producción promedio de 1,576 kg/ha, y 581,317 ha fueron de temporal cuyo rendimiento promedio fue de 420 kg/ha.

A partir del año de 1991 se ha observado que el cultivo del frijol ha sido severamente dañado por el nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans*, detectándose por primera vez en lotes de riego; sin embargo, actualmente se encuentra distribuido también en frijol de temporal y esto constituye un factor limitante en la producción de dicho cultivo en los Municipios de Villa de Cos, Guadalupe y Pánuco, Zacatecas.

Dada la gran diversidad morfológica y patogénica que ha manifestado *N. aberrans*

en varias poblaciones que se han estudiado tanto en México como en América Latina, se hace necesario en primer lugar caracterizar la población que se encuentra presente en el estado de Zacatecas. Además es igualmente importante implementar tácticas de manejo de la población del nemátodo, dado el riesgo que representa para la zona productora de frijol más importante de nuestro país. Es por eso que el presente trabajo de investigación, pretende contribuir en parte en la solución del problema, para lo cual se plantearon los siguientes

OBJETIVOS:

- 1.- Determinar las características morfológicas de la población del nemátodo, presente en la zona frijolera de Zacatecas.
- 2.- Determinar el rango de hospederos, tanto cultivados como silvestres.
- 3.- Evaluar la resistencia de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris*.

HIPOTESIS

- 1.- La población del nemátodo *N. aberrans* presente en el estado de Zacatecas será semejante morfológicamente al menos a una de las poblaciones presentes en los estados de Hidalgo, México y Puebla.
- 2.- El nemátodo *N. aberrans* presentará como hospederos especies de la familias Leguminosae, Cucurbitaceae y Solanaceae.
- 3.- Los genotipos de frijol *P. vulgaris* mostrarán una variabilidad en el grado de resistencia al nemátodo *N. aberrans*.

REVISION DE LITERATURA

Historia del Nemátodo Falso Agallador *Nacobbus aberrans*

Sher (1970) realizó una revisión del género *Nacobbus*, concentrando en su artículo los antecedentes históricos más importantes de la especie *N. aberrans*, y menciona que aparentemente quien reportó por primera vez especímenes del género *Nacobbus*, fue Cobb en el año de 1918, en el estado de Colorado, U.S.A., con ilustraciones de machos y juveniles. Sin embargo, él consideró que se trataba de la especie *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871. El propio autor anota que la primera especie del género *Nacobbus* se describió en el año de 1927 como *Anguillulina aberrans* Thorne, 1935, y fue obtenida de la planta nativa *Atriplex confertifolia*.

Posteriormente Thorne y Allen (1944) propusieron el género *Nacobbus* y una nueva especie *N. dorsalis*, la cual la consideraron como tipo. Estos dos autores tomaron en cuenta el dimorfismo sexual tan pronunciado que presentaban, la región glandular del esófago que es alargada y se sobrepone al intestino, además de las agallas que producen en la raíces de sus hospederos. Estos mismos autores incluían al género *Nacobbus* dentro de la familia Tylenchidae y lo consideraban muy relacionado al género *Pratylenchus* Filipjev, 1936. Por supuesto Thorne y Allen incluyeron dentro del género *Nacobbus* a *Anguillulina aberrans* (Thorne y Allen, 1944)

Thorne y Shuster (1956) describieron otra especie del género *Nacobbus* llamándola *Nacobbus batatiformis*, aislada de la remolacha azucarera *Beta vulgaris* en Mitchell,

Nebraska, U.S.A. Esta misma especie se encontró en otras áreas atacando al mismo hospedero. Los mismos autores mencionan además que esta especie se diferencia de *N. dorsalis* y *Anguillulina aberrans* por la forma de las hembras maduras, el desarrollo fuerte del bulbo medio y el corpus, la relación de la longitud de la cola entre la distancia del ano a la vulva, así como la posición de los fasmidios.

Franklin (1959) reportó una nueva especie del género y la llamó *Nacobbus serendipiticus*, detectada en Inglaterra en raíces de jitomate que se encontraban bajo condiciones de invernadero. Esta especie también se distinguió de las otras especies por la forma del cuerpo de las hembras maduras, la distancia ano-vulva en relación a la longitud de la cola y la posición de los fasmidios.

Lordello, *et al.* (1961) describieron la especie *Nacobbus serendipiticus bolivianus* atacando al cultivo de la papa *Solanum andigenum*, en el Valle de Cochabamba, Bolivia.

Thorne (1961) consideró que la especie *Heterodera schachtii* que había descrito Cobb en 1918 era sinónimo de *Nacobbus batatiformis*.

Sher (1970) llevó a cabo estudios morfológicos de las diferentes especies que se habían reportado del género *Nacobbus*, concluyendo que no hay diferencias morfológicas, ni diferencias en cuanto al rango de hospederos entre las especies *N. batatiformis*, *N. serendipiticus* y *N. serendipiticus bolivianus*, por lo que pasaron a ser sinónimos de *Nacobbus aberrans* y como segunda especie del género *Nacobbus* solo reconoce este autor a *N. dorsalis*. De esta manera el género *Nacobbus* hasta la fecha, solamente se encuentra constituido por las especies *N. dorsalis* y *N. aberrans*.

En México la presencia del nemátodo falso agallador se supo por primera vez en

el año de 1967 por Brunner, atacando a plantas de chile en el estado de México. Actualmente se ha observado atacando a cultivos como el betabel *Beta vulgaris*, espinaca *Spinacea oleracea*, alegría *Amaranthus hipocondriacus* y jitomate *Lycopersicon esculentum*, en los estados de Hidalgo, Guanajuato, Puebla y Oaxaca (Rodríguez, 1974; Castillo y Marbán, 1984; Montes, 1986).

Velázquez y González (1991) informan sobre la presencia del nematodo *N. aberrans* en raíces con agallas de plantas de frijol sembrado bajo condiciones de riego en Zacatecas. Ese mismo año se había detectado el mismo nemátodo en el Campo Experimental de Buenavista, Coah., atacando raíces de chile serrano (1).

En el año de 1994 se encontró este nemátodo en la zona agrícola del Valle de Arista, San Luis Potosí, infectando tanto al cultivo del jitomate *Lycopersicon esculentum* como a la maleza *Chenopodium murale* (Torres, et al., 1994).

Distribución Geográfica de *N. aberrans*

Actualmente el nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans* se encuentra presente en varios países en el mundo, incluyendo regiones tropicales y templadas, reportan su presencia en Argentina, Chile, Perú, Bolivia, Ecuador, México, Estados Unidos, Inglaterra y Rusia.

En lo que se refiere a México, el nemátodo falso agallador se ha detectado en varios estados, como son: Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos, Oaxaca y Puebla (Cid del Prado,

(1) M.C. Jesús García Camargo, información personal.

1992). En el estado de Zacatecas se ha convertido en un factor limitante en la producción del frijol (Velázquez y González, 1991).

Rango de Hospederos de *N. aberrans*

El nemátodo *N. aberrans* presenta un amplio rango de hospederos, incluyendo miembros de las familias Amaranthaceae, Cactaceae, Chenopodiaceae, Poaceae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Phabaceae, Solanaceae, Umbelliferae y Zygophillaceae (Inserra, *et al.*, 1983).

Dentro de cada una de las familias arriba mencionadas, se encuentran varios cultivos de importancia económica que son muy susceptibles a *N. aberrans*, como son: *Beta vulgaris*, *Brassica oleracea*, *Lactuca sativa*, *Cucurbita pepo*, *Phaseolus vulgaris*, *Lycopersicon esculentum* y *Solanum* spp. (Jatala, 1985).

Costilla, *et al.* (1977) reportan que en Argentina el nemátodo falso agallador es una plaga muy importante en el cultivo de la papa, ya que reduce tanto la calidad como la producción de este tubérculo; además se han observado agallas típicas de este nemátodo en el sistema radicular de remolacha azucarera *Beta vulgaris*, acelga *Beta vulgaris* var. *cycla*, Calabaza *Cucurbita maxima*, y en plantas silvestres como *Amaranthus* sp. y *Brassica* sp.

En Perú se mencionan como hospederos eficientes los cultivos de la papa *Solanum* sp., olluco *Ollucus tuberosus* y quinua *Chenopodium quinoa*.

En México el primer cultivo donde se observó el nematodo *N. aberrans* fue chile por Brunner, en el año de 1967. A partir de entonces se han realizado varios estudios para determinar el rango de hospederos de las poblaciones que se han hido detectando en varios

estados.

Cruz, *et al.* (1987) citan al cultivo del jitomate *Lycopersicon esculentum* y al frijol *Phaseolus vulgaris* como hospederos cultivables; y al quelite cenizo *Chenopodium murale*, verdolaga *Portulaca oleracea*, toloache *Datura stramonium*, malva *Malva parviflora*, mala mujer *Solanum nigrum*, trebol *Trifolium* sp., hediondilla *Cestrum roseum* pasto *Setaria macrostachia*, acelga *Beta vulgaris*, quelite *Amaranthus hybridus* y el diente de león *Taraxacum officinale* como plantas hospederas silvestres.

Zamudio, *et al.* (1987) mencionan por su parte las siguientes especies cultivadas como hospederas: jitomate *Lycopersicon esculentum*, calabacita *Cucurbita pepo*, frijol ejotero *Phaseolus vulgaris*, rábano *Raphanus sativus*, chile miahuateco *Capsicum annum*, zanahoria *Daucus carota*, tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* y el chicharo *Pisum sativum*.

Macías (1994) en estudios realizados en los campos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, de una población del nematodo *N. aberrans* presente en este lugar, anota las siguientes plantas silvestres como hospederas del nemátodo: quelite *Quenopodium album*, rodadora *Kochia escoparia*, rodadora *Salsola iberica*, quelite *Amaranthus hybridus*, malva *Malva parviflora*, trompillo *Solanum elaeagnifolium* y la hierba ceniza *Verbesina enceloides*, siendo *Solanum elaeagnifolium* la planta donde se observó que el nematodo se reproduce con una mayor eficiencia.

Ciclo Biológico de *N. aberrans*

El nemátodo falso agallador sobrevive en invierno en estado de huevecillo principalmente; sin embargo, también se ha observado que algunos adultos quiescentes

pueden sobrevivir e infectar las raíces de las plantas que se cultivan una vez que se presentan condiciones favorables (Thorne, 1961).

Generalmente los huevecillos se encuentran en diferentes fases de desarrollo embrionario. El primer estadio larvario se presenta a los 7 días aproximadamente y se localiza dentro del huevecillo. Posteriormente la larva muda a los 10 u 11 días a 25 °C, dando origen al segundo estado larvario, que emerge del huevecillo a los 10 días a 25 °C (Clark, 1967). El segundo estado larvario o segundo estado juvenil (J2), es el estado infectivo que invade a las raíces pequeñas de sus hospederos, penetrándolas y moviéndose intercelularmente en el interior de la corteza radical, donde ocasiona galerías necróticas, hipertrofia de las células de la epidermis y de la corteza, como consecuencia de su alimentación. La penetración se lleva a cabo a través de la punta de la raíz o de las partes laterales de las raíces primaria o secundarias. A los cinco días de haber penetrado las raíces algunas poblaciones del nemátodo forman agallas pequeñas (Cid del Prado, 1985).

Una vez que el segundo estado juvenil ha encontrado un sitio adecuado para su alimentación en el interior de la raíz (tejido vascular), el nemátodo comienza a aumentar de tamaño y sufre dos mudas más. En este punto del ciclo biológico, el nemátodo puede ya sea abandonar la raíz o continuar alimentándose de esta. Los nemátodos que no abandonan la raíz inician el desarrollo de las agallas y la producción de sus huevecillos hasta completar su ciclo biológico. Dependiendo de la temperatura, el ciclo biológico puede completarse entre 25 a 50 días (Mai, *et al.*, 1981).

En lo que se refiere a los nemátodos que abandonan la raíz, éstos sufren una muda más en el suelo, desarrollándose tanto hembras como machos activos. Las hembras jóvenes penetran la raíz nuevamente y se establecen cerca del sistema vascular, y así se inicia la formación de las agallas y además, la formación de un sincitio alrededor del sitio de

alimentación (Inserra, *et al.*, 1983).

El sincitio que forman las hembras al estarse alimentando se caracteriza por presentar el citoplasma muy denso, hipertrofia de núcleos, una disolución de la pared celular, hiperplasia y una gran acumulación de gránulos de almidón (Fenetti, 1990).

Jatala y Haddad (1993) mencionan que una vez que han penetrado los juveniles y las hembras inmaduras se mueven tanto intercelularmente como intracelularmente a través del tejido cortical, formándose así pequeñas cavidades. En plantas de papa resistentes, el citoplasma de las células que se encuentra alrededor del sitio de alimentación del nematodo se vuelve denso y se observan pocos o ninguna gránulo de almidón; sin embargo, en las raíces de papa susceptibles los gránulos de almidón en el citoplasma son muy abundantes.

En el cultivo del jitomate, el sincitio se forma en la zona vascular y perivascular, extendiéndose hasta la corteza; en cambio en especies de chile como *Capsicum annum* y *C. baccatum*, el sincitio se ubica exclusivamente dentro de la zona vascular, adoptando formas semicirculares; en malezas como la malva *Malva parviflora*, el sincitio se encuentra en el centro de la raíz, desplazando el floema hacia la periferia; la forma del sincitio en esta especie es arriñonada (Tovar, *et al.*, 1990).

Una vez formadas las agallas, las hembras comienzan a aumentar paulatinamente su grosor, hasta tener la forma de un saco, en el cual se empiezan a desarrollar los huevecillos. La parte posterior de las hembras se extiende hacia la corteza hasta alcanzar la superficie de la raíz, formando de esta manera un orificio a través del cual son ovipositados los huevecillos en el interior de una masa gelatinosa que es secretada por el mismo nemátodo a través del ano, y de esta manera la masa de huevecillos queda adherida a la raíz y cuando ésta se descompone la masa queda libre en el suelo (Mai, *et al.*, 1981).

Los machos adultos después de mudar dejan la raíz aparentemente y buscan a las hembras para fecundarlas. A la fecha se ignora si se alimentan de la planta el resto de su ciclo de vida. Es muy común encontrar machos dentro de las masas de huevecillos (Cid del Prado, 1985).

El ciclo biológico de huevecillo a huevecillo requiere un tiempo mínimo de 36 días a una temperatura de 25 °C y cuando la temperatura desciende o aumenta a 20 y 30 °C, respectivamente, el ciclo biológico se alarga hasta los 43 días (Prasad y Webster, 1969).

Inserra, *et al.*, (1983) nos dan en forma detallada el ciclo biológico de *N. aberrans*, respecto al tiempo de desarrollo en el cultivo de la remolacha azucarera. El desarrollo embrionario que es considerado desde la fecundación del oocito, la formación del huevecillo hasta la eclosión de éste con la emergencia del segundo estado juvenil, tiene una duración de 9 a 10 días a 25 °C y de 51 días a la temperatura de 15 °C. En lo que respecta al desarrollo postembrionario que abarca desde la eclosión del segundo estado juvenil hasta la presencia de las hembras maduras con masas de huevecillos tiene una duración de 38 días a 25 °C. De esta manera el ciclo biológico de huevecillo a huevecillo es completado a los 48 días a una temperatura de 25 °C.

Síntomas Causados por *N. aberrans* en sus Hospederos

Los síntomas en las plantas hospederas asociados a la infección por *N. aberrans* no son típicos de este patógeno, de manera que pudieran utilizarse para su diagnóstico, sobre todo los que se observan en la parte aérea de las plantas susceptibles.

En el cultivo del jitomate, las plantas manifiestan agallas pequeñas en su sistema radical y además muchas raicillas laterales (Franklin, 1959). En otros cultivos hospederos

generalmente se observa una marcada disminución en el crecimiento apical, y tiende a marchitarse en una forma severa cuando hay deficiencias de humedad o cuando se alcanza la máxima temperatura del día. Además, las plantas muestran una clorosis de su tejido foliar, en las raíces se presentan agallas y hay una disminución en el crecimiento de las raíces terciarias y fibrosas, y en ocasiones se observa muerte de raicillas (Jatala, 1985).

Los síntomas se pueden confundir con aquellos ocasionados por otros patógenos de la raíz: reducción de crecimiento, disminución en la capacidad de las plantas para soportar la falta de agua, amarillamiento y disminución del rendimiento. Además, si analizamos con cuidado la raíz se observarán pequeñas lesiones necróticas como resultado de la migración de los juveniles (Dropkin, 1989). Sin embargo, el síntoma característico en las plantas atacadas por el nemátodo falso agallador, es la presencia de agallas en las raíces, las cuales son similares a aquellas producidas por el nemátodo agallador *Meloidogyne* spp. El tamaño de las agallas individuales depende de la densidad poblacional del nemátodo y del tamaño de las raíces; y la forma generalmente es esférica, es por esa razón que en países como el Perú y Bolivia se le conoce como el nemátodo del rosario (Hooker, 1980).

Características Morfológicas de *N. aberrans*

El nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans* se puede diferenciar de la otra y única especie del género, *Nacobbus dorsalis*, por el número de anulaciones que presentan las hembras entre la vulva y el ano, para el caso de *N. aberrans* es de 15 a 24 y para *N. dorsalis* tan solo presenta de 8 a 14 anulaciones. La posición de la vulva en las hembras inmaduras se localiza alrededor del 90 por ciento de su cuerpo (subterminal) en *N. aberrans*; por el contrario, para *N. dorsalis* se encuentra entre 95 a 97 por ciento del cuerpo, en la parte final. Las hembras de *N. dorsalis* son en forma de huso y solamente contiene sus huevecillos en la parte posterior del cuerpo; en cambio en *N. aberrans* las

hembras maduras son más esféricas o redondas con la región posterior alargada y los huevecillos se ubican casi al centro de su cuerpo (Sher, 1970).

El nematodo *N. aberrans* presenta un marcado dimorfismo sexual en cuanto a la forma del cuerpo (Figura 2.1). Las hembras en estado adulto son abultadas en la parte media, la parte anterior forma un cuello y la parte posterior es más o menos alargada; mide alrededor de 1 mm de diámetro y es sedentaria. Las hembras jóvenes son vermiformes, alargadas y delgadas llegando a medir 1 mm de longitud, su cutícula es anillada, la región cefálica muy redonda, el bulbo medio redondo y grande con sus válvulas muy notorias, estilete fuerte y mide de 21 a 25 micras de longitud con sus nódulos basales esféricos, la glándula esofágica se sobrepone al intestino dorsalmente, la cola es redonda con 10 a 17 anulaciones. Los machos son vermiformes, similares a la hembras inmaduras, excepto por el dimorfismo sexual. Presenta la región cefálica bien desarrollada y esclerotizada, su estilete mide alrededor de 21 micras de longitud con los nódulos basales fuertes, la glándula esofágica se sobrepone con el intestino dorsalmente. Las espículas las cuales están bien desarrolladas y miden 26 micras de longitud aproximadamente, gubernáculo simple, la cola es semiesférica y se encuentra envuelta completamente por la bursa. El primer estado juvenil (J1) o larvario presenta la región cefálica, estilete, esófago y anulaciones muy poco notorios lo que indica que aun no se han desarrollado bien; la cola es redonda. Mientras que el segundo estado juvenil (J2) ya presenta bien desarrollada estas estructuras, así como las anulaciones del cuerpo (Sher, 1970).

Se ha observado que la especie *Nacobbus aberrans*, es un organismo que presenta una gran variación morfológica, es por eso que se están realizando estudios para determinar si se trata de la misma especie o de diferentes especies (Jatala, 1993).

Poblaciones del nemátodo presentes en varias localidades de los estados de Puebla,

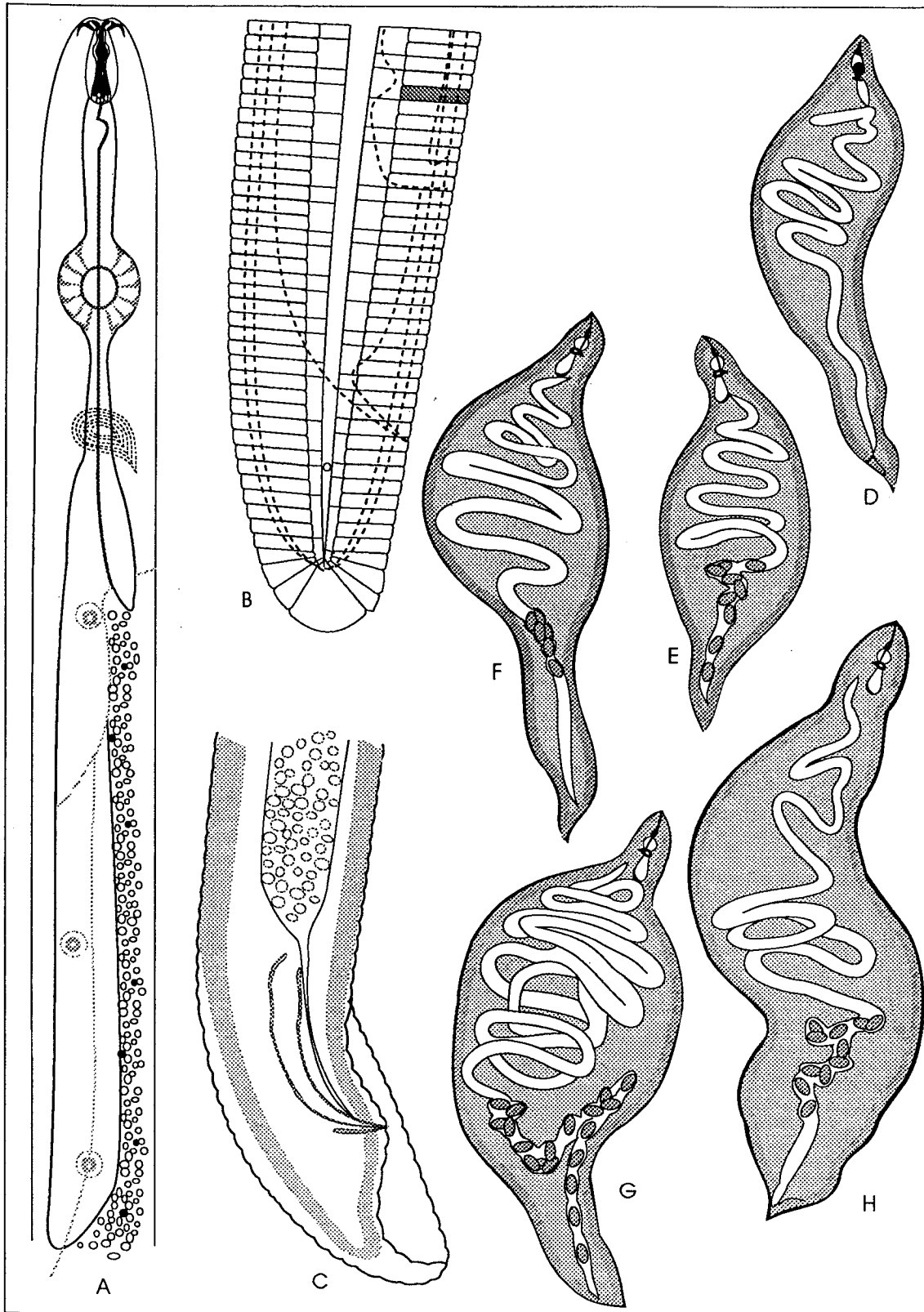


Figura 2.1. Características morfológicas del Nemátodo Falso Agallador *Nacobbus aberrans* (Tomado de Sher, 1970): A. Hembra inmadura, región anterior: B. Hembra inmadura, región posterior: C. Macho, región posterior: D. Estado temprano de la hembra madura: E-H. Estados tardíos de la hembra madura.

México e Hidalgo muestran variaciones morfológicas, siendo algunas muy evidentes, como es la forma del cuerpo de las hembras maduras, el desarrollo y la forma de la placa basal de la región cefálica tanto en los machos como en las hembras. Así tenemos que la población presente en el Estado de México, se caracteriza por que las hembras presentan la región cefálica débilmente esclerotizada, proyectándose muy poco hacia la parte posterior del cuerpo del nematodo, además presentan una tendencia al alargamiento del extremo anterior del cuerpo y pueden llegar a tener un cuello bastante prolongado; los machos presentan la región cefálica bien desarrollada y tiene forma de C abierta, la bursa es del tipo peloderan moderadamente desarrollada iniciándose 12 a 14 anillos antes de la abertura cloacal. La población del Estado de Puebla se caracteriza porque las hembras presentan el extremo posterior del cuerpo alargado de 2 a 4 veces el tamaño del cuello, la región cefálica es delicada; los machos presenta la región cefálica fuerte o gruesa en forma de C, la bursa es del tipo peloderan y esta bien desarrollada. El cuerpo de las hembras maduras de la población de Hidalgo presenta cuello corto y el extremo posterior no prolongado, la región cefálica es fuerte y ligeramente curvada; los machos presentan la región cefálica fuertemente desarrollada, la bursa bien desarrollada y solo cubre parte del extremo terminal de la cola (Cid del Prado, 1992).

La población localizada en el Estado de Coahuila (campos de Buenavista, Saltillo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro), se caracteriza por que las hembras maduras no presentan una prolongación ni de la parte anterior ni de la posterior del cuerpo, extremos cortos, la región cefálica es fuerte y con la bursa bien desarrollada (Macías, 1994).

Estudios morfológicos realizados con ayuda del microscopio electrónico de barrido en juveniles, hembras inmaduras vermiformes y hembras maduras sedentarias, provenientes de 25 poblaciones de varios países (Argentina, Bolivia, Ecuador, México, Perú y Estados Unidos), revelan diferencias morfológicas en la región de la cola y de la región labial de las

hembras maduras. También se observaron diferencias morfológicas en el segundo estado larvario, en las hembras inmaduras y los machos; es por eso que se recomienda una reconsideración del status taxonómico de la especie *Nacobbus aberrans* (Jatala, *et al.*, 1993).

Es importante mencionar también que actualmente se están realizando otros estudios respecto a la morfología, características de patogénesis (rango de hospederos) y estudios de electroforesis para poder determinar diferencias entre las poblaciones que se han venido reportando en varios países del mundo, especialmente en Sudamérica, México y Estados Unidos, y así aclarar si se trata de diferentes razas fisiológicas del nemátodo *Nacobbus aberrans* o de diferentes especies del género *Nacobbus* (Jatala y Boluarte, 1993; Jatala, *et al.*, 1993).

Razas Fisiológicas de *N. aberrans*

Es importante en primer término aclarar lo que se conoce como raza. Según Dropkin (1989) una raza de un organismo es una población de una especie de diferente origen geográfico y habitat, que presenta diferencias en su biología o en su capacidad patogénica a determinadas plantas hospederas, con respecto a otra población de la misma especie. También se debe entender como una población de nemátodos de plantas que se distinguen de otras poblaciones de la misma especie por su capacidad de reproducirse en algunos miembros de un conjunto de hospederos usados como una prueba estándar. Estas diferencias fisiológicas expresadas como variación en patogenicidad dentro y entre poblaciones es común en los nemátodos fitoparásitos. Estas variaciones de patogenicidad se dan especialmente entre poblaciones de diferentes orígenes geográficos y son el resultado de la selección genética debido a factores ambientales específicos.

Desde que Sher en el año de 1970 realizó la revisión del género *Nacobbus* y donde consideró a *N. batatiformis*, *N. serendipiticus* y *N. serendipiticus bolivianus* como sinónimos de la especie *Nacobbus aberrans*, se han tenido varios problemas y ha generado una confusión para establecer esquemas o criterios en la identificación de razas fisiológicas de esta especie o su status taxonómico correcto, dado que se ha venido observando que *N. aberrans* es una especie muy heterogénea en cuanto a su morfología y a su patogenicidad. Inserra, *et al.* (1983) mencionan que en los Estados Unidos se encuentra presente la raza "Remolacha Azucarera" de *N. aberrans*, la cual además se reproduce en las especies *Kochia scoparia*, *Lycopersicon esculentum* y *Beta vulgaris*, por el contrario no se reproduce en las especies *Capsicum annum*, *Solanum tuberosum* y *Solanum tuberosum* sp. *andigena*, lo que indica que aparentemente se trata de una raza diferente a la que se encuentra presente en Perú y Bolivia, países donde este nemátodo es un factor limitante en la producción de la papa.

Actualmente existen varios métodos para detectar las razas fisiológicas de las especies de nemátodos, tales como estudios citogenéticos, electroforéticos, de DNA, así como el uso de plantas diferenciales, siendo este último el más práctico (Hussey, *et al.*, 1972).

Toledo (1990) estudió cinco poblaciones del nemátodo *N. aberrans* procedentes de los estados de Morelos, Puebla, Hidalgo, México y Guanajuato, descubriendo la presencia de tres razas fisiológicas del nemátodo, las cuales designa de la siguiente manera: raza Na-1, que se reproduce en el cultivo de la papa var. Alpha y jitomate var. Rutgers, pero no en el cultivo del frijol var. Negro Querétaro; raza Na-2, que se reproduce en el frijol y jitomate, pero no en papa; y la raza Na-3, que solamente se reproduce en frijol. Proponiendo de esta manera el grupo de plantas diferenciales para determinar las razas fisiológicas de *N. aberrans*: papa var. Alpha, frijol var. Negro Querétaro y jitomate Var. Rutgers.

Costilla (1990) evaluó el comportamiento patógeno de tres poblaciones presentes en Argentina en los cultivos de jitomate, pimiento y papa, encontrando que tanto jitomate como pimiento fueron hospederas eficientes del nematodo *N. aberrans*, mientras que papa resultó ser resistente a las tres poblaciones estudiadas.

Boluarte y Jatala (1993) estudiaron 25 poblaciones procedentes de Argentina, Bolivia, Ecuador, México, Perú y Estados Unidos, usando como plantas diferenciales a *Lycopersicon esculentum* var. Marglobe, *Solanum tuberosum* var. Desiree, *Beta vulgaris* var. Monohihikari, *Chenopodium quinoa* var. Sajama y *Capsicum annum* vars. Anaheim y California Wonder. Basándose en el número de agallas que presentaron las plantas evaluadas, estos autores reportan cinco razas fisiológicas y una variante tanto para la raza 2 como para la 3. La población de los Estados Unidos pertenece a la raza 2a, mientras que las poblaciones de Argentina están representadas por la 2b, 3a y 3b; en Perú se encuentran presentes la 2b, 3a, 3b, 4 y 5; en Ecuador la 2b; en Bolivia la 1 y 3a; en tanto que en México únicamente se reporta la presencia de la 3a. Como se puede observar en Perú es donde existe una gran diversidad del nemátodo *N. aberrans*, tal vez por el hecho de que en este país fue donde más poblaciones del nemátodo se estudiaron (10 de 25 poblaciones). En México solamente se estudió una población, es por eso que estos autores sólo reportan la presencia de una raza.

Por su parte Cid del Prado (1993) encontró como plantas diferenciales a las especies *Spinacea oleracea* var. Viroflay, *Beta vulgaris* var. Cicla, *Capsicum annum* vars. Apaseo, Tampiqueño y Ancho Esmeralda y *Solanum tuberosum* vars. Gema, López y Montsana. Este autor también estudió el comportamiento patógeno de poblaciones mexicanas del nemátodo *N. aberrans*, presentes en los estados de Puebla, México e Hidalgo, concluyendo que las poblaciones mexicanas presentan una patogenicidad diferente a las poblaciones de Sudamérica, sobre todo en el cultivo de la papa ya que este cultivo mostró

ser una especie con un alto grado de resistencia a las diferentes poblaciones evaluadas; además en México no se ha encontrado al nemátodo *N. aberrans* parasitando a la papa en campo.

La población de *N. aberrans* presente en el estado de Coahuila parásita de una manera muy débil al cultivo de la papa variedades Alpha y Norteña, las cuales mostraron un bajo número de agallas muy pequeñas, mientras que el chile serrano criollo y la zanahoria var. Nantes fueron inmunes a este parásito. Sin embargo, la especie donde se observó que el nemátodo se reproduce con una gran eficiencia fue la maleza *Solanum elaeagnifolium* (Macías, 1994).

Resistencia Genética de Cultivos a *N. aberrans*

Las variedades resistentes a los nemátodos son un método ideal para mantener la densidad de población del nemátodo a niveles que no causen daño económico. Además de presentar la ventaja de prevenir la reproducción del nemátodo de una manera total, no producen residuos tóxicos, no se requiere de técnicas ni de equipo especial para su aplicación y además no representan un costo adicional al agricultor en el manejo del nemátodo. Este último aspecto es muy importante, sobre todo para aquellos cultivos que son muy poco redituables. Es por eso que para el caso del frijol el uso de variedades resistentes es probablemente la única practica accesible para el control de las enfermedades ocasionadas por nemátodos y otros parásitos (Brown y Kerry, 1987).

Una planta resistente decrece la reproducción del nemátodo y permanece sana, en cambio una planta tolerante también afecta la reproducción del nemátodo, sin embargo, sufre daño. En general la resistencia de los cultivos a los nemátodos puede darse de varias maneras como, por ejemplo, a través de la reacción de hipersensibilidad, alargando el ciclo de vida

del nemátodo, inhibiendo el crecimiento de las hembras sedentarias y la relación de sexos a favor de machos, además pueden disminuir la producción de huevecillos por lo que la población decrece, producir sustancias tóxicas al patógeno como el caso de las fitoalexinas y a través de barreras físicas que impiden que el nemátodo penetre los tejidos del hospedero (Dropkin, 1989).

Para el caso específico del nemátodo falso agallador *N. aberrans*, se han realizado relativamente pocos trabajos tanto para la busca de fuentes de resistencia, como para determinar los mecanismos que operan en aquellos cultivos que han mostrado niveles de resistencia. En el cultivo de la papa, *N. aberrans* se ha convertido en un factor limitante de su producción en varios países de Sudamérica, como lo es Argentina, Bolivia y Ecuador, es por eso que se han llevado a cabo varios trabajos con el objetivo de detectar genotipos resistentes o tolerantes. Cornejo (1977a) evaluó el comportamiento de 10 variedades de papa a *N. aberrans* y concluyó que el genotipo Tomasa Tito, variedad que mostró menor número de agallas, además de que produjo el mayor rendimiento.

Alarcón (1977) informa que las variedades de papa Wila Huaca Laija, Tunti (*Solanum andigena*) y Jaku Huayaka (*Solanum stenotomum*), son altamente resistentes a *N. aberrans*; las variedades Sipanchachi, Pali Rosada (*Solanum andigena*), Moroko Lucky (*Solanum juzepzukii*), Janko Ajahuire y Huisllapaqui (*Solanum ajahuri*), resultaron con un menor grado de resistencia.

El cultivo del jitomate también se ha visto severamente dañado por la presencia de *N. aberrans* en algunas localidades de México; por tal motivo ha despertado el interés de evaluar la susceptibilidad de variedades de jitomate. Sosa Moss y Muñoz (1973) probaron dos variedades sin encontrar resistencia ni tolerancia a dicho nematodo. Zamudio (1987) por su parte evaluó sesenta variedades, concluyendo que ninguna resultó ser inmune al ataque

de *N. aberrans*, ya que todas se afectaron en menor o mayor grado. Sin embargo, los genotipos que resultaron más tolerantes fueron los materiales B6-LY-19, BG-LY-11, B6-LY-42 y BG-LZ-44, pertenecientes a la especie *Lycopersicon esculentum*; B6-LY-56, BG-LY-84, BG-LY-85 de *L. pimpinellifolium* y BG-LY-90 de *L. chesmanii*.

Otro cultivo que resulta ser un hospedero muy susceptible al nematodo es el frijol, cuyo rendimiento se ve amenazado por la presencia de dicho patógeno. Silva (1989) reporta que la variedad Negro Puebla y la Criolla son variedades altamente resistentes a *N. aberrans*, y las variedades Puebla 458, Mantequilla Calpan, Canario 107, Bayomex, Frijol de Sequía, 1087-II y el Amarillo Calpan son materiales muy susceptibles.

En lo que respecta al mecanismo de resistencia que manifiestan las plantas resistentes, se ha observado que las variedades resistentes no impiden la entrada de los juveniles, ni de las hembras vermiformes que son los estados infectivos del nematodo, estos penetran con la misma frecuencia que en los materiales susceptibles. En las variedades resistentes de papa, el citoplasma de las células que se encuentran alrededor de la cavidad que forma el nematodo, se vuelve denso, pero con pocos gránulos de almidón y en ocasiones no se observa ninguno, respuesta que no sucede con las variedades susceptibles, éstas muestran una gran acumulación de gránulos de almidón. En los clones resistentes, además se observó que dichas células se necrosaron de manera que el nematodo no completa su ciclo biológico. También se forman algunos sincitios, los cuales son muy pequeños, sin llegar a manifestarse una hipertrofia o agallamiento en las raíces (Jatala y Haddad, 1993).

Jatala, *et al.* (1993) en observaciones con el microscopio electrónico de barrido, reportan que en clones susceptibles de papa, el nematodo *N. aberrans* induce la formación de sincitios con una pared secundaria gruesa, se observan células secundarias con pared gruesa y deposición de sílice en las células de la endodermis o cerca del sincitio. El

citoplasma del sincitio se muestra más denso que el citoplasma del tejido no infectado. También se observa una gran abundancia de gránulos de almidón alrededor del sincitio, así como en la región cortical cerca del sitio de infección.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en varias localidades de los municipios de Villa de Caos, Pánuco y Guadalupe, Zacatecas (Figura 3.1), localizados en la parte Oriente del estado, cuya temperatura promedio es de 16 °C y una precipitación media anual de 300 a 400 mm. Además en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicados en Buenavista, Saltillo, Coahuila, cuya temperatura fluctuó entre los 24 a 35 °C.

Para cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo, fueron realizados cuatro experimentos los cuales se describen a continuación:

Experimento No. 1

Caracterización Morfológica de la Población del Nemátodo *N. aberrans*

Presente en la Zona Frijolera de Zacatecas

Para caracterizar morfológicamente la población del nemátodo falso agallador se hizo una colecta de plantas de frijol y plantas silvestres que presentaban los síntomas de agallamiento en su sistema radical, en varias localidades de los municipios de Villa de Cos, Pánuco y Guadalupe, Zacatecas.

Con una pala se sacó el sistema radical y se guardó en bolsas de plástico para evitar su deshidratación, etiquetándolas inmediatamente con los datos de la localidad y la fecha; se trasladaron al Laboratorio de Nematología donde posteriormente se eliminaron los residuos de suelo del sistema radical con agua corriente y luego se tiñeron con fucsina ácida,

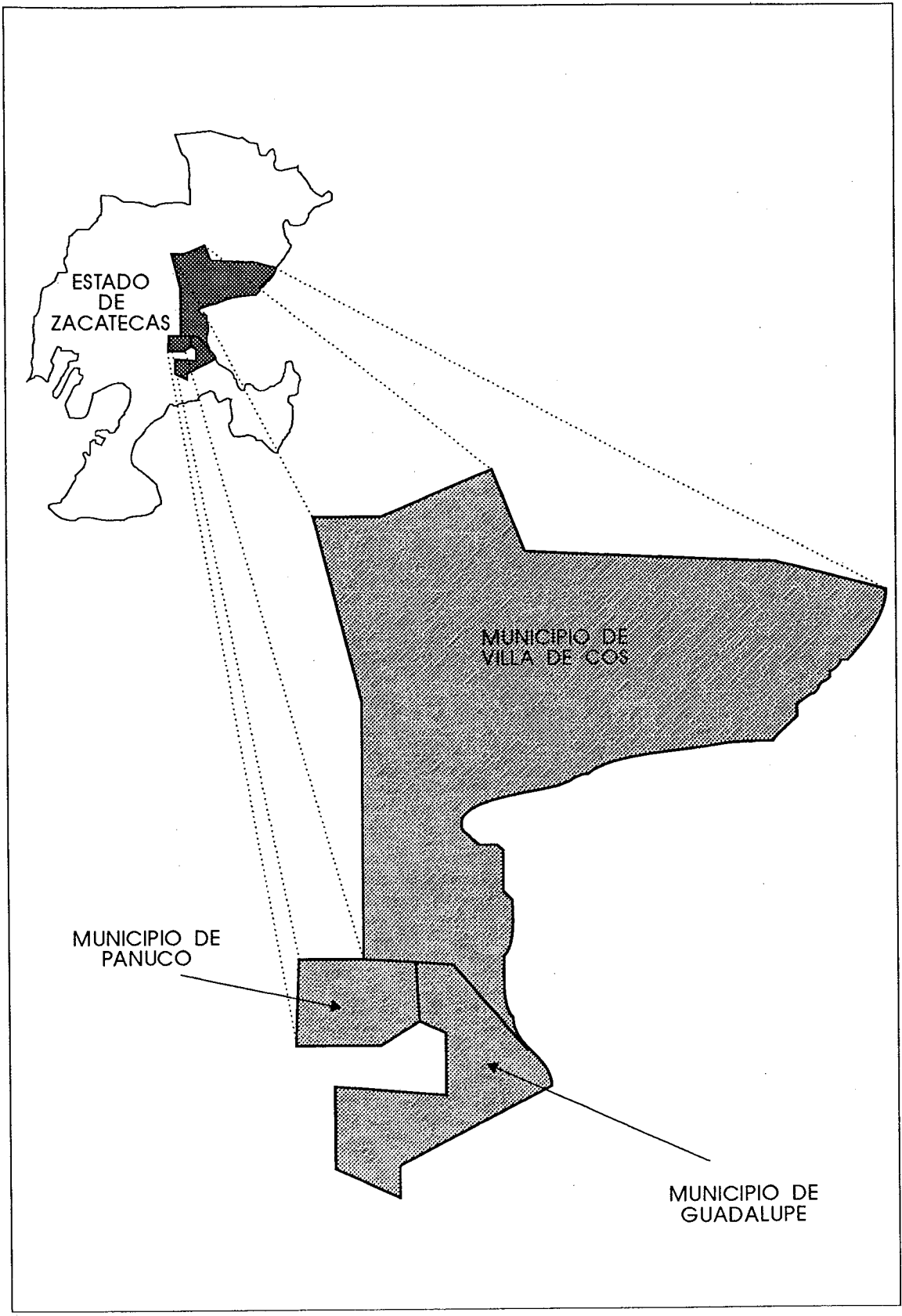


Figura 3.1. Localización geográfica del área de estudio.

de acuerdo con la metodología de Niblack y Hussey (1987).

Las raíces teñidas se observaron al microscopio de disección para extraer las hembras que se localizaron en el interior de las agallas. También se extrajeron los machos, los cuales fueron encontrados en las masas de huevecillos. De ambos sexos se hicieron montajes permanentes en glicerina deshidratada.

Primeramente se identificó la especie del género *Nacobbus*, observando las preparaciones del espécimen al microscopio de luz y considerando las características morfológicas diferenciales que menciona Sher (1970), para la especie *Nacobbus aberrans*, las cuales son las siguientes:

1. Las hembras presentan de 15 a 24 anulaciones entre la vulva y el ano.
2. Las hembras maduras presentan una forma de huso, conteniendo huevecillos solamente en la parte posterior de su cuerpo.
3. La vulva se localiza aproximadamente al 90 por ciento de su cuerpo en la hembras inmaduras.

Para caracterizar morfológicamente la población del nemátodo *N. aberrans* se consideraron las siguientes características que han mostrado variación en poblaciones de otros estados del país que se han estudiado, (Cid del Prado, 1992), las cuales fueron observadas con el microscopio compuesto:

1. Forma del cuerpo de las hembras.
2. Desarrollo y forma de la región cefálica de las hembras.

3. Desarrollo y forma de la región cefálica de los machos.

4. Desarrollo de la ala caudal de los machos.

Experimento No. 2

Determinación del Rango de Hospederos del Nemátodo *Nacobbus aberrans*

En esta parte de la investigación se determinaron los hospederas silvestres y cultivables del nemátodo falso agallador.

Experimento No. 2.1

Determinación de Hospederas Silvestres

Durante el período de abril a octubre de 1993, se realizó una colecta de plantas silvestres en varias localidades de los Municipios de Villa de Cos, Pánuco y Guadalupe, Zacatecas. Se recorrieron los terrenos muestreando en los manchones donde se observaron agallamientos en el cultivo del frijol, en terrenos donde no había presencia de síntomas, en otros cultivos como el chile, en terrenos sin cultivo, en canales de riego y en los bordes de los caminos.

Con el objetivo de sacar el sistema radical de las plantas silvestres lo más completo posible, se utilizó una pala. Las plantas muestreadas se colocaban en bolsas de plástico con todo y el suelo que quedaba adherido a la raíz, para de esta manera evitar su pronta deshidratación y se etiquetaban con los datos de la localidad y la fecha. Se trasladaron al laboratorio de Nematología, se cortó la raíz y se eliminó el suelo que se encontraba adherido, con agua corriente. Se tiñeron con fucsina ácida y se observó al microscopio de disección para detectar la presencia de agallas típicas de *N. aberrans*, además se hicieron disecciones de las agallas para extraer las hembras e identificar la especie del nemátodo bajo

el microscopio compuesto.

Todas las plantas silvestres colectadas se identificaron, considerando como plantas hospederas del nemátodo falso agallador aquellas especies que presentaron agallas típicas del nemátodo en su sistema radical; sin embargo, también se registraron las plantas que no mostraron agallas.

Las plantas silvestres con presencia de agallas se clasificaron de acuerdo a la Carta del Índice de Agallamiento (Figura 3.2), propuesta por Bridge y Page (1980), dado que el sistema radical de la planta no podía ser extraído en forma completa y poder contar el número de agallas.

Experimento No. 2.2

Determinación de Hospederas Hortícolas.

Esta etapa se realizó durante el período de marzo a mayo de 1994, en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Primeramente se colectó suelo de un lote del Ejido de Chaparrosa, Municipio de Villa de Caos, Zac., que durante el ciclo de primavera-verano de 1993 fue sembrado con frijol variedad Flor de Mayo Criollo, el cual fue severamente dañado por el nematodo *N. aberrans*, por lo que se trataba de un suelo altamente infestado.

El suelo se trasladó al invernadero y se mezcló con un material inerte (Perlita), con el objetivo de mejorar la textura del suelo. La mitad de esta mezcla se esterilizó con el fumigante Bromuro de Metilo para poder utilizar el suelo como testigo. Se llenaron 48 bolsas de polietileno negro de una capacidad de 4 kg del suelo esterilizado y otras 48 con el suelo infestado (sin esterilizar), y se trasplantaron 16 cultivos (Cuadro 3.1), con tres

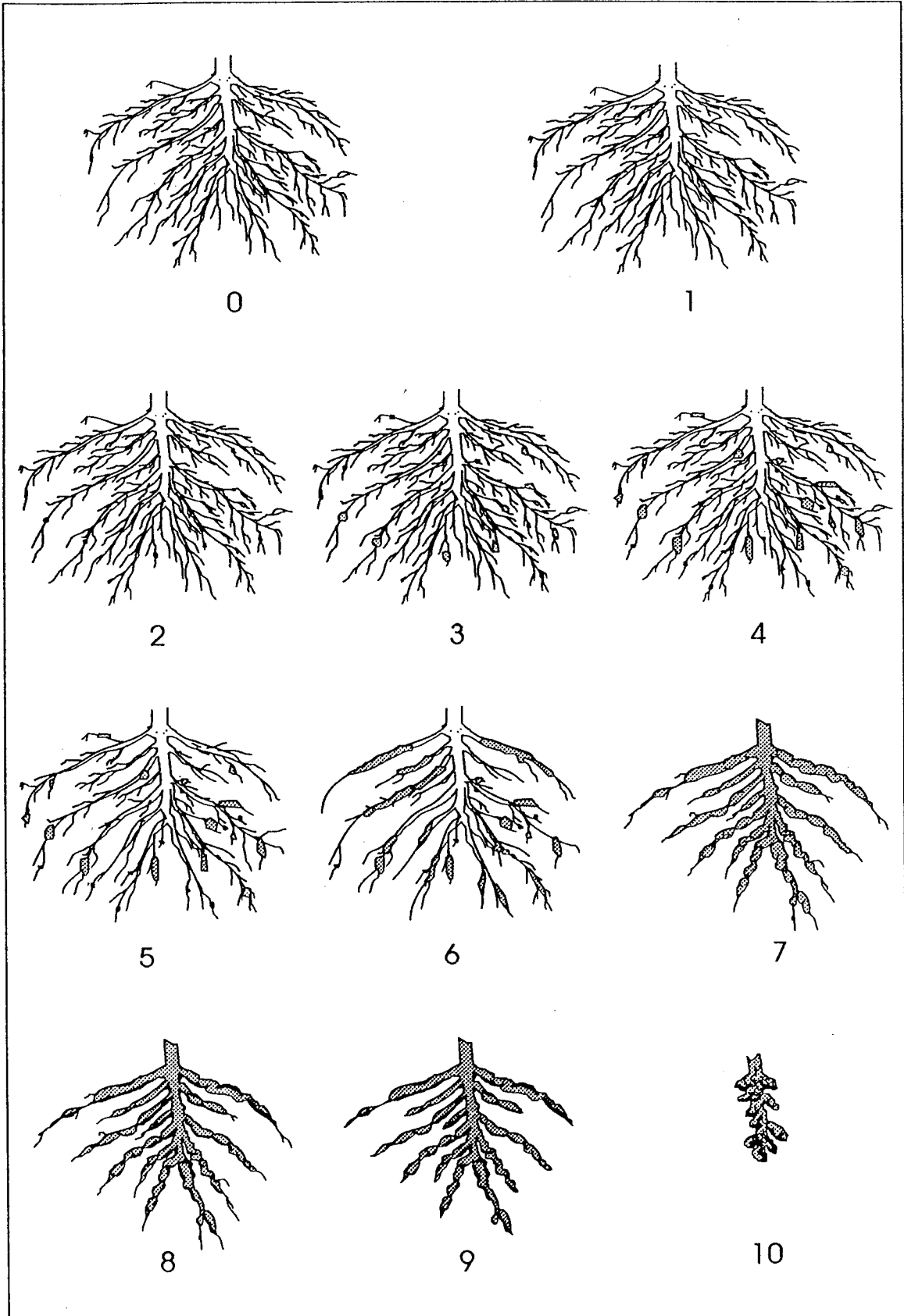


Figura 3.2. Carta para el índice de agallamiento (Bridge y Page, 1980).

Cuadro 3.1.- Hortalizas evaluadas en un suelo infestado con el nemátodo *Nacobus aberrans* bajo condiciones de invernadero para determinar el rango de hospederas.

HORTALIZAS	NOMBRE CIENTIFICO	CULTIVAR	FAMILIA
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Cojumatian Blanca	Amarillidaceae
Coliflor	<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>	Snowflower	Brassicaceae
Repollo	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	Early Glory 215	Brassicaceae
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	Crimson Giant	Brassicaceae
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Great Lakes 118	Compositae
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	Zucchini	Cucurbitaceae
Melón	<i>Cucumis melo</i>	Easy Rider	Cucurbitaceae
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	Poinset 74	Cucurbitaceae
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>	Improved Peacock	Cucurbitaceae
Chicharo	<i>Pisum sativum</i>	Perfection	Fabaceae
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Flor de Mayo Criollo	Fabaceae
Acelga	<i>Beta vulgaris var. cicla</i>	Swiw Chard	Chenopodiaceae
Chile	<i>Capsicum annuum</i>	Tipo Mirasol Criollo	Solanaceae
Chile	<i>Capsicum annuum</i>	Tipo Serrano Tampiqueño	Solanaceae
Jitomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Rutgers	Solanaceae
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	Alpha	Solanaceae

repeticiones por cultivo. Cada repetición consistió de una maceta con dos plantas. Se sortearon en forma aleatoria los testigos y el suelo infestado. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de T de Student.

En el suelo que no se esterilizó, se aplicaron los fungicidas Thiabendazol y Pencycuron, al momento del trasplante. Se dieron riegos a intervalos de 4 a 5 días y se aplicaron los insecticidas Permetrina y Cyromazina. Los cultivos fueron cosechados a los 70 días después del trasplante para evaluar los siguientes parámetros:

1. Número de agallas por planta
2. Peso seco del área foliar.
3. Peso seco del sistema radical..

Para determinar el nivel de inóculo presente en el suelo se utilizó la metodología de bioensayo, que consiste en lo siguiente:

1. Del suelo colectado se formaron 5 macetas de polietileno de 4 kg de capacidad y se sembró una variedad muy susceptible al nemátodo (Flor de Mayo Criollo), colocando 2 semillas en cada una de las macetas.
2. A los 25 días después de la siembra se extrajeron las plántulas de frijol, procurando tomar todo el volumen radicular y se llevó al Laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología, en donde se eliminaron los residuos de suelo con agua corriente.
3. Se fraccionó el sistema radical, se pesó y se hizo la extracción de los nemátodos que se encontraban en el interior de la raíz, por el método de la maceración.

4. Con la ayuda de los tamices de 60, 100 y 325 mallas se logró obtener una suspensión de nemátodos en un vaso de precipitado, se aforo a 100 ml de volumen para realizar el conteo de los nemátodos a través de alícuotas de 0.1 ml. Se tomaron 40 alícuotas y se determinó el número de nemátodos por gramo de raíz.

Las hortalizas que mostraron agallas en sus raíces se evaluaron con la escala de Taylor (Cuadro 3.2) que se usa para el género *Meloidogyne*, debido a la facilidad para obtener el sistema radical completo de la planta y poder contar el número de agallas.

Cuadro 3.2. Escala de Taylor usada para evaluar el agallamiento de plantas (Hadisoeganda y Sasser, 1982).

NUMERO DE AGALLAS	INDICE
0	0
1 - 2	1
3 - 10	2
11 - 30	3
31 - 100	4
Mayor de 100	5

Es importante mencionar que para cerciorarse que las agallas que mostraron las hortalizas fueron causadas por *N. aberrans*, se lavaron la raíces, se tiñeron con fucsina ácida y se realizó una disección para extraer las hembras e identificarlas. También cabe mencionar que junto a las 15 hortalizas se sembraron 10 macetas con la variedad de frijol Flor de Mayo Criollo con el objetivo de comprobar que dicho suelo se encontraba altamente infestado por *N. aberrans*. Además también se utilizó el bioensayo para determinar el nivel de inóculo del suelo.

A nivel de campo también se muestrearon varias hortalizas con el fin de determinar si presentaban agallas producidas por *N. aberrans*, las cuales se mencionan a continuación:

- Tomate *Physalis ixocarpa*
- Jitomate *Lycopersicon esculentum*
- Chile *Capsicum annuum*
 - Tipo Mirasol
 - Tipo Ancho
 - Tipo Morron

Experimento No. 4

Evaluación de la Resistencia de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* al Nemátodo *Nacobbus aberrans*

Esta última parte del presente trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de campo. Para lo cual se detectó primeramente un lote altamente infestado por el nemátodo *N. aberrans* en el Ejido San Antonio del Cipre, Municipio de Pánuco, Zac. Durante el ciclo primavera - verano de 1993, este lote mostró un manchón de aproximadamente 5000 metros cuadrados, cuyas plantas de frijol presentes manifestaban una gran abundancia de agallas en su sistema radical. Para comprobar que las agallas eran causadas por *N. aberrans* se tomaron varias plantas y se analizaron en el laboratorio de Nematología, identificando la especie mencionada.

A mediados del mes de junio de 1993 se eliminaron todas las plantas del frijol que se encontraban presentes en el manchón y se sembraron 9 variedades de frijol: Bayo Zacatecas, Negro Zacatecas, Flor de Junio, Línea Experimental Flor de Mayo, Flor de Mayo Criollo, Línea Experimental Bayo Zacatecas II, Río Grande, Manzano y Pinto Americano.

Se utilizó el diseño de bloques al azar con 5 repeticiones por tratamiento (variedad de frijol). Cada repetición consistió en una parcela de 5 surcos de 5 metros de longitud cada uno; se tomó como parcela útil 2 metros lineales de la parte media de el surco central.

Al momento de la siembra se fertilizó con la fórmula 60-70-00 y se aplicaron los fungicidas Thiabendazol y Pencycuron al suelo para controlar los problemas por pudriciones radicales que se encuentran ampliamente distribuidas en esta zona. Se dieron varios riegos a intervalos de 10 días y a los 40 días se aplicó el fungicida Triadimefon para el control de la cenicilla polvorienta.

A los 60 días después de la siembra, se colectaron 20 plantas por repetición tomadas de la parcela útil, procurando extraer el sistema radical lo más completo posible, se conservaron en bolsas de plástico, se etiquetaron con el número de parcela y se trasladaron al laboratorio de Nematología, se eliminaron los residuos de suelo con agua corriente y se evaluaron los siguientes parámetros:

1. Número de agallas por planta.
2. Número de agallas por 5 gramos de raíz.
3. Grado de resistencia de los genotipos de frijol.

Para el segundo parámetro (número de agallas por cinco gramos de raíz) se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y pruebas de media para comprobar si existían diferencias entre las 9 variedades evaluadas.

Para determinar el grado de resistencia de los genotipos de frijol es necesario conocer el grado de reproducción del nemátodo *N. aberrans* en cada una de las variedades evaluadas; es por eso que primero se calculó la población inicial del nemátodo *N. aberrans*

mediante el bioensayo bajo condiciones de invernadero, para lo cual se colectó suelo de diferentes partes del terreno donde se estableció el experimento y se llenaron 15 macetas de polietileno negro de una capacidad de 4 kg., y se sembró la variedad Flor de Mayo Criollo.

A los 60 días conjuntamente con la evaluación de los otros parámetros también se cuantifico la población final del nemátodo de la manera siguiente: se tomaron 5 g de raíces agalladas de cada genotipo de frijol, se fraccionaron en pedazos de 5 cm de longitud, se colocaron en un vaso de licuadora y se agregaron 150 ml de agua destilada conjuntamente con 20 ml de hipoclorito de sodio al 6 por ciento (Cloralex); se licuó por espacio de 3 min y posteriormente el material licuado se pasó por los tamices de 60, 200 y 500 mallas, siendo en el tamiz de 500 mallas donde quedaron retenidos los huevecillos del nemátodo. Se concentraron los huevecillos en un vaso de precipitado y se aforo a un volumen de 100 ml, de donde se tomaron 50 alícuotas de 0.1 ml para cuantificar el número de huevecillos por gramo de raíz. También se cuantificaron los nemátodos retenidos en los otros tamices utilizados.

Una vez que se conoció la población inicial y la población final se calculó el grado de reproducción de *N. aberrans* mediante la siguiente fórmula:

$$RP = (PF/PI)100$$

Donde:

RP = Reproducción de nemátodo.

PF = Población Final.

PI = Población Inicial.

El grado de resistencia de los genotipos se determinó de acuerdo a la escala de Taylor (Hadisoeganda y Sasser, 1982), (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3.- Escala utilizada para medir el grado de resistencia de genotipos a nemátodos fitoparásitos.

GRADO DE RESISTENCIA		REPRODUCCION DEL PATOGENO
Susceptible	(S)	> del 50 %
Ligeramente Resistente	(LR)	25 al 50 %
Moderadamente Resistente	(mR)	10 al 25 %
Muy Resistente	(MR)	1 al 10 %
Altamente Resistente	(AR)	< del 1 %
Inmune	(IN)	0 %

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización Morfológica de la Población del Nemátodo *Nacobbus aberrans* Presente en la Zona Frijolera de Zacatecas.

Para poder caracterizar morfológicamente la población del nemátodo se observaron 125 hembras y 140 machos al microscopio de luz en preparaciones permanentes que se realizaron.

La población del nemátodo presente en los municipios de Villa de Cos, Pánuco y Guadalupe, Zacatecas pertenece a la especie *Nacobbus aberrans*, de acuerdo a las características morfológicas típicas para esta especie, según Sher (1970).

La forma del cuerpo de las hembras maduras de *N. aberrans* es similar a la población de este nemátodo presente en el Estado de Hidalgo, caracterizado por Cid del Prado (1992). Su cuello es corto y el extremo posterior no es prolongado (Figura 4.1). Sin embargo, la región cefálica no es fuertemente esclerotizada sino débil al igual que las poblaciones presentes en los estados de Puebla y México (Figura 4.2). En cuanto a la forma de la región cefálica es ligeramente curvada hacia la parte posterior del cuerpo, semejante a las tres poblaciones (Hidalgo, México y Puebla). Solamente dos hembras presentaron el cuello relativamente largo, parecido al que presentan los miembros de la población del Estado de México.

Con respecto a los machos, la región cefálica está fuertemente esclerotizada, se

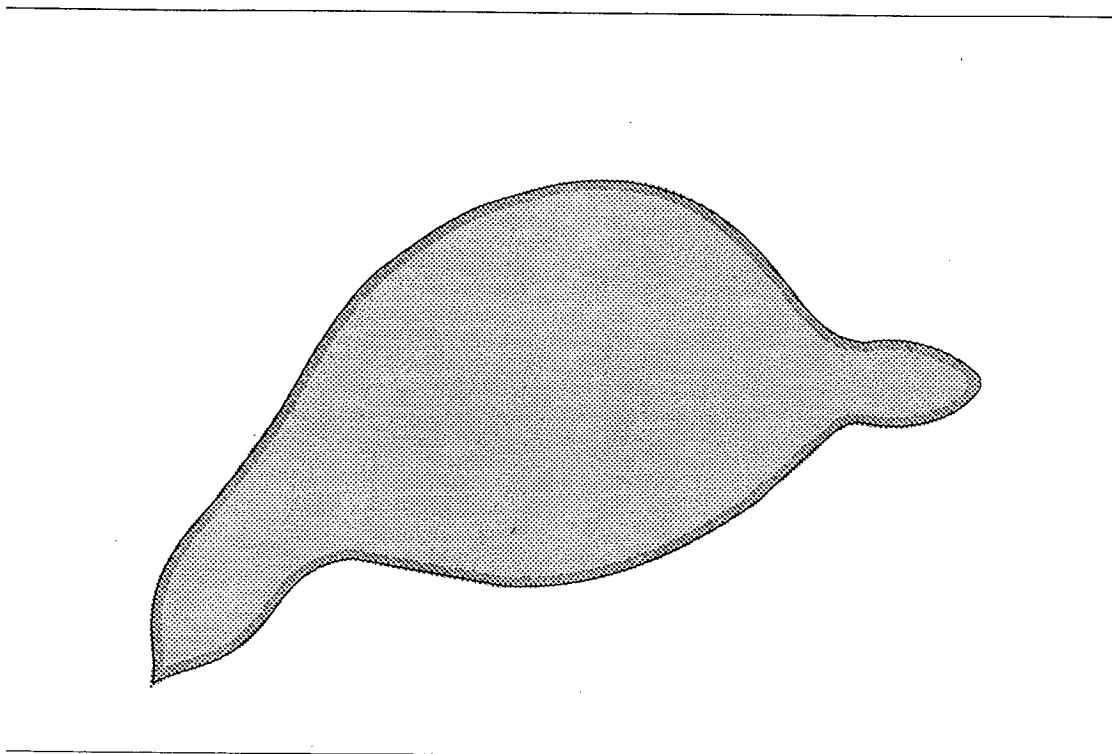


figura 4.1. Forma del cuerpo de las hembras adultas del nemátodo *N. aberrans*.

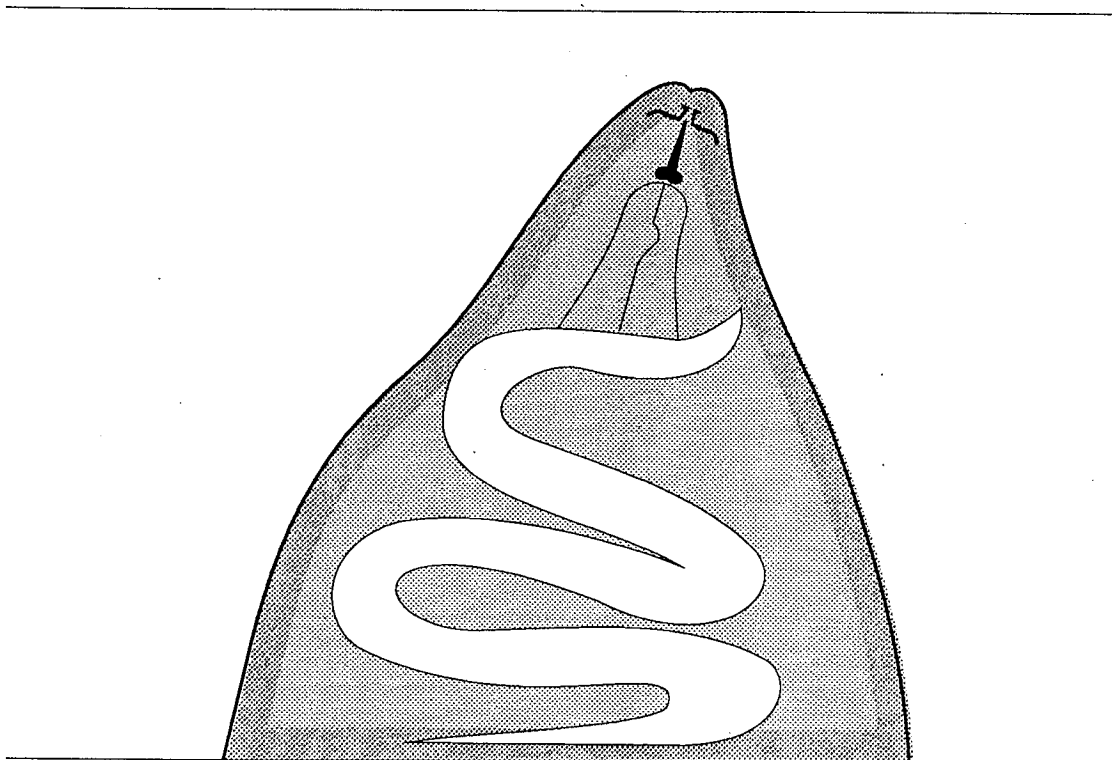


figura 4.2. Forma y desarrollo de la región cefálica de las hembras de *N. aberrans*.

puede apreciar muy fácilmente en el microscopio de luz aún con el objetivo de 10x. Su forma es parecida a las poblaciones de los Estados de México y Puebla, que se caracterizan por tener una forma de C abierta (Figura 4.3). La bursa es de tipo peloderan (Figura 4.4), cubriendo completamente la cola al igual que en los machos de las poblaciones de Puebla, Hidalgo y México (Cuadro 4.1). Como se puede observar en este cuadro, las diferentes características morfológicas estudiadas tanto en los machos como en las hembras del nemátodo *N. aberrans* presente en la zona frijolera de Zacatecas, no son iguales a una de las poblaciones caracterizadas en específico. La forma del cuerpo de las hembras, el desarrollo de la región cefálica de los machos y el desarrollo del ala caudal se asemejan a la población de Hidalgo; por el contrario, el desarrollo de la región cefálica de las hembras y la forma de la región cefálica de los machos no son iguales a dicha población. Estos resultados nos hacen pensar que las características morfológicas analizadas son muy independientes, en otras palabras no siguen un patrón, por lo que podría considerarse que existen muchas variaciones entre las poblaciones, situación que solo es confirmada caracterizando las poblaciones reportadas, incluyendo las presentes en otros países como Perú, Bolivia, Argentina y Estados Unidos.

Sin embargo, sería importante determinar si existe alguna relación entre las variaciones morfológicas que han mostrados las poblaciones caracterizadas, con su rango de hospederos o su virulencia hacia una determinada planta.

Determinación del Rango de Hospederos de *Nacobbus aberrans*.

Determinación de Hospederas Silvestres.

Se muestrearon 17 plantas silvestres, de las cuales *Amaranthus hybridus* (Quelite Común), *Alternanthera repens* (Verdolaga de Puerco), *Chenopodium album* (Quelite

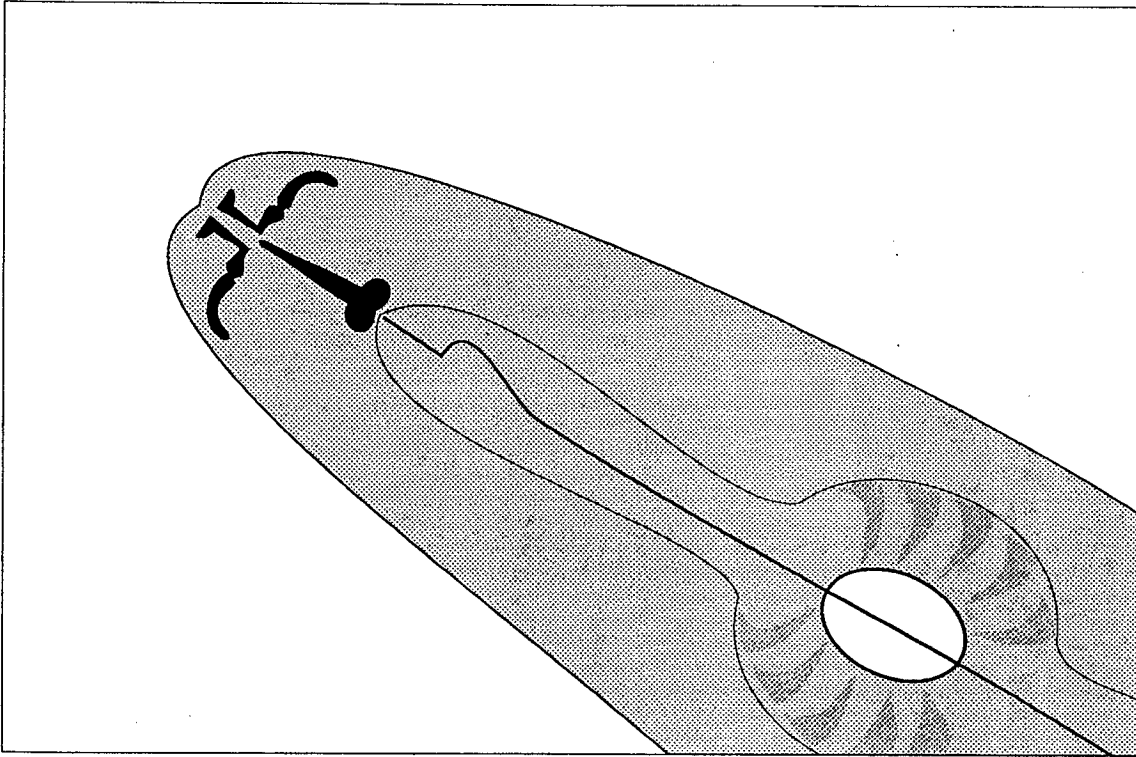


Figura 4.3. Forma y desarrollo de la región cefálica de los machos de *N. aberrans*.

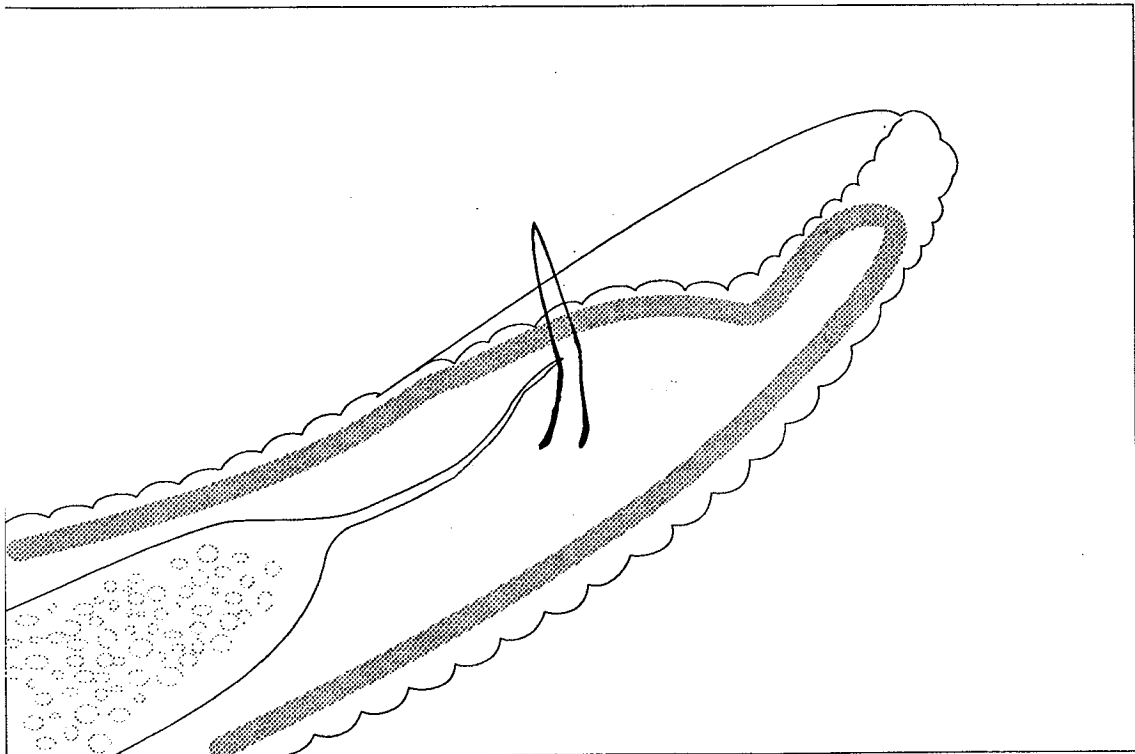


Figura 4.4. Desarrollo del ala caudal de los machos de *N. aberrans*.

Cuadro 4.1. Características morfológicas de cuatro poblaciones del nemátodo Falso Agallador *Nacobbus aberrans* presente en la República Mexicana.

CARACTERÍSTICA MORFOLOGICA	POBLACION	DESCRIPCION
Forma de las Hembras	México	Extremo anterior alargado y extremo posterior corto
	Puebla	Extremo anterior corto y extremo posterior alargado
	Hidalgo	Extremos anterior y posterior no alargados
	Zacatecas	Extremos anterior y posterior no alargados
Desarrollo de la Región Cefálica	México	Fuertemente desarrollada y esclerotizada
	Puebla	Fuertemente desarrollada y esclerotizada
	Hidalgo	Fuertemente desarrollada y esclerotizada
	Zacatecas	Fuertemente desarrollada y esclerotizada
	México	Débil
	Puebla	Débil
	Hidalgo	Fuertemente esclerotizado
	Zacatecas	Débil
Forma de la Región Cefálica	México	En forma de C
	Puebla	En forma de C
	Hidalgo	Semirecto
	Zacatecas	En forma de C
Hembra	México	Ligeramente curveada hacia la parte posterior
	Puebla	Ligeramente curveada hacia la parte posterior
	Hidalgo	Ligeramente curveada hacia la parte posterior
	Zacatecas	Ligeramente curveada hacia la parte posterior
Desarrollo del Ala caudal	México	Tipo pelotearan, iniciándose de 12 a 14 anillos antes de la abertura cloacal
	Puebla	Tipo pelotearan, iniciándose de 5 a 7 anillos antes de la abertura cloacal
	Hidalgo	Tipo pelotearan, iniciándose de 4 a 9 anillos antes de la abertura cloacal
	Zacatecas	Tipo pelotearan, iniciándose de 3 a 9 anillos antes de abertura cloacal

Cenizo), *Salsola iberica* (Maromera), *Convolvulus equitans* (Amarradora), *Erodium cicutarium* (Alfilerillo), *Malva parviflora* (Quesitos), *Solanum rostratum* (Mala Mujer) y *Solanum elaeagnifolium* (Trompillo) presentaron agallas típicas de *N. aberrans* en su sistema radical (Cuadro 4.2). Sin embargo, en ninguna de estas especies silvestres se observaron huevecillos del nemátodo; además las agallas tenían un tamaño muy pequeño (0.2 centímetros de diámetro, aproximadamente) que inclusive se dificulta su observación a simple vista (Figura 4.5). Por el contrario, las agallas de las plantas de frijol que se encontraban en los lotes infestados, cerca de las plantas silvestres manifestaron una gran cantidad de agallas (Figura 4.6), más grandes y con masas de huevecillos, tomando este cultivo el nemátodo como hospedero preferencial. En lo que respecta a las plantas silvestres que mostraron agallas en sus raíces podrían ser consideradas como hospederos resistentes a *N. aberrans*, donde el nemátodo no es capaz de reproducirse. Por el contrario, la población de *N. aberrans* presente en el Estado de Coahuila ha tomado como hospedero preferencial a la maleza *Solanum elaeagnifolium* (Trompillo), la cual presenta una gran cantidad de agallas en su raíz y el nemátodo se reproduce con gran facilidad (Macías, 1994). En otras poblaciones del nemátodo que se han estudiado en varios estados de México, por el contrario se reportan como buenas hospederas las malezas *Malva parviflora*, *Solanum nigrum*, *Datura stramonium* y *Amaranthus hybridus* (Cruz, Zerón y De la Jara, 1987); las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en el área de estudio, a excepción de la especie *Solanum nigrum*.

De acuerdo a la Carta del Índice de agallamiento de Bridge y Page (1980) las plantas silvestres que manifestaron agallas fueron clasificadas de la forma siguiente: la verdolaga de puerco (7); quesitos, la mala mujer y el trompillo (3); el alfilerillo y quelite común (2) y el quelite cenizo, maromera y amarradora (1) (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2.- Plantas silvestres muestreadas para la determinación del rango de hospederos del nemátodo *Nacobus aberrans* e índice de agallamiento según la carta de agallamiento propuesta por Bridge y Page (1980), en los Municipios de Villa de Cos, Guadalupe y Pánuco, Zac.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	Agallas de <i>N. aberrans</i>		Indice de Agallamiento
			Ausentes	Presentes	
Quelite común	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae		X	2
Verdolaga de puero	<i>Alternanthera repens</i>	Amaranthaceae		X	7
Chayotillo	<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae	X		0
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	X		0
Falso diente de león	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	X		0
Hierba amargosa	<i>Ambrosia confertifolia</i>	Asteraceae	X		0
Polocotillo	<i>Simsia foetida</i>	Asteraceae	X		0
Colecilla	<i>Sisymbrium irio</i>	Brassicaceae	X		0
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae		X	1
Maromera	<i>Salsola iberica</i>	Chenopodiaceae		X	1
Amaradora	<i>Convolvulus equitans</i>	Convolvulaceae		X	1
Coquillo	<i>Cyperus esculentus</i>	Cyperaceae	X		0
Alfilerillo	<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae		X	2
Quesitos	<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae		X	3
Mala mujer	<i>Solanum rostratum</i>	Solanaceae		X	3
Toloache	<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	X		0
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Solanaceae		X	3



4.5. Agallas de *N. aberrans* en raíces de la planta silvestre *Erodium cicutarium* (Alficerillo).



4.6. Formación de agallas de *N. aberrans* en el cultivo del frijol var. Flor de Junio en campo.

Determinación de Hospederas Hortícolas.

Esta etapa de la investigación se realizó bajo condiciones de invernadero donde se establecieron 16 hortalizas y el cultivo del frijol. El nivel de inóculo presente en el suelo fué de 5348 nemátodos (J2) por gramo de raíz. Las hortalizas que mostraron agallas fueron la acelga (49.66 agallas por planta), lechuga (28), pepino (13.33), melón (8.00), calabaza (3.33), chicharo (1.66), sandía (0.66) y el repollo con tan solo 033 agallas por planta (Cuadro 4.3 y Figura 4.7). Como se puede apreciar en este cuadro todas las hortalizas de la familia Cucurbitaceae presentaron agallas; por el contrario las solanáceas ninguna presentó agallamiento. Este último aspecto es muy importante ya que el nematodo falso agallador *N. aberrans*, en cultivos en donde se ha reportado ser un factor limitante en la producción es precisamente en los de la papa, chile y jitomate (Brunner, 1967; Costilla, *et al.*, 1977; Jatala, 1985).

La población del nemátodo presente en el Estado de Puebla presenta una gran preferencia por la acelga (Cid del Prado, 1993), y esta hortaliza fue la que mostró la mayor susceptibilidad a la población evaluada. Las poblaciones que se han detectado en Argentina, Bolivia y Perú tienen como hospedero preferencial a la papa; sin embargo, en México bajo condiciones de campo y aún con inoculaciones bajo invernadero, solamente se han observado muy pocas y pequeñas agallas y en ocasiones ninguna (Cid del Prado, 1993; Macias, 1994), lo que coincide con la presente investigación.

Las hortalizas que manifestaron agallas en su sistema radicular también fueron clasificadas de acuerdo a la escala de Taylor (Cuadro 4.3), en donde se puede observar que la acelga se encuentra dentro del índice 4 (31-100 agallas por planta); la lechuga y el pepino en el índice 3 (11-30 agallas por planta); la calabaza, el chicharo y la sandía en el índice 1 (1-2 agallas por planta); el resto de las hortalizas fueron clasificadas dentro del índice de

Cuadro 4.3.- Promedio del número de agallas por planta e índice de agallamiento de 16 hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo *Nacobbus aberrans*, bajo condiciones de invernadero.

HORTALIZA	PROMEDIO DE AGALLAS POR PLANTA	INDICE DE AGALLAMIENTO
Frijol	120.00	5
Acelga	49.66	4
Lechuga	28.00	3
Pepino	13.33	3
Melón	8.00	2
Calabaza	3.33	2
Chicharo	1.66	1
Sandía	0.66	1
Repollo	0.33	1
Coliflor	0.00	0
Chile mirasol	0.00	0
Chile serrano	0.00	0
Rábano	0.00	0
Jitomate	0.00	0
Cebolla	0.00	0
Papa	0.00	0
Zanahoria	0.00	0

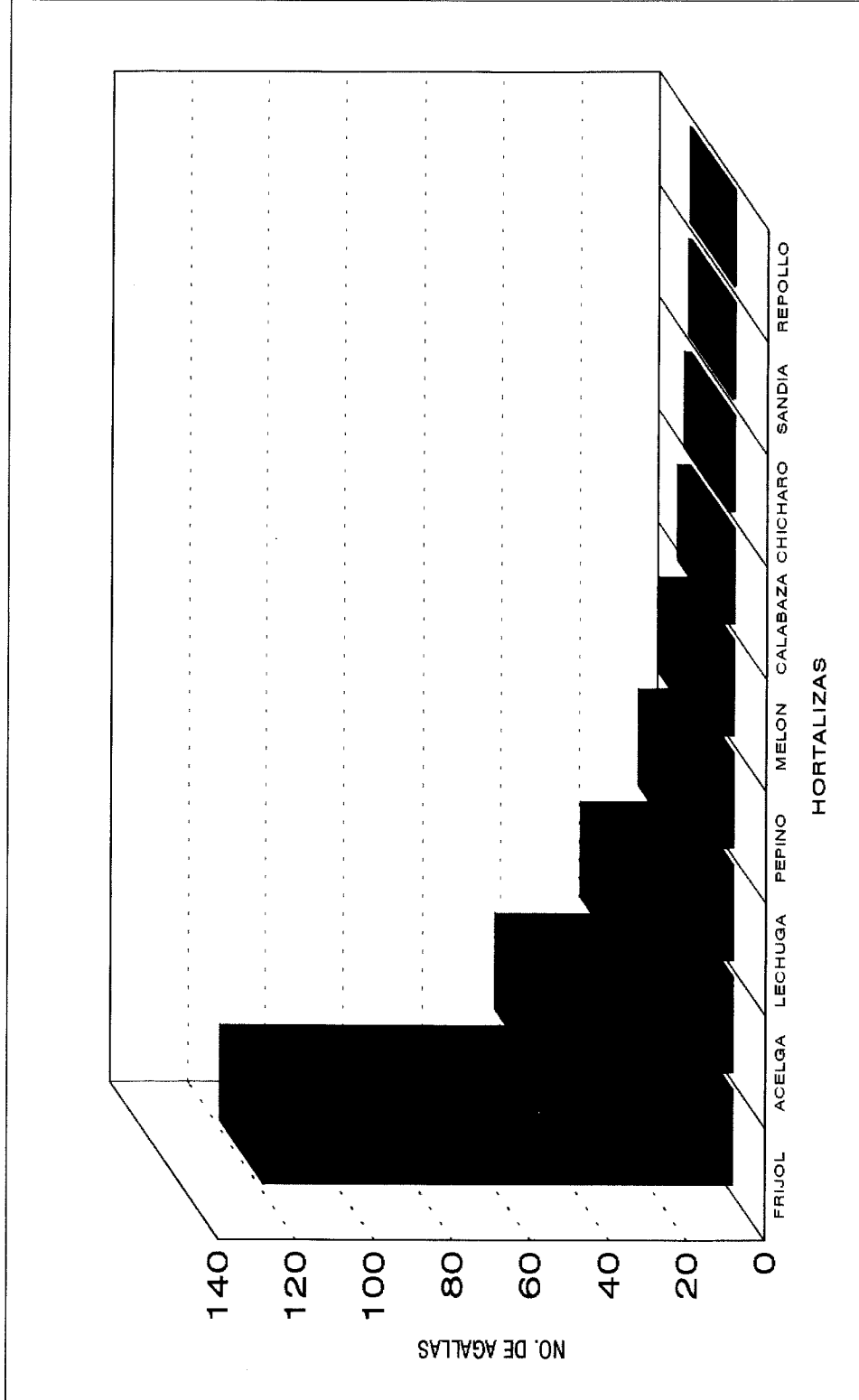


Figura 4.7 Promedio del número de agallas por planta de las hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo *N. aberrans* bajo condiciones de invernadero.

agallamiento 0 al no observarse ninguna agalla en sus raíces, las cuales pueden ser consideradas como inmunes al ataque del nemátodo *N. aberrans*.

El cultivo del frijol manifestó el mayor número de agallas por planta (120 agallas) y su índice de agallamiento es de 5 (mayor de 100 agallas por planta). Además, el desarrollo de las agallas fue más rápido; a los 25 días después de la siembra ya se encontraban formadas y a los 32 días se observaron masas de huevecillos en gran cantidad; por el contrario en las 16 hortalizas evaluadas, aun en la acelga, la formación de las agallas fue más lenta, habiendo la necesidad de evaluarlas hasta los 70 días, su desarrollo fue muy pobre, midiendo alrededor de 0.2 cm de diámetro y no se observaron huevecillos, de la misma manera que pasó con las plantas silvestres que se muestrearon.

En relación a los parámetros del peso seco del área foliar y del peso seco del sistema radical no se observó diferencia significativa en las 16 hortalizas evaluadas, de acuerdo a la prueba estadística T de Student al cinco por ciento de significancia (Cuadro 4.4 y 4.5). La acelga que manifestó el mayor número de agallas por planta (49.66), no muestra reducción en ambos parámetros, por el contrario se observa que junto con el pepino, el peso seco del área foliar y el peso del sistema radical resultó ser mayor en el suelo infestado que el testigo; el chícharo también mostró el mismo comportamiento para el caso del peso del sistema radical. Este tipo de efecto podría ser atribuido al uso del fumigante Bromuro de Metilo que se usó en el testigo, el cual se ha observado reduce el crecimiento de algunos cultivos al actuar como biocida. El cultivo de la papa en el suelo infestado tuvo un peso de 344.25 por ciento mayor que el testigo; sin embargo esto se debió a que las plantas del testigo fueron defoliadas casi en su totalidad por la enfermedad conocida comúnmente como Tizón Tardío *Phytophthora infestans*.

De las tres hortalizas que se muestrearon (tomate, jitomate y chile), en varios

Cuadro 4.4.- Promedio del peso seco del área foliar de las hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo *Nacobbus aberrans*, bajo condiciones de invernadero.

HORTALIZAS	PESO SECO DEL AREA FOLIAR EN GR		DIFERENCIA
	SUELO INFESTADO	SUELO ESTERILIZADO	
Cebolla	3.0	4.7	1.7 NS
Coliflor	23.5	47.3	23.8 NS
Repollo	24.4	31.0	6.6 NS
Rábano	28.2	19.3	8.9 NS
Lechuga	5.2	8.1	2.9 NS
Calabaza	20.2	11.6	8.6 NS
Melón	3.9	9.6	5.7 NS
Pepino	13.5	5.6	7.9 *
Sandía	5.1	4.8	0.3 NS
Chicharo	10.4	5.7	4.7 NS
Acelga	48.5	17.4	31.1 NS
Chile Tipo Mirasol	1.1	2.0	1.0 NS
Chile Tipo Serrano	1.1	2.2	1.1 NS
Jitomate	3.9	16.1	12.2 NS
Papa	23.9	6.9	16.9 **
Zanahoria	27.7	3.8	1.1 NS

NS = No Significativo. * = Significativo. Prueba T de Student (5 por ciento de significancia).

Cuadro 4.5.- Promedio del peso seco del área radical de las hortalizas evaluadas en un suelo infestado natural con el nemátodo *Nacobbus aberrans*, bajo condiciones de invernadero.

HORTALIZAS	PESO SECO DEL AREA RADICAL EN GR.		DIFERENCIA
	SUELO INFESTADO	SUELO ESTERILIZADO	
Cebolla	3.9	6.6	2.7 NS
Coliflor	2.6	5.0	2.5 NS
Repollo	1.9	3.5	1.6 NS
Rábano	13.0	9.0	4.0 NS
Lechuga	0.6	0.7	0.1 NS
Calabaza	1.1	0.7	0.3 NS
Melón	0.3	0.5	0.2 NS
Pepino	1.0	0.5	0.5 *
Sandía	0.5	0.6	0.1 NS
Chicharo	0.7	0.3	0.5 *
Acelga	5.4	5.0	0.5 NS
Chile Tipo Mirasol	0.3	0.6	0.3 NS
Chile Tipo Serrano	0.2	0.5	0.3 NS
Jitomate	0.5	1.3	0.8 NS
Papa	49.0	45.7	3.2 NS
Zanahoria	2.6	9.2	6.6 *

NS = No Significativo. * = Significativo. Prueba T de Student (5 por ciento de significancia).

campos ninguna mostró la presencia de las agallas típicas del nemátodo, lo cual ratifica los resultados obtenidos en el invernadero para estas hortalizas. Estas mismas plantas a nivel de campo se han reportado como muy susceptibles a la población del nemátodo *N. aberrans* presente en el estado de México y San Luis Potosí (Brunner, 1967; Torres, *et al.*, 1994,).

De acuerdo a los anteriores resultados podemos pensar que la población de *Nacobbus aberrans* presente en la zona frijolera del estado de Zacatecas, es altamente específica en cuanto a su rango de hospederos, siendo precisamente el cultivo del frijol el hospedero preferido en el cual se reproduce con gran eficiencia, por lo que se podría pensar que se trata de la raza Na-3, de acuerdo a Toledo (1990). Esta alta especificidad que muestra la población de *N. aberrans* podría explicarse como una consecuencia de la presión de selección a la que ha estado sometida la población de este fitopatógeno, debido al monocultivo del frijol que se ha venido dando por más de 30 años en esta región.

Evaluación de la Resistencia de Genotipos de Frijol *Phaseolus vulgaris* al Nemátodo *Nacobbus aberrans*.

El terreno del Ejido San Antonio del Cipre del Municipio de Pánuco, Zac., bajo el cual se evaluaron los 9 genotipos de frijol presentó un alto nivel de inóculo (4385 J2 por gramo de raíz), y la variedad Flor de Mayo Criollo que se encontraba ahí presente antes de sembrar los genotipos sufrió un daño muy severo, por lo cual la presión a la que fueron sometidos los diferentes materiales se consideró como suficiente para poder evaluar su resistencia al nemátodo *N. aberrans*.

Para el número de agallas por planta se observa claramente que el genotipo Río Grande presentó el menor número de agallas, solamente 1.74 (Figura 4.8); el resto de los genotipos manifestaron un gran número de agallas comparado con el Río Grande; así

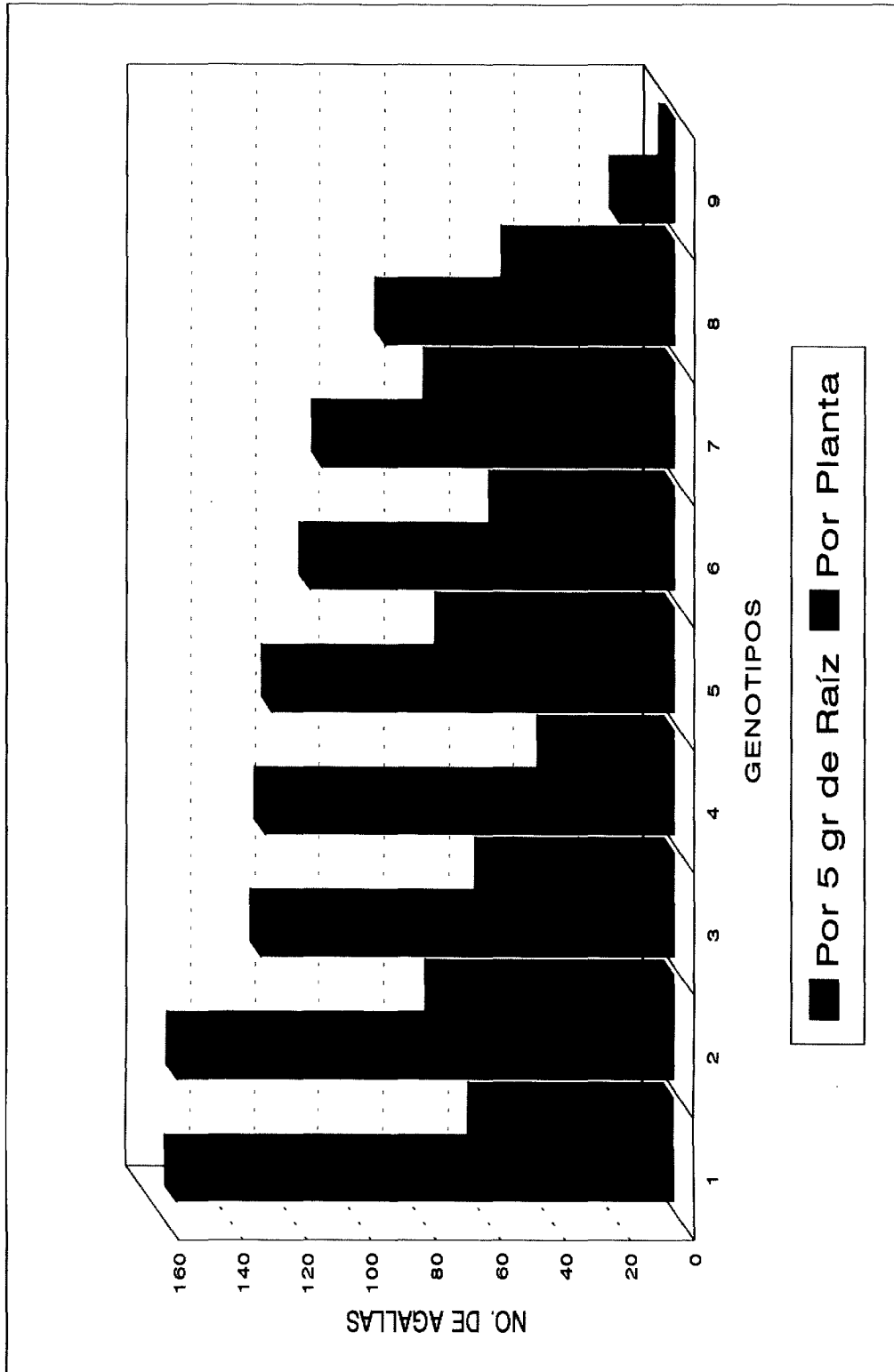


Figura 4.8 Promedio del número de agallas por 5 gr de raíz y del número de agallas por planta de 9 genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo *N. aberrans*. San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.

tenemos que en el genotipo Bayo Zacatecas se observaron 60.18 agallas por planta, Negro Zacatecas (73.56), Pinto Americano (58.18), Linea Experimental Bayo Zacatecas II (39.00), Flor de Junio (70.70), Manzano (54.00), Linea Experimental Flor de Mayo (74.26) y Flor de Mayo Criollo (50.38). En este parámetro no se aplicó ningún análisis estadístico ya que en un momento dado el volumen de las raíces muestreadas en los diferentes genotipos podría marcar las diferencia en el número de agallas por planta (Cuadro 4.6).

Sin embargo, para el número de agallas por 5 gramos de raíz si se aplicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 por ciento de significancia, y de acuerdo a los resultados podemos mencionar que en primer lugar se obtuvo una alta diferencia significativa en el número de agallas por 5 gramos de raíz entre los diferentes genotipos; en cambio para los bloques fué no significativo, lo que nos indica que el terreno donde se evaluaron los genotipos presentaba una homogeneidad en cuanto a la densidad de inóculo, y esto se puede explicar porque se trataba de un manchón (Cuadro A. 3).

De acuerdo a la prueba de medias (Cuadro 4.6 y Figura 4.8), se tienen tres grupos formados de la siguiente manera:

Grupo No. 1. - En este grupo se encuentran los genotipos que mostraron el mayor número de agallas: Bayo Zacatecas (154.20), Negro Zacatecas (153.80), Pinto Americano (127.80), Linea Experimental Bayo Zacatecas II (126.60) y Flor de Junio (124.40).

Grupo No. 2. - Los genotipos Manzano, Linea Experimental Flor de Mayo y Flor de Mayo Criollo con 112.60, 108.80 y 89.20 agallas, respectivamente.

Grupo No. 3. - Este grupo se encuentra constituido solamente por el genotipo Río

Cuadro 4.6.- Promedio del número de agallas por 5 gr de raíz y promedio de agallas por planta de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo *Nacobbus aberrans* en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.

GENOTIPO	PROMEDIO DE AGALLAS POR 5 GR DE RAIZ	PROMEDIO DE AGALLAS POR PLANTA
1.- Bayo Zacatecas	154.20 A	60.18
2.- Negro Zacatecas	153.80 A	73.56
3.- Pinto Americano	127.80 A	58.18
4.- Línea Experimental Bayo Zacatecas II	126.60 A	39.00
5.- Flor de Junio	124.40 A	70.70
6.- Manzano	112.60 AB	54.00
7.- Línea Experimental Flor de Mayo	108.80 AB	74.26
8.- Flor de Mayo Criollo	89.20 AB	50.38
9.- Río Grande	16.80 B	1.74

Medias seguidas por igual letra, son estadísticamente iguales. Prueba de Tukey (5 por ciento de significancia)

Grande, el cual solamente presentó 16.80 agallas en los 5 gramos de raíz.

En lo que respecta al grado de resistencia y de acuerdo a la escala de Taylor los genotipo de frijol se clasificaron de la siguiente manera:

Genotipos susceptibles: Línea Experimental Flor de Mayo, Negro Zacatecas, Flor de Junio, Bayo Zacatecas, Pinto Americano, Manzano, Flor de Mayo Criollo y Línea Experimental Bayo Zacatecas II.

Genotipo muy resistente: Río Grande, con sólo un 5.12 por ciento de reproducción del nemátodo.

Como se observa en el Cuadro 4.7, *N. aberrans* se reprodujo con una gran eficiencia en 8 de los 9 genotipos evaluados; solamente Río Grande resultó ser muy resistente al impedir en primer lugar el desarrollo de las agallas que causa este nemátodo y en segundo lugar al limitar su reproducción. Negro Zacatecas al igual que el resto se clasificó como susceptible, lo que es un aspecto importante de resaltar, ya que los genotipos negros se consideraban como tolerantes al ataque de los nemátodos, en términos generales (Dropkin, 1989), aspecto que también concuerda con Silva (1989), quien en una evaluación de varios genotipos de frijol bajo condiciones de invernadero y con un nivel de inóculo de 4520 nemátodos observó que Negro Puebla y un Criollo se comportaron muy resistentes al ataque de *N. aberrans*, y bajo condiciones de campo solamente Negro Puebla mostró tolerancia.

Además de las observaciones que se han hecho en varios de los aspectos de los resultados obtenidos en este trabajo, cabe hacer una discusión final, en concordancia con los objetivos planteados. En lo que se refiere a la forma en que fueron afectadas por el

Cuadro 4.7.- Determinación del grado de resistencia de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo *Nacobbus aberrans* en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.

GENOTIPO	REPRODUCCION DE <i>Nacobbus aberrans</i>	GRADO DE RESISTENCIA
Línea Experimental Flor de Mayo	688.28 %	Susceptible
Negro Zacatecas	681.80 %	Susceptible
Flor de Junio	655.29 %	Susceptible
Bayo Zacatecas	557.78 %	Susceptible
Pinto Americano	539.15 %	Susceptible
Manzano	500.50 %	Susceptible
Flor de Mayo Criollo	466.95 %	Susceptible
Línea Experimental Bayo Zacatecas II	361.47 %	Susceptible
Río Grande	5.12 %	Muy Resistente

nemátodo las plantas silvestres de la región de Zacatecas en estudio así como las plantas hortícolas probadas, en las cuales el grado de agallamiento fué muy bajo y *N. aberrans* fué incapaz de reproducirse. El estado biológico del nemátodo que se encontraba asociado a las pocas agallas fueron hembras infértiles que no produjeron huevecillos. Este tipo de resistencia según Dropkin (1989) podría ser como una consecuencia de que el nemátodo no encuentra el sitio adecuado para alimentarse y así completar su ciclo biológico, debido a que la planta produce una reacción de hipersensibilidad, no presenta los compuestos nutritivos esenciales o se encuentran en cantidades insuficientes.

De acuerdo a estos resultados y tomando en cuenta los reportados por Toledo (1990) y Cid del Prado (1992) podríamos aceptar la hipótesis de que en México existen diferentes razas fisiológicas del nemátodo *Nacobbus aberrans*; sin embargo, para ratificar esto es necesario realizar una investigación que involucre todas las poblaciones del nemátodo reportadas a la fecha, en donde también se busque estandarizar las plantas diferenciales, y como el problema de *N. aberrans* es mundial no debemos descartar las poblaciones presentes en otros países y así poder definir el status del nemátodo.

Es indudable que existe una riqueza genética que se puso de manifiesto entre los materiales de frijol evaluados, dado que en un extremo con una manifiesta resistencia se tiene la variedad Río Grande, mientras el resto mostraron gran susceptibilidad. Con el tiempo este hecho podría aprovecharse para inducir resistencia a variedades más aceptadas en el comercio.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye lo siguiente:

La población del nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans* presente en la zona frijolera de los Municipios de Villa de Cos, Guadalupe y Pánuco, del Estado de Zacatecas se caracteriza morfológicamente por que las hembras presentan tanto el extremo anterior como el extremo posterior cortos y la región cefálica es débil. Los machos por el contrario la región cefálica es muy desarrollada, fuertemente esclerotizada y en forma de C abierta; su bursa bien desarrollada de tipo Peloderan. Estas características la asemejan más a la población del Estado del Hidalgo, a excepción de que la región cefálica de las hembras, que para esta población es fuertemente esclerotizada.

Respecto al rango de hospederos de la población de Zacatecas, el hospedero preferencial, en donde se reproduce con una gran eficiencia, es el cultivo del frijol *Phaseolus vulgaris*, planta que se ve severamente dañada por este organismo, en terrenos infestados de la región en estudio.

Las plantas silvestres *Amaranthus hybridus*, *Alternanthera repens*, *Chenopodium album*, *Salsola iberica*, *Convolvulus equitans*, *Erodium cicutarium*, *Malva parviflora*, *Solanum rostratum* y *Solanum elaeagnifolium*, al igual que las hortalizas *Beta vulgaris*, *Cucumis sativus*, *Cucumis melo*, *Cucurbita pepo*, *Pisum sativum*, *Citrullus lanatus* y *Brassica oleracea*, mostraron agallas típicas del nemátodo falso agallador *N. aberrans*. Sin embargo, éstas fueron muy nequeñas. se desarrollaron muy lentamente (60 días

aproximadamente) y además no se observaron masas de huevecillos como sucedió en el caso del cultivo del frijol, donde se desarrollaron muy rápidamente (33 días) y presentan una gran cantidad de huevecillos; por lo que las podemos considerar como hospederas resistentes al nemátodo.

Las especies *Lycopersicon esculentum*, *Physalis ixocarpa* y *Capsicum annum* resultaron inmunes al nemátodo *N. aberrans*. En estos cultivos este organismo a adquirido su importancia a nivel mundial, debido a los daños que ocasionan en países como México, Argentina, Bolivia y Perú.

Estos resultado nos hacen pensar que la población del nemátodo *N. aberrans* presente en Zacatecas, probablemente se trata de raza fisiológica Na-3 reportada por Toledo (1990).

De los nueve genotipos de frijol evaluados, solamente el Río Grande resultó ser muy resistente al ataque del nemátodo; la reproducción de *N. aberrans* fue tan solo 5.12 por ciento, en cambio en los otros genotipos varió de 361 a 688 por ciento, por lo que son clasificados como susceptibles. Además, Río Grande solamente presentó 16.80 y 1.74 agallas por planta y por 5 gramos de raíz, respectivamente.

RECOMENDACIONES

Dada la gran especificidad del rango de hospederos que muestra la población del nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans*, presente en el Estado de Zacatecas, donde el cultivo del frijol es su hospedero preferencial, se recomienda que en los terrenos donde se empiecen a detectar los primeros síntomas típicos de este nemátodo (presencia de agallas en el sistema radical) y más aún en los lotes que ya se encuentran altamente infestados, se deben hacer rotaciones con otros cultivos, entre ellos el chile *Capsicum annuum*, hortaliza muy común en esa región, como una alternativa de manejo de este fitoparásito. Sin embargo, es importante continuar en esta línea de investigación para reunir más información en relación al programa de rotación de cultivos. Se debería de realizar un trabajo cuyo objetivo sea determinar el tiempo necesario requerido para reducir la población del nemátodo a una densidad que no signifique un riesgo en la producción de frijol.

El genotipo Río Grande que resultó muy resistente al ataque del nematodo *N. aberrans*, bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación, es un material que comercialmente no es aceptado por los productores de la región, debido a que es una variedad de ciclo largo y grano pequeño, de ahí la necesidad de realizar un programa de mejoramiento con este genotipo, en el que se identifique el tipo de resistencia y se incorpore el o los genes a materiales de mejores características agronómicas.

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar morfológicamente y determinar el rango de hospederos de la población del nemátodo falso agallador *Nacobbus aberrans* presente en Zacatecas, y evaluar la resistencia de nueve genotipos de frijol *P. vulgaris*, se realizó el presente trabajo en los municipios de Villa de Cos, Guadalupe y Pánuco, Zac., al igual que en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Beunavista, Saltillo, Coah.

Para caracterizar morfológicamente el nemátodo *N. aberrans* se colectaron plantas agalladas de frijol principalmente de los municipios ya mencionados, se hizo la extracción de las hembras y machos adultos y se observaron al microscopio compuesto las siguientes características: forma del cuerpo de las hembras, forma y desarrollo de la región cefálica de los machos y hembras, y el desarrollo del ala caudal de los machos.

Para determinar el rango de hospederos se plantaron 16 hortalizas y frijol en un suelo altamente infestado por *N. aberrans* bajo condiciones de invernadero, colectado en Zacatecas. Se cuantificó el número de agallas por planta, el peso seco del área foliar y del sistema radical.

La evaluación de los genotipos de frijol se realizó en San Antonio del Cipre, municipio de Pánuco, Zac. Se sembraron nueve variedades en un terreno altamente infestado por *N. aberrans* y se determinó el número de agallas por planta, por 5 gr de raíz y la reproducción del nemátodo para medir el grado de resistencia.

La población de *N. aberrans* se caracteriza porque las hembras presentan el cuello corto y el extremo posterior no alargado, la región cefálica es débil proyectándose hacia la parte posterior ligeramente; por el contrario en los machos la región cefálica está fuertemente esclerotizada y en forma de una C abierta, el ala caudal es de tipo peloderan.

Las plantas silvestres que manifestaron agallas en el sistema radical fueron: *Amaranthus hybridus*, *Althernanthera repens*, *Chenopodium album*, *Salsola iberica*, *Convolvulus equitans*, *Erodium cicutarium*, *Malva parviflora*, *Solanum rostratum* y *S. elaeagnifolium*; y las plantas hortícolas *Beta vulgaris* var. *cycla*, *Lactuca sativa*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo*, *Pisum sativum*, *Citrullus lanatus* y *Brassica oleracea* var. *capitata*. En ambas especies no se observaron masas de huevecillos y el tamaño de las agallas fue muy reducida (0.2 cm de diámetro, aproximadamente), caso contrario en el frijol donde el nemátodo se reprodujo eficientemente y las agallas alcanzaron un tamaño de 0.7 cm.

El genotipo Rio Grande fue el único que se comportó como muy resistente a *N. aberrans*, en su sistema radical solamente se observaron en promedio 1.74 agallas por planta y la reproducción del nemátodo fue de 5.12 por ciento; el resto de los materiales resultaron ser susceptibles. El número de agallas por planta y la reproducción de *N. aberrans* varió de 39 a 74.28 y 361.47 a 688.26, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, C. 1977. Evaluación de Papas Nativas para Resistencia al Nemátodo *Nacobbus* spp. Causante del Rosario o Falso Nudo de la Raíz. *Nematropica* 7(2):2.
- Boluarte, T. and P. Jatala. 1993. Revision of the International Race Classification Scheme for Identification of Physiological Races of *Nacobbus aberrans*. *Nematropica* 23(2): 10.
- Bridge, J. and S.L. Page. 1980. Estimation of Root-Knot Nematode Infestation Levels on Root Using a Rating Chart. *Tropical Pest Management* 26(3):296-298.
- Brown, R.H. and B.R. Kerry. 1987. Principles and Practices of Nematode Control Crops. Academic Press. U.S.A. 447 p.
- Brunner M.P. 1967. Jicamilla del Chile Causado por un Nuevo Nemátodo y Obtención de Fuentes de Resistencia. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 69 p.
- Castillo, C. y N. Marbán. 1984. Histopatología y Desarrollo de *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen 1944 en Raíces de *Capsicum annum* y *Capsicum baccatum*. *Agrociencia* 56:85-93.
- Cid del Prado, V.I. 1985. Ciclo de Vida de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944. 57-65. En: Marbán, M.N. y I.J. Thomason (Eds.) Fitonematología Avanzada I. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Cid del Prado, V.I. 1992. Variación Morfológica de Tres Poblaciones Mexicanas de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944. Resumen 86. Memorias XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Cid del Prado, V.I. 1993. Variación Morfológica y Prueba de Hospedantes a Poblaciones Mexicanas de *Nacobbus aberrans*. *Nematropica* 23(2):113.
- Clark, A.S. 1967. The Development and Life History of the False Root-Knot Nematode *Nacobbus serendipiticus*. *Nematologica* 13:91-101.
- Cornejo, Q.W. 1977a. Estudio de Hospederos de *Nacobbus aberrans*. *Nematropica* 7(2):10.
- Cornejo, Q.W. 1977b. Comportamiento de 10 Variedades de Papa al Ataque de *Heterodera*

y *Nacobbus* spp. *Nematropica* 7(2):7.

- Costilla, M.A., S. Gonzalez y T. Hasselrot. 1977. Contribución al Estudio del Falso Nematodo del Nudo *Nacobbus aberrans*. *Nematropica* 7(2):7.
- Costilla, M.A. 1990. Comportamiento e Importancia de Tres Poblaciones de *Nacobbus aberrans* en Tomate y Pimiento en Tres Localidades del Noroeste de Argentina *Nematropica* 20(1):2.
- Cruz, C.M.A., F. Zerón y F. De la Jara. 1987. Dispersión del Nematodo Fitoparásito *Nacobbus aberrans* en una Región Agrícola entre Actopan y Progreso, Estado de Hidalgo. Resumen 71 Memorias XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia Mich., México.
- Dropkin, H.V. 1989. Introduction to Plant Nematology. John Wiley and Sons. Columbia Missouri, U.S.A. 304 p.
- Fenetti, S.M.S. 1990. Histopatological Changes Induced by *Nacobbus aberrans* in Resistant and Susceptible Potato Roots. *Rev. Nematol.* 13:155-160.
- Franklin, M.T. 1959. *Nacobbus serendipiticus* n. sp., a Root Galling Nematode from Tomatoes in England. *Nematologica* 4:286-293.
- Hadisoeganda, W.W. and J.N. Sasser. 1982. Resistance of Tomato, Bean, Southern Pea and Garden Pea Cultivars to Root Knot Nematodes based on Host Suitability. *Plant Disease* 66:145-150.
- Hooker, W.J. 1980. Compendio de Enfermedades de la Papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 165 p.
- Hussey, R.S., J.N. Sasser and D. Huisinigh. 1972. Disc-Electrophoretic Studies of Soluble Proteins and Enzymes of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. *J. Nematol* 4(3):183-188.
- Hussey, R.S. 1987. Tinción de Nematodos en Tejidos Vegetales. 231-234. En: Zuckerman M.B., F.W. Mai y B.M. Harrison (Eds.) Manual de Laboratorio de Fitonematología, Version en Español por Marbán M.N. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- Inserra, R.N., N. Vovlas, G.D. Griffin and J.L. Anderson. 1983. Development of the False Root-Knot Nematode *Nacobbus aberrans*, on Sugarbeet. *J. Nematol.* 15(2):288-295.
- Jatala, P. 1985. El Nematodo Falso Nodulador de la Raíz *Nacobbus* spp. 47-55. En: Marbán M.N. y I. J. Thomason (Eds.) Fitonematología Avanzada I. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

- Jatala, P. 1993. *Nacobbus aberrans*, One Species or More?. *Nematropica* 23(2):120.
- Jatala, P. y T. Boluarte. 1993. Cytogenetic Studies of 25 *Nacobbus aberrans* Populations from North and South America. *Nematropica* 23(2):120.
- Jatala, P y R. Haddad. 1993. Histopathological Changes due to *Nacobbus aberrans* Infection in Roots of Resistant Potato Clones. *Nematropica* 23(2):122-123.
- Jatala, P., R. Haddad and T. Boluarte. 1993. Scanning Electron Microscope Examination of 25 Populations of *Nacobbus aberrans* from North y South America. *Nematropica* 23(2):124
- Lordello, L.G.E., A.P. Zamith, and O.J. Boock. 1961. Two Nematodes Found Attacking Potato in Cochabamba, Bolivia. *An. Acad. Brasil Cienc.* 33:209-215.
- Macías, M.A. 1994. Caracterización, Rango de Hospedantes y Evaluación de Daños Causados por el Nematodo Falso Agallador *Nacobbus* spp. Thorne y Allen, 1944, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 47 p.
- Mai, W.F., B.B. Brodie, M.B. Harrison and P. Jatala. 1981. Nematodes. 93-101. En: Hooker, W.J. (Ed.) *Compendium of Potato Disease*. American Phytopathological Society. St. Paul, MN, U.S.A.
- Montes, B.R. 1986. Especies de *Meloidogyne* y *Nacobbus* Presentes en Oaxaca, sus Niveles de Daño y su Rango de Hospederos. Resumen 78. *Memorias XIII Congreso Nacional de Fitopatología*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Niblack, L.T. y R.S. Hussey. 1987. Extracción de Nematodos del Suelo y de Tejidos Vegetales. 235-242. En: Zuckerman, M.B., W.F. Mai y M.B. Harrison (Eds.) *Manual de Laboratorio de Fitonematología*. Versión en Español por Marbán, M.N. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Prasad, K.S. and J.W. Webster. 1969. Effect of Temperature on the Rate of Development of *Nacobbus serendipiticus* in Excised Tomato Root. *Nematologica* 13:85-90.
- Rodríguez. Ch.E. 1974. Situación Actual de la Nematología en las Plantas Hortícolas de México. *Memorias II Simposio Nacional de Parasitología Agrícola*. pp. 103-111.
- Silva, J.J. 1989. Manejo de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944, Asociado al Cultivo del Frijol en el Valle de Valsequillos, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 84 p.
- Sher, S.A. 1970. Revision of the Genus *Nacobbus* Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: Tylenchoidea). *J. Nematol.* 2(3): 228-235.

- Sosa Moss, C. y G.V. Muñoz. 1973. Respuesta de Dos Variedades de Tomate *Lycopersicon esculentum* Mill a Siete Niveles de Población de *Nacobbus serendipiticus* (Nematoda:Nacobbidae). *Nematropica* 3(1):16-17.
- Thorne, G. and M.W. Allen. 1944. *Nacobbus dorsalis* nov. gen. nov. spec. (Nematod Tylenchidae) producing galls on the roots of alfalfa, *Erodium cicutarium* (L'Her. Proc. Helm. Soc. Wash. 11: 27-31.
- Thorne, G. and M.L. Shuster. 1956. *Nacobbus batatifformis* n. sp. (Nematoda; Tylenchida producing galls on the roots of sugar beets and other plants. Proc. Helm. Soc. Wash. 23: 128-134.
- Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, U.S.A. 553 p.
- Toledo, R.J.C. 1990. Caracterización Patogénica de Cinco Poblaciones de *Nacobbus aberrans* y Evaluación del Daño que Causa a Tomate, Chile y Frijol en México Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 63 p.
- Torres, C.R., S.A. Tovar, A.F. De la Jara y B.F. Zerón. 1994. Nuevo Registro de *Nacobbus aberrans* para la República Mexicana. Resumen 71. Memorias XXI Congreso Nacional de Fitopatología. Cuernavaca, Mor., Méx.
- Tovar, S.A., A.F. De la Jara, S. P. Aguilar y C.R. Torres. 1990. Estudios Histopatológicos Comparativos de *Nacobbus aberrans* en Jitomate *Lycopersicon esculentum* var Contessa y Malezas. Resumen 81. Memorias XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán, Sin., México.
- Velazquez, V.R. y N. González. (1991). Nemátodos Noduladores que Atacan al Cultivo de Frijol en Zacatecas. SARH-INIFAP. Hoja Desplegable. Calera de V.R., Zac. Méx.
- Zamudio, G.V. 1987. Evaluación de la Resistencia de Colecciones y Variedades Comerciales de Tomate *Lycopersicon* spp. a *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 88 p.
- Zamudio, G.V., A. Carballo y N. Marbán. 1987. Gama de Hospedantes y Evaluación de Daños de *Nacobbus aberrans* en Hortalizas Comerciales. Resumen 84. Memoria XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich., Méx.

A P E N D I C E

Cuadro A.1 - Número de agallas por planta de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo *Nacobbus aberrans* en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.

GENOTIPO	B L O Q U E S					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
1.- Bayo Zacatecas	89.7	34.7	35.6	91.1	49.8	60.18
2.- Negro Zacatecas	64.5	48.4	125.9	59.6	69.4	73.56
3.- Pinto Americano	78.8	54.2	45.7	65.6	46.6	58.18
4.- Línea Experimental Bayo Zacatecas II	37.5	39.6	41.2	32.0	44.5	39.00
5.- Flor de Junio	72.4	67.4	58.8	43.0	111.9	70.70
6.- Manzano	48.7	35.5	39.9	94.4	51.5	54.00
7.- Línea Experimental Flor de Mayo	105.0	39.5	77.5	67.0	82.3	74.26
8.- Flor de Mayo Criollo	41.3	51.8	29.8	79.0	50.0	50.38
9.- Río Grande	0.4	1.3	2.9	1.2	2.9	1.74

Cuadro A.2.- Número de agallas por 5 gr. de raíz de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con el nemátodo *Nacobbus aberrans* en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.

GENOTIPO	B L O Q U E S					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
1.- Bayo Zacatecas	185	111	89	195	191	154.2
2.- Negro Zacatecas	128	199	193	156	93	153.8
3.- Pinto Americano	94	96	112	206	131	127.8
4.- Línea Experimental Bayo Zacatecas II	123	42	129	135	204	126.6
5.- Flor de Junio	129	133	133	98	129	124.4
6.- Manzano	163	74	85	103	138	112.6
7.- Línea Experimental Flor de Mayo	98	121	59	165	101	108.8
8.- Flor de Mayo Criollo	40	95	38	134	139	89.2
9.- Río Grande	10	3	33	20	18	16.8

Cuadro A.3. ANVA del número de agallas en 5 gr de raíz de nueve genotipos de frijol evaluados en un campo infestado con *N. aberrans* en San Antonio del Cipre, Mpio. de Pánuco, Zac.

F.A	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
TRATAMIENTOS	8	68.669.244	8.583.656	5.35	0.0003
BLOQUES	4	10.898.755	2.724.689	1.70	0.1748
E.E.	32	51.353.644	1.604.801		
TOTAL	44	130.921.644			

C.V. = 35.540