

"POBLACIONES DEL NEMATODO Meloidogyne incognita var.
acrita Chitwood Y SU INFLUENCIA EN EL CONTENIDO DE
NITROGENO Y FOSFORO EN FRIJOL".

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Alfredo Serrano Esquer
//

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia.

Mayo de 1966

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	8
RESULTADOS.....	13
DISCUSION.....	19
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	28

INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

	Pag.
Cuadro 1. Concentración de fósforo en las hojas de frijol de los diversos tratamien- tos expresado en partes por millon.....	13
Cuadro 2. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación para el fósforo en hojas de frijol.....	14
Cuadro 3. Concentración de fósforo en los pecí- los de frijol de los diversos trata- mientos, expresado en partes por mi- llón.....	14
Cuadro 4. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación para el fósforo en pecíolos de frijol...	15
Cuadro 5. Concentración de nitrógeno en las ho- jas de frijol de los diversos trata- mientos, expresada en partes por mi- llón.....	15
Cuadro 6. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación para nitrógeno en hojas de frijol.....	16
Cuadro 7. Concentración de nitrógeno en los pe- cíolos de frijol de los diversos tra- tamientos, expresada en partes por mi- llón.....	16
Cuadro 8. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación para nitrógeno en pecíolos de frijol....	17
Gráfica 1. Relación entre los diversos niveles de nemátodos y las concentraciones de fósforo en las hojas y pecíolos de frijol.....	18
Gráfica 2. Relación entre los diversos niveles de nemátodos y las concentraciones de nitrógeno en las hojas y pecíolos de frijol.....	18

INTRODUCCION

El frijol es un cultivo de distribución prácticamente mundial y constituye uno de los alimentos más importantes para el hombre, ya que es considerado como una de las mejores fuentes de proteína vegetal. No obstante que en México se dedica al cultivo del frijol una área aproximada de 1,500,000 has., en ocasiones la producción nacional no es suficiente para satisfacer las necesidades de consumo de la población, siendo éste un problema muy serio debido a la importancia que tiene esta leguminosa en la alimentación del pueblo mexicano (13). La insuficiencia en la producción se puede atribuir a diferentes causas: Prácticas culturales inadecuadas, plagas, enfermedades, etc. El daño causado por hongos, bacterias, virus y nemátodos, no obstante ser difícil de calcular, es indudablemente uno de los factores más importantes en los bajos rendimientos que se obtienen en este cultivo.

En la Costa de Hermosillo, el cultivo del frijol tiene numerosos problemas, a tal grado que se ha venido observando una disminución de la producción año con año. Entre los problemas que se presentan, se tienen diversas enfermedades entre las que destaca el "Damping off" causada por el hongo Rhizoctonia solani y comunmente asociado con Pythium sp., Fusarium sp., ~~Thielaviopsis sp.~~, y la reciente identificación de varios géneros de nemátodos y su indudable influencia con los hongos causantes de la enfer

medad anterior los cuales utilizan las lesiones causadas por los nemátodos como vías de acceso a los tejidos de las plantas.

Con el presente trabajo se trata de investigar la influencia que pueda tener el nemátodo Meloidogyne incognita acrita Chitwood en la asimilación de nitrógeno y fósforo por el frijol y conocer así, si tales organismos por si solos, trastornan a este cultivo tanto como lo hace la interrelación nemátodos-hongos, citada anteriormente.

LITERATURA REVISADA

El tumor de las raíces ("Root knot") se presenta en casi 1300 especies de plantas (5), incluyendo plantas cultivadas, hortalizas, plantas de ornato, malezas, etc. y es causado por diferentes especies del género Meloidogyne. Debido a la gran cantidad de hospederas, es muy difícil o imposible erradicar este parásito de un suelo infestado siendo el frijol una planta muy susceptible a esta enfermedad (1).

No obstante que las diversas especies del género Meloidogyne difieren unas de otras en sus relaciones con las plantas parasitadas e indudablemente en varias características fisiológicas, todas tienen el mismo ciclo (3).

Las hembras secretan por la vulva una substancia gelatinosa en la cual depositan los huevecillos formando masas de 200 a 500 (18); éstos son pequeños cuerpos alargados y ovaes de 30 a 60 micras de ancho por 75 a 113 micras de largo. La parte posterior de las hembras a veces sobresale de la raíz o está tan cerca de su superficie que los huevecillos se abren paso hacia el exterior, en donde se acumulan formando masas más o menos sueltas o muy compactas y de color que varía del amarillo claro al café obscuro. Si la hembra se encuentra situada muy profundamente en los tejidos de la planta, las masas de huevos se acumulan dentro de la raíz.

Aparentemente, el primer estadio larval ocurre den-

tro del huevo, en donde podemos ver a la larva enrollada. Las larvas recién eclosionadas, son pequeños animales vermiformes delgados de 0.4 a 0.5 mm. de largo, correspondiendo al segundo estadio larval; estas larvas son las encargadas de propagar la enfermedad moviéndose a través del suelo hacia una planta hospedera, por lo que se conoce con el nombre de larva preparasítica.

Usualmente, las larvas eclosionadas de huevos localizados dentro de los tejidos de las plantas se mueven a porciones cercanas de la raíz en donde se establecen. Cuando los tejidos han sido dañados muy severamente, las larvas buscan nuevas localidades, ya sea en la misma planta o en plantas adyacentes.

Linford (9) hizo observaciones muy extensas sobre el movimiento de las larvas de Meloidogyne, y encontró que las larvas son atraídas por la región de crecimiento de las raíces, justo atrás de la parte terminal de las mismas, en donde observó que ocurren la mayoría de las penetraciones de las larvas en los tejidos; también comenta que las raíces que presentaban heridas eran inmediatamente atacadas por las larvas. La atracción de las larvas de Meloidogyne por exudaciones de las raíces de plantas hospederas fué demostrada por Viglierchio (21) aunque no está demostrada una correlación positiva entre la fuerza de atracción de la planta con la eficiencia de la misma como hospedera.

La penetración de la larva dentro de la raíz, se lle

va a cabo por el debilitamiento de las paredes celulares de la epidermis mediante una serie de piquetes que realiza con el estilete en una área reducida, después de lo cual dirige la cabeza firmemente en contra del sitio debilitado hasta que la pared celular se rompe. Una vez que penetra en la raíz, la larva busca un lugar apropiado para establecerse, usualmente cerca del cilindro central.

La larva, una vez establecida dentro de la raíz, se convierte en un parásito sedentario y su alimentación está limitada a las células que rodean la cabeza; si la planta es una hospedera del parásito, bajo el estímulo de una secreción expelida a través del estilete forma las llamadas "células gigantes" (10) de las cuales se alimenta; estas células se desarrollan a partir de las que normalmente se hubieran convertido en tejido vascular normal. En vez de eso, aumentan de tamaño y sus núcleos se dividen sin que se formen paredes divisorias, incluso las paredes de varias células pueden desaparecer y unirse para formar las "células gigantes" (17) las que, estrictamente hablando, no son verdaderas células sino masas densas de protoplasma granular que sirve de alimento al parásito.

Junto con la formación de células anormalmente grandes, la proliferación e hipertrofia de las células corticales resulta en la formación de las agallas o tumores característicos de la enfermedad (4). Los tumores se empiezan a formar en la parte terminal de las raíces y pelos radicales, frecuentemente la raíz continúa creciendo y a

su vez es infestada y se forma una nueva agalla. La repe-
tición de este proceso da a la raíz la apariencia de un
collar de cuentas (2).

Al empezar a alimentarse las larvas, aumentan de ta-
maño; al principio su crecimiento consiste principalmente
en un aumento en su anchura, hasta que adquieren una for-
ma oval. El macho es un parásito sedentario sólo durante
su desarrollo larvario. La hembra es un parásito sedenta-
rio durante toda su vida (3).

Después de vivir como parásito de 2 a 3 semanas, el
macho muda 3 veces en rápida sucesión y sufre una metamor-
fosis, de la cual emerge como un gusano esbelto con la tí-
pica forma nematoide. Su vida posterior es poco conocida
y se cree que viven en el suelo (3).

La hembra sufre las mismas mudas que el macho, pero
sin ningún cambio abrupto en su forma; sencillamente con-
tinúa aumentando de tamaño, hasta que adopta la forma de
una pera y algunas veces se vuelve casi esférica (3).

Si la planta es una buena hospedera y el clima es
apropiado, empiezan a ovipositar 20 a 30 días después de
penetrar en las raíces como larva. Tyler (20), ha encon-
trado que los machos son raros y que la reproducción sin
ellos parece ser regular y normal.

5. { Los síntomas de la enfermedad en la parte visible de
la planta son: El follaje presenta un color más pálido
que el normal, falta de vigor, "enanismo" y en tiempo se-
co y cálido se presenta el marchitamiento de la planta y

a veces la muerte ¹⁵ (22).

La enfermedad puede ser rápidamente identificada examinando las raíces, en las cuales se presentan los tumores o agallas típicas de la misma, las que se forman por la hipertrofia de los tejidos de la raíz y no pueden desprenderse sin romper la misma; debido a esto se pueden diferenciar de los nódulos formados por las bacterias fijadoras del nitrógeno en las leguminosas, los que se presentan a los lados de la raíz y pueden ser fácilmente desprendidos (23).

16

MATERIAL Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en invernadero, sembrando tres semillas de frijol variedad pinto UI-111 previamente inoculadas con Nitragina, en macetas de 20 cm. de diámetro por 20 cm. de altura, llenas de una mezcla de materia orgánica ("Peat moss") y arena esterilizada con vapor de agua a presión, en la proporción de una parte de materia orgánica por cinco partes de arena; se hizo un aclareo posterior, después de la germinación, dejando sólo dos plantas por maceta.

La distribución de las macetas se hizo en un diseño factorial, utilizando un arreglo de bloques al azar (16) con 15 tratamientos (5 niveles diferentes de nemátodos¹² por 3 fechas distintas de corte para el análisis de los tejidos) y con 6 repeticiones, necesitándose en total 90 macetas.

Se efectuaron pruebas de germinación a la semilla de frijol empleada, resultando un 94% de germinación. La siembra se efectuó el 18 de febrero de 1965, notándose la emergencia 10 días después.

16 días después de la emergencia (16 de marzo de 1965) se efectuó la "inoculación" de los nemátodos en las macetas, utilizando 5 niveles diferentes en una serie logarítmica (11), 0, 10, 100, 1,000 y 10,000 nemátodos por maceta. Los nemátodos se obtuvieron extrayéndolos de tierra infestada obtenida del Campo Venecia en la Región de

la Costa de Hermosillo, usando la técnica del embudo de Baermann (6). Debido a la cantidad tan grande de nemátodos necesarios para la dosis más elevada (10,000 por maceta), se tuvo que recurrir a un proceso más rápido que el anterior, el método de gravedad y decantación de Cobb (18).

¹³ Para evitar confusiones, se marcó cada maceta de cada una de las 6 repeticiones con una pequeña estaca de madera indicando el tratamiento respectivo y, además, su número de serie numerándolas del 1 al 90 para facilitar la obtención de datos. Los tratamientos se diferenciaron utilizando letras mayúsculas para las fechas de corte y números para los niveles de nemátodos de la siguiente manera: La letra A, indicaba la primera fecha de corte a efectuarse 20 días después de la "inoculación" de los nemátodos; B, la segunda fecha de corte a efectuarse a los 40 días y C la tercera fecha de corte a efectuarse a los 60 días.

El 0 correspondió al testigo (0 nemátodos por maceta, el 1: 10 nemátodos por maceta, el 2: 100 nemátodos por maceta, el 3: 1,000 nemátodos por maceta y el 4: 10,000 nemátodos por maceta. Además se apuntó en la estaca la repetición a la que pertenecía la maceta por medio de números romanos. Así, la maceta marcada con la estaca 33, A⁴, III, indicaba que era la maceta número 33 y que pertenecía al tratamiento A⁴; es decir, a la primera fecha de corte y a la dosis máxima de nemátodos, el III se refería a la tercera repetición.

Debido a que los nemátodos no toleran un medio seco, se irrigaron las macetas por medio de riegos ligeros muy frecuentes para mantener siempre húmedo su contenido; se fertilizó usando la solución nutritiva completa según Meyer y Anderson (14) y se procuró anotar todos los datos que pudieran tener interés como: días a la emergencia, a la floración, a la fructificación, etc.

Se presentó un fuerte ataque de thrips (Thrips ^{sp.} ~~tabaci~~ ~~Lin.~~) y para combatirlo, el 12 de abril se trató el experimento con DDT al 10% a razón de 25 gr. en 10 lts. de agua, teniendo la precaución de cubrir perfectamente la mezcla contenida en las macetas, para evitar que el insecticida ~~pudiera destruir a los nemátodos o que~~ interviniera en el experimento como un factor de variación. El 27 de abril se tuvo que hacer otro tratamiento ~~en el experimento~~ ~~mento~~ contra la misma plaga, pues su número había vuelto a aumentar, utilizándose en esta ocasión 25 gr. de DDT y 10 ml. de Folidol en 10 lts. de agua, adoptándose las mismas precauciones que en la primera aplicación.

A los 20 días de la "inoculación" de los nemátodos se llevó a cabo el primer corte (fecha A), para obtener las muestras y efectuar el análisis de la cantidad de nitrógeno y fósforo presentes en los tejidos del frijol. Para tal objeto se cortaron por separado las hojas (ni muy tiernas, ni muy maduras) y los pecíolos para efectuar por separado los análisis (19). Las muestras se pusieron en la estufa para su desecación, pero debido a un acciden

te de laboratorio una parte de las muestras se echaron a perder y ante la imposibilidad de reemplazarlas se tuvo que eliminar la fecha de corte A.

Para reemplazar a la anterior se escogió la fecha B como primera fecha de corte, misma que se llevó a cabo a los 30 días de la implantación de los nemátodos, en la misma forma ya explicada para la fecha A.

El segundo corte (fecha C) se pensaba efectuar a los 60 días de la implantación de los nemátodos, pero debido a la aceleración del ciclo del frijol, sin duda debido a las condiciones del invernadero, se tuvo que ejecutar a los 47 días de la aplicación de los nemátodos y se llevó a cabo en la forma ya anteriormente descrita.

Las muestras de ambos cortes, se desecaron en la estufa a una temperatura inferior a los 65° C. y a continuación se molieron para efectuar los análisis usando los métodos analíticos de Johnson y Ulrich (8).

Después de efectuados los cortes, se sacaron muestras de la mezcla de arena y materia orgánica de los diferentes tratamientos, para someterlas al método del embudo de Baermann y, al extraer el agua de los embudos, se comprobó la existencia de nemátodos vivos.

Posteriormente, se sacaron las raíces de algunas de las plantas y se observó en ellas la presencia de agallas pequeñas y al observar cortes de éstas al microscopio se notó la presencia de nemátodos también vivos.

El 2 de agosto de 1965, se empezaron a efectuar los

análisis de los tejidos de frijol, llevándose a cabo por separado los análisis de las hojas y los de los pecíolos, tanto para el nitrógeno como para el fósforo.

Una vez llevados a cabo los análisis se procedió a tomar la lectura en el fotocolorímetro, obteniéndose posteriormente la concentración en partes por millón de nitrógeno y de fósforo en las hojas y pecíolos del frijol.

Obtenidos los 4 Cuadros de concentración de datos, con las cantidades de nitrógeno y fósforo que presentaba cada tratamiento, tanto de las hojas como de los pecíolos de frijol, se procedió a efectuar los análisis de varianza de los mismos.

RESULTADOS

En relación con la concentración de fósforo en las hojas de frijol, en el Cuadro 1 se ilustran los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos estudiados.

Cuadro 1. Concentración de fósforo en las hojas de frijol de los diversos tratamientos, expresada en partes por millón.

Fecha de Corte	Número de nemátodos por maceta					Totales
	0	10	100	1,000	10,000	
A los 30 días	7453	7239	6307	5375	4018	30392
A los 47 días	5114	4938	4345	3587	3039	21023
Totales	12567	12177	10652	8962	7057	
DMS entre totales de Fechas de Corte (5%): 1897.18 ppm.						
(1%): 2533.98 ppm.						
DMS entre totales de Niveles de Nemátodos (5%): 1199.94 ppm.						
(1%): 1602.70 ppm.						

El análisis estadístico de la concentración de fósforo en las hojas de frijol, indicó que el valor obtenido para el factor Fechas de Corte es superior al del valor para 1% de la Tabla de Fisher; el valor obtenido para el factor Niveles de Nemátodos, también es mayor, por lo que la probabilidad de que la diferencia entre los totales de tratamientos se deba al azar, es inferior al 1%; por consiguiente, cualquier diferencia superior al límite del valor obtenido, es altamente significativa. Cuadro 2.

Cuadro 2. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación para el fósforo en hojas de frijol.

Número de nemátodos por maceta	Totales (en ppm)	Significación	
		0.05	0.01
0	12567		
10	12177		
100	10652		
1,000	8962		
10,000	7057		

DMS para totales de Niveles de Nemátodos..... (5%): 1199.94 ppm.
(1%): 1602.70 ppm.

En relación con la concentración de fósforo en los pecíolos de frijol, en el Cuadro 3 se ilustran los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos estudiados.

Cuadro 3. Concentración de fósforo en los pecíolos de frijol de los diversos tratamientos, expresada en partes por millón.

Fechas de Corte	Número de nemátodos por maceta					Totales
	0	10	100	1,000	10,000	
A los 30 días	4908	4738	3947	3201	2664	19458
A los 47 días	3036	2673	2387	1897	1527	11520
Totales	7944	7411	6334	5098	4191	

DMS entre totales de Fechas de Corte (5%): 1437.19 ppm.
(1%): 1919.58 ppm.

DMS entre totales de Niveles de Nemátodos..... (5%): 908.91 ppm.
(1%): 1213.99 ppm.

El análisis estadístico de la concentración de fósforo en los pecíolos de frijol, indicó que tanto la varian-

za del factor Fechas de Corte, como la del factor Niveles de Nemátodos eran altamente significativas por lo tanto, cualquier diferencia superior al límite del valor obtenido, es altamente significativa. Cuadro 4.

Cuadro 4. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación, para el fósforo en pecíolos de frijol.

Número de nemátodos por maceta	Totales (en ppm)	0.05	0.01
0	7944		
10	7411		
100	6334		
1,000	5098		
10,000	4191		

DMS para totales de Niveles de Nemátodos..... (5%): 908.91 ppm.
(1%): 1213.99 ppm.

En relación con la concentración de nitrógeno en las hojas de frijol, en el Cuadro 5 se ilustran los resultados obtenidos en los diversos tratamientos estudiados.

Cuadro 5. Concentración de nitrógeno en las hojas de frijol de los diversos tratamientos, expresada en partes por millón.

Fechas de Corte	Número de nemátodos por maceta					Totales
	0	10	100	1,000	10,000	
A los 30 días	2906	2824	2307	2073	1736	11846
A los 47 días	2696	2380	1960	1800	1345	10181
Totales	5602	5204	4267	3873	3081	

DMS entre totales de fechas de corte (5%): 1451.28 ppm.
(1%): 1938.41 ppm.

DMS entre totales de Niveles de Nemátodos..... (5%): 917.98 ppm.
(1%): 1226.10 ppm.

El análisis estadístico de la concentración de nitrógeno en las hojas de frijol, indicó que tanto la varianza del factor Fechas de Corte, como la del factor Niveles de Nemátodos, eran altamente significativas por consiguiente, cualquier diferencia superior al límite del valor obtenido, es altamente significativa. Cuadro 6.

Cuadro 6. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significación para nitrógeno en hojas de frijol.

Número de nemátodos por maceta	Totales (en ppm)	0.05	0.01
0	5602		
10	5204		
100	4267		
1,000	3873		
10,000	3081		

DMS para totales de Niveles de Nemátodos..... (5%): 917.98 ppm.
(1%): 1226.10 ppm.

En relación con la concentración de nitrógeno en los pecíolos de frijol, en el Cuadro 7 se ilustran los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos estudiados.

Cuadro 7. Concentración de nitrógeno en los pecíolos de frijol de los diversos tratamientos, expresada en partes por millón.

Fechas de Corte	Número de nemátodos por maceta					Totales
	0	10	100	1,000	10,000	
A los 30 días	2198	2149	1953	1759	1411	9470
A los 47 días	2146	2084	1808	1408	1118	8564
Totales	4344	4233	3761	3167	2529	

DMS entre totales de Fechas de Corte (5%): 529.07 ppm.
(1%): 706.66 ppm.

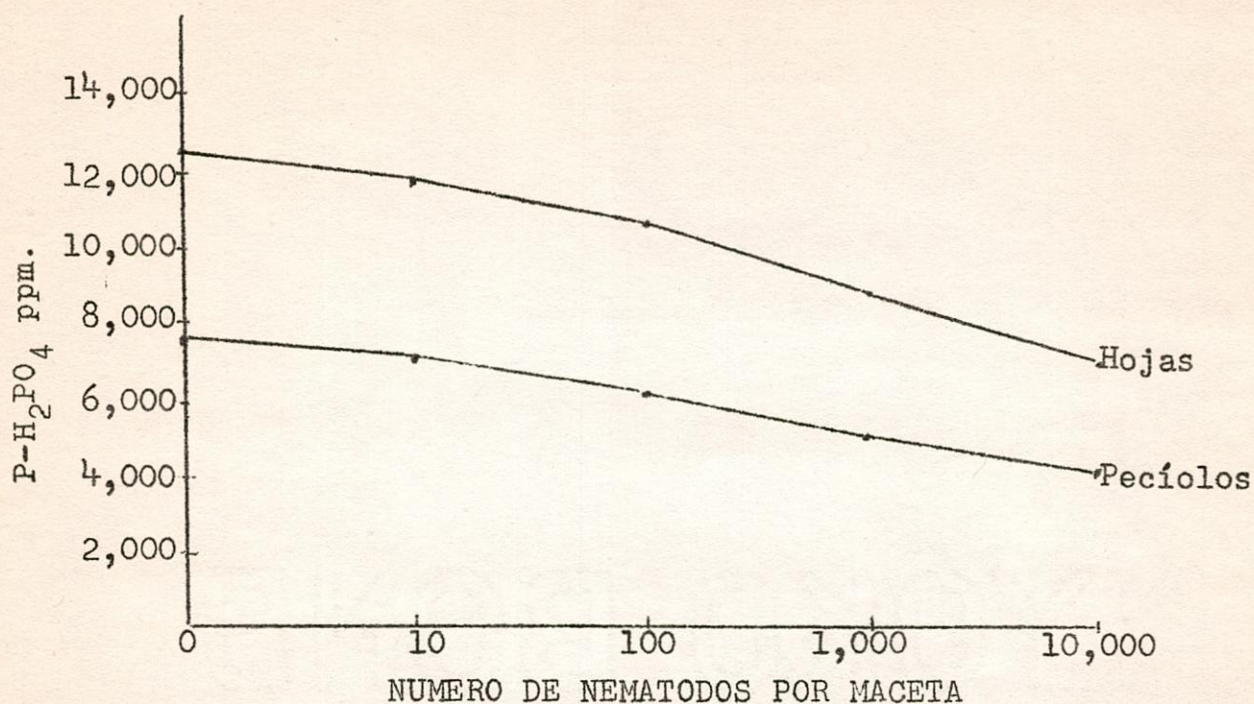
DMS entre totales de Niveles de Nemátodos..... (5%): 334.32 ppm.
(1%): 446.54 ppm.

El análisis estadístico de la concentración de nitrógeno en los pecíolos de frijol, indicó que tanto la varianza del factor Fechas de Corte, como la del factor Niveles de Nemátodos, eran altamente significativas por consiguiente, cualquier diferencia superior al límite del valor obtenido, es altamente significativa. Cuadro 8.

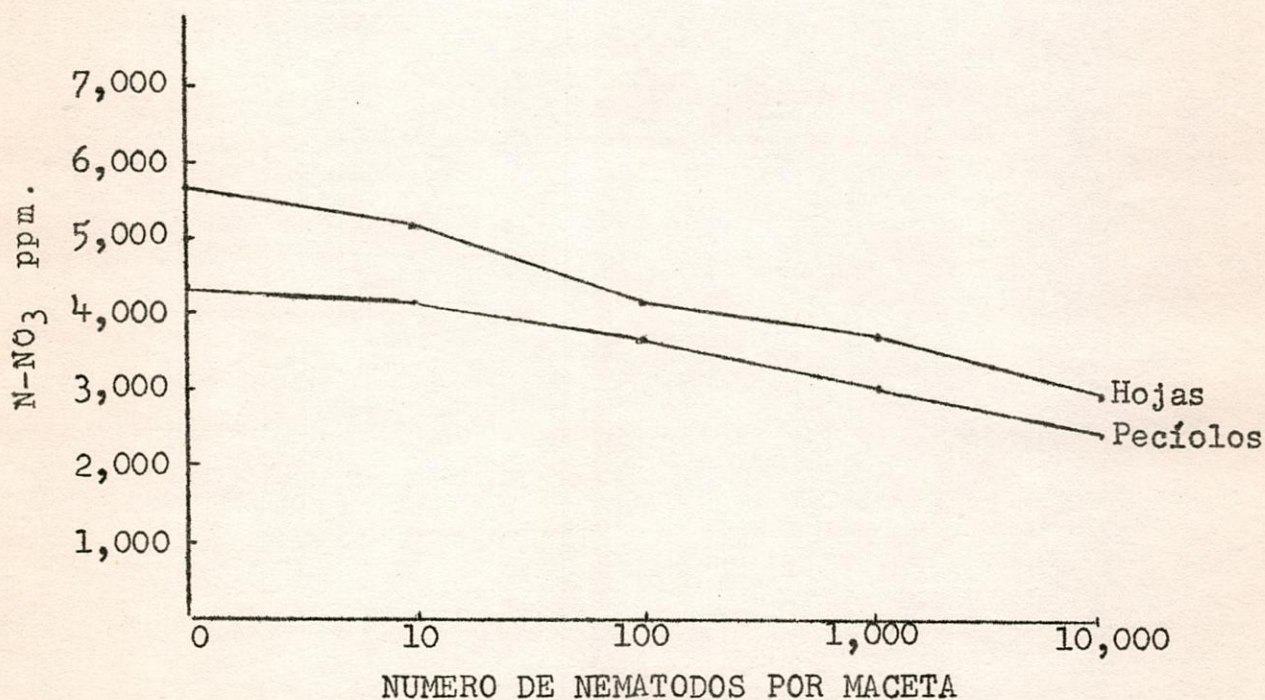
Cuadro 8. Diferencia entre totales de niveles de nemátodos en partes por millón y su valor estadístico de significancia para nitrógeno en pecíolos de frijol.

Número de nemátodos por maceta	Totales (en ppm)	0.05	0.01
0	4344		
10	4233		
100	3761		
1,000	3167		
10,000	2529		

DMS para totales de Niveles de Nemátodos..... (5%) : 334.32 ppm.
(1%) : 446.54 ppm.



Gráfica 1. Relación entre los diversos niveles de nemátodos y las concentraciones de fósforo en las hojas y pecíolos de frijol.



Gráfica 2. Relación entre los diversos niveles de nemátodos y las concentraciones de nitrógeno en las hojas y pecíolos de frijol.

DISCUSION

*Únicamente poner
lo del final (Pag 24-25)*

Los resultados del análisis de varianza, efectuado a las concentraciones de fósforo en las hojas, indican que tanto el factor Fechas de Corte como el de Niveles de Nemátodos, son altamente significativas como se ilustra en el Cuadro 1.

Si entre Fechas de Corte resultaron diferencias altamente significativas, quiere decir que la diferencia entre los totales de la concentración de fósforo en las hojas de la primera fecha de corte efectuada a los 30 días de la implantación de los nemátodos y de la segunda fecha de corte efectuada a los 47 días de dicha implantación, es bastante grande y no se debe al azar, sino que se debe a la acción dañina de los nemátodos. Por otra parte es indudable que la concentración de fósforo en las hojas, considerablemente más baja en la segunda fecha de corte, es debida tanto a la acción de los nemátodos como al hecho de que la planta estaba concluyendo su ciclo vegetativo. Para poder tener una idea mejor del efecto de los nemátodos, hubiera sido deseable la fecha de corte que se tuvo que eliminar.

El hecho de que el factor Niveles de Nemátodos haya salido altamente significativo, indica que las diferencias observadas en la concentración de fósforo en las hojas en los diversos niveles de nemátodos, no son debidas al azar, sino que son debidas al efecto de las diversas cantidades

de nemátodos, como se ilustra en el Cuadro 2, en el que se observa que con 95% de confianza se puede aseverar que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por maceta, el daño era mínimo y significativamente igual y que, cuando se contaba con 100, 1,000 y 10,000 nemátodos por maceta el daño era significativamente diferente y era mayor a medida que aumentaba la población de nemátodos. Con 99% de confianza se puede decir que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por maceta, el daño era mínimo y significativamente igual; así mismo, cuando había 10 y 100 nemátodos por maceta el daño era un poco mayor y significativamente igual y, por lo consiguiente, cuando se contaba con 1,000 y 10,000 nemátodos por maceta el daño era significativamente diferente y mayor a medida que aumentaba la cantidad de nemátodos.

Por otra parte, en el análisis de varianza mencionado, la interacción Fechas de Corte-Niveles de Nemátodos no resultó significativa, lo que indica que no hay interacción entre los diferentes niveles de nemátodos y el tiempo transcurrido desde su implantación. Dicho resultado se puede deber a que sólo se tenían 2 fechas de corte y espaciadas sólo 17 días una de la otra.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza efectuado sobre las concentraciones de fósforo en los pecíolos de frijol, indican que tanto el factor fechas de corte como el de niveles de nemátodos, son altamente significativos, como se ilustra en el Cuadro 3.

El que las fechas de corte hayan resultado altamente significativas, quiere decir que la diferencia entre las dos fechas de corte no se debe al azar, sino que se debe a la acción de los nemátodos y al envejecimiento de los tejidos.

El hecho de que el factor Niveles de Nemátodos haya acusado diferencias altamente significativas, indica que las diferencias observadas en la concentración de fósforo en los pecíolos en los diferentes niveles de nemátodos, no son debidas al azar, sino al efecto de las diferentes cantidades de nemátodos, como se ilustra en el Cuadro 4 en el que se observa que con 95% de confianza se puede aseverar que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por tratamiento, el daño era mínimo y significativamente igual; de igual manera, si había 100 nemátodos por tratamiento el daño era mayor y significativamente diferente y cuando se contaba con 1,000 y 10,000 nemátodos por tratamiento, el daño era máximo y significativamente igual. Con 99 % de confianza se puede afirmar que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por tratamiento el daño era mínimo y significativamente igual; cuando había 10 y 100 nemátodos por tratamiento, el daño era mayor y significativamente igual y, cuando se contaba con 1,000 y 10,000 nemátodos por tratamiento el daño era máximo y significativamente igual.

Asímismo, se observó en el mencionado análisis de varianza, que la interacción Fechas de Corte-Niveles de

Nemátodos, no fué significativa, lo que se puede explicar en la misma forma que para el primer análisis de varianza.

La observación de los resultados obtenidos del análisis de varianza efectuado a las concentraciones de nitrógeno en las hojas de frijol, indica que tanto el factor fechas de corte como el de niveles de nemátodos, son altamente significativos, como se ilustra en el Cuadro 5.

Que las fechas de corte hayan acusado diferencias altamente significativas, indica que la diferencia entre los totales de las dos fechas de corte no se debe al azar, sino que se debe a la acción de los nemátodos y al envejecimiento de los tejidos.

Que los niveles de nemátodos hayan exhibido diferencias altamente significativas, indica que las diferencias observadas en la concentración de nitrógeno en las hojas de los diferentes niveles de nemátodos, no son debidas al azar, sino al efecto de las diferentes poblaciones de nemátodos, como se ilustra en el Cuadro 6, en el que se observa que con 95% de confianza se puede aseverar que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por maceta, el daño era mínimo y significativamente igual; cuando había 100 y 1,000 nemátodos por maceta, el daño era mayor y significativamente igual y, cuando se contaba 1,000 y 10,000 nemátodos por maceta el daño era máximo y significativamente igual. Con 99% de confianza se

puede decir que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por maceta el daño era mínimo y significativamente igual que cuando había 10 y 100 nemátodos por maceta, el daño era mayor y significativamente igual y cuando se contaba con 100, 1,000 y 10,000 nemátodos por maceta el daño era máximo y significativamente igual.

Igualmente se observó en el mencionado análisis de varianza, que la interacción Fechas de Corte-Niveles de Nemátodos no era significativa, lo que se puede explicar en la misma forma que para el primer análisis de varianza.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza efectuado sobre las concentraciones de nitrógeno en los pecíolos de frijol, indican que tanto el factor Fechas de Corte, como el de Niveles de Nemátodos, son altamente significativas, como se ilustra en el Cuadro 7.

El hecho de que las Fechas de Corte hayan mostrado diferencias altamente significativas, indica que la diferencia entre los totales de las dos fechas de corte no se debe al azar, sino que se debe a la acción de los nemátodos y al envejecimiento de la planta.

El que los niveles de nemátodos hayan tenido diferencias altamente significativas, indica que las diferencias observadas en la concentración de nitrógeno en los pecíolos de los diversos niveles de nemátodos, no son debidos al azar sino al efecto de las diferentes poblaciones de nemátodos, como se ilustra en el Cuadro 8, en

el que observamos que tanto con 95% como con 99% de confianza se puede aseverar que cuando se tenían 0 y 10 nemátodos por maceta, el daño era mínimo y significativamente igual; cuando se contaba con 100, 1,000 y 10,000 nemátodos por maceta, el daño era significativamente diferente y era mayor a medida que aumentaba la cantidad de nemátodos.

Asimismo, se observó en el antes citado análisis de varianza, que la interacción fechas de corte-niveles de nemátodos no era significativa, lo que se puede explicar en la misma forma que para el primer análisis de varianza.

Los resultados obtenidos están de acuerdo con los de otras investigaciones, como la efectuada por Maung (12) sobre los efectos de Meloidogyne incognita acrita Chitwood y Trichodorus christiei Allen en los niveles de nutrientes del tomate, quien encontró que las plantas mostraban la tendencia a ser deficientes en los niveles de los nutrientes en general, tanto en las raíces como en la parte aérea por efecto del daño causado por los nemátodos, y la efectuada por Oteifa (15), quien reportó que el nemátodo Meloidogyne incognita tiene un marcado efecto sobre la nutrición mineral de la planta hospedera y que el daño que resulta de la infestación de esta plaga, puede ser reducido incrementando el nivel de potasio que se suplementa a la hospedera.

Lo anterior se comprende si se toma en cuenta la

forma en que actúan los nemátodos sobre la planta hospedera que, según Brown, puede definirse así: "Una gran parte del daño causado por los nemátodos que ocasionan el tumor de las raíces, se debe a que interfieren en los procesos de absorción y conducción del agua y los nutrientes por las raíces de la planta, además de que el agua y los nutrientes son malgastados por los nemátodos al inducir la formación de las células gigantes, las cuales son varias veces más grandes que las células normales y la proliferación anormal de los tejidos hasta la formación de las agallas o tumores" (2).

Por otra parte, se considera este trabajo sólo como una contribución al estudio de Meloidogyne incognita acrita Chitwood en la región, pues como afirma Holdeman (7): "Debe comprenderse que las pruebas efectuadas en un invernadero, son conducidas bajo condiciones atípicas y que no se pueden hacer conclusiones finales, hasta que se hayan efectuado pruebas en el campo. Sin embargo, las pruebas hechas en invernadero dan una indicación de la reacción y de los problemas que se pueden esperar en condiciones naturales, por lo que han probado ser un método valioso para obtener información antes de la iniciación de pruebas de campo".

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este experimento se planeó después de identificar en la Costa de Hermosillo al nemátodo Meloidogyne incognita acrita Chitwood organismo causante del tumor de las raíces, y para investigar la capacidad que presentan diversas poblaciones de nemátodos sobre el debilitamiento ocasionado a sus hospederas.

El experimento se llevó a cabo en invernadero, sembrando la variedad de frijol Pinto UI-111 en macetas con una mezcla de materia orgánica (Peat moss) y arena previamente esterilizada con vapor de agua a presión, dejando dos plantas por maceta.

Los nemátodos se obtuvieron de tierra infestada, usando la técnica del embudo de Baermann y el método de gravedad y decantación de Cobb. A los 16 días después de la germinación se efectuó la implantación de los nemátodos utilizando 5 niveles: 0, 10, 100, 1,000 y 10,000 por maceta. Debido a que no toleran un medio seco, se irrigaron las macetas a intervalos frecuentes y se fertilizó usando la solución nutritiva completa según Meyer y Anderson.

La distribución de las macetas se hizo en arreglo factorial utilizando el diseño de bloques al azar, con 10 tratamientos (5 niveles de nemátodos por 2 fechas de corte para el análisis de los tejidos) y con 6 repeticiones.

A los 30 días de efectuada la implantación se procedió a hacer el primer corte para analizar en el laboratorio las hojas y los pecíolos por separado, utilizando los métodos analíticos de Johnson y Ulrich, obteniéndose las concentraciones de nitrógeno y fósforo en las hojas y en los pecíolos, en partes por millón.

El segundo corte se realizó a los 47 días de la implantación de los nemátodos efectuándose en la misma forma que el anterior. Después de efectuar los análisis en el laboratorio, se llevó a cabo la interpretación estadística de los datos obtenidos, con las siguientes conclusiones:

Al observar la concentración de nitrógeno en las hojas, se notó una marcada disminución de dicho nutriente al aumentar las poblaciones de nemátodos. Una observación semejante reveló la concentración de nitrógeno en los pecíolos por efecto del número de nemátodos (Gráfica 2).

Al observar la concentración de fósforo en los tejidos de frijol, se notó un efecto semejante, tanto en las hojas como en los pecíolos, a causa del daño ocasionado por las diferentes poblaciones de nemátodos (Gráfica 1).

BIBLIOGRAFIA

- 1) (1) Barrons, K. C. Varietal differences in resistance to root knot in economic plants. Plant Dis. Rep. 109:143-151. 1938.
- 2) (2) Brown, J. G. Root knot in Arizona. Agr. Exp. Sta. University of Arizona. 212:6-9. 1948.
- 3) (3) Christie, J. R. Plant nematodes, their bionomics and control. Agr. Exp. Sta. University of Florida. H. and W. B. Drew Co., 1959. pag. 60.
- 4) (4) _____ The development of root knot nematode galls. Phytopathology 26 (1):1-22. 1936.
- 4) (5) Cox, C. E. and W. F. Jeffers. Root knot. University of Maryland, Ext. Serv. Bull. 113. 1946.
- 5) (6) Goodey, J. B. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Technical Bulletin No.2. London, Her Majesty's Stationery Office. 1963.
- 6) (7) Holdeman, Q. L. Value of greenhouse test in evaluating the host range of nematodes. Plant Dis. Rep. 227:81-82. 1954.
- 7) (8) Johnson, C. M. and A. Ulrich. Analytical methods for use in plant analysis. Calif. Agr. Exp. Sta. Bul. 766. 1959.
- 9) (9) Lindford, M. B. Attractiveness of roots and excised shoot tissues to certain nematodes. Proc. Helminth. Soc. Wash. 6(1):11-18. 1939.
- 10) (10) _____ The feeding of the root knot nematode in root tissue and nutrient solution. Phytopathology 27(8):824-835. 1937.
- 8) (11) Lownsbery, B. F. Información sobre niveles de nemátodos. Agr. Exp. Sta. Davis. U. S. A. 1964. (Comunicación personal).
- 9) (12) Maung, M. O. Effects of Meloidogyne incognita acrita and Trichodorus chistiei on the nutrient levels of tomato. Phytopathology. 49(8):524. 1959.
- 10) (13) México, INIA. Enfermedades y plagas del frijol en México. Folleto de Divulgación No.33. 1964.

- 11 10 (14) Meyer, B. S. and D. B. Anderson. Laboratory plant Physiology. 10. Ed.
- 12 11 (15) Oteifa, B. A. Potassium nutrition of the host in relation to infection by a root knot nematode Meloidogyne incognita. Proc. Helminth. Soc. Wash. 19:99-104. 1952.
- 13 22 (16) Panse, V. G. y P.V. Sukhatme. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. 2da. Ed. Trad. Ana María Flores y María Guadalupe Lomelí. Fondo de Cultura Económica 1963. 166-174.
- 17) Seinhorst, J. W. Plant nematode inter-relationships. Annual Review of Microbiology. Wageningen, the Netherlands. 15:185. 1961.
- 14 13 (18) Thorne, G. Principles of Nematology. McGraw Hill Book Company Inc., N. Y. 1961. 313-315.
- 15 14 (19) Tucker, T. C. Información sobre los análisis foliares. Dep. of Agr. Chem. and Soils, University of Arizona, 1965. (Comunicación personal).
- 20) Tyler, J. Reproduction without males in aseptic root cultures of the root-knot nematode. Hilgardia 7(10). 1933.
- 21) Viglierchio, D. R. Attraction of parasitic nematodes by plant root emanations. Phytopathology. 51(3):136. 1961.
- 16 15 (22) Walker, J. C. Diseases of vegetable crops. McGraw Hill Book Company, Inc. N. Y. 1952. pag 495.
- 17 16 (23) Zaumeyer, W. J. and H. R. Thomas. A monographic study of bean diseases and methods for their control. USDA. Tech. Bul. 868. 1957.