



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE JITOMATE
(Lycopersicon esculentum Mill) A DOS NIVELES
DE INOCULO DE Nacobbus serendipiticus BAJO
CONDICIONES DE LABORATORIO.

T E S I S

Que para obtener el título de

B I O L O G O

p r e s e n t a

MARIA CRISTINA CASTRO IBARRA

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de mi abuelo,
Gral. de Div. Isaac M. Ibarra

A mis padres, por el apoyo y
la comprensión que de ellos
siempre he recibido.

A Mamá Emelia, a Chofi y Emely

A mis hermanos

A G R A D E C I M I E N T O S

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Fernando de la Jara, a -
quién con su constante, desinteresada y acertada dirección -
debo el haber alcanzado una de mis más anheladas metas.

Agradezco al Q.B.P. Filiberto Zerón la corrección y las acer-
tadas sugerencias hechas a esta tesis así como el haber toma-
do las fotografías que se presentan en la misma.

Al M. en C. Ignacio Galar por su valiosa orientación en lo -
que respecta al análisis estadístico de este trabajo.

Al M. en C. Jesús Camacho quién tan amablemente proporcionó_
las semillas de jitomate utilizadas en este estudio.

Al Sr. Francisco Avilés, propietario del campo de donde se -
tomaron las muestras para la realización de este estudio.

A mi prima Martha quién hizo la transcripción de esta tesis.

A mi hermano Javier por su gran ayuda.

I N D I C E

	Pág.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	9
A.- Características del género <u>Nacobbus</u> .	9
a) Antecedentes históricos.	9
b) Morfología de hembras, machos, huevos y larvas.	11
c) Ciclo de vida.	13
d) Hospederas.	16
B.- El carácter de resistencia en las plantas	17
IV. MATERIAL Y METODOS	22
A.- Muestreo.	24
B.- Esterilización del suelo	25
C.- Preparación de almácigos.	25
D.- Extracción de nemátodos.	28
a) Tamizado y centrifugación.	28
E.- Conteo.	30
F.- Inoculación.	31
G.- Transplante.	32
V. RESULTADOS	34
A.- Efecto de los nemátodos sobre la longitud y grosor de las plantas.	34
B.- Efecto de los nemátodos sobre el peso de_ las plantas.	42
C.- Efecto de los nemátodos sobre las raíces_ de las plantas.	47

	Pág.
D.- Evaluación estadística de los resultados.	51
VI. DISCUSION	62
VII. CONCLUSIONES	70
VIII. BIBLIOGRAFIA	72
IX. APENDICES	
APENDICE A: Características comerciales - de las variedades Ace 55 V-F, Homestead Elite y Tropic	78
APENDICE B: Solución nutritiva de Knop	79
APENDICE C: Técnica de tinción lactofenol - fucsina ácida	80

I. RESUMEN

Este trabajo tuvo como finalidad tratar de determinar el comportamiento de tres variedades de jitomate¹ (Ace 55 V-F, - Tropic y Homestead Elite) frente al ataque de Nacobbus serendiniticus, especie de nemátodos fitoparásitos hallada en campos de cultivo de esta solanácea en el municipio de Actopan, Hgo.

Para alcanzar este objetivo, las semillas de las variedades mencionadas se hicieron germinar en almácigos de laboratorio y los huevos y larvas de N. serendiniticus para los inóculos se obtuvieron de la disgregación, tamizado y centrifugación de raíces de jitomate severamente infectadas en forma natural, con dicha especie de fitonemátodo. Las raíces fueron colectadas de un tomatal de Actopan, Hgo. y, con suelo de ese campo, previamente esterilizado con bromuro de metilo, se prepararon 48 macetas, acorde al diseño experimental trazado. Posteriormente se llevó a cabo la inoculación de los fitonemátodos y tres días después, las plantas de 10 cm de longitud obtenidas de los almácigos fueron transplantadas a las macetas.

Las plantas inoculadas y los testigos permanecieron en el laboratorio por diecisiete semanas. En el transcurso de este tiempo se hicieron semanalmente mediciones de la longitud del follaje y del grosor del tallo de cada una de las plantas incluídas en el experimento. También semanalmente se les regó con solución nutritiva de Knop.

¹ En la región central de la República Mexicana esta solanácea se conoce como se refiere en el texto, mientras que en la región norte de la misma es conocida como tomate.

La fluctuación de temperatura en este período estuvo comprendida entre 14°C a 25°C durante el día y 15°C a 24°C durante la tarde.

Se determinó la significación del efecto de los nemátodos sobre la longitud y peso de las plantas utilizando el análisis de varianza como método estadístico de evaluación. Se consideró además el número de nódulos radiculares presentes en los diferentes tratamientos como medida de la resistencia o de la susceptibilidad de las variedades de jitomate a N. serendipiticus.

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que hizo suponer que factores ambientales tales como la temperatura, humedad, concentración de nutrientes, fumigación inicial del suelo etc. pudieron haber influido directamente sobre el establecimiento de una población infectante adecuada, lo que se traduciría en un pobre ataque del nemátodo a las raíces.

Se discute el grado de influencia que pudieron haber tenido tales factores sobre el desarrollo de los inóculos de N. serendipiticus.

Se recomienda llevar a cabo estudios de laboratorio más amplios y pruebas de campo con el uso de diversas variedades comerciales de jitomate con el objeto de determinar su grado de resistencia, y sugerir a los agricultores locales aquella variedad o variedades que sean las más apropiadas en cuanto a sus características de buena producción y resistencia al ataque de N. serendipiticus.

II. INTRODUCCION

Desde hace muchos años, como consecuencia del incremento de la población mundial humana dependiente de la agricultura, una de las principales preocupaciones de los gobiernos de los países, de las organizaciones internacionales relacionadas -- con este problema, de los investigadores etc. ha sido la de aumentar la productividad agrícola.

Continuamente el hombre enfoca sus esfuerzos a la búsqueda de nuevas áreas de cultivo (como podrían ser los trópicos para algunos) y a mejorar las prácticas agrícolas, incluyendo entre estas un mejor abonado de las tierras, una rotación de cultivos más efectiva, mejores métodos de trabajar el suelo y una lucha más eficaz contra las malas hierbas, enfermedades y plagas.

La mejora genética de las plantas va adquiriendo mayor importancia al contribuir substancialmente a una más abundante productividad agrícola.

Las variedades mejoradas han dado, a través de varios años, incrementos substanciales en la producción de muchos vegetales de interés. Una de las contribuciones más importantes y quizá la más conocida de la mejora genética de las plantas es la obtención de variedades resistentes a las enfermedades causadas por virus, bacterias, hongos, insectos y nemátodos.

Dentro de las variedades obtenidas, resistentes o poco susceptibles al ataque de nemátodos, se pueden citar las de algodón, tabaco, soya, jitomate y durazno resistentes a los nemátodos del género Meloidogyne; las plantas de alfalfa resistentes al nemátodo del tallo Ditylenchus dipsaci, las de

papa resistentes al nemátodo dorado (Globodera rostochiensis) y otras más. Sin embargo, aún cuando se extienden e intensifican los programas de investigación relacionados con la obtención de variedades de plantas resistentes al ataque de nemátodos, a nivel comercial existen pocas variedades disponibles al agricultor, debido a que la investigación en este campo ha sido relativamente escasa (29). La falta de estimaciones con validez cuantitativa de los daños causados por los nemátodos fitoparásitos son también escasas a nivel mundial y posiblemente esto justifique que la investigación sobre variedades resistentes no haya sido tan amplia como se deseara. En muchas regiones del mundo, incluyendo aquéllas en las que se han realizado un gran número de investigaciones nematológicas, existen áreas en las que no se ha obtenido información definitiva sobre el papel de los nemátodos como factores limitantes de la producción agrícola. Aún en las zonas intensamente estudiadas, solamente unas cuantas de las múltiples combinaciones posibles de huéspedes y nemátodos han sido examinadas. Aunque estos organismos no causan las tremendas pérdidas que ocasionan otras plagas como los insectos y microorganismos patógenos, a medida que vaya en aumento la necesidad de alimento para el mundo, se hará patente la importancia de los nemátodos como agravadores de la productividad en el campo (22).

En un país en vías de desarrollo como lo es México, el valor de los 75 cultivos principales ascendía a 159 mil millones de pesos en 1978 (13) siendo, por ejemplo, que las pérdidas a causa de los insectos llegaban a ser de 30 mil millones de pesos. En el caso de las enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y daños por nemátodos, las pérdidas as-

cendieron a 5 mil millones de pesos en el mismo año. Las posibilidades de que esta última estimación pudiese ser mayor, -- son grandes si se considera, de acuerdo a lo apuntado anteriormente, la limitada información que hasta el momento se tiene, sobre nemátodos fitoparásitos a nivel mundial.

Dentro de los más importantes cultivos en nuestro país, el jitomate constituye el principal producto hortícola para exportación (15). El Edo. de Sinaloa es una de las principales entidades productoras de esta solanácea, abarcando el 95.8% del total del programa de siembra-exportación del ciclo 1978-1979, siguiéndole en importancia Sonora, Guanajuato, Jalisco y Tamaulipas.

La producción de jitomate para consumo nacional se realiza en estados como Hidalgo, Querétaro y Nayarit formando parte integral de su economía. En Hidalgo, por ejemplo, el cultivo de jitomate ocupa un lugar predominante en la estructura productiva del estado, la que se encuentra concentrada en términos de superficie y valor, en unos cuantos cultivos cuyos mayores rendimientos se obtienen en las áreas de riego. Estos cultivos son: alfalfa verde, trigo y jitomate y en menor proporción maíz. Estos cuatro productos concentran casi las tres cuartas partes del valor agrícola generado en dicha entidad.

El estado de Hidalgo, dividido en tres regiones naturales: la Huasteca, la Región Montañosa y los Valles, posee características climatológicas y de suelos poco propicios para el desarrollo agrícola, catalogándose a gran parte de la superficie estatal como zona árida y semiárida y, una parte, -- también importante, se encuentra en altitudes que no favorecen el desarrollo de la agricultura. Además, en grandes exten

siones de suelo propias para cultivo, la precipitación pluvial es escasa, requiriéndose en estos casos el agua de riego para subsanar tal carencia. En general, el lento ritmo de la agricultura en el estado en mención puede resumirse en: 1) baja precipitación pluvial, 2) escasos recursos hidráulicos, 3) poco apoyo crediticio a los agricultores y 4) insuficiente asistencia técnica (25).

El municipio de Actopan, Hgo. (figura 1), región a la que se refiere este trabajo, afronta problemas semejantes a los de las demás regiones del territorio estatal. Este municipio abarca un área de 264 Km² y su altitud es de 1990 m sobre el nivel del mar. Limita al Norte con el municipio de Metztlán, al Sur con el municipio de El Arenal, al Este con el de Atotonilco el Grande y al Oeste con el de San Salvador. En cuanto a su producción agrícola, Actopan cultiva principalmente y en orden de importancia, alfalfa, maíz, cebada, jitomate y calabaza. El cultivo de jitomate se ha visto disminuído considerablemente a lo largo de los 5 últimos ciclos. A partir del ciclo 76-77 las superficies sembradas para esta solanácea fueron de 1 970, 1 450, 1 060, 642 y 570 ha ; siendo sus rendimientos totales de 17 633, 16 820, 8 798 y 6 227 toneladas respectivamente (no se cuenta con datos de la estimación correspondiente al ciclo 80-81). La principal causa de esta notable disminución se atribuye a los problemas de plagas tales como insectos de la familia Aphididae (pulgones) y de la familia Aleyrodidae (Bemisia tabaci, conocida como palomita o mosquita blanca); además a causa de hongos como el tizón temprano (Alternaria solani) y el tizón tardío (Phytophthora infestans). Los daños causados por nemátodos en este cultivo corresponden principalmente a los géneros Meloidogyne y Nacob--

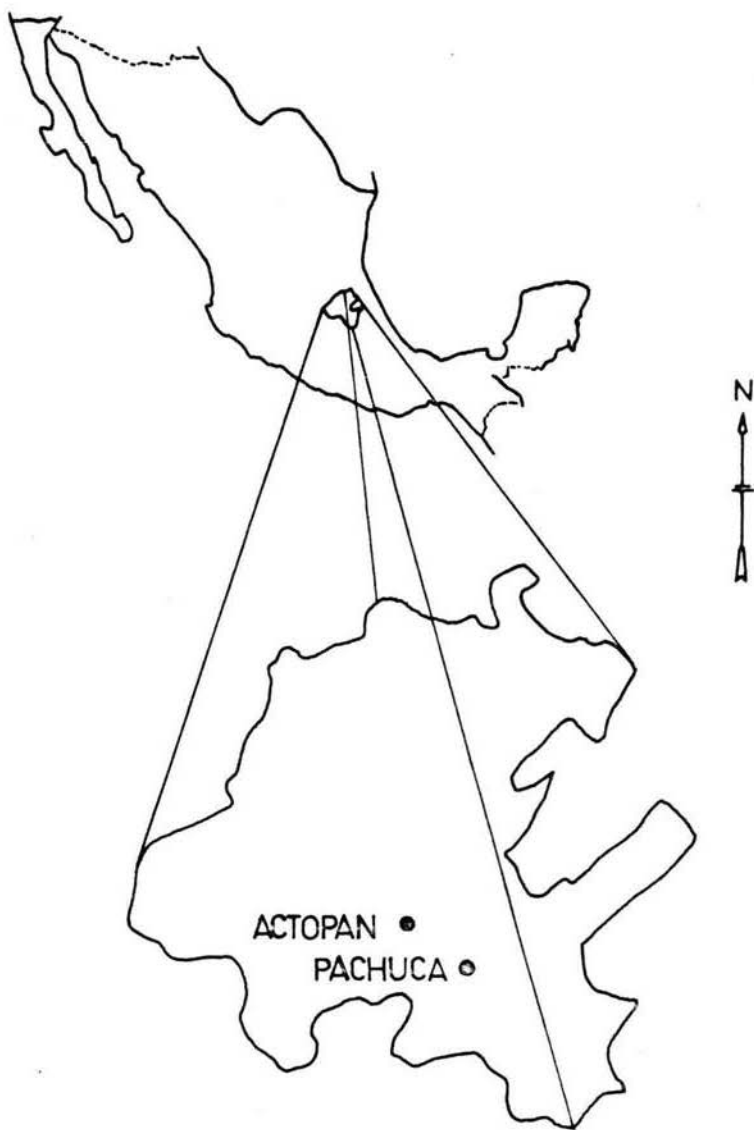


FIG. 1 MUNICIPIO DE ACTOPAN, EDO. DE HIDALGO

bus (19).

Por todo lo anteriormente expuesto, y tratando de contribuir al conocimiento de la relación huésped-parásito (Lycopersicon esculentum/ Nacobbus serendipiticus) en el municipio de Actopan, Hgo., en este trabajo se buscó determinar, entre algunas variedades comerciales de jitomate, una o varias resistentes o poco susceptibles al ataque, en comparación con la variedad que se acostumbra sembrar localmente, con el propósito de que el rendimiento que se pudiera lograr redituara mejores beneficios a los agricultores locales.

El uso de variedades resistentes a los nemátodos se recomienda prioritariamente sobre otros medios de control, como el oumico y la rotación de cultivos, cuando éste resulta más práctico, fácil y económico de aplicar (29). Con las variedades resistentes las poblaciones de nemátodos disminuyen considerablemente, lográndoseles mantener a bajos niveles donde -- los rendimientos obtenidos compensan cualquier daño causado.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

A.- Características del género Nacobbus.

a) Antecedentes históricos.

Pocos han sido, relativamente, los trabajos que se han hecho en México sobre el género Nacobbus. Este fué reportado por primera vez en el Edo. de México, formando nódulos o agallas en las raíces a manera de cuentas de rosario siendo el agente causal de la enfermedad conocida como "jicamilla del chile" (6). Caballero, en 1970, realizó estudios sobre la eclosión de los huevecillos, la interacción del parásito con otros organismos y su control por medio de sustancias químicas.

En 1973, Sosa Moss y Muñoz probaron dos variedades de jitomate a varios niveles de inóculo de Nacobbus serendipiticus y en el mismo año, Sosa Moss y González hicieron pruebas de resistencia de tres variedades de chile (Capsicum annun) a cinco niveles de inóculo de N. serendipiticus. Algunos nematocidas fueron probados por Equihua en 1977 buscando el control de Nacobbus sp. por este medio.

En 1981, Tinoco observó la dinámica de población de Nacobbus sp. y otros fitoparásitos asociados con el cultivo de jitomate en Actopan, Hgo.

Del género Nacobbus se reportan hasta ahora cuatro especies y una subespecie. La primera especie fué descubierta en el Edo. de Utah, E.U. donde parasitaba raíces de Atriplex confertifolia (planta nativa de ese lugar); aunque la especie fué descrita como Anguillulina aberrans por Thorne en 1935, -

Thorne y Allen, en 1944, propusieron el nombre de Nacobbus en honor del que aparentemente fué el primero en registrar ejemplares de éste género, N. A. Cobb, quien ilustró machos y hembras de los que supuso pertenecían al género Heterodera.

En 1943, Nacobbus dorsalis se localizó en raíces agalladas de Erodium cicutarium colectada de suelos arenosos del -- Sur de California, Estados Unidos (40).

En el año de 1956, N. batatifomis se encontró parasitando remolacha azucarera (Beta vulgaris) en algunos estados de Estados Unidos como Nebraska, Colorado y Wyoming, y su descripción estuvo a cargo de Thorne y Schuster (1956) quienes estudiaron además el rango de hospederas. Estos autores indicaron que varias especies de cactáceas, solanáceas, quenopodiáceas, crucíferas, zigofiláceas, compuestas, cucurbitáceas, leguminosas y umbelíferas eran susceptibles al ataque de esta especie, mientras que otras, incluidas también en las familias de las compuestas, cucurbitáceas, solanáceas y leguminosas se mostraron resistentes o poco susceptibles a su ataque.

El primer reporte que se tuvo del género Nacobbus fuera de E.U. correspondió a la especie N. serendipiticus, que se halló parasitando raíces de jitomate en un invernadero en Inglaterra. Descubierta por Graham en 1958 y descrita por Franklin en 1959 (5), N. serendipiticus se distingue de las demás especies en que: 1) los fasmidios (órganos probablemente quimiorreceptores) en las hembras jóvenes son adanales o postanales; 2) en las hembras maduras no existe la espermateca y el estilete generalmente es de 20 μ y 3) los huevos son de 90 X 38 μ (18).

Lordello et. al. (1961) reportan N. serendipiticus bolivianus formando agallas en raíces de papa (Solanum andigenum)

a una altitud de 3 200 m sobre el nivel del mar, en Cochabamba, Bolivia, y se distingue de N. serendipiticus en que los machos de la primera especie son más anchos.

La revisión del género Nacobbus Thorne y Allen, 1944, la elaboró Sher en 1970 en donde propone solo dos especies dentro de éste, que son N. aberrans y N. dorsalis, y las distingue una de la otra por el número de anillos entre la vulva y el ano de las hembras inmaduras y vermiformes.

Tomando en consideración los estudios taxonómicos iniciales realizados por Manzanilla (1980) quien se basa en la clasificación anterior a la revisión de Sher, parecen confirmar que la especie hallada en Actopan, Hgo. sea N. serendipiti --cus. Aunque no existe una precisa información acerca de la --clasificación de las especies del género, la obtenida por Manzanilla y la derivada de algunos investigadores nacionales, nos permite citar a este parásito como de esta especie.

Las características morfológicas de la especie antes mencionada se resumen a continuación:

b) Morfología de hembras, machos, huevos y larvas.

Hembras:

Las hembras maduras, con una longitud promedio de 1.2 mm tienen forma de huso irregular. Su región del cuello es angosta y el ano y la vulva son subterminales. El estilete, como en la mayoría de los nemátodos fitoparásitos, es hueco y constituido de tres partes: una anterior en forma de saeta, una media y una posterior formada por tres nódulos basales que sirven de inserción a los músculos protractores del estilete.

El esófago también se compone de tres partes: la región anterior o procornus que está bien desarrollada, el bulbo mus

cular o metacarpus y la región glandular, la que se superpone dorsalmente al intestino.

El ovario, único, se halla muy enrollado y se extiende hacia la región anterior (monodélfico, prodélfico). Franklin (1959) reporta que en varias hembras estudiadas no se observó la espermateca, a diferencia de lo reportado para N. batati--formis.

Machos:

El cuerpo del macho, con una longitud promedio de 0.829 mm, es cilíndrico y ligeramente ahusado hacia la cabeza. La cutícula es anillada y sin ornamentaciones. Un fuerte esqueleto hexaradiado sirve como guía del estilete, el que es tilencoideo, con prominentes nódulos basales. El metacarpus es ligeramente ovalado y se continúa con un angosto istmo el que se ensancha hacia el intestino a la altura del poro excretor localizado ventralmente; el istmo se continúa con la región glandular del esófago, superpuesta dorsalmente al intestino.

El macho posee bursa, la que envuelve la cauda y un par de espiculas que son de tipo tilencoideo; además posee un gubernáculo simple.

Huevos:

Los huevos tienen en promedio una longitud de 80.4 μ y su corion es liso y transparente. Los huevos suelen ser expulsados por la hembra, dentro de una masa gelatinosa. La ovoposición ocurre generalmente cuando los huevos contienen de uno a dos blastómeros; pero en algunas ocasiones la puesta puede tener lugar más tarde, como consecuencia de una retención más prolongada de los huevos dentro de la hembra. No hemos hallado información sobre el número de huevos que las hembras de

N. serendipiticus ponen en la matriz gelatinosa. Sin embargo, Jenkins y Taylor (1967) indican que se han reportado hasta -- 1 500 huevos en una sola hembra de Nacobbus dorsalis.

Larvas (juveniles):

Clark (1967) usa las siguientes características para distinguir los estadios larvales: 1) longitud total, 2) máximo - espesor del cuerno, 3) longitud de la gónada y 4) distancia - de la porción final de la gónada a la cola a lo largo de la - línea central del cuerno.

La larva de segundo estadio es vermiforme y de cauda redondeada que se presenta ligeramente comprimida (fig. 2).

El bulbo muscular del esófago está bien desarrollado y _ se continúa con una angosta región muy larga (cerca de dos - veces la longitud del bulbo medio) que, rodeada por el anillo nervioso, se une al intestino a la altura del poro excretor.

El tercero y cuarto estadios larvales son muy semejantes morfológicamente al segundo, sólo que la tercera larva, menos activa, tiende a permanecer enrollada dentro de la raíz. El _ cuarto estadio juvenil presenta un mayor y más rápido desarrollo del aparato reproductor. La cola en los dos últimos estadios es puntiaguda.

c) Ciclo de vida.

El ciclo de vida y la biología de N. serendipiticus fué _ ampliamente estudiado por Clark en 1967.

Una vez que las larvas han sufrido la primera muda dentro del huevo, eclosionan y comienzan a alimentarse. Para penetrar a las raíces, las larvas presionan los labios contra - la pared usando ocasionalmente su estilete. Eventualmente se _ "elige" un punto donde el estilete se clava repetidas veces -

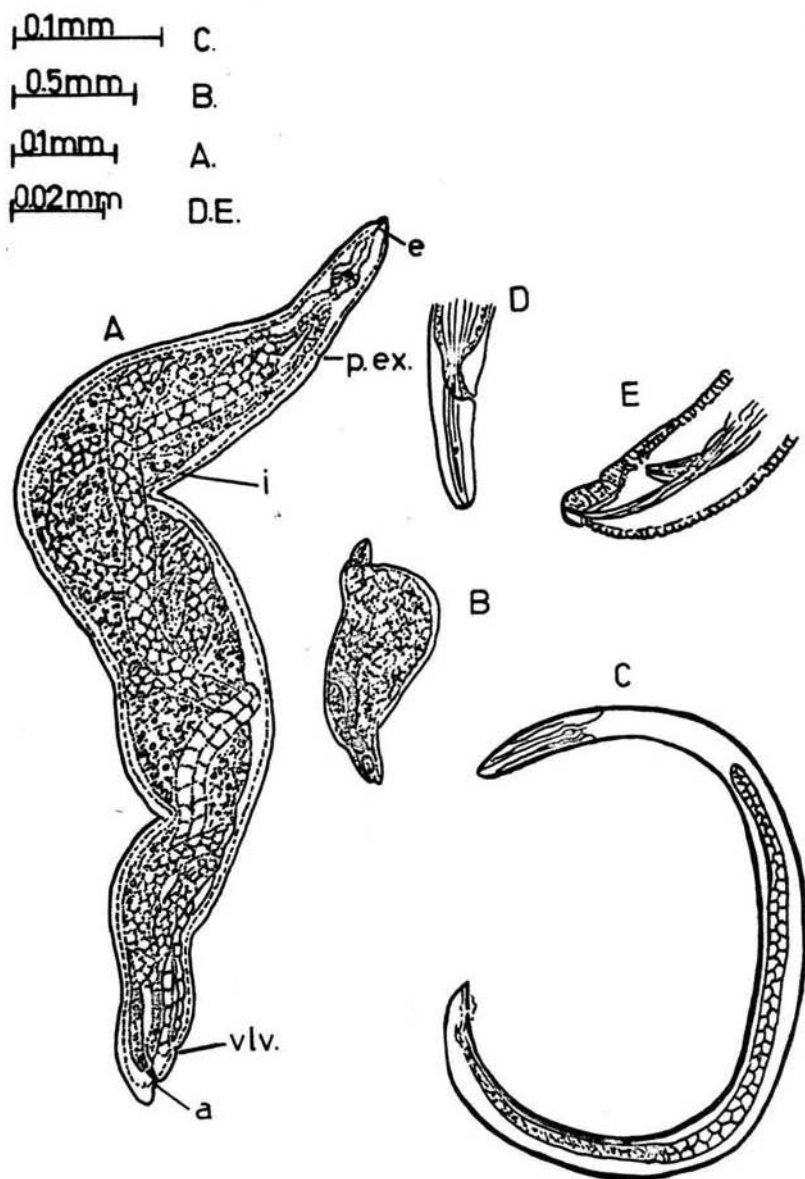


FIG.2 Nacobbus serendipiticus A Hembra joven
 B. Hembra madura C. Macho joven
 D. Cola de larva E. Cola de macho
 e. Estilete pex.poro excretor
 i. intestino vlv. vulva
 a. ano

hasta que la pared celular llega a romperse. La cabeza entonces se agita de un lado a otro y con movimientos continuos -- del estilete hasta que se forma un orificio lo bastante grande para que la larva penetre por completo. A menudo, varias larvas entran al mismo tiempo a la raíz e incluso pueden introducirse por el mismo punto de acceso. Thorne y Schuster (1956), asimismo, hallaron que las larvas de N. batatiformis frecuentemente se agrupan en una misma cavidad.

La larva de segundo estadio se alimenta de las células parenquimatosas y sobre la superficie de la raíz, pero la alimentación superficial no estimula la formación de agallas, según fué reportado por Schuster y Sullivan (1960) para N. batatiformis.

La larva de tercer estadio es muy semejante a la larva del segundo y, como se mencionó anteriormente, tiende a enrollarse dentro del tejido vegetal. Al enrollarse y cambiar de posición daña a las células, forma una cavidad y causa necrosis. El cuarto estadio larval solamente se estudió en raíces teñidas, donde permanece enrollado en la corteza; es en este último sitio donde la larva sufre la cuarta muda.

Las hembras jóvenes se mueven de la corteza a una posición cercana al haz vascular y adquieren la forma de huso irregular, aunque se desconoce cuando emigran a través de la corteza o cuando dejan la raíz y vuelven a entrar a ésta. Se cree que la copulación con el macho ocurre en el suelo, pero esto no ha sido demostrado en N. batatiformis y N. serendipiticus (18, 41).

La masa gelatinosa que produce la hembra y que envuelve a los huevos llena el pequeño canal que probablemente forma el nemátodo al entrar a la planta. A medida que la hembra va

poniendo los huevos, la masa va saliendo a la superficie de la raíz.

d) Hospederas.

Se han reportado 16 especies de vegetales como hospederas para N. serendipiticus, pertenecientes a las familias de las chenopodiáceas, cucurbitáceas, gramíneas, compuestas, solanáceas, leguminosas, portulacáceas y amarantáceas (6, 10, - 37 y 43).

Las especies encontradas ser susceptibles fueron:

Beta vulgaris L. (betabel o remolacha comestible)

Chenopodium album (quelite)

Cucumis sativus (pepino; solo se encontraron larvas)

Hordeum vulgare (cebada; solo larvas)

Lactuca sativa (lechuga)

Lycopersicon esculentum (jitomate)

L. peruvianum (tomate peruano)

Phaseolus spp. (solo larvas)

Solanum tuberosum (papa; larvas solamente)

S. nigrum (hierba mora)

S. melongena (berenjena)

Stellaria media

Capsicum annun (chile)

Portulaca oleraceae (verdolaga)

Amaranthus hybridus (quelite)

Chenopodium sp. (huazontle)

Las tres últimas especies fueron halladas infectadas con N. serendipiticus (43) dentro del cultivo de jitomate en el municipio de Actopan, Hgo. Cabe hacer notar que dicha infección se agravó cuando fué barbechado el campo de jitomate y

en su lugar se sembró maíz (planta no susceptible al ataque - de N. serendiniticus), lo que indica la importancia que tienen las malezas como reservorios de fitonemátodos. Este conoci - miento debe tenerse en consideración cuando en el campo se - busca el control de las poblaciones de nemátodos parásitos de plantas.

B.- El carácter de resistencia en las plantas.

Al hablar de las relaciones existentes entre plantas y - organismos parásitos, y para que los términos sean precisos y de utilidad, puede definirse a la susceptibilidad como una -- cualidad de la planta que la hace ser un huésped apropiado al desarrollo y sobrevivencia de aquéllos, mientras que la resis tencia es la propiedad morfológica o fisiológica de la planta que le permite ser un huésped inapropiado para que la pobla - ción de parásitos se incremente (8).

La tolerancia, por su parte, es considerada como la fa - cultad de ciertas plantas de mostrar pocos signos de daño o - perjuicio en su crecimiento y productividad a causa del orga - nismo invasor. En general, las variedades tolerantes, a pesar de ser buenos huéspedes, poseen una baja susceptibilidad al - ataque de parásitos.

Como el objetivo de este trabajo era determinar la resis tencia de algunas variedades de jitomate a Nacobbus serendini ticus, a continuación se exponen los conceptos de algunos au - tores en lo que respecta al carácter de resistencia.

La resistencia es el nombre genérico que se le ha dado a las diferentes posibles respuestas de las plantas al ataque - de parásitos y que de alguna forma inhiben el desarrollo de -

los mismos (47); la resistencia se mide en términos de la habilidad del parásito a crecer y reproducirse dentro del huésped y, de acuerdo a los parasitólogos y fitopatólogos, es de dos clases: pasiva y activa.

La resistencia pasiva o natural comprende factores de resistencia preexistentes dentro de la planta huésped, como lo son los exudados radiculares de algunas plantas, sustancias inhibidoras dentro de los huéspedes, además de características morfológicas de ciertas plantas que impiden la penetración del parásito.

Por otra parte, la resistencia activa (o inducida) aparece solamente después de la infección y su naturaleza está determinada por la clase de organismo infectante. Pueden ser catalogadas dentro de este tipo de resistencia 1) la falta o indisponibilidad de un nutriente dentro de la planta huésped, lo que ocasiona la muerte del parásito (hecho que ha sido observado con algunos géneros de la familia Heteroderidae) y 2) la ausencia de un estímulo del huésped que inicie respuestas de conducta en el organismo invasor.

La resistencia pasiva se ha observado en muchas variedades vegetales como respuesta al ataque por hongos y su estudio se ha intensificado a causa de la importancia de éstos en la agricultura mundial. Así, por ejemplo, se citan estudios relacionados con las características estructurales y morfológicas de los estomas de variedades de trigo, y lenticelas de variedades de centeno, que han probado ser eficaces en dificultar la penetración de hongos fitopatógenos a los tejidos de sus huéspedes (38).

El carácter de resistencia de las plantas a los nemátodos se conoce desde los inicios de la Nematología Agrícola co

mo ciencia (42) y se ha hallado tanto en plantas silvestres - como en plantas cultivadas de Solanum sp. que presentaron resistencia al ataque del nemátodo dorado (G. rostochiensis) y de variedades de jitomate nativas del Perú, que se halló que eran resistentes a los nemátodos nódulo-radiculares.

Varios autores coinciden en considerar la resistencia de las plantas a los nemátodos como una serie de características morfológicas y fisiológicas propias de la planta huésped, que actúan impidiendo en gran medida el desarrollo de aquéllos -- (3, 32, 33 y 47).

En las variedades vegetales resistentes al ataque de los nemátodos, la reacción más común de la planta es la inhibición del desarrollo de las hembras con la consecuente disminución de la población total. En la mayoría de los casos, las hembras no pasan del cuarto estadio larval aún y cuando los machos tengan un desarrollo normal.

Barrons (1939), comparó dos variedades de frijol de diferente grado de susceptibilidad al ataque de Heterodera marioni¹ inoculando nemátodos en plantas de dos diferentes estados de desarrollo. El autor halló que no se presentaban diferencias significativas en el número de nemátodos que penetraban a las raíces de las plantas jóvenes; sin embargo, en estados avanzados de desarrollo, las variedades mostraban diferencias en el tamaño de los nódulos en las raíces maduras. El autor plantea en su trabajo que la resistencia se debe a ciertas -- sustancias químicas existentes en las raíces de las plantas -- maduras, las que contrarrestan o neutralizan el efecto de las

¹ En 1949, Chitwood clasificó las especies del género Meloidogyne e incluyó a H. marioni entre los nemátodos formadores de agallas (Meloidogyne spp.)

secreciones salivales de los nemátodos que propician la formación de células gigantes.

Se han incluido entre los mecanismos de resistencia natural la secreción de sustancias por las raíces de algunas plantas, que tienen acciones diversas sobre los nemátodos. En relación con este punto, existen reportes de que el espárrago - (Asparagus officinalis) y la caléndula africana (Tagetes erecta), poseen sustancias tóxicas que las protegen de ser atacadas por nemátodos fitoparásitos, los que disminuyen en número cerca de sus raíces más rápidamente de lo que se esperaría debido a la inanición.

Estas últimas secreciones radiculares tóxicas pueden jugar un papel importante en el suelo cuando impiden la infección por nemátodos de plantas susceptibles (32).

La resistencia de una planta puede estar dada por su imposibilidad de proporcionar al parásito los nutrientes necesarios para su sobrevivencia. A este respecto, Rohde (1965), observó que después de haber inoculado plantas de tabaco con nemátodos lesionantes (Pratylenchus spp.), éstos permanecieron vivos por algunos meses; pero las hembras nunca llegaron a poner huevos. El autor concluyó que, posiblemente, la causa de esa situación pudiera ser la falta, en la planta de tabaco, de algún elemento esencial en la oogénesis.

Para obtener variedades de plantas resistentes a los nemátodos éstas generalmente se seleccionan de cruces de variedades con caracteres comerciales apreciados y variedades que poseen resistencia al ataque de nemátodos. A lo largo de cruzamientos sucesivos de híbridos de la primera generación con un progenitor, los fitomejoradores deben preservar la resistencia y, al mismo tiempo, mejorar las cualidades de las plan

tas para que los nuevos híbridos tengan aceptación en el mercado. El carácter de resistencia de variedades de jitomate -- que se ha seleccionado contra los nemátodos lo presentan algunas líneas comerciales como la Hawaii 5229, que es resistente a 4 especies y subespecies del género Meloidosyne : M. incognita, M. incognita acrita, M. javanica y M. arenaria (22). Sin embargo, no hemos hallado en la bibliografía consultada información similar para los nemátodos del género Nacobbus.

IV. MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este estudio se planeó inicialmente el uso de las variedades de jitomate Homestead Elite, Tropic, Ace 55 V-F y Culiacán 1. Aunque las cuatro variedades fueron incluidas en el diseño experimental, la variedad Culiacán 1 se tuvo que omitir posteriormente debido a su pobre desarrollo en los almácigos.

El diseño experimental empleado fué el de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde cada una de las variedades en sus diferentes grados de inóculo (cuya obtención se explicará posteriormente), constituyeron un tratamiento o "parcela" experimental (tabla 1). La variedad Ace 55 V-F se empleó como testigo por ser muy susceptible en el campo a los fitonematodos del género Nacobbus (43). De esta forma se estructuraron doce tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, haciendo un total de 48 parcelas experimentales. Al vernos obligados a prescindir de la variedad Culiacán 1, se experimentó con nueve tratamientos de cuatro repeticiones. No se le hizo ninguna modificación al diseño planteado preliminarmente.

Las semillas de las variedades Homestead Elite, Tropic y Culiacán 1, fueron proporcionadas por el Departamento de Fitopatología de la Dirección de Sanidad Vegetal de la SARH; en tanto que las semillas de la variedad Ace 55 V-F se obtuvieron en Actopan, Hgo. donde éstas son ampliamente utilizadas.

Las características comerciales de tales variedades se presentan en el Apéndice A.

2	1	3	4
C-I	H-II	C-I	T-I
H-II	A-I	H-II	C-III
T-II	H-I	H-III	H-I
A-II	C-III	H-I	A-III
A-III	T-III	T-II	H-II
C-III	C-II	C-III	H-III
H-III	A-III	T-I	A-I
H-I	H-III	A-III	A-II
T-III	C-I	A-I	C-II
A-I	A-II	C-II	T-II
C-II	T-II	T-III	C-I
T-I	T-I	A-II	T-III

Tabla 1.- Diseño experimental. Bloques al azar con cuatro repeticiones.

Tratamientos : I TESTIGO , II INOCULO BAJO , III INOCULO ALTO .

Variedades : A Ace 55 V F , C Culiacan I , T Tropic , H Homestead Elite .

Repeticiones = 1 , 2 , 3 , 4 .

A.- Muestreo.

La primera visita a la zona agrícola del municipio de Actopan se hizo con el fin de precisar el área que debía ser -- muestreada de los campos previamente identificados con problema de nemátodos, para obtener el mayor número de raíces de jitomate infestadas con N. serendipiticus.

El lugar de muestreo se determinó con la observación directa del cultivo de jitomate ahí sembrado, con cuatro meses de desarrollo, escogiendo las zonas en las que existían plantas con síntomas de marchitez general, clorosis acentuada y enanismo; con hojas de desarrollo anormal y frutos poco desarrollados. El campo elegido, perteneciente al Sr. Francisco Avilés, se le denominó Campo "X", localizado en el ejido El Boxtha, a medio kilómetro al poniente de Actopan y con un área aproximada de 6273 m². Anteriormente el lugar había sido reportado por Tinoco (1981) como altamente parasitado por Nacobbus sp. Del campo X, se extrajeron algunas raíces de jitomate noduladas para comprobar en el laboratorio la presencia del fitoparásito. Al mismo tiempo, de este campo se obtuvo -- suelo que serviría para la elaboración de los almácigos.

La toma de muestras se efectuó con un azadón, procurando dañar lo menos posible a las raíces, que se conservaron en -- bolsas de polietileno con suelo del mismo lugar. Otras bolsas se llenaron únicamente con suelo colectado de la rizosfera. -- Luego de cerrarlas y etiquetarlas adecuadamente se llevaron -- al laboratorio, donde se guardaron en el refrigerador a 4°C.

Una vez que la cosecha de jitomate terminó en el campo y las plántulas de los almácigos estaban casi listas para el -- trasplante, se obtuvieron del campo X de Actopan, una canti-

dad aproximada de 50 Kg de suelo para llenar las macetas y un total de 10 raíces frescas repletas de nódulos con las que se prepararían los inóculos (fotografía 5).

B.- Esterilización del suelo.

Para establecer los almácigos, el suelo traído de Actopan se colocó disgregado en una capa fina, en charolas de 3.5 cm de altura y se esterilizó en un horno a 100°C durante una hora. A fin de que todo el suelo quedara esterilizado, se removía éste cada 15 minutos.

Para preparar las macetas se esterilizó el suelo con bromuro de metilo (CH_3Br), el que se recomienda y utiliza, entre otros fumigantes, como preventivo de posibles plagas en invernaderos.

El CH_3Br es un nematocida eficaz y se utiliza ampliamente para la fumigación de los suelos, particularmente en almácigos. Hierve aproximadamente a 4.4°C, por lo que a temperaturas ordinarias es un gas casi inodoro, al que generalmente se le mezcla con cloropicrina (gas lacrimógeno) como gas preventivo. Esta mezcla, que contiene 2 por ciento de cloropicrina, se expende en envases de 453.59 g (1 libra).

La esterilización de 100 Kg de suelo, con el contenido de un envase de CH_3Br , se llevó a cabo en el Depto. de Cuarentenas del Aeropuerto de la Ciudad de México, en una cámara de fumigación adecuada para este proceso.

✓C.- Preparación de almácigos.

La ventaja de preparar almácigos consiste en que pueden

ser sembradas una gran cantidad de semillas en un espacio relativamente pequeño; además de que pueden seleccionarse plantas uniformes en desarrollo con mayores posibilidades de sobrevivencia durante el experimento.

Los almácigos se elaboraron con recipientes de polietileno de 30 X 28 cm y 13 cm de altura, con techos de dos aguas y cubiertas de plástico para brindar a las plantas mayor protección, humedad y calor (fig. 3).

Con arena de río esterilizada se llenó la tercera parte de cada almácigo con el propósito de conseguir un buen drenaje y se terminó de llenar con el suelo arenoso esterilizado al calor.

A los almácigos se les agregó el agua suficiente para que la humedad del suelo alcanzase un 20% (en base a que son necesarios 2 litros de agua, aproximadamente, para que 10 Kg de suelo alcancen un 20% de saturación). Después de aplanar un poco la superficie, se hicieron pocillos de siembra de 0.5 cm de profundidad con una separación de 3 cm entre los mismos y en los que se depositaron 2 semillas por cada uno. Cada orificio fué tapado en seguida de la siembra con el suelo removido.

El número de semillas sembradas por almácigo se presenta en la tabla 2.

Para evitar que las semillas fueran atacadas por hongos en el momento de la germinación se impregnaron con polvo de Arasán¹ antes de la siembra.

¹ Fórmula condensada del Arasán (Thiram): $C_6H_{12}N_2S_4$
Nombre químico: Disulfuro de bis-(dimetiltiocarbamoilo).

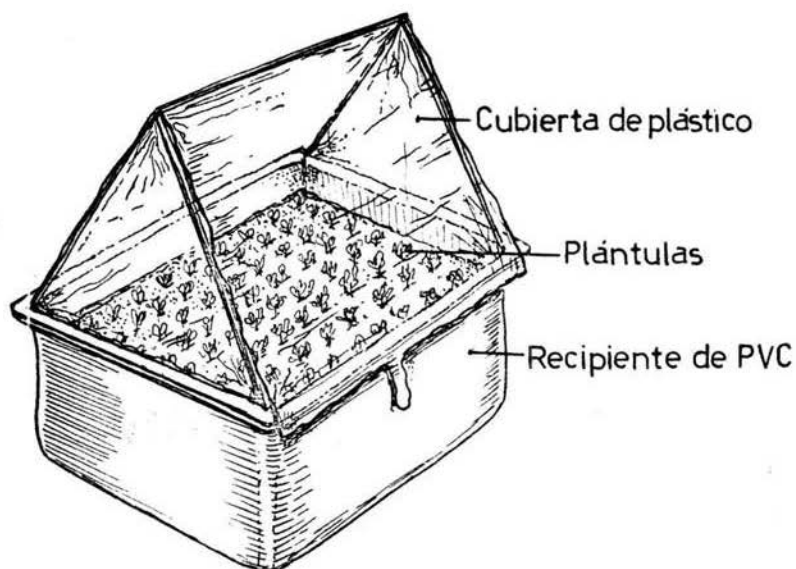


Fig. 1 Aspecto del almácigo de laboratorio.

Almá- ci- go	No. semi- llas total	No. semi - llas Homes tead Elite	No. semi- llas var. Tropic	No. semi- llas Ace_ 55 V-F
1	102			102
2	144	72	72	
3	180	72		108
4	74		74	

Tabla 2.- Número de semillas sembradas por almácigo

D.- Extracción.

El inóculo para este estudio estuvo formado por huevecillos y larvas extraídas de las raíces infectadas por Nacobbus serendipiticus del jitomate provenientes del Campo "X", habiéndose empleado para dicha extracción las siguientes técnicas.

a) Tamizado y centrifugación.

- 1.- Las raíces se lavaron cuidadosamente con agua corriente y con unas tijeras se separaron del resto de la planta.
- 2.- Se seleccionaron las raíces con abundantes nodulaciones y se cortaron en trozos pequeños de aproximadamente 5 cm.
- 3.- Utilizando una licuadora casera de alimentos se molieron 150 g de este material con unos 150 a 200 ml de agua durante diez minutos, para después pasar el material molido a través de un tamiz de 50 mallas.
- 4.- Con una manguera conectada a la llave del agua se lavó el tamiz, concentrando los residuos en un extremo del mismo y enjuagando al final con ayuda de una pisseta.
- 5.- Debajo del tamiz de 50 mallas se colocó una serie de tamices de diferente mallaje (100, 200 y 325 mallas) que descansaban sobre el embudo de fierro que les daba cubo: bajo este se colocó un frasco colector de boca ancha.
- 6.- Una vez que se hubo enjuagado el tamiz de 50 mallas se retiró y prosiguió a lavar el segundo tamiz (100

mallas), siguiendo el mismo procedimiento indicado - en el paso 4. Para evitar que el agua se derramara, a causa de que se bloqueaba el cernidor con residuos, se le daban ligeros golpes al mismo tiempo que se inclinaba para facilitar el paso del agua retenida.

- 7.- Una vez que todos los tamices fueron lavados, se tuvo suficiente solución de suelo como para proseguir con la técnica de centrifugación para la recolección de larvas y huevecillos de N. serendipiticus.

Para la concentración y recolección de los huevecillos y larvas de N. serendipiticus se siguió la técnica de centrifugación de Gooris J. y C. J. D'Herde descrita por Cid del Prado (1976).

- 1.- El producto del tamizado se hizo pasar finalmente a través de un tamiz de 500 mallas del que se obtuvo un residuo que se redujo a un volumen de 150 ml de agua.
- 2.- Este volumen se repartió en dos tubos de centrífuga de 100 ml agregando 2 g de caolín por cada 50 ml del concentrado.
- 3.- Con un agitador se homogeneizó perfectamente.
- 4.- Se centrifugó a 3000 rpm durante 5 min.
- 5.- Eliminando el sobrenadante, se limpió la boca de los tubos para quitar los residuos de caolín.
- 6.- Se añadió al sedimento una solución de sacarosa al 55% p/v y posteriormente se agitó para resuspenderlo.
- 7.- Se centrifugó a 2000 rpm durante 3 min.
- 8.- El sobrenadante se colectó en un tamiz pequeño de 500 mallas lavando inmediatamente con agua para eliminar el azúcar y evitar la distorsión de los nemátos

dos.

- 9.- Con ayuda de una piseta con agua, se concentró el residuo del tamiz y se obtuvo en un mínimo volumen; la solución se pasó a un vaso de precipitados de 100 ml.
- 10.- Se usaron para el conteo alícuotas adecuadas (Ver "conteo") y se observaron al microscopio compuesto con ocular de 8 X y objetivo 10 X.

El caolín se utiliza en la centrifugación para arrastrar a los nemátodos y así poder eliminar el agua sobrante de la muestra. La solución azucarada, por su parte, posee una gravedad específica mayor a la que presentan los nemátodos y por tal razón flotan y quedan suspendidos en la solución.

La extracción de nemátodos por centrifugación tiene la ventaja de que se pueden obtener un gran número de éstos en un tiempo razonable (unos 15 min), además de que es conveniente para aislar nemátodos poco activos, que no pasan rápidamente a través de los filtros usados en otras técnicas (Baermann o sus modificaciones) (42).

E.- Conteo.

Se procesaron un total de 620 g de raíces noduladas por las técnicas de molienda y centrifugación y se llevaron a un volumen de 400 ml con agua. Se tomó una alícuota de 5 ml de esta suspensión para calcular el número de huevos y larvas que serían inoculadas en las plantas. Para este propósito se utilizó una cámara cuenta-nemátodos (14) de 5 cm X 2.6 cm y 0.34 cm de altura, por lo que el volumen total calculado para la misma fué de 4.42 cm³.

Llenando la cámara con la suspensión de huevos y reco --

rriéndola cuidadosamente bajo el microscopio compuesto (con ocular de 9 X y objetivo 10 X), se estimó que existían 2500 - huevos/ ml en dicha suspensión.

F.- Inoculación.

De acuerdo al diseño experimental, se prepararon para -- las diferentes parcelas, 48 vasos de unisel de 1 litro de capacidad llenándolos en el laboratorio con suelo esterilizado_ y colocándolos sobre tiras del mismo material para evitar la_ contaminación entre los diferentes tratamientos en el momento de que las plantas fueran regadas (6).

Una vez que el suelo de las macetas se humedeció con a - gua para obtener el equivalente a un 60% de la capacidad de - campo, en cada una de las mismas se hizo en el centro un agu - jero de 5 cm de profundidad y 5 cm de diámetro, retirando el_ suelo hacia los lados.

Se aplicó el inóculo con una pipeta graduada partiendo - del centro y hacia las orillas en forma espiral. Burbujeando_ la suspensión original de huevos y larvas a fin de homogenei - zar perfectamente, se tomaron 2 ml para cada maceta rotulada_ como "inóculo alto", que correspondía a 2500 huevos/ml. De la suspensión original restante se tomó una alícuota de 10 ml ha - ciendo una dilución 1:4 con agua por lo que se tuvo una con - centración de 500 huevos/ml. Con esta última, se efectuó una_ nueva dilución 1:1 con agua, por lo que, al final, fueron a - gregados 250 huevos/ml en un inóculo de 2 mililitros en las - macetas etiquetadas como "inóculo bajo".

Inmediatamente después de la inoculación se tapó con el_ suelo removido y tres días mas tarde se hizo el transplante -

con objeto de dar a las larvas que emergieran la oportunidad de distribuirse en el suelo (3).

G.- Transplante.

Por medio de una pequeña pala de jardín se hizo un hueco en el suelo de las macetas procurando no retirar demasiado el suelo del centro. Se sacaron de los almácigos las plantas que medían aproximadamente 10 cm de altura, evitando dañar las raíces; se traspasaron a cada una de las macetas dos plantas, de acuerdo al diseño experimental y se tapó aprisionando suficientemente el suelo para impedir la formación de microclimas adecuados a la proliferación de hongos (6).

Se regaron las plantas con solución nutritiva (apéndice B) la que fué aplicada semanalmente a todas las plantas y se empleó solución del fungicida Captán¹ al 2% aplicada cada mes como prevención del ataque por hongos.

Para que las plantas no se vieran afectadas por una iluminación desigual, éstas se rotaron cada mes siguiendo el patrón del diseño experimental.

¹ Fórmula condensada del Captán: $C_9H_8O_2NS.Cl_3$
Nombre químico: N-triclorometiltio-3a, 4, 7, 7a tetrahydroftalimida.

Semanariamente se tomaron medidas de la longitud del follaje y grosor del tallo de todas las plantas incluidas en el experimento, a fin de observar su desarrollo durante el transcurso del mismo. Por cada una de las variedades se hizo una tabla donde se fueron anotando dichas medidas, agrupándolas de acuerdo al tratamiento y a la repetición a la que pertenecían.

Durante 17 semanas se realizaron las estimaciones de longitud y después de este tiempo las plantas experimentales se fueron sacando cuidadosamente de las macetas comenzando por una de las repeticiones. Conforme se iban retirando del suelo las raíces de las plantas, se lavaban con agua de la llave se cándolas con papel absorbente y se llevaban, una por una, a la balanza granataria donde se estimaba el peso de la planta completa e inmediatamente después se tomaba el peso del follaje y de la parte radicular por separado.

Por su parte, las raíces, según la variedad y el tratamiento a los que pertenecían se guardaron en frascos de boca ancha que contenían como fijador FAA (formol-ácido acético-alcohol-agua). A continuación se procedió a hacer el conteo de nódulos por sistema radicular utilizando el microscopio de di sección.

V. RESULTADOS

Diez gramos de raíces de jitomate traídas del campo fueron teñidas con lactofenol-fucsina ácida (Apéndice C) para comprobar la presencia del falso nemátodo formador de agallas Nacobbus sp. Se llevó a cabo la disección de 100 nódulos donde las hembras halladas, por su morfología, pertenecían al género Nacobbus. La fotografía 1 muestra una hembra madura de Nacobbus sp. alimentándose en el haz vascular y provocando necrosis e hipertrofia.

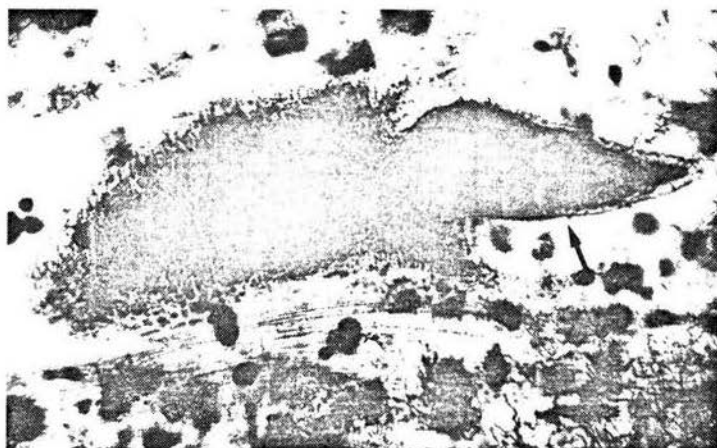
Se observó que, en promedio, el número de hembras presentes en cada nódulo era de dos.

A.- Efecto de los nemátodos sobre la longitud y grosor de las plantas.

Habiendo transcurrido 17 semanas a partir del trasplante, se suspendieron las mediciones de longitud y grosor del tallo y con éstas se elaboraron gráficas de longitud del follaje y grosor del tallo contra tiempo, por cada una de las variedades.

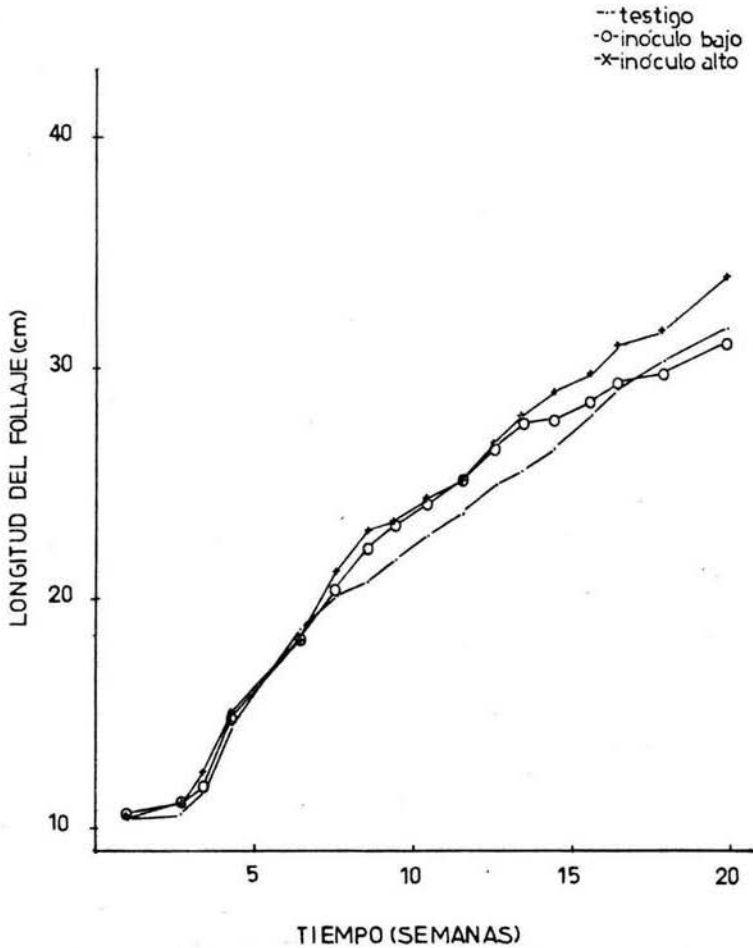
Con el fin de observar el efecto de los nemátodos sobre el crecimiento de las plantas, se hicieron comparaciones de aquéllas inoculadas con 5000 huevos por maceta ("inóculo alto"), de las inoculadas con 500 huevos por maceta ("inóculo bajo") y de las plantas testigo.

Los resultados de tales comparaciones se muestran en las gráficas 1, 2 y 3 que corresponden a la longitud del follaje a través del tiempo y en las gráficas 4, 5 y 6 concernientes

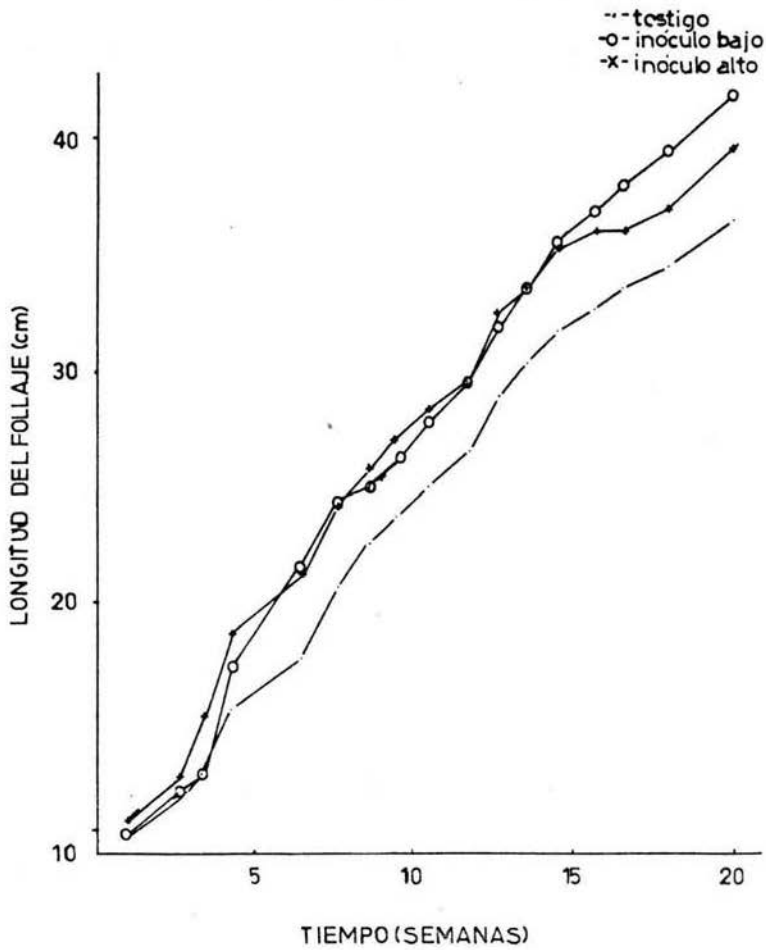


Fotografía 1.- Hembra madura de Nacobbus serendipiticus en tejidos radiculares de L. esculentum (técnica de tinción lactofenol-fucsina ácida).

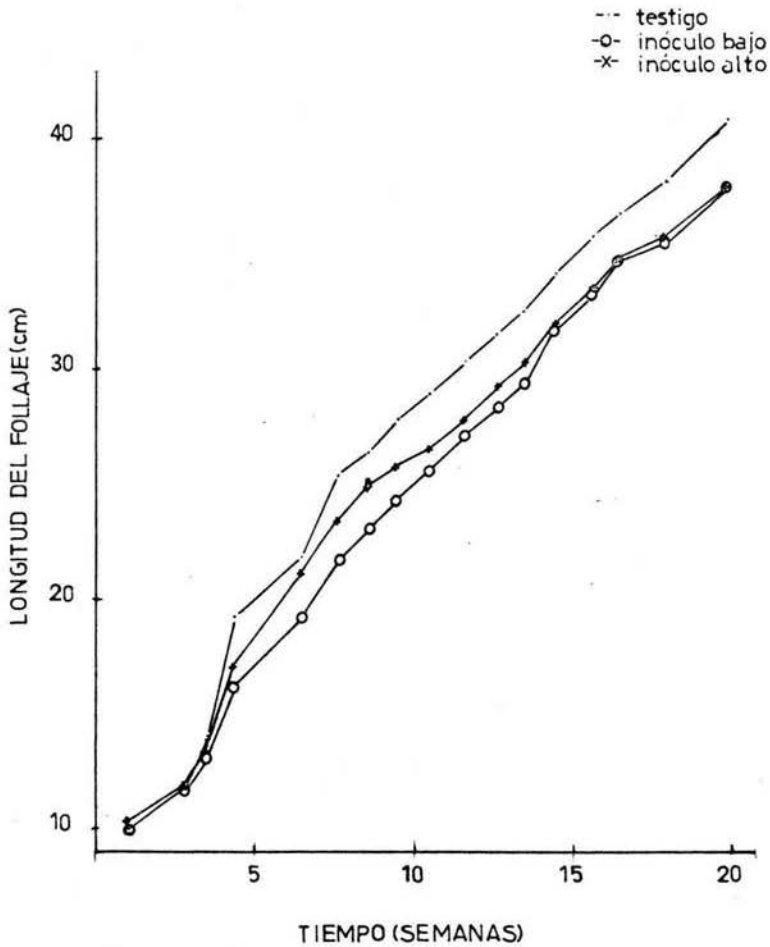
Gráfica 1.- Variación promedio de la longitud del follaje en la variedad Ace 55 V-F con diferentes grados de inóculo de *N. serendipiticus*.



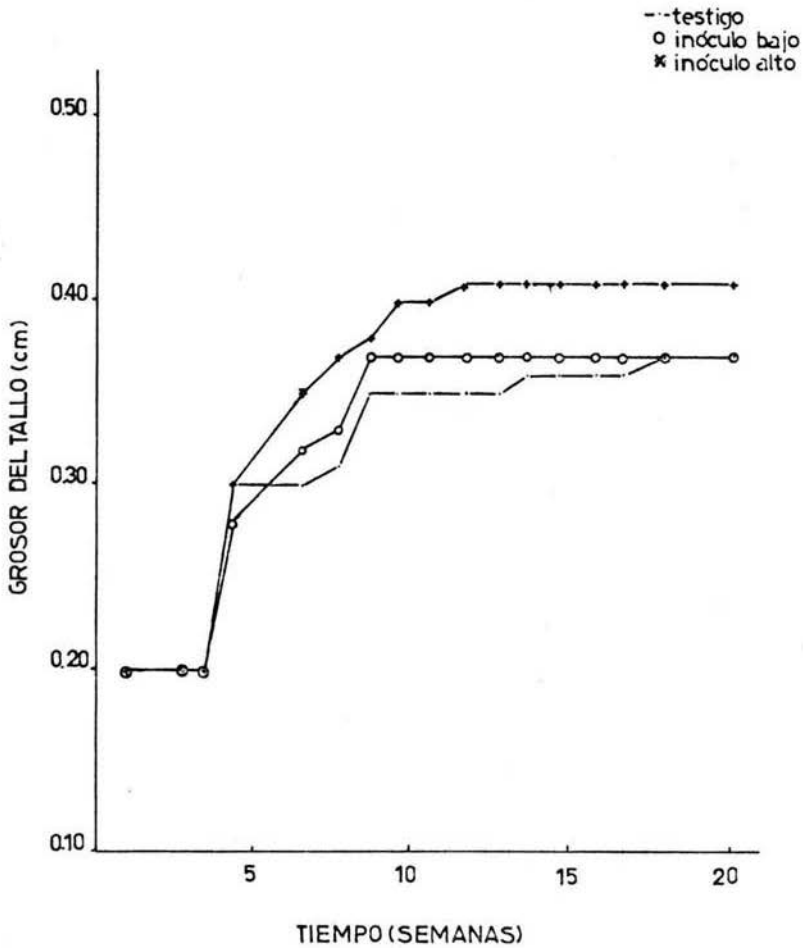
Gráfica 2- Variación promedio de la longitud del follaje en la variedad Tropic con diferentes grados de inóculo de *N. gerendipiticus*



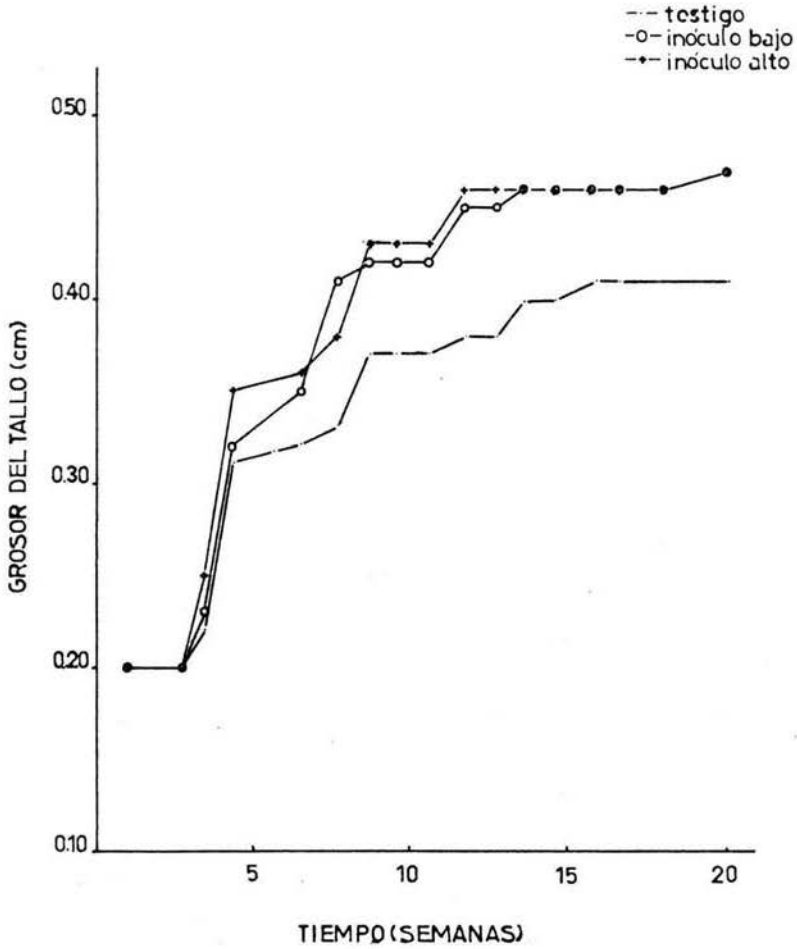
Gráfica 3.- Variación promedio de la longitud del follaje en la variedad Homestead Elite con diferentes grados de inóculo de *N. serendipiticus*.



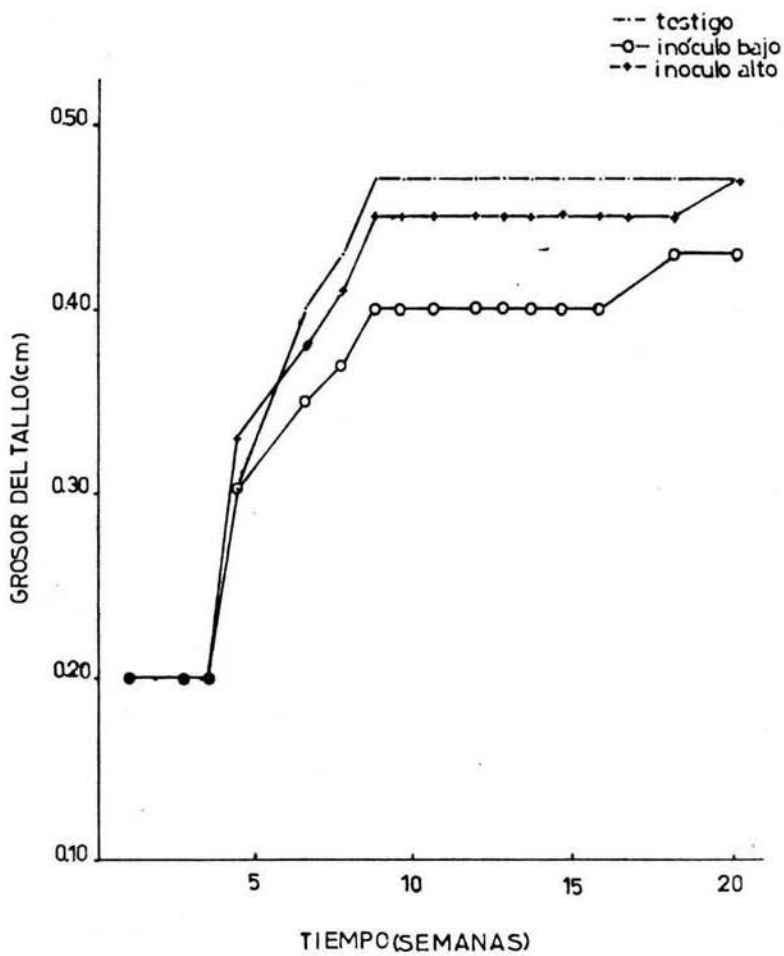
Gráfica 4.- Variación promedio del grosor del tallo en la variedad Ace 55 V-F con diferentes grados de inóculo de *N. serendipiticus*.



Gráfica 5- Variación promedio del grosor del tallo en la variedad Tropic con diferentes grados de inóculo de *N. serendipiticus*.



Gráfica 6-Variación promedio del grosor del tallo en la variedad Homestead Elite con diferentes grados de inoculo de N serendipiticus



a las estimaciones del grosor del tallo frente al tiempo.

En las tres primeras gráficas, como se puede apreciar, - las plantas inoculadas con Nacobbus serendipiticus alcanzan - aproximadamente las mismas medidas de longitud a partir de la cuarta semana, a diferencia de las plantas testigo que siguen un patrón diverso. Las plantas testigo tuvieron un menor desarrollo en las variedades Ace 55 V-F y Tropic en comparación - con las plantas inoculadas. Las plantas testigo de la variedad Homestead Elite presentaron un mayor desarrollo que las - plantas inoculadas.

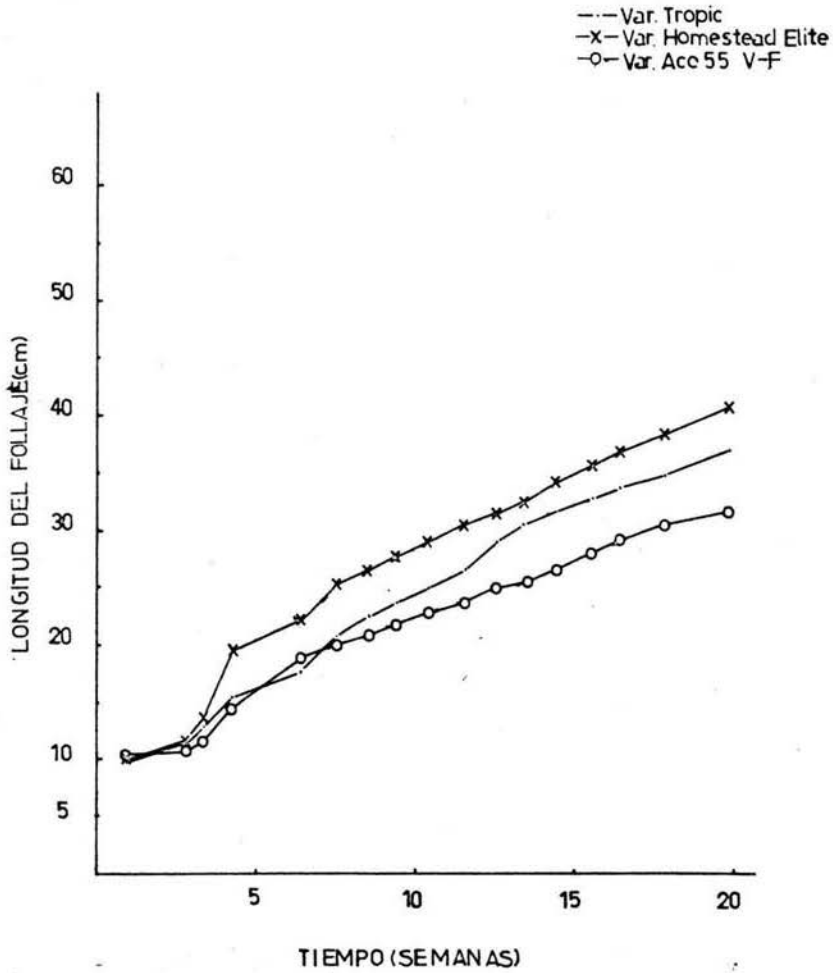
En las gráficas 4, 5 y 6 las diferencias entre plantas - inoculadas y plantas testigo sólo se observa en la variedad - Tropic.

Por otra parte, las gráficas 7, 8 y 9 muestran el crecimiento de las plantas a través del tiempo reunidas éstas por - variedades y de acuerdo al tratamiento a la que fueron expuestas. En cada una de las gráficas se comparan las tres variedades de jitomate en un solo tratamiento. En estas gráficas la - var. Ace 55 V-F presenta el menor desarrollo en los tres tratamientos. Por su parte, la variedad Tropic presenta el mayor desarrollo en el inóculo alto y en el inóculo bajo de las --- tres variedades experimentadas.

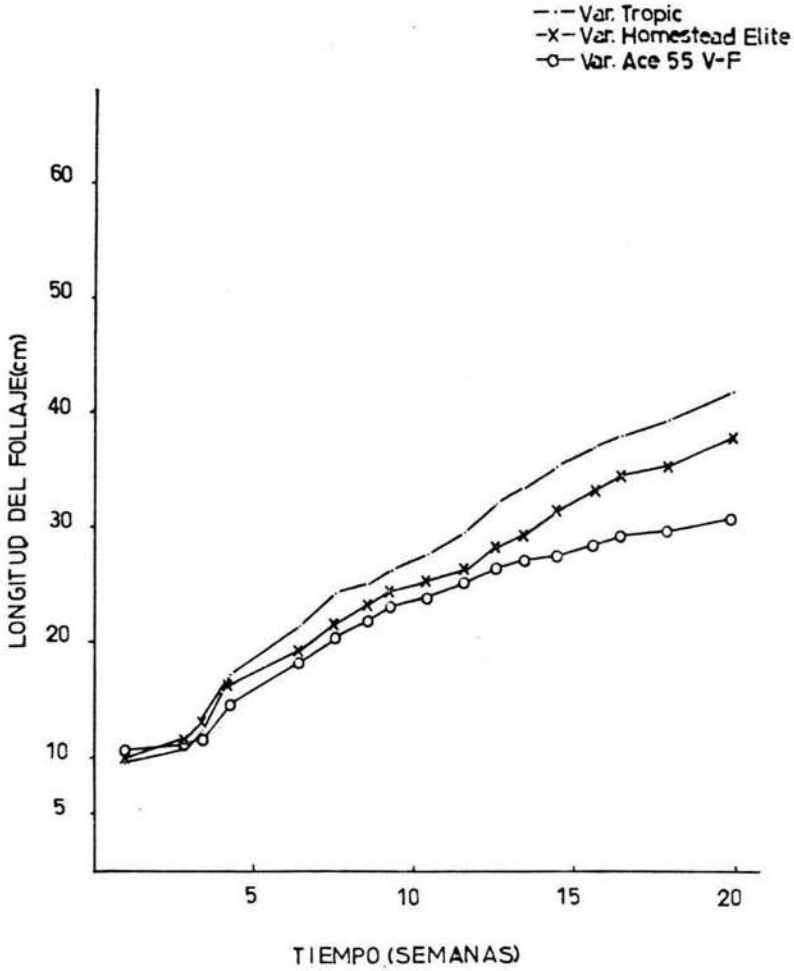
B.- Efecto de los nemátodos sobre el peso de las plantas.

Una vez que hubieron sido pesadas todas las plantas experimentales y las estimaciones se anotaron en una tabla, se elaboró la gráfica 10, la cual exhibe los promedios del peso - total, del peso del follaje y del peso de la raíz de las cuatro repeticiones, separándolos por tratamientos en las tres -

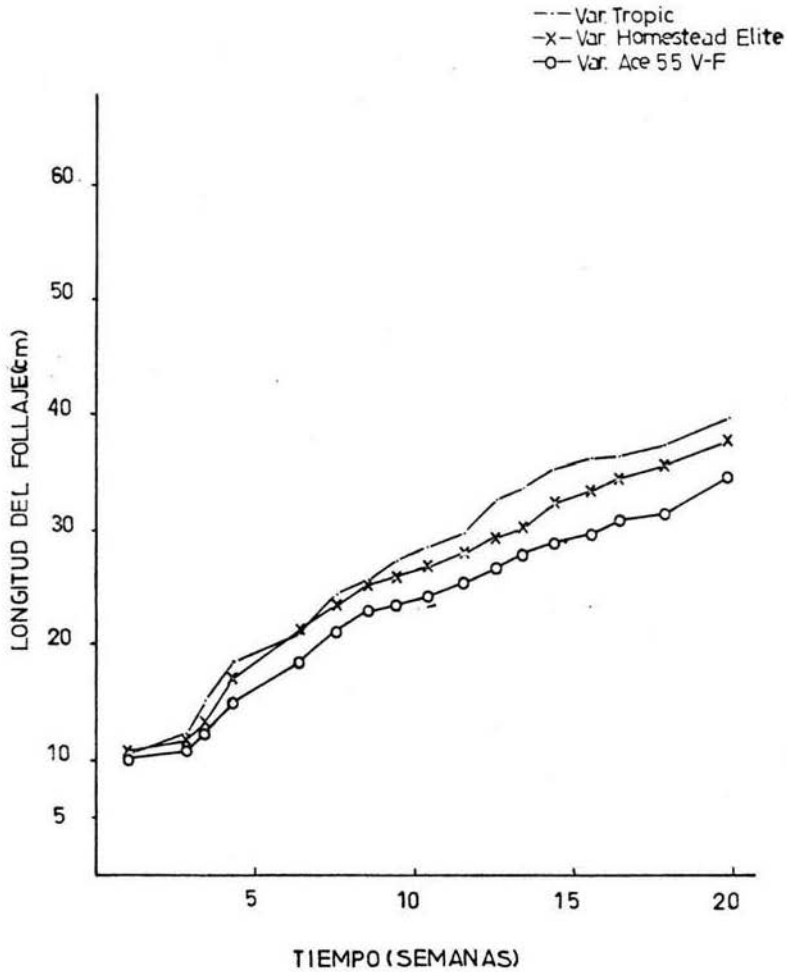
Gráfica 7.- Comparación de la longitud del follaje de las tres var. experimentales en el tratamiento I (testigo)



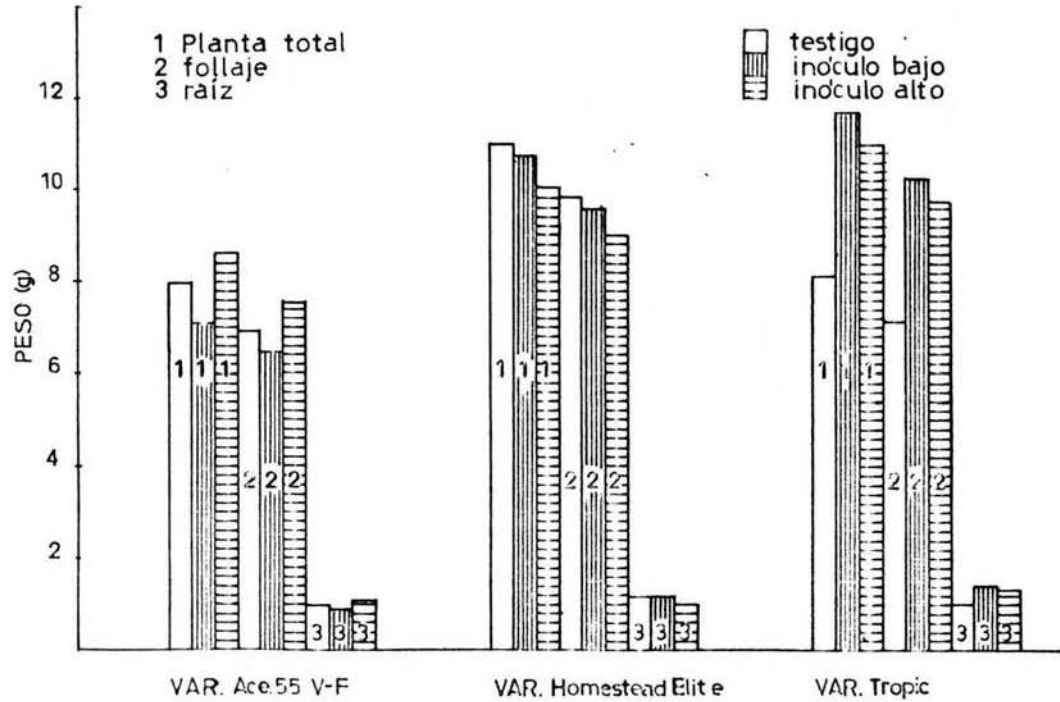
Gráfica 8.- Comparación de la longitud del follaje de las tres var. experimentales en el tratamiento II (inoculo bajo)



Gráfica 9.-Comparación de la longitud del follaje de las tres var. experimentales en el tratamiento III (inóculo alto)



Gráfica 10.- Comparación de los pesos de la planta total, el follaje y la raíz por tratamientos y variedades.



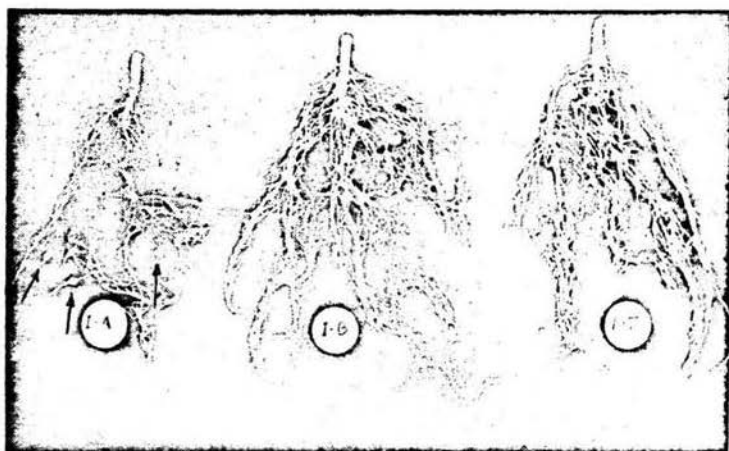
variedades probadas.

Si se toman las variedades por separado se observa que, en la variedad Ace 55 V-F, las plantas con el inóculo alto tuvieron un mayor peso que las plantas de los otros tratamientos; en la variedad Homestead Elite las plantas testigo (plantas no inoculadas) presentaron un peso ligeramente mayor que las plantas inoculadas y en la variedad Tropic las plantas -- con inóculo bajo fueron las que alcanzaron el peso mayor en comparación con los otros dos tratamientos. Como se puede ver, ninguno de los tres tratamientos ensayados predominó sobre otro en las tres variedades.

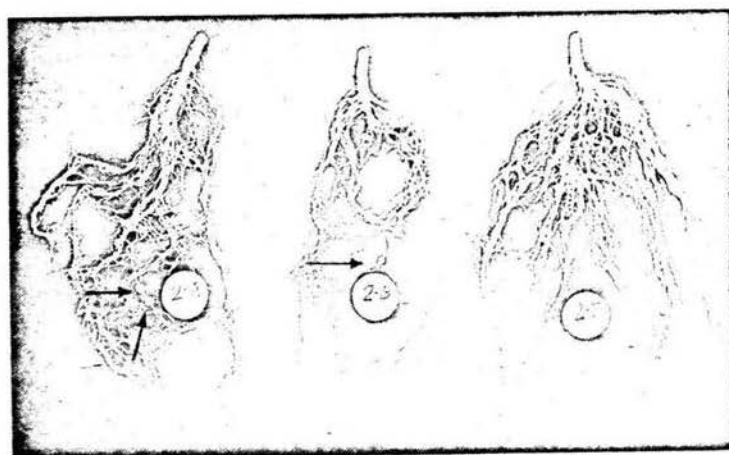
C.- Efecto de los nemátodos sobre las raíces de las plantas.

Examinando cuidadosamente bajo el microscopio las raíces de todas las plantas experimentales se pudo observar que las plantas testigo, como era de esperar, no presentaban nódulos; sin embargo, estos tampoco se manifestaron en las plantas inoculadas con 500 huevos por maceta, a excepción de algunos nódulos en la variedad Tropic de la repetición 1. Las fotografías 2, 3 y 4 muestran, por variedad, el diverso grado de nodulación en los tres tratamientos. La fotografía 5 ilustra el grado de infección en una planta de jitomate obtenida en el campo X de Actopan, Hgo.

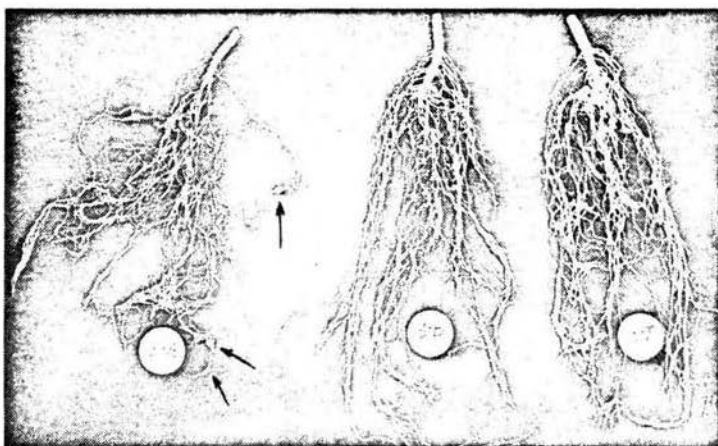
Como ya se mencionó con anterioridad, se sembraron dos plantas de jitomate por maceta, haciendo un total de 24 plantas por cada tratamiento; así, en la mayoría de las macetas rotuladas con "inóculo alto" se hallaron nódulos o agallas en las raíces de solo una de las plantas, quizás debido a las variaciones genéticas existentes entre ellas que posiblemente -



Fotografía 2.- Grado de nodulación en la var. Homes - tead Elite: 1-A, inóculo alto; 1-B, inóculo bajo; 1-T, testigo



Fotografía 3.- Grado de nodulación en la var. Tropic : 2-A, inóculo alto; 2-B, inóculo bajo ; 2-T, testigo



Fotografía 4.- Grado de nodulación en la var. Ace 55 V-F: 3-A, inóculo alto; 3-B, inóculo bajo; 3-T, testigo



Fotografía 5.- Nódulos producidos por N. se -
rendipiticus en raíces de L. -
esculentum, en infecciones na-
turales (Actopan, Hgo.)

permitieron un diverso grado de penetración de larvas por su mayor o menor desarrollo radicular. La competencia por la luz, por los nutrientes, por el agua y por el espacio en sí, puede ser un factor determinante en el mayor o menor desarrollo de las plantas que crecen juntas en un espacio reducido, tal y como lo menciona Rusell(1970). El número y tamaño de los nódulos por repetición se muestra en la tabla 13. Como se puede observar, en la repetición 2 de la variedad Ace 55 V-F no se hallaron dichos nódulos en ninguna de las dos plantas sembradas en la parcela.

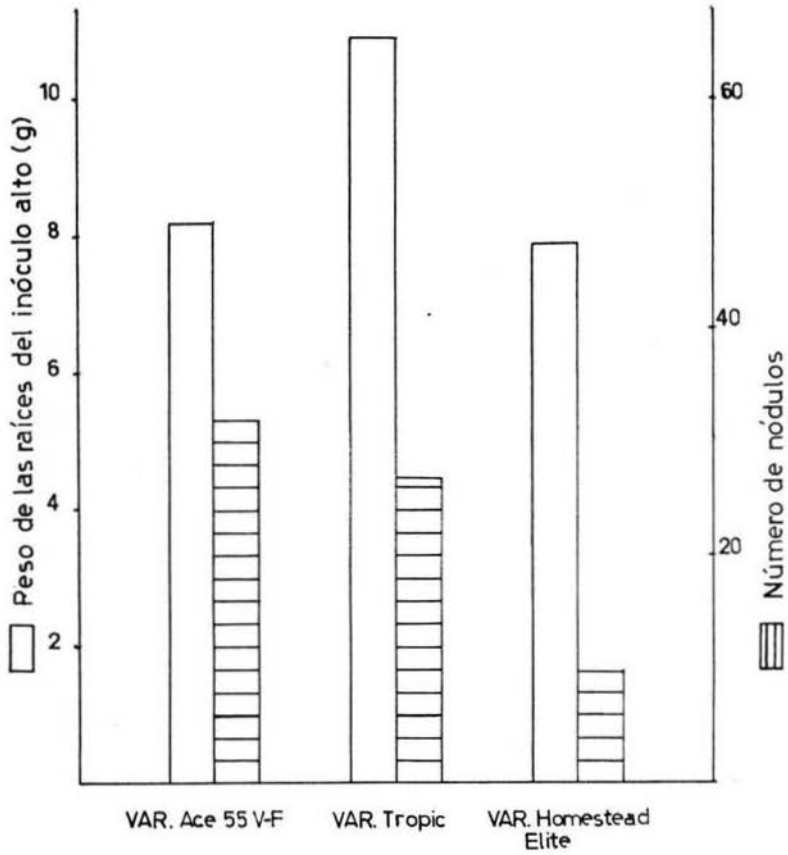
La gráfica 11 muestra el número de nódulos total que se presentaron en el inóculo alto y se compara con el peso total del sistema radicular por cada una de las variedades. En dicha gráfica, las variedades Ace 55 V-F y Homestead Elite, teniendo un peso total del sistema radicular muy similar, presentaron diferencias en el número de nódulos.

Finalmente, la gráfica 12 presenta las fluctuaciones de temperatura (tomada a las 18 horas) a lo largo de las 17 semanas de mantener las plantas en el laboratorio.

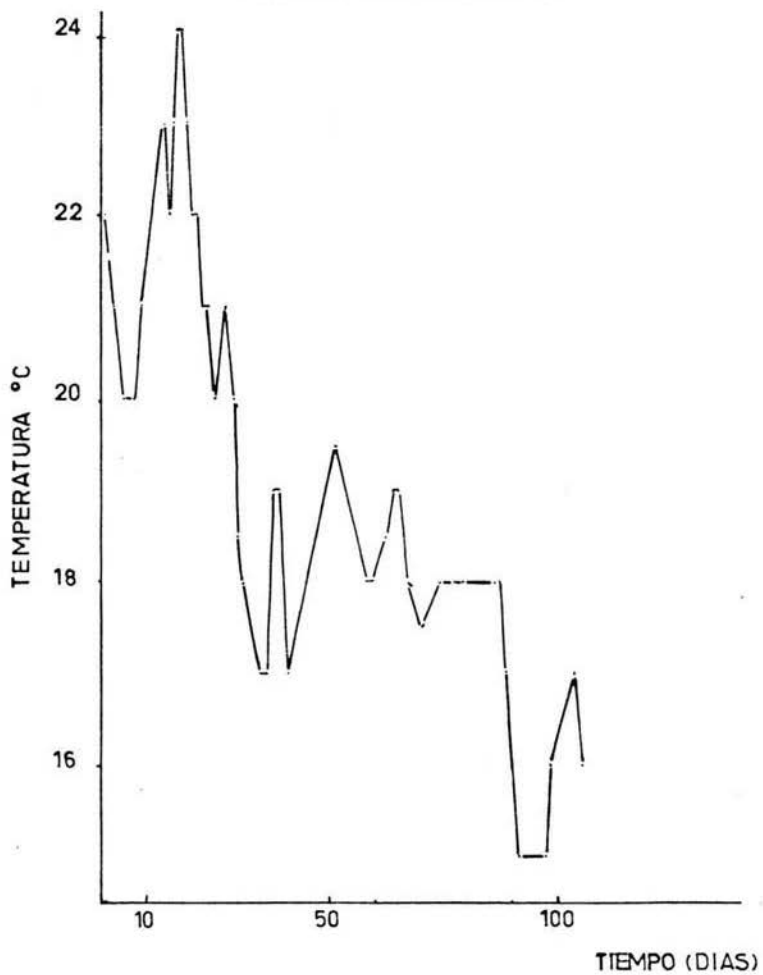
D.- Evaluación estadística de los resultados.

Con el objeto de determinar el grado de susceptibilidad de las variedades de jitomate Ace 55 V-F, Tropic y Homestead Elite a los nemátodos del género Nacobbus y para la interpretación de los resultados, se llevó a cabo la evaluación estadística de los mismos para determinar si de acuerdo a los parámetros de medición establecidos en los objetivos y conforme al diseño experimental, hubo o no diferencias significativas en tales resultados. La evaluación se efectuó entre los datos

Gráfica 11.- Relación del número de nódulos y peso total de las raíces en las tres variedades experimentales.



Gráfica 12.-Fluctuación de la temperatura del suelo de las macetas experimentales durante 17 semanas de medición(°C).



relativos a: la longitud del follaje, el grosor del tallo y el peso de las plantas, además de la realizada para el número de módulos de las raíces infectadas.

Aplicando el análisis de varianza se halló que, atendiendo a la longitud del follaje, entre variedades había diferencias significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad, no así entre tratamientos. En la tabla 3, se presentan las estimaciones finales de la longitud del follaje y en la tabla 4 los resultados del análisis estadístico mencionado. En relación a los valores finales del grosor el tallo (tabla 5) el análisis de varianza muestra que entre variedades y entre tratamientos no había diferencias significativas a los niveles probados -- (tabla 6).

Para examinar el efecto que los nemátodos pudieron haber tenido en el peso de las plantas se aplicó el análisis de varianza en el que se comparan los tratamientos y las variedades en conjunto.

Los valores del peso total de las plantas, por tratamientos y variedades, son proporcionados en la tabla 7, donde cada valor corresponde al peso promedio de las dos plantas sembradas en cada maceta; los resultados del análisis estadístico se dan en la tabla 8.

El análisis de varianza indicó que existía una diferencia significativa entre las variedades a un nivel de 0.05 y 0.01 de significación; no así entre tratamientos, donde la $F_{\text{de las tablas}}$ resultó mayor que la F calculada (tabla 8).

Con los valores del peso del follaje (tabla 9), se aplicó la misma forma de análisis y los resultados se anotan en la tabla 10. Se observa que entre variedades se presentaron diferencias significativas al 5% y 1% de P , mientras que en

Tratamiento variedad	R	Testigo	R	Inóculo bajo	R	Inóculo alto
		I		II		III
Ace. 55 V-F	1	36.70	1	32.20	1	39.40
	2	26.50	2	37.20	2	32.70
	3	30.50	3	28.20	3	29.20
	4	33.70	4	31.50	4	35.50
Tropic	1	44.00	1	41.00	1	35.00
	2	35.20	2	42.00	2	39.50
	3	37.00	3	41.20	3	44.00
	4	30.60	4	44.00	4	41.20
Homestead Elite	1	43.50	1	37.50	1	38.00
	2	35.70	2	42.20	2	36.50
	3	42.70	3	34.50	3	40.20
	4	41.50	4	36.00	4	37.00

Tabla 3.- Valores de la longitud del follaje de las plantas (cm) por tratamientos y variedades.

R= repetición No.

F. V.	g. l.	S. C.	C. M.	Fcalc.	F. tab.	
					0.05	0.01
Variedad	2	338.80	169.40	13.17	3.35	5.49
Tratamiento	2	7.33	3.67	0.29	3.35	5.49
Inter.	4	84.63	21.16	1.65	2.73	4.11
Error	27	347.28	12.86			
Total	35	778.04				

Tabla 4.- Análisis de varianza para los valores de longitud del follaje de la tabla 3.

Treatment Variedad	R	Testigo I	R	Inóculo bajo II	R	Inóculo alto III
Ace. 55 V-F	1	0.40	1	0.50	1	0.50
	2	0.35	2	0.40	2	0.35
	3	0.35	3	0.35	3	0.35
	4	0.40	4	0.30	4	0.45
Tropic	1	0.55	1	0.45	1	0.45
	2	0.35	2	0.50	2	0.40
	3	0.40	3	0.45	3	0.55
	4	0.35	4	0.50	4	0.50
Homestead Elite	1	0.50	1	0.40	1	0.50
	2	0.40	2	0.50	2	0.50
	3	0.50	3	0.40	3	0.45
	4	0.50	4	0.45	4	0.45

Tabla 5.-Valores del grosor del tallo de las plantas (cm) por tratamientos y variedades.

R=repetición No.

F. V.	g. l.	S C	C M	Fcalc.	F tab.	
					0.05	0.01
Variedad	2	0.04	0.02	285	3.35	5.49
Tratamiento	2	0.01	0.005	0.71	3.35	5.49
Inter.	4	0.01	0.0025	0.35	2.73	4.11
Error	27	0.21	0.007			
Total	35	0.27				

Tabla 6.-Análisis de varianza para los valores del grosor del tallo de la tabla 5

Treatment/ Variedad	R	Testigo I	R	Inóculo bajo II	R	Inóculo alto III
Ace 55 VF	1	8.15	1	6.35	1	11.55
	2	6.65	2	10.30	2	8.60
	3	7.40	3	6.00	3	6.30
	4	9.75	4	7.50	4	7.90
Tropic	1	8.75	1	9.70	1	10.30
	2	7.10	2	11.70	2	12.50
	3	8.40	3	11.95	3	9.95
	4	8.20	4	13.25	4	11.15
Homestead Elite	1	11.25	1	10.95	1	9.30
	2	10.05	2	9.55	2	8.75
	3	11.35	3	11.20	3	9.80
	4	11.30	4	11.20	4	10.50

Tabla 7 Valores del peso total de las plantas (g) por tratamientos y variedades

R=repetición No.

F. V.	g l.	S C	C M	f calc.	F. tab.	
					0.05	0.01
Variedad	2	42.69	21.35	12.06	3.35	5.49
Tratamiento	2	5.71	2.86	1.62	3.35	5.49
Inter.	4	29.07	7.27	4.11	2.73	4.11
Error	27	47.70	1.77			
Total	35	125.17				

Tabla 8 Análisis de varianza para los valores del peso total de la tabla 7

Treatment/ Variety	R	Testigo	R	Inoculo bajo	R	Inoculo alto
Ace 55V-F	1	7.00	1	5.85	1	10.15
	2	6.00	2	9.60	2	7.45
	3	6.70	3	5.25	3	5.65
	4	8.05	4	6.50	4	7.00
Tropic	1	7.75	1	8.60	1	9.05
	2	6.35	2	10.40	2	10.65
	3	7.50	3	10.30	3	9.00
	4	6.85	4	11.60	4	9.75
Homestead Elite	1	9.75	1	9.70	1	8.45
	2	8.85	2	8.50	2	8.25
	3	10.20	3	9.80	3	9.45
	4	10.40	4	10.20	4	10.00

Tabla 9-Valores del peso del follaje de las plantas (g) por tratamientos y variedades

R=repetición No.

F. V.	g l	S C	C M	t. calc.	F. tab.	
					0.05	0.01
Variación	2	37.43	18.72	13.76	3.35	5.49
Tratamiento	2	5.83	2.92	2.15	3.35	5.49
Inter.	4	18.44	4.61	3.39	2.73	4.11
Error	27	36.73	1.36			
Total	35	98.43				

Tabla 10: Análisis de varianza para los valores de peso del follaje de la tabla 9

tre tratamientos no se hallaron tales diferencias.

Considerando los valores del peso de la raíz dados en la tabla 11, las diferencias no resultaron ser significativas ni entre variedades ni entre tratamientos como lo muestra la tabla 12.

La tabla 13, expone el número y tamaño de los nódulos en las raíces de jitomate por repetición. De acuerdo al análisis de varianza para el número de nódulos, en los inóculos altos no existieron diferencias significativas al 1% y 5% de P (tabla 14).

Tratamiento Variedad	R	Testigo	R	Inóculo bajo	R	Inóculo alto
	Ace 55 V-F	1	1.15	1	0.50	1
2		0.65	2	1.60	2	1.15
3		0.70	3	0.35	3	0.65
4		1.70	4	1.00	4	0.90
Tropic	1	1.00	1	1.10	1	1.25
	2	0.75	2	1.30	2	1.85
	3	0.90	3	1.65	3	0.95
	4	1.35	4	1.65	4	1.40
Homestead Elite	1	1.50	1	1.25	1	0.85
	2	1.20	2	1.05	2	1.15
	3	1.15	3	1.40	3	0.95
	4	0.90	4	1.00	4	1.00

Tabla 11-Valores de peso de la raíz de las plantas (g) por tratamientos y variedades

R=repeticion No.

F V	g. l.	S C	C M	f.calc.	f. tab.	
					0.05	0.01
Variedad	2	0.49	0.25	2.08	3.35	5.49
Tratamiento	2	0.03	0.02	0.17	3.35	5.49
Inter.	4	0.56	0.14	1.16	2.73	4.11
Error	27	3.12	0.12			
Total	35	4.20				

Tabla 12- Análisis de varianza para los valores de peso de la raíz de la tabla 11

Variación	R	Longitud promedio de nódulos (mm)	Ancho promedio de nódulos (mm)	No. de nódulos por repetición
Ace 55 V-F	1	2.80	1.80	18.00
	2	0.00	0.00	0.00
	3	3.30	2.60	3.00
	4	4.30	2.60	11.00
Tropic	1	3.00	1.40	5.00
	2	2.60	3.00	3.00
	3	2.70	1.80	11.00
	4	3.50	2.70	8.00
Homestead Elite	1	3.50	2.50	2.00
	2	4.00	3.00	2.00
	3	5.50	3.00	2.00
	4	3.20	2.50	4.00

Tabla 13- Número y tamaño promedio de nódulos en las raíces infectadas con *N. serendipitici*.
R=repeticón No.

Fuente	S C	gl	M C	F calc.	F	
					0.05	0.01
Factor	16.63	2	8.31	1.27	5.14	10.92
Error	39.04	6	6.50			
Sc B	2040	3				

Tabla 14- Análisis de varianza para el número de nódulos en las raíces inoculadas con *N. serendipitici*.

VI.DISCUSION

Como resultado de la interacción entre la presión del ambiente en el que se desarrollan las plantas cultivadas y su genotipo, la amplitud de las variaciones que se presenta entre ellas abarca desde las más evidentes, como las que ocurren entre dos especies distintas, hasta las casi imperceptibles que pueden ser, por ejemplo, diferencias sutiles entre la morfología, función, etc. de dos plantas de la misma especie que se desarrollan simultáneamente una al lado de la otra. Tal interrelación hace que las diferencias que se manifiestan entre dos plantas que crecen en idénticas condiciones ambientales sean la consecuencia de la acción de sus diversos componentes genéticos.

De esta forma, las variaciones genéticas existentes entre las variedades de jitomate Ace 55 V-F, Homestead Elite y Tropic mantenidas en el laboratorio bajo un mismo patrón de condiciones ambientales se confirmaron indirectamente con el análisis estadístico utilizado en este trabajo. Las diferencias en relación a la longitud del follaje, peso total de la planta y peso del follaje resultaron ser significativas a niveles de probabilidad del 5% y 1% según lo asentado en el capítulo de resultados. Las plantas de la variedad Ace 55 V-F mostraron en general un menor desarrollo si se comparan con las plantas de la variedad Homestead Elite en las mismas condiciones ambientales que prevalecieron en el laboratorio durante el experimento.

El número de nódulos que se presentaron en las raíces de algunas de las plantas de jitomate en la experimentación,

contrasta con el de las del campo del que se tomaron las muestras para obtener el inóculo, ya que en estas dicho número es muy elevado y el daño radicular sumamente severo, con modificación profunda de la morfología externa típica de las raíces y con nódulos de tamaños variables ocasionados por N. serendipiticus, que contenían, en promedio, dos hembras grávidas, varios machos y estadios larvales en cada agalla. Hay que considerar que, en este caso, se trataba de plantas maduras vegetativamente, en proceso de fructificación. Sin embargo, los nódulos que se formaron en las raíces de las plantas estudiadas en este ensayo fueron, en general, de pequeño tamaño y muy escasos en todos los tratamientos. Por ejemplo, en la repetición 1 de la variedad Ace 55 V-P, donde se presentó el mayor número de nódulos en el sistema radicular, se hallaron 36 hembras maduras infectando las raíces de la planta, tomando como base que, en promedio, se hallan 2 hembras por cada nódulo o agalla.

Las diferencias entre tratamientos, en lo que respecta a las variables estudiadas, no resultaron ser significativas a los niveles probados, indicando que, bajo las condiciones experimentales de esta prueba, cada una de las variedades de jitomate se comportó en forma similar ante los dos grados de inóculo con N. serendipiticus.

Tratamos de explicar el pobre nivel de infección obtenido en el laboratorio en las tres diferentes variedades de jitomate que inoculamos con el falso nemátodo formador de agallas (Nacobbus serendipiticus), en base a resultados similares que han hallado algunos autores con otros vegetales y aún con L. esculentum en presencia de otros nemátodos fitoparásitos.

El crecimiento de cualquier población de fitonemátodos frente a sus huéspedes se encuentra gobernado por gran cantidad de variables, entre las cuales destacan la densidad poblacional del parásito, la susceptibilidad del huésped, el estado de desarrollo vegetativo del mismo y las condiciones ambientales en su habitat. Puesto que muchas de estas variables están interrelacionadas, Norton (1978) menciona que, probablemente, ningún factor por sí solo gobierna el crecimiento poblacional de los nemátodos pero que uno solo podría ser limitante.

La temperatura es quizá el principal factor que influye en la sobrevivencia de los nemátodos (42) y además ejerce grandemente su acción en el desarrollo vegetativo del jitomate.

Existen muchos reportes del efecto de la temperatura sobre el ciclo biológico de fitonemátodos. Tyler (1933a) por ejemplo, puntualiza que la temperatura influye sobre la velocidad de desarrollo de Meloidogyne sp. y que este factor debe ser considerado en toda fase de su estudio biológico. El ciclo de vida de este parásito en raíces de jitomate se completa en 25 días a 27°C aumentando a 87 días a 16.5°C.

También Prasad y Webster (1967) reportaron a la temperatura como factor importante en la aparición de las agallas de N. serendipiticus en raíces de jitomate. Los mencionados autores hallaron que las agallas se manifestaban en 71 días a 15° centígrados, en 36 días a 20°C, en 19 días a 25°C y en 29 días a 30°C.

Según fué reportado por Clark (1969) N. serendipiticus parece sobrevivir en el invernadero bajo condiciones adversas. La temperatura en este lugar, según cita el autor, gene-

ralmente oscilaba por debajo de los 10°C. Las agallas, cuya producción se estimula por la alimentación de las larvas en los tejidos internos de las raíces, nunca aparecieron en los meses de invierno y fué hasta el verano cuando se descubrieron agallas con masas de huevecillos sobre la superficie de la raíz. Se supone que sean los huevos los que en mayor proporción resistan drásticas temperaturas, pero una vez que el desarrollo ha comenzado, las larvas pueden llegar a entrar a un estado de quiescencia.

Las épocas del año en las que se realizó nuestro estudio (otoño e invierno) probablemente tuvieron influencia (variaciones de temperatura) sobre la población de N. serendipiticus, tal y como sucedió para M. incognita (24) y de acuerdo a lo que reportó Clark (loc. cit.) para acuél parásito.

En nuestro caso, las raíces de jitomate dañadas por N. serendipiticus que sirvieron para el inóculo, se extrajeron del campo cuando el cultivo ya había sido abandonado (fines del verano). Cuando se hizo el trasplante de los almácigos a las macetas en el laboratorio y se aplicó el inóculo con larvas activas, aparentemente viables, daba principio el otoño. A partir de este momento las plantas fueron mantenidas en el laboratorio hasta principios del invierno. Esta circunstancia, como se ha dicho, posiblemente tuvo un efecto relevante en el desarrollo del jitomate y en la velocidad del ciclo de vida del parásito.

Los registros de temperatura a través del experimento fluctuaron entre 14°C a 25°C durante el día y de 15°C a 24°C durante la tarde y aunque dichas temperaturas no fueron extremas, el grado de nodulación o formación de agallas en las raíces fué bajo. La explicación para este resultado puede, -

probablemente, apoyarse en los estudios de Prasad y Webster - (loc. cit.) en cuanto a la influencia de la temperatura en la velocidad de desarrollo de N. serendipiticus. Los autores hallaron que el ciclo biológico se completaba en 36 días a temperatura constante de 25°C.

Frecuentemente la humedad y la temperatura están influenciadas mutuamente, de tal manera que, generalmente, es difícil separar los efectos de los dos factores (30). La humedad constituye uno de los parámetros más fluctuantes de todos los suelos y su adición a estos en condiciones naturales (de campo) - por lluvia o irrigación, frecuentemente tiene una profunda influencia sobre la conducta de los nemátodos. Mantener a nivel experimental la humedad apropiada es difícil, requiriéndose - en estos casos de aparatos (hidrómetros) para medirla cada vez que se agrega agua o solución nutritiva. En nuestro caso tratamos de mantener el grado de humedad que consideramos adecuado en base a lo referido en el capítulo de metodología.

Cambios desfavorables en el crecimiento de la planta o menor cantidad de alimento disponible en forma de tejido vegetal para el nemátodo puede ser la causa de una alteración en la relación de machos y hembras en la población. Por ejemplo, según reportó Tyler (1933b), 0.7% de juveniles de Meloidogyne sp. llegaron a ser machos en cultivos únicos; pero este porcentaje aumentó en raíces viejas, enfermas o fuertemente infestadas. En el campo los machos también pueden incrementarse bajo condiciones adversas del medio ambiente. Si tales condiciones propician un mayor número de machos no habría suficientes hembras, que son las que se hallan dentro de los nódulos, y por tanto las encargadas de la distorsión de la raíz; pero esto no se comprobó en el estudio.

Un interesante punto de ser considerado es el hecho de que muchas especies de nemátodos no se adaptan adecuadamente en condiciones de laboratorio o en el invernadero y como expresa Thorne (1961), pareciera que "no prosperan en cautiverio y rehusan cooperar cuando se traen del campo". Esto ha resultado cierto para fitonemátodos de los géneros Meloidogyne, Ditylenchus, Rotylenchus, Helicotylenchus, Xiphinema y otros más, los que frecuentemente mueren después de ser transferidos a parcelas experimentales en invernaderos. Se advierte -- que existe un gran contraste entre la temperatura constante en lugares como los invernaderos y las fluctuaciones de temperatura en el día y la noche en el campo.

Las soluciones de fertilizantes agregadas al suelo parecen tener una influencia indirecta en la población de fitonemátodos al contribuir al crecimiento de sus plantas hospederas, confiriéndoles mayor protección al ataque de dichos organismos. Sin embargo, Dropkin (1967) menciona que la variación en la composición de nutrientes no tuvo un marcado efecto sobre la población de M. incognita acrita, a excepción de las altas concentraciones de K que estimularon la producción de huevos.

Se aduce, según la opinión de Montes (1973), que para N. serendipiticus las bajas concentraciones de K que halló en paja de cebada y los altos niveles de N en pajas de maíz que se agregaron al suelo como posible medio de control para nemátodos, pueden estar relacionados de alguna manera con la disminución de la población de tal especie. Esta observación puede servir como otra hipótesis más en nuestro intento de explicar el bajo grado de infección por los fitonemátodos (estimado -- por el número de agallas en las raíces) ya que pudiera haber

sido consecuencia de ciertos niveles de concentración de sales nitrogenadas que se agregaban al suelo en la solución nutritiva y que pudieran haber limitado la implantación de las larvas adicionadas como inóculos.

Se ha reportado que algunos fumigantes de suelos pueden inhibir de manera temporal la acción de las bacterias nitrificantes, retardando la transformación del nitrógeno del amoníaco a nitrógeno de nitratos, lo que se traduce en una acumulación de amoníaco en el suelo que puede llegar a provocar intoxicación en ciertas plantas que son sensibles a ese compuesto, como lo es el jitomate (8) y también pueden afectar temporalmente cierta fauna del suelo, entre la cual se hallan algunos nemátodos. El bromuro de metilo, fumigante utilizado en este experimento, puede ejercer dicha acción sobre la transformación del nitrógeno y para evitar tanto la fitotoxicidad directa como por estos mecanismos se dejó transcurrir una semana antes de transplantar las variedades de jitomate al suelo tratado para facilitar el escape de ese compuesto químico.

Algunos otros factores como el pH y la presión osmótica moderados no parecen influir sobre la población de fitonemátodos. Por ejemplo, los niveles de población de Criconemoides xenoplax, parasitando melocotón durante siete meses, se mantuvieron constantes a un pH de 5 a 7. Una población de Globodera rostochiensis no parece haber sufrido alteración entre límites de pH de 3 a 8. Según se ha reportado, los nemátodos -- pueden soportar presiones osmóticas hasta de 10 atmósferas. Puesto que la presión osmótica en el suelo raramente excede las dos atmósferas, se cree que este factor no tiene una gran influencia en los procesos de infección de los nemátodos (29).

Creemos conveniente, como preámbulo a nuestras conclusio

nes, mencionar aquí que todas estas hipótesis que hemos ex --
puesto como explicaciones a los probables factores limitantes
de la infección de las variedades de jitomate con N. serendi-
piticus en las condiciones en que llevamos a cabo este estu -
dio en el laboratorio, hacen muy sensibles los resultados aún
bajo las conclusiones que se derivan del análisis probabilís-
tico, por lo que sería necesario en futuros estudios conside-
rar dichos factores en pruebas de laboratorio y extender las_
observaciones a condiciones experimentales de campo.

VII. CONCLUSIONES

La búsqueda de posibles variedades resistentes a fitone-mátodos entre las variedades comerciales de jitomate se justifica plenamente al reparar en la importancia de esta solaná - cea en la economía del país.

Por su parte, el estudio de nemátodos parásitos de plan- tas es una necesidad fundamental, requiriéndose aumentar los_ conocimientos sobre la fauna nematológica en las zonas agríco- las más importantes de México para, posteriormente, aplicar - medidas adecuadas de control donde los nemátodos fueran dañi- nos o tuvieran un alto grado de potencial para causar trans - tornos económicos en los cultivos.

El control de fitonemátodos por medio de variedades re - sistentes es una buena medida para el aprovechamiento de los_ cultivos, logrando mantener las poblaciones de nemátodos pató- genos a bajos niveles (económicamente adecuados) a fin de que el agricultor pueda seguir produciendo y vendiendo sus cose - chas.

Tomando como base el análisis estadístico de los resulta- dos, no podemos recomendar en definitiva el uso de las varie- dades de jitomate probadas en este ensayo por sus caracteres_ de resistencia al ataque de N. serendibiticus. Igualmente con los resultados se verifica que tanto la expresión de los sín- tomas de daño en las variedades de L. esculentum, como el de- sarrollo de N. serendiniticus sobre esta hospedera, están con- siderablemente influenciados por las condiciones ambientales. La fluctuación de la temperatura, la época del año en la que_ fué realizado este estudio, el grado de luminosidad que reci-

bían las plantas en el laboratorio y posiblemente la concentración de sales nitrogenadas aplicadas en este experimento - entre otros factores, pudieran haber impedido, en cierta manera, la penetración de las larvas de N. serendipiticus y el establecimiento de adultos en las raíces en número suficiente - para afectar el desarrollo vegetativo del huésped.

Para estudios similares sería conveniente desarrollar la fase de experimentación en primavera o verano, donde la temperatura e insolación fueran más adecuadas para las variedades probadas, favoreciendo así su desarrollo y, consecuentemente, la penetración de las larvas infectantes. También podría ser factible mantener a las plantas experimentales a un nivel de temperatura constante, aunque sin dejar de tomar en consideración todas las demás variables relacionadas íntimamente.

En trabajos semejantes, sugerimos un control más estricto de los factores ya mencionados (temperatura, humedad, luz, época del año etc.) y también que los estudios se realicen a nivel de invernadero y en el campo, consignando todos los factores que influyen en las poblaciones de nemátodos, tomando en consideración las especies de estos y tipo de vegetal en el que se estudiara la relación huésped-parásito.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALARCON C. (1977). An evaluation of some native Bolivian potato cultivars for resistance to Nacobbus spp. causal agent of rosario or false root-knot nematode.- *Nematrópica*, 7(2): 2
- 2.- ALLARD, R. W. (1975). Principios de la mejora genética de las plantas. Omega, México, 217 p.p.
- 3.- BARRONS, K. C. (1939). Studies of the nature of root-knot resistance. *Journal of Agricultural Research*, 58 (4): 263-271
- 4.- BRAVO, B. J. (1977). The differential pathogenicity of Nacobbus spp. from two locations (Puno and Mantare Valley) on two host plants. *Nematrópica*, 7(2): 3
- 5.- BRUIJN, N. (1968). Nacobbus serendipiticus, a plant - parasitic nematode new to the Netherlands. *Neth. J. - Pl. Path.* 74: 227-228
- 6.- BRUNNER, M. P. (1967). Jicamilla del chile causada - por un nuevo nemátodo y obtención de fuentes de resistencia. Tesis, Colegio de postgraduados, E.N.A. Chapingo, México.
- 7.- CABALLERO, R. M. (1970). Estudios del nemátodo nodulador Nacobbus sp. (Thorne y Allen), causante de la jicamilla del chile. Tesis, E.N.A. Chapingo, México.
- 8.- CHRISTIE, J. R. (1979). Nemátodos de los vegetales. Su ecología y control. Limusa, México, 275 p.p.
- 9.- CID DEL PRADO, I. (1976). Estudio taxonómico de algunas especies de la fam. Criconeematidae (Taylor 1936) Thorne 1949 presentes en cultivos de importancia agrícola en México. Tesis de Maestría, E.N.A. Chapingo, - México.
- 10.- CLARK, S. A. (1967). The development and life history of the false root-knot nematode, Nacobbus serendipiti

- cus. Nematológica, 13: 91-101
- 11.- CORNEJO, Q. W. (1977). The response of ten potato varieties to Heterodera and Nacobbus sp. Nematropica, - 7(2): 7
 - 12.- COSTILLA, M. A., GONZALEZ DE OJEDA et. al. (1977). A contribution to the study of the false root-knot nematode. Nematropica, 7(2): 7-8
 - 13.- DE LA JARA F. (1981). Comunicación personal. Depto. - de Parasitología. E.N.C.B. México.
 - 14.- DE LA JARA F., ZERON F. (1981). Manual de Prácticas - de Nematología Agrícola. Depto. de Parasitología, E.- N.C.B., I.P.N. México.
 - 15.- DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA-SARH (1979). - Programa siembra-exportación de tomate temporada 1978 -1979 México.
 - 16.- ✓ DROPKIN, V. H. WEBB, R. E. (1967). Resistance of axenic tomato seedlings to Meloidogyne incoenita acrita and to M. haula. Phytopathology, 57: 584-587
 - 17.- EQUIHUA, P.E. (1977). Control químico del nemátodo Nacobbus sp. Thorne y Allen en el cultivo del chile. Tesis, E.N.A. Chapingo, México.
 - 18.- FRANKLIN, M. T. (1959). Nacobbus serendipiticus n.sp. a root galling nematode from tomatoes in England. Nematológica, 4: 286-293
 - 19.- GOMEZ, A. (1981). Comunicación personal. Distrito de riego 03, Municipio de Actopan, Hgo. México.
 - 20.- HARE, W. W. (1956). Comparative resistance of seven - pepper varieties to five root-knot nematodes. Phytopathology, 46: 659-672
 - 21.- JATAPA, P., GOLDEN, M. (1977). Taxonomic status of Nacobbus species attacking potatoes in South America. - Nematropica 7(2): 9-10

- 22.- JENKINS, W. R. TAYLOR, D. P. (1967). Plant Nematology. Reinhold, New York, E.U.A. 250 p.p.
- 23.- JOHNSON, L. F. (1963). Temperature as a factor in the control of tomato root-knot with oat straw. *Phytopathology*, 53: 879
- 24.- JOHNSON, L. F., CHAMERS, A. Y. (1967). Reduction of root knot of tomato with crop residue amendments in field experiments. *Pl. Dis. Reprtr.* 51: 219-222
- 25.- LOPEZ, P. J. (1974). El estado de Hidalgo. SARH, México.
- 26.- LORDELLO, L. G. et. al. (1961). Two nematodes found attacking potato en Cochabamba, Bolivia. *Anais. Acad. bras. cienc.* 33(2): 209-215
- 27.- MANZANILLA, R. (1980). Comunicación personal. Instituto de Biología, U.N.A.M. México.
- 28.- MONTES BELMONT, R. (1973). Efecto de abonos orgánicos en la ecología e infectividad de N. serendipiticus. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, E.N.A. - Chapingo, México.
- 29.- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1980). Control de nemátodos parásitos de plantas (Vol. 4). Limusa, México, 219 p.p.
- 30.- NORTON, D. C. (1978). Ecology of plant-parasitic nematodes. John Wiley & Sons, New York, E.U.A. 268 p.p.
- 31.- PRASAD, S. K., WEBSTER, J. M. (1967). Effect of temperature on the rate of development of Nacobbus serendipiticus in excised tomato roots. *Nematológica*, 13: 85-90
- 32.- RÖHDE, R. A. (1965). The nature of resistance in plants to nematodes. *Phytopathology*, 55: 1159-1162
- 33.- RUSELL, W. (1970). Soil conditions and plant growth.- Longmans, E.U.A. 588 p.p.

- 34.- SCHUSTER, M. L., SULLIVAN, T. (1960). Species differentiation of nematodes through host reaction in tissue culture. I. Comparison of M. hapla, M. incognita and N. batatiformis. Phytopathology, 50, 874-876
- 35.- SHER, S. A. (1970). Revision of the Genus Nacobbus -- Thorne and Allen 1944 (Nematoda: Tylenchoidea). Journal of Nematology 2(3): 228-235
- 36.- SOSA MOSS C., MUÑOZ V. (1973). Comportamiento de tres variedades de chile (Capsicum annuum) a cinco niveles de inóculo de N. serendipiticus (Nematoda: Nacobbidae). Nematrónica, 3(1): 14-15
- 37.- SOSA MOSS C., MUÑOZ V. (1973). Respuesta de dos variedades de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) a siete niveles de población de Nacobbus serendipiticus (Nematoda: Nacobbidae) Nematrónica, 3(1): 16-17
- 38.- STARKMAN, G., HARVAR, J. (1957). Principles of plant-pathology. The Ronald Press Company, New York, E.U.A. 564 p.p.
- 39.- THORNE, G. (1935). The sugar beet nematode and other indigenous nematode parasites of shadscale. J. Agric. Res. 51: 509-514
- 40.- THORNE, G., ALLEN, M. W. (1944). N. dorsalis nov. gen. nov. spec. (Nematoda: Tylenchidae) producing galls on the roots of alfalfa Erodium cicutarium (L.L'Her.)-Proc. Helminth Soc. Wash. 11: 27-31
- 41.- THORNE, G., SCHUSTER M. (1956). N. batatiformis (Nematoda: Tylenchidae) producing galls on the roots of sugar beets and other plants. Proc. Helminth. Soc. Wash 23: 128-134
- 42.- THORNE G. (1961). Principles of Nematology. Mc. Graw-Hill, New York, E.U.A. 553 p.p.
- 43.- TINOCO, S. R. (1981). Dinámica de población de nemátodos asociados con el cultivo de jitomate (Lycopersicon esculentum Mill) Ciclo Primavera-Verano 1980 en Actopan, Hgo. Tesis, E.N.C.B., I.P.N. México.

- 44.- TYLER, J. (1933a). Development of the root-knot nematode as affected by temperature. *Hilgardia*, 7(10) : 390-415
- 45.- TYLER, J. (1933b). Reproduction without males in aseptic root cultures of the root-knot nematode. *Hilgardia* 7(10): 373-387
- 46.- VAN GUNDY, S. D. (1965). Factors in survival of nematodes. *Ann. Rev. Phytopathology* 3: 43-68
- 47.- WALLACE, H. R. (1973). Nematode ecology and plant disease. Arnold, England 228 p.p.

IX. APENDICES

APENDICE A

CARACTERISTICAS COMERCIALES DE LAS VARIETADES Ace 55 V-F
Homestead Elite y Tropic¹

var.	Uso	Adaptación climática.	Madurez	Forma y conformación del fruto
Ace 55V-F	mercado industrial	amplia (adaptada a una gran variedad de condiciones ambientales). húmeda	media-tardía	achatado, firme
Homestead Elite	mercado	húmeda	media	achatado, firme y liso
Tropic	mercado	húmeda	media	achatado, aglobado, liso y firme

var.	tamaño aproximado del fruto	tolerancia a enfermedades	Fecha de siembra	Lugar de producción	Observaciones
Ace 55 V-F	menos de 235 g	<u>Verticillium Fusarium</u> (raza 1)	nov. dic.	bajo	frutos menos lisos que la var Ace
Homestead Elite	menos de 235 g	<u>Fusarium</u> sp.	sept. oct.	Morelos	Tipo Homestead, liso ligeramente mas pequeño que Homestead 24
Tropic	menos de 275 g	<u>Stemphylium</u> (mancha gris de la hoja) <u>Verticillium TMV</u> <u>Fusarium</u> sp.	sept. oct.	noroeste	fruto grande y firme para transporte. Alta tolerancia a enfermedades. Muy popular para mercado

¹ Fuente: Petoseed, Mexagro Internacional (oficinas ubicadas en Liverpool 19, México, D. F.)

APENDICE B

SOLUCION NUTRITIVA DE KNOP

Soluciones madre	100 ml	Para diluir - tomar
Ca(NO ₃) ₂	10 g	10.0 ml
KNO ₃	10 g	2.5 ml
KCl	10 g	1.2 ml
KH ₂ PO ₄	2.5 g	10.0 ml
MgSO ₄	5 g	5.0 ml
FeCl ₃	5 g	1.0 ml

Completar a 1 litro con agua destilada

Adición de microelementos en 1 litro de sol.

1.5 mg	H ₃ BO ₃
3.0 mg	MnSO ₄ · 4H ₂ O
0.3 mg	ZnSO ₄
0.3 mg	Co(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O
0.3 mg	CuSO ₄ · 5H ₂ O

APENDICE C

TECNICA DE TINCION LACTOFENOL-FUCSINA ACIDA (14)

- 1) Lavar bien las raíces para eliminar partículas de suelo
- 2) En baño maría, calentar a ebullición el lactofenol-fucsina ácida y sumergir las raíces limpias por tres minutos en el colorante. Retirar del mechero y dejar enfriar.
- 3) Sacar el material y lavarlo en agua corriente para quitar el exceso de colorante.
- 4) Colocar las partes vegetales en un tubo de ensaye y agregar lactofenol limpio. Las raíces deben dejarse en este me dio por algunas horas o durante toda la noche.