

1 T
E-632.4
6934
Ej. 7

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD, FERTILIZACION Y pH DEL SUELO
EN EL DESARROLLO DEL NEMATODO DORADO DE LA PAPA
(Heterodera rostochiensis Wollenweber)

Por

OMAR ALFONSO GUERRERO GUERRERO

Tesis de grado presentada como requisito parcial
para optar al título de INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis

LUIS E. NIETO I.A. M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA
1972

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A JEMMA

A MIS AMIGOS

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de su autor".

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

AGRADECIMIENTOS A:

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A JIMENA

A MIS AMIGOS

LUIS E. NIÑO I.A. M.Sc.
BENJAMIN SANCHEZ SOTELLO I.A.
LUIS A. ROSALES V. I.A.
GERARDO LOPEZ JURADO I.A. M.Sc.
CARLOS BARRA I.A.
FIDENCIO JIMENEZ
GLORIA MARINO B.

Facultad de Ciencias Agrícolas de
la Universidad de Maricao.

DEDICO

OMAR ALFONSO GUERRERO GUERRERO

Todos los derechos que en uso y posesión
de esta obra corresponden al autor
del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Historia	3
2.2 Clasificación	3
2.3 Descripción del género	5
2.4 LUIS E. NIETO I.A. M.Sc.	6
2.5 BENJAMIN SANUDO SOTELO I.A.	7
2.6 LUIS A. MOLINA V. I.A.	8
2.7 GERARDO LOPEZ JURADO I.A. M.Sc.	8
2.8 CARLOS BAEZA I.A.	9
2.9 FIDENCIO MUÑOZ	9
2.10 GLORIA PATIÑO R.	9
III. MATERIAL	9
3.1	9
3.2	11
3.3	12
IV. INSTITUCIONES	14
4.1 Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.	14
4.2 Instituto Colombiano Agropecuario I. C. A.	19
4.3	22
4.4	23
4.5	25
4.6	27
V.	31
VI.	33
VII.	35
VIII.	37

Todas las personas que en una u otra forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Historia	3
2.2 Origen	3
2.3 Clasificación	5
2.4 Descripción del género	5
2.5 Ciclo de vida	6
2.6 Sintomatología	7
2.7 Incremento de la población del "ne mátodo dorado"	8
III. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 Humedad	9
3.2 Fertilización	11
3.3 pH	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	14
4.1 Humedad	14
4.1.1 <u>Floración</u>	14
4.1.2 <u>Cosecha</u>	16
4.2 Fertilización	20
4.2.1 <u>Floración</u>	20
4.2.2 <u>Cosecha</u>	23
4.3 pH	26
4.3.1 <u>Floración</u>	26
4.3.2 <u>Cosecha</u>	27
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VI. RESUMEN	32
VII. RESUME	35
VIII. BIBLIOGRAFIA	38

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD, FERTILIZACION Y pH DEL SUELO

FIGURAS Pag.

Figura 1 Desarrollo de las plantas en los diferentes niveles de humedad .. 18

Figura 2 Desarrollo de una planta infestada y una sana a capacidad de campo 19

Figura 3 Diferencia del sistema radical entre una planta afectada y una sana 22

Figura 4 Desarrollo de las plantas sanas e infestadas en dosis de 1500 kg/Ha. de fertilizante y sin él ... 25

Figura 5 Desarrollo de las plantas en los diferentes niveles de pH 30

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD, FERTILIZACION Y pH DEL SUELO
EN EL DESARROLLO DEL NEMATODO DORADO DE LA PAPA
(Heterodera rostochiensis Wollenwber) (")

Por

OMAR ALFONSO GUERRERO GUERRERO

I. INTRODUCCION

En el Departamento de Nariño, el cultivo de la papa (Solanum spp.), reviste implicaciones de orden económico y social. El área cultivada, el mercadeo hacia otras zonas del país y la utilización de mano de obra, son algunos factores que han hecho necesario el uso de variedades mejoradas, con el fin de incrementar la producción en aquellas regiones de condiciones ecológicas favorables. A pesar de ésto, la producción ha venido decreciendo gradualmente, en especial en aquellas zonas donde predomina el minifundio y en las cuales la papa se ha convertido en un monocultivo, como única fuente de sustento del pequeño agricultor. Una de las causas principales de los bajos rendimientos, se puede atribuir a la presencia de una alta población del "nematodo dorado" (Heterodera rostochiensis Woll.).

G. L. Godwin

Posiblemente la introducción no controlada de semilla del Ecuador, seguida de una multiplicación y distribución en otras regiones del departamento, permitió el estableci-

(") Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Luis E. Nieto I.A. M.Sc.

miento de dicho patógeno, el cual tuvo un desarrollo poblacional alto, por el desconocimiento de la morfología, de los métodos de aislamiento y especialmente por el uso de semilla de terrenos infestados.

Actualmente el control es difícil y para su realización, se hace necesario en un comienzo, el conocimiento de algunas condiciones del suelo, que permitan determinar el comportamiento de este nemátodo.

El presente trabajo tuvo como objetivos, la comprobación de la influencia de la humedad, fertilización y pH del suelo, bajo condiciones de Invernadero, como condicionantes de la población y daño del "nemátodo dorado" en el cultivo de la papa, y la posible influencia de estos factores en el control de este organismo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Historia

Spears (11) menciona que durante la campaña contra el nemátodo de la remolacha realizada en 1881, Alemania, Julius Kuhn observó quistes en las raíces de la papa y lo informó como una posible raza de Heterodera schachtii.

Posteriormente esta plaga fué descubierta en otros países europeos, pero al pensarse que era una nueva subespecie de H. schachtii se denominó "nematodo de la raiz de la papa" (11).

Sin embargo, en 1913 Wollenweber observó que las larvas del "nematodo de la raiz de la papa" eran mas delgadas y cortas que las del nemátodo de la remolacha y que sus quistes tenían forma redonda y no la de limón, características de H. schachtii de lo cual concluyó que esta era una especie completamente distinta a la que atacaba la remolacha y propuso el nombre de Heterodera rostochiensis, porque sus especímenes fueron traídos de Rostok, Alemania (3).

La noticia de la peste causó espectacular impacto en la industria papera, puesto que las semillas infestadas se habían propagado por todo el mundo antes de que H. rostochiensis fuera descubierto. Las infestaciones siguieron observándose en países de América tales como Estados Unidos, Perú, Panamá (10).

Baeza (8) descubrió la presencia del "nematodo dorado" en Colombia, a finales del año 1970. En la actualidad se halla infestando terrenos en más de 40 países cultivadores de papa.

2.2 Origen

Por muchos años se pensó que el nemátodo dorado

era originario de Europa. Algunos investigadores sugirieron que podía tratarse de una mutación de alguna especie de Heterodera originaria de este continente. Otros creyeron que había sido transportado desde una área estéril y pudo seguir viviendo en alguna solanacea silvestre (3).

En abril de 1951 un inspector de cuarentenas del Departamento de Agricultura de los EE.UU., encontró quistes de H. rostochiensis en residuos de suelo de un cargamento de papa, en un barco proveniente del Perú. Dicho descubrimiento fué informado al Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas de la Molina, el cual por investigaciones realizadas en terrenos peruanos, encontraron este patógeno infestando los suelos de Tarma, Perú (10).

El primer acopio de este descubrimiento fue publicado en el año de 1952 por C. Bazan de Segura (10) quien sugirió la teoría de que H. rostochiensis era originario de los Andes, de donde se distribuyó a otras partes del mundo.

La teoría basada en que el nemátodo dorado es originario del Perú es aceptada por la mayoría de los nematólogos. Sin embargo, se pregunta la razón por la cual esta plaga no llegó a ser un problema mucho antes en los cultivos de papa europeos (11).

Los tubérculos de papa de Suramérica fueron distribuidos a regiones europeas desde comienzos de 1600 y con ellos los quistes del nemátodo; pero el cultivo no tuvo importancia económica hasta el año de 1700 en el cual la papa llegó a ser la base de la alimentación en los países del occidente europeo, incrementándose gradualmente la población del "nemátodo dorado" (11).

Desde el año de 1800 han surgido cambios revolu-

cionarios en el incremento de la producción papera ya que el desarrollo del cultivo fué guiado por principios de herencia e immunidad para su fomento. Entre 1856 y 1876 fue ron producidas numerosas variedades de papa, las cuales se utilizaron para el consumo humano. Este período de intenso desarrollo del cultivo, hizo posible la distribución o diseminación hacia áreas donde no existía este patógeno (11).

2.3 Clasificación:

REINO: Animal

SUBREINO: Metazoa

RAMA: Enterozoa

DIVISION: Bilateria

SECCION: Pseudocoelomata

TIFO: Aschelminthes

CLASE: Nematoda

SUBCLASE: Phasmidae

ORDEN: Tylenchida

SUPERFAMILIA: Tylenchoidea

FAMILIA: Heteroderidae

SUBFAMILIA: Heteroderinae

GENERO: Heterodera

ESPECIE: Heterodera rostochiensis

Woll (2, 7).

2.4 Descripción del género

Este género se ha denominado "cyst" o "nemátodo quiste". Todas sus especies son parásitas de raíces y tallos subterráneos de las plantas vasculares. Presenta dimorfismo sexual; el macho es vermiforme, en tanto que la hembra adulta es inmóvil, esférica, parásita interna y externa de la raíz (1).

El macho de Heterodera rostochiensis es de for-

ma alargada y alcanza hasta 1,5 mm de largo por 0,33 mm de ancho; su cutícula posee estrías transversales de 2 a 2,5 micras de separación. El cuerpo de la hembra tiene un promedio de 0,80 por 0,50 mm. es de forma redondeada; ano pequeño, vulva no prominente, útero que se ensancha y enrolla a medida que los huevos se van formando. Las larvas sobreviven dentro del quiste mucho tiempo, resistiendo condiciones adversas (12).

Cuando la hembra muere, la pared del cuerpo se endurece y toma un color pardo. Las hembras inmaduras son blancas y fácilmente observables en las raíces de las plantas afectadas, con la cabeza embebida en el tejido de la raíz, mientras el cuerpo permanece externamente (12).

2.5 Ciclo de Vida

La vida del "nemátodo dorado" se desarrolla a través de los estados de huevo, larva y adulto en un período de 38 a 48 días (10).

Los huevos se forman en las hembras fertilizadas, las cuales se denominan quistes. Estas tienen forma redonda y son más pequeñas que la cabeza de un alfiler. El quiste es una cubierta protectora de los huevos, resistente a los productos químicos, a la sequía y al ataque de algunos microorganismos del suelo. Cada quiste puede contener de 300 a 500 huevos (, 12).

Cuando la temperatura del suelo está alrededor de 15,5°C, las raíces del hospedante emanan un exudado, el cual ejerce un estímulo químico, que hace que la larva abandone el quiste a través de aberturas en las paredes, migran hacia las raíces del cultivo y penetren en ellas para adquirir su alimento (4, 12).

Las larvas eclosionadas se localizan cerca al sistema vascular de las raíces; una vez allí, las hembras se engrosan y rompen los tejidos, quedando su cuerpo por fuera y unidas a la raíz por el cuello; posición en la cual permanecen hasta terminar su ciclo de vida. Por el contrario, los machos no son sedentarios y conservan su forma alargada y cilíndrica durante todo su ciclo vital. Después de la fertilización, algunos cientos de huevos se desarrollan en la hembra (9, 12).

El quiste del nemátodo dorado, es visible a simple vista; al principio es blanco como una perla, mas tarde se vuelve dorado y finalmente café. Son detectados en las raíces y pueden permanecer en el suelo después de que el cultivo se haya cosechado (12).

2.6 Sintomatología

La población del nemátodo dorado de la papa en el suelo, debe ser alta para que produzca daño y aquella se consigue después de varios años de sembrar esta planta en los suelos infestados. Esto se debe a que inicialmente no hay ningún síntoma aparente en el follaje de las plantas atacadas, debido a la baja población del nemátodo. Sin embargo, una vez que se ha logrado un incremento considerable de la población por cultivos sucesivos de papa, se comienza a observar síntomas de crecimiento deficiente localizados en parches dentro del cultivo y pueden aparecer otros en siembras posteriores.

Una gran infestación produce los siguientes síntomas:

1. Marchitamiento temporal de la planta, especialmente a la mitad de su período vegetativo y durante las horas de mayor luminosidad.

2. Crecimiento retardado de las plantas, con amarillamiento del follaje.

3. Desarrollo radical pobre y atrofia en el crecimiento de la planta en los parches afectados de una plantación de papa (11, 6).

2.7 Incremento de la población del "nemátodo dorado"

El daño de este patógeno a las plantas hospedantes, es causado por la invasión masiva que estos efectúan al sistema radical. La presencia de los nemátodos en las raíces, es relativo al desarrollo de la planta, debido a que a mayor sistema radical, mayor población de quistes nuevos. Cuando el número de quistes en el suelos no es muy alto, puede haber un incremento hasta de 25:1, proporción que decrece a medida que la población de quistes aumenta. Si se considera que un terreno es infestado por un quiste y el incremento por cada cultivo es de 10: 1, después de 10 cultivos sucesivos de papa, la población del nemátodo será de 10.000 millones de quistes/Ha capaces de destruir cualquier cultivo.

En ausencia de cultivos hospedantes, el índice de disminución de quistes viables pueden ser de 50 a 80% en el primer año; sin embargo, este índice continúa bajando hasta estandarizarse en una pequeña rata de población la cual permanece latente por varios años (11).

Grainger, citado por Spears (11) indica que el porcentaje fijo del nemátodo dorado que permanece en el suelo en ausencia de cultivos hospedantes, sigue disminuyendo porque es atacado por otros microorganismos.

III. MATERIALES Y METODOS

Este estudio fué realizado en condiciones de Invernadero de la Granja Experimental de Obonuco del Instituto Colombiano Agropecuario (I. C. A) y en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrícolas (FACIA), Universidad de Nariño, en el tiempo comprendido entre Noviembre de 1971 y Agosto de 1972.

Se utilizó suelo de la vereda La Laguna, Municipio de Pasto, el cual tenía un contenido de 150 quistes/100 gr. de suelo con un promedio de 180 larvas viables/quiste. La separación de quistes de Heterodera rostochiensis Woll, se hizo por el método de Fenwick (5, 9).

Para la separación y conteo de larvas se utilizaron tamices N° 30 y 270, embudos y demás implementos necesarios en el método de Baermann simplificado. Se emplearon beakers con agua para la separación de quistes por flotación, los cuales se vertieron sobre un papel filtro para facilitar su conteo una vez filtrada el agua (5, 9).

Otros materiales empleados fueron: Balanza para pesar materos, suelo y tubérculos cosechados; materos con capacidad de 2 Kg. de suelo; ácido clorhídrico y cal cernida en un tamiz de 50 micras de luz, para obtener los diferentes pH; tubos de plástico de 20 cm. de longitud y 5 cm. de diámetro con perforaciones en la base, para determinar la capacidad de campo; fertilizante fórmula 10-30-10; agua destilada para irrigación de materos, calibración de pH y determinación de la capacidad de campo. Se empleó papa de tercera de la variedad Guantiva para el correspondiente estudio.

3.1 Humedad

Los tratamientos se hicieron con base en la capa

acidad de campo, determinada por el método aproximado descrito por el Programa de Suelos del ICA ("), que consiste en colocar en un tubo plástico de 20 cm. de longitud y 5 cm. de diámetro con orificios en su base, 20 gr. de suelo del cual se quiere saber su capacidad de campo, se pesa el conjunto, se adiciona 40 ml. de agua destilada y se deja drenar durante 24 horas; al cabo de este tiempo se vuelve a pesar, la diferencia de peso es el agua retenida por los 20 gr. de suelo; los $\frac{2}{3}$ de esta diferencia es el agua que se debe agregar por cada 10 gr. de suelo de los materos. Con base en el método anterior, se obtuvo la capacidad de campo y los tratamientos de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{4}$ y $1\frac{1}{2}$ capacidad de campo; cada nivel tuvo 8 materos con suelo infestado con una población de 500 quistes/100 gr. de suelo y 8 materos testigo.

Para producir la muerte de los nemátodos, el suelo empleado para los materos testigo, se introdujo en una estufa a 60°C por un tiempo de 48 horas.

Una vez efectuada la aplicación de agua en los niveles de humedad descritos anteriormente, se pesó el conjunto matero suelo agua y luego cada 2 días se aplicó riego mediante la diferencia de peso con el inicial.

Para el tratamiento de humedad, fertilización y pH se empleó un tubérculo semilla por matero. Transcurridos $2\frac{1}{2}$ meses después de efectuada la siembra o sea en la época de floración, se tomaron 4 materos de cada nivel para el conteo de larvas por 100 gr. de suelo y para esto se utilizó el método modificado de Baermann (5, 9). Además se calificó el grado de infestación de quistes en las raíces y se comparó la longitud y desarrollo radical con

(") Información personal

el bloque testigo, para lo cual se emplearon las siguientes tablas:

Grado de Infestación

- 1 = 0 quistes por raíz
- 2 = 1 a 15 quistes por raíz
- 3 = 15 a 50 quistes por raíz, difíciles de ver
- 4 = Más de 50 quistes por raíz, fáciles de ver
- 5 = Quistes formando racimos

Cantidad de Raíces

- 1 = Bueno
- 2 = Regular
- 3 = Malo
- 4 = Nulo

Calidad de Raíces

- B = Bueno
- R = Regular
- M = Malo
- N = Nulo

Al final del cultivo se hizo el conteo de la cantidad de quistes por 100 gr. de suelo separándolos por el método de flotación (9). Igualmente se contó el número de tubérculos por matero y peso de ellos.

3.2 Fertilización

Para este método se utilizó 500 quistes/100 gr. de suelo. Se empleó como dosis patrón, la recomendada por el I.C.A., 1000 Kg. de fertilizante fórmula 10-30-10 por Hectárea o sea 1 gr. de abono por matera con capacidad de 2 kg. de suelo; se prepararon además los niveles de 0, 500, 750, 1250 y 1500 kg/Ha. las cuales en dosis de matero fueron 0 - 0,50 - 0,75 - 1,25 y 1,50 gr/2 kg. de suelo. Se utilizó para cada nivel 8 materos infestados y 8 testigos y se mezcló el fertilizante con el suelo. Los resultados se tomaron en la época de floración y al final del cultivo, para lo cual se empleó las tablas descritas anteriormente; se usó la mitad de materos infestados y testigos pa

ra la floración; las restantes en la cosecha.

3.3 pH

En este tratamiento se utilizó una infestación de quistes similar a los suelos de la vereda La Laguna, que es de 150 quistes/100 gr. de suelo, con el objeto de observar la proporción de daño y el desarrollo del nemátodo con esta población.

Los niveles de pH fueron 4, 5, 6, 7 y 8, determinados mediante el potenciómetro para cada nivel se emplearon 8 materos con suelo infestado y 8 testigos, con una capacidad de 1,5 kg. de suelo cada uno.

El ajuste de los diferentes pH, se hizo con base en soluciones de HCl y cal partiendo de 6 que fué el pH del suelo inicial.

Para obtener el pH 4 se adicionó 450 ml. por matero de una solución de HCl a 2%.

El pH 5 se obtuvo con una solución de HCl a 1,5% de la cual se agregó 300 ml/matero.

Para la obtención del pH 7 se utilizó cal apagada, cernida en un tamiz de 50 micras de luz y se empleó 4,5 gr. por matero.

El pH 8 se logró con 9 gr. de cal por matero.

Se realizó la observación de quistes en la raíz, conteo de larvas en el suelo, cantidad y calidad del sistema radical en la época de floración, según tablas descritas anteriormente. En la época de cosecha se determinó el número de quistes en el suelo y el rendimiento del cultivo. Se tomaron 4 materos infestados y 4 testigos por ni

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Humedad

Con base en el método de capacidad de campo empleado, se obtuvo ésta con un litro de agua para 2 kg. de suelo.

4.1.1 Floración

En relación con el bloque testigo la longitud de las raíces, así como el crecimiento radical primario y secundario, disminuyó en el bloque infestado, para los diferentes niveles de humedad; esto se debió al ataque del nemátodo (Tabla I).

A $\frac{1}{2}$ de capacidad de campo, el sistema radical se desarrolló en forma débil pero uniforme, dando la apariencia de una escobilla, de ahí que la presencia de quistes en las raíces fué mayor en éste que en los demás niveles. Con este mínimo de humedad es probable que el nemátodo se vea afectado en su eclosión, por lo cual, el número de larvas en el suelo fué bajo; se supone además, que muchos quistes no son viables a sequedad extrema.

Cuando el contenido de agua en el suelo estuvo a $\frac{1}{2}$ de capacidad de campo, el sistema radical primario se desarrolló rápidamente, lo que permitió una buena eclosión de larvas y un mayor enquistamiento. Debido a este bajo contenido de humedad, el sistema radical secundario se desarrolló en forma lenta y débil permitiendo una continua eclosión de larvas: por tanto, en la floración su número en el suelo fué alto.

En los niveles de alta humedad $1\frac{1}{2}$ y $1\frac{1}{2}$ capacidad de campo, las raíces se desarrollaron en forma rá-

TABLA I. LONGITUD, DESARROLLO RADICULAR Y GRADO DE INFESTACION PROMEDIOS DE LAS PLANTAS DE PAPA, EN LOS DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EPOCA DE FLORACION

TRATAMIENTO	LONGITUD DE RAIZ EN cm.		DESARROLLO RADICULAR		GRADO DE INFESTACION	PROM. LARVAS P/100 grs. SUELO
	Testigo	Infestado	Testigo	Infestado		
½ C. de C.	23,2	15,7	3 - R	3 - M	5,0	136
½ C. de C.	39,7	25,2	2 - R	3 - M	4,0	1028
1 C. de C.	44,7	38,2	1 - B	2 - R	4,5	536
1½ C. de C.	40,0	21,5	1 - R	2 - R	4,0	1394
1½ C. de C.	42,0	14,3	2 - R	3 - M	3,0	2647

pida y se presentó un ataque fuerte del nemátodo, destruyéndose gran parte de ellas. Por este trozamiento de raíces, los quistes desarrollados se presentaron en la base del tubérculo, que se usó como semilla. Por otra parte, se observó un alto número de larvas en el suelo, por la influencia de la humedad en la eclosión.

En la humedad igual a la capacidad de campo, el sistema radical se desarrolló mejor; fué mejor el desarrollo primario que el secundario; por tanto, el enquistamiento también fué superior en el primario. Como consecuencia a este óptimo de humedad y a la presencia de un sistema radical mejor desarrollado que los anteriores, un buen número de larvas alcanzaron a penetrar en las raíces y por tanto en el suelo quedó una población larval mas baja.

4.1.2 Cosecha

Al considerar el número y peso de tubérculos del testigo en comparación con el bloque infestado, se obtuvo promedios más altos en el primario, con una diferencia hasta del 70% (Tabla II). Se aprecia que a medida que se aumenta la humedad, el rendimiento del cultivo es mayor.

Al final del cultivo, el número de quistes en todos niveles fué mas o menos similar a la población inicial, que fué de 500 quistes/100 gr. de suelo; esto hace suponer que hubo una continua eclosión y que las raíces al morir permitieron la destrucción de una buena cantidad de larvas y en consecuencia el incremento de la población fué casi nulo.

En los niveles de máxima humedad se obtuvo la mayor producción (Tabla II) pero a su vez ésta estimuló una en mayor eclosión de quistes, como se puede observar en la Tabla I; se aprecia que hubo cerca de 20 veces

TABLA II. PRODUCCION E INFESTACION EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD (PROMEDIOS)

TRATAMIENTO	NUMERO DE TUBERCULOS		RENDIMIENTO EN Gr.		QUISTES POR 100 Gr. DE SUELO
	Testigo	Infestado	Testigo	Infestado	
½ C. de C.	4,0	2,0	14,8	11,4	546,2
½ C. de C.	4,7	1,5	39,9	16,0	502,5
1 C. de C.	3,7	1,7	62,9	19,4	457,5
1½ C. de C.	4,5	3,2	67,3	21,3	513,7
1½ C. de C.	5,2	3,0	73,1	25,5	497,5



Figura 1: Desarrollo de las plantas en los diferentes niveles de humedad.

Foto: Gilberto Bravo

Las larvas en el suelo de algunas muestras que en el nivel de
de capacidad de campo, con lo cual, se puede fundamentar
la hipótesis de que el contenido de agua en el suelo influye
en la colonización de los quistes.

4.2 Fertilización

4.2.1 Fertilización

Cuando no se utilizó fertilizante, el desarrollo



Figura 2: Desarrollo de una planta infestada y una sana a capacidad de campo.

Foto: Gilberto Bravo

mas larvas en el suelo de máxima humedad que en el nivel de $\frac{1}{4}$ de capacidad de campo, con lo cual, se puede fundamentar la hipótesis de que el contenido de agua en el suelo influye en la eclosión de los quistes.

4.2 Fertilización

4.2.1 Floración

Cuando no se aplicó fertilizante, el desarrollo radical del bloque infestado fué escaso y malo (3-R), en comparación con el testigo que fué regular en cantidad y calidad (2-R). Es probable que al comienzo del cultivo, se presentara un fuerte ataque de nemátodo que destruyó gran parte del sistema radical, por lo cual murió un buen número de ellos. No obstante, el grado de infestación fué 5 por formarse racimos de quistes en pocas raíces.

En el bloque que contenía el nivel de 500 Kg/Ha., el sistema radical se presentó similar al anterior, y los quistes se agruparon en las raíces desarrolladas. Además se observó un trozamiento de raíces lo que incidió en la mortalidad de un buen número de larvas que no pudieron terminar su ciclo; por tanto, el número de quistes fué similar a la población inicial.

En la dosis de 750 kg/Ha., el sistema radical se desarrolló mejor en el bloque testigo y en el infestado; 1-B y 2-R, respectivamente (Tabla III). Los quistes se formaron sobre todo en la inserción de las raíces con el tubérculo usado como semilla.

Con la aplicación de 1000 kg/Ha. de fertilizante, el sistema radical de bloque infestado tuvo un desarrollo regular (2-R); el bloque testigo fué igual en desarrollo al tratamiento anterior (1-B); el tamaño de los

TABLA III. DESARROLLO RADICULAR Y GRADO DE INFESTACION DE LAS PLANTAS A DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION (PROMEDIOS)

TRATAMIENTO Kg/Ha.	LONGITUD DE RAIZ EN cm.		DESARROLLO RADICU- LAR		GRADO DE INFESTA- CION	PROM. LARVAS P/100 Grs. SUELO
	Testigo	Infestado	Testigo	Infestado		
0	36,2	20,0	2 - R	3 - R	5,0	3,3
500	36,2	19,7	2 - B	3 - R	5,0	2,7
750	38,6	28,7	1 - B	2 - R	5,0	2,2
1000	36,0	21,3	1 - B	2 - R	4,6	2,6
1250	33,2	22,7	1 - B	2 - R	4,6	2,2
1500	30,7	21,2	1 - B	2 - R	5,0	2,7

raíces de quistes fue menor que en el nivel anterior, por
su distribución casi a lo largo de las raíces.

En los niveles superiores, 1250 y 1500 ug/
kg. de levoglucosano, el sistema radical comenzó a bajar en
longitud, siendo probablemente a que el exceso de almidón pro-
duce sistemas tóxicos en las raíces, tanto así bloquea cen-
saje con el fósforo. Las raíces de quistes eran pocas
pero distribuidas a todo lo largo de las raíces.

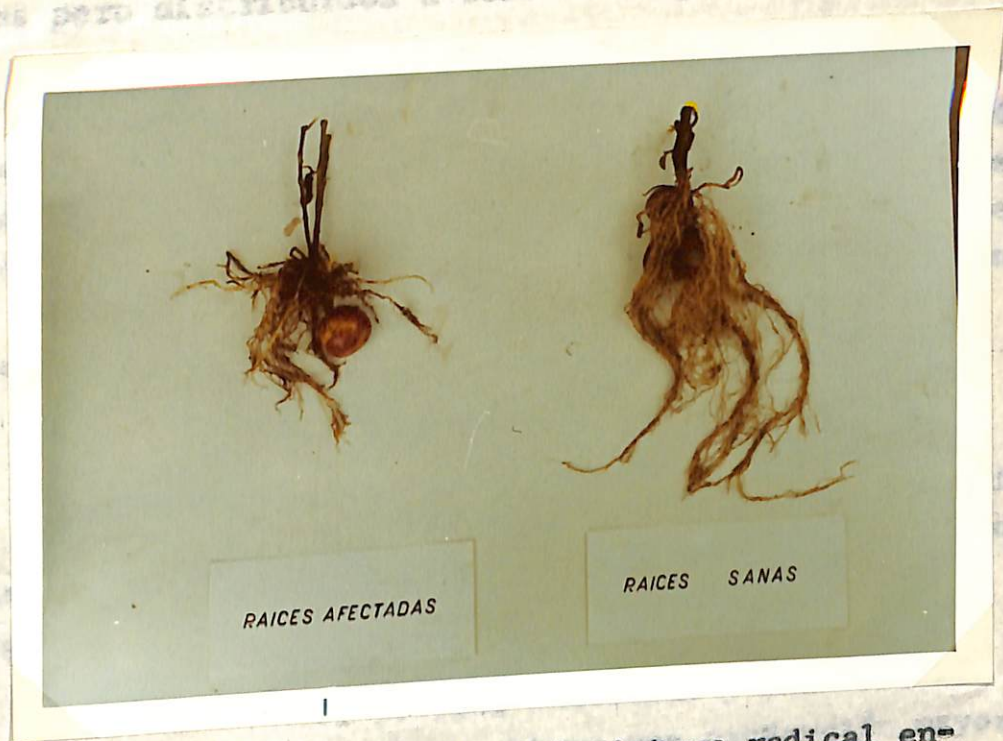


Figura 3: Diferencia del sistema radical en-
tre una planta afectada y una sana.

Foto: Alfredo Bravo

racimos de quistes fué menor que en el nivel anterior, pero distribuidos casi a lo largo de las raíces.

En los niveles superiores, 1250 y 1500 kg/Ha. de fertilizante, el sistema radical comenzó a bajar en longitud, debido probablemente a que el exceso de abono produjo síntomas tóxicos en las raíces, tanto del bloque testigo como del infestado. Los racimos de quistes eran pequeños pero distribuidos a todo lo largo de las raíces.

El contenido de larvas en el suelo se presentó muy escaso en todos los niveles de fertilización, debido probablemente a la gran competencia entre los nemátodos, puesto que la población con la cual se infestó el suelo fué muy elevada y como consecuencia muchos patógenos murieron.

4.2.2 Cosecha

En la época de cosecha el bloque infestado disminuyó la producción en comparación con el testigo (Tabla IV).

En el lote infestado y con un nivel de 0 Kg/Ha. de fertilizante se obtuvo una producción mayor de papa. Por otra parte, el número de quistes en el suelo aumentó de 500 a 553,7/100 gr. de suelo el cual fué el menor incremento con respecto a los demás niveles (Tabla IV), lo que confirma el hecho de esta mayor producción.

La producción del bloque testigo fué aumentando a medida que se aumentaba el fertilizante hasta la dosis de 1000 Kg/Ha.; en cambio en el lote infestado la producción disminuyó. Esto se debe, a que la planta en un comienzo, como respuesta al fertilizante, desarrolló en forma rápida su sistema radical y por tanto el nemátodo i-

TABLA IV. PRODUCCION E INFESTACION PROMEDIOS EN LAS DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION

TRATAMIENTO EN Kg/Ha.	NUMERO DE TUBERCULOS		RENDIMIENTO EN Gr.		QUISTES POR 100 Gr. DE SUELO
	Testigo	Infestado	Testigo	Infestado	
0	3,2	3,0	44,5	17,6	553,7
500	3,0	2,0	71,5	9,3	567,5
750	4,0	2,2	85,7	9,2	576,2
1000	4,2	1,5	73,8	13,1	715,0
1250	3,5	2,7	67,9	22,2	885,0
1500	1,6	2,0	33,5	18,3	1.085,0

además pronto su ataque.

En los niveles de máxima fertilización 1500 y 1500 Kg/Ha., la producción de papa en el lote infestado es menor, en tanto que en el testigo disminuyó. El ataque de la enfermedad fue más débil, pero a pesar de ello, las plantas tomaron una buena cantidad de fertilizante y por tanto se obtuvo una producción aceptable. Por otra parte, el índice potencial será mayor en los lotes con...



Figura 4: Desarrollo de las plantas sanas e infestadas en dosis de 1500 Kg/Ha. de fertilizante y sin él.

Foto: Alfredo Bravo.

nicio pronto su ataque.

En los niveles de máxima fertilización 1250 y 1500 Kg/Ha., la producción de papa en el lote infestado aumentó, en tanto que en el testigo disminuyó. El ataque de nemátodos hace que la planta se torne más débil, pero a pesar de esto, las raíces tomaron una buena cantidad de fertilizante y por tanto se obtuvo una producción aceptable. Por otra parte, el inóculo potencial será mayor para posteriores cosechas, puesto que el incremento de quistes fué mayor en esos niveles, 885,0 y 1085,0 respectivamente (Tabla IV), o sea que se obtuvo un aumento poblacional de 2:1; como consecuencia, el incremento de quistes es directamente proporcional al incremento de la fertilización.

4.3 pH

4.3.1 Floración

La longitud y calidad del sistema radical, fué mayor en el bloque testigo que en el infestado, en todos los niveles de pH; pero no se observó diferencias notables, ya que el suelo tuvo una infestación mas baja al comienzo del cultivo que fué de 150 quistes/100 gr. de suelo.

En la época de floración de la planta, el pH no influyó en la calificación del grado de infestación de los quistes, puesto que en todos los niveles se obtuvo 5. Es de anotar que no se presentaron raíces trozadas como en los tratamientos de humedad y fertilización, porque la población de quistes fué menor.

Con un pH 4, las plantas tuvieron un desarrollo radical pobre, lo que impidió la penetración en las raíces de una buena cantidad de larvas, por lo cual el número de éstas en el suelo fué alto en comparación con los

demás niveles (Tabla V).

En los demás niveles de pH se presentó un mejor desarrollo radical lo que permitió al nemátodo completar su ciclo; por esto el número de larvas en el suelo fué casi nulo, (Tabla V).

4.3.2 Cosecha

El rendimiento de las plantas fue mayor en el bloque testigo que en el infestado. En los pH 7 y 8 la diferencia de producción fue aproximadamente de un 65%, en tanto que a pH 6 fué de 52% (Tabla VI).

En los pH 4 y 5 la producción de lote infestado fué nula, posiblemente porque el sistema radical se presentó débil y el ataque del nemátodo impidió la producción de tubérculos.

El número de quistes aumentó en todos los niveles de pH, con respecto a la población inicial en una relación 2:1, con excepción de los pH 6 y 8 donde hubo un incremento de 4:1 y 3:1 respectivamente, que no obstante ser bajos, confirma que a estos niveles de infestación las pérdidas son muy altas (Tabla VI).

TABLA V. DESARROLLO RADICULAR Y GRADO DE INFESTACION DE LAS PLANTAS EN LOS DIFERENTES NIVELES DE PH. (Floración)

TRATAMIENTO PH	LONGITUD DE RAIZ EN CM.		DESARROLLO RADICU- LAR		GRADO DE INFESTA- CION	PROM. LARVAS P/100 GRS. SUELO
	Testigo	Infestado	Testigo	Infestado		
4	28	27,0	2 - R	2 - R	5	55,0
5	34	30,5	1 - R	1 - R	5	2,5
6	37	32,5	1 - B	1 - R	5	1,0
7	34	27,0	1 - B	1 - R	5	0,5
8	28	25,0	2 - R	2 - R	5	8,0

TABLA VI. PRODUCCION E INFESTACION EN LOS DIFERENTES NIVELES DE PH (Promedios)

TRATAMIENTO PH	NUMERO DE TUBERCULOS		RENDIMIENTO EN Gr.		QUISTES POR 100 Gr. DE SUELO
	Testigo	Infestado	Testigo	Infestado	
4	11,0	0,0	14,5	0,0	370,0
5	11,0	0,0	36,5	0,0	337,5
6	7,5	13,0	48,3	23,0	580,0
7	17,0	9,0	56,7	17,9	327,5
8	7,0	9,0	45,4	16,1	500,0

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos sobre la influencia de la humedad, fertilización y pH del suelo, en la población y calidad del producto dorado de la papa, se concluye lo siguiente:

La humedad influye directamente en el desarrollo del...



Figura 5: Desarrollo de las plantas en los diferentes niveles de pH.

Foto: Alfredo Bravo

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos sobre la influencia de la humedad, fertilización y pH del suelo, en la población y daño del nemátodo dorado de la papa, se concluye lo siguiente:

1. La humedad influye directamente en el desarrollo del nemátodo dorado. A sequedad extrema ($\frac{1}{4}$ de capacidad de campo), la variabilidad de los quistes es baja; a humedad por encima de la capacidad de campo se presenta un gran eclosión de los quistes.
2. La fertilización hace que se presente un mejor sistema radical y una mayor producción, pero incrementa la población del nemátodo, por tanto en suelos infestados no se aconseja suplir las pérdidas del nemátodo, con mayor cantidad de fertilizante, puesto que la población se incrementa y después de varios cultivos el terreno no se apto para sembrar papa.
3. El nemátodo dorado (H. rostochiensis Woll), ataca el cultivo de la papa en todos los niveles de pH (4 a 8) estudiados en el presente trabajo e incrementar su población.
4. Una población de nemátodo dorado igual a 150 quistes/100 gr. de suelo, destruye gran parte del sistema radical del cultivo de la papa, pero la eclosión y multiplicación del nemátodo es baja; por tanto se aconseja que en estudios posteriores de esta índole se empleen poblaciones mas bajas. No obstante esta infestación se aconseja como punto de partida para estudios sobre niveles de infestación críticos para el cultivo de la papa.

Con el objeto de conocer el comportamiento del "nemátodo dorado" de la papa (Heterodera rostochiensis Woll) en diferentes condiciones de humedad, fertilización y pH del suelo, se realizó este estudio como paso inicial para efectuar trabajos relacionados con su control. Se realizó bajo condiciones de invernadero, en materos de 2 kg. de capacidad, con suelo altamente infestado, 500 quistes/100 gr. de suelo, para los tratamientos de humedad y fertilización y 150 quistes/100 gr. de suelo para el pH.

HUMEDAD

Este factor de desarrollo se trabajó en los niveles de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{4}$ y $1\frac{1}{2}$ capacidad de campo; se utilizó 8 materos infestados y 8 testigos para cada nivel de humedad. En la época de floración se evaluó el desarrollo radical, el grado de infestación de quistes en las raíces y el número de larvas en el suelo. Los resultados en esta época indicaron que a mayor humedad se presentó una mayor eclosión de quistes y el número de larvas en el suelo de los niveles de máxima humedad fué alto. Esto sucedió debido posiblemente a que las larvas no encontraron raíces donde penetrar puesto que el ataque inicial fué alto, destruyendo gran parte del sistema radical.

En la época de cosecha se analizó el rendimiento del cultivo y el incremento de quistes en el suelo. La producción del bloque infestado disminuyó con respecto al testigo hasta en un 70% aproximadamente. La población de quistes fué similar a la inicial debido a la competencia entre estos organismos y a la destrucción de una buena cantidad de raíces, que influyó en la mortalidad de los nemátodos.

FERTILIZACION

Se emplearon la dosis de 0, 500, 750, 1000, 1250 y 1500 kg/Ha. de fertilizante 10-30-10 empleando 8 materos infestados y 8 testigos para cada nivel. En la época de floración se analizó al desarrollo radical, el grado de infestación y el número de larvas en el suelo. Se concluyó que: 1. El grado de infestación de quistes presentó la misma calificación en todos los niveles. 2. El número de larvas en el suelo fué escaso, porque el fertilizante estimuló un mejor desarrollo radical, lo que permitió al nemátodo penetrar en las raíces.

En la época de cosecha se estudió el incremento poblacional del nemátodo y el rendimiento del cultivo. Se observó que la producción de bloque infestado disminuyó en relación al testigo en un 68%; sin embargo, presentó mayor producción en las dosis mas altas de fertilizante y a su vez un mayor incremento en la población de quistes en el suelo.

pH

Se utilizaron los niveles de pH 4, 5, 6, 7 y 8 con 8 materos infestados y 8 testigos para cada nivel. En la época de floración se observó el crecimiento del sistema radical, el grado de infestación de los quistes y el número de larvas en el suelo. Se demostró que a pH 4, la cantidad de larvas en el suelo fué alta respecto a los demás niveles y el sistema radical fué escaso, probablemente por los efectos de la acidez del suelo. El grado de infestación fue calificado en igual forma puesto que en todos los niveles se presentaron racimos de quistes en las raíces.

Al final del cultivo se determinó el número de quis-

tes en el suelo y la producción del cultivo. Se observó que el rendimiento del bloque infestado con respecto al testigo disminuye en un 60% aproximadamente. Hubo un incremento poblacional de 2 quistes por 1 en los pH 4,5 y 7 y de 4 = 1 y 3:1 en los niveles de 6 y 8, respectivamente.

La larva de *A. gossypii* se desarrolló en las condiciones de cultivo en el terreno. Se le realizó en las condiciones de cultivo, en un peso de 2kg. de capacidad, con el terreno que contenía 500 quistes por 100 gr. de tierra para la reproducción en las condiciones de humedad y fertilización y con una población de 150 quistes/100 gr. de terreno para el pH.

HUMEDAD

Se trabajó con los elementos de crecimiento en los niveles 1, 2, 3, 4 y 5 de capacidad de terreno. Se empleó 8 pots infestados y 8 testigos por cada nivel de humedad. A la época de la floración se evaluó la presencia de las raíces, la número de quistes en las raíces y el número de larvas que se desarrollaron. A esta época se evaluó los efectos de las altas temperaturas de las raíces en relación a una gran humedad y el número de larvas que se desarrollaron en el terreno de cultivo de alta humedad. Las larvas posiblemente se concentraron en las raíces por la gran humedad y la concentración de quistes en las raíces por la gran humedad de las raíces.

Al término de la prueba se analizó la producción de las raíces y la producción de las raíces en los niveles de cultivo en un 70% a 80% de capacidad. La población de quistes en las raíces en los niveles de cultivo en un 70% a 80% de capacidad. La población de quistes en las raíces en los niveles de cultivo en un 70% a 80% de capacidad.

RESUME

Avec le propos de connaître la conduite du "nematode doré" (Heterodera rostochiensis Woll.) dans de différentes conditions d'humidité, fertilisation et pH du terrain, on a fait cet étude, d'abord, pour réaliser des travaux en relation à son contrôle. On leur a réalisé dans des conditions du serre, en pot de 2kg. de capacité, avec de la terre très contaminée avec 500 kistes par 100 gr. de terre pour la recherche dans les conditions d'humidité et fertilisation et avec une population de 150 kistes/100 gr. de terrain pour le pH.

HUMIDITE

On a travaillé avec cet élément de croissance aux niveaux $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{4}$ et $1\frac{1}{2}$ de capacité du terrain. On a employé 8 pots infestés et 8 testigos pour chaque niveau d'humidité. A l'époque de la fleuraison on a évalué la croissance des racines, le niveau d'infestation de kistes on racines et le nombre des larves dans le terrain traité. A cette époque ont été marqués les effets d'une haute éclosion de kistes en relation à une plus grande humidité et le nombre de larves fut très grande dans le terrain de niveaux de plus haute humidité. Les larves possiblement ne rencontrèrent pas de racines pour les pénétrer car la contamination initiale a été forte en ravageant la plus grande partie des racines.

A l'époque de la récolte on a analysé la production de la culture et l'accroissement des kistes dans le terrain. La production du terrain infesté a baissé à l'égard du testigo en 70% à peu près. La population des kistes fut tel qu'à l'origine, en raison de la compétition entre les organismes et la destruction de la plupart des racines influencée dans la destruction et mortalité des nemathodes.

FERTILISATION

On a employé des doses de 0, 500, 750, 1000, 1250 et 1500 kg/Ha. de fertilisant 10-30-10 en employant 8 pots infestés et 8 testigos pour chaque niveau. A l'époque de la fleuraison on a contrôlé la croissance des racines, le degré de contamination et le nombre de larves dans le terrain. Les conclusions furent: 1. Le degré d'infestation de kistes a été le même dans tous les niveaux. 2. La population de larves dans le terrain a été peu abondante, parce que le fertilisant stimula un majeur développement radical, cela fit que les nemathodes pénétrèrent dans les racines.

A l'époque de la récolte on a analysé l'accroissance de nombres des nemathodes et la production de la culture. On a constaté que la production du terrain infesté a été réduite en relation aux testigos en 68% malgré cela il a présenté une production plus grande avec les doses plus hautes du fertilisant et en même temps une plus grande augmentation de la population de kistes dans le terrain.

pH

On analysé les niveaux de pH 4, 5, 6, 7 et 8 avec 8 pots contaminés et 8 testigos pour chaque niveau. A l'époque de la fleuraison on observa le croissance des racines, le degré de infestation de kistes et le nombre de larves dans le terrain. On a constaté qu'avec le pH 4 la quantité de larves dans le terrain a été plus haute qu'aux autres niveaux et les racines peu abondantes a cause, peut être, de l'acidité du terrain; le degré d'infestation fut califié de la même façon parce que dans tous les niveaux se présenterent les kistes en grappes dans les racines.

Après la culture on a déterminé le nombre de kistes dans le terrain et la production. On a observé que

VII. BIBLIOGRAFIA

la production du terrain infesté en rélation au testigo a diminué en 60% a peu pres. On constata une augmentation des nombre de 2 kistes par 1 dans les pH 4, 5 et 7; 4:1 et 3:1 dans les niveaux de pH 6 et 8 respectivement.

Palma, 1968. 29 p.

2. GARCIA, Q. G. Sintomas, ecología y control de los principales insectos de adultos en la zona del tabaco en el Valle del Cauca. Tesis Ing. Agr. Univ. Val. de Agr. Palmira 1961. 161 p.

3. GILBERT, B. G. and SIMON, D. L. Further studies on the life history of the golden nematode of potatoes (*Bursaphelenchus xylophilus* Deol.). New York. Journal of Phytopathology 13(2): 14-16. 1965.

4. GONZALEZ, J. L. Nematodos de las republicas de America y control. (A. I. C.). Mexico. Univ. Nacional Autonoma de Mexico. 1970. 275 p.

5. GONZALEZ, J. L. Nematología Agrícola. Tesis Univ. de Colombia. Fac. de Agr. y Ind. Agrícola. Valle del Cauca. 1969. 36 p.

6. GONZALEZ, J. L. Nematodos de las republicas de America y control. (A. I. C.). Mexico. Univ. Nacional Autonoma de Mexico. 1970. 275 p.

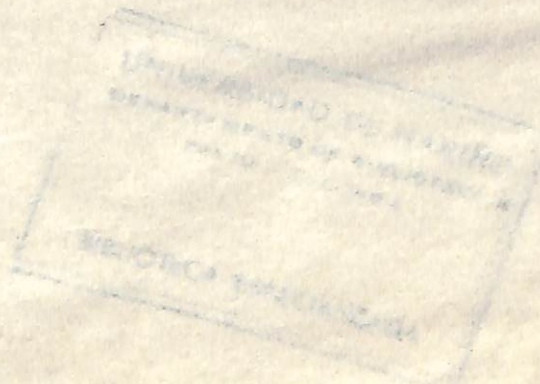
7. GONZALEZ, J. L. Nematodos de las republicas de America y control. (A. I. C.). Mexico. Univ. Nacional Autonoma de Mexico. 1970. 275 p.

8. GONZALEZ, J. L. Nematodos de las republicas de America y control. (A. I. C.). Mexico. Univ. Nacional Autonoma de Mexico. 1970. 275 p.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. BAEZA, C. Identificación y estudio de nemátodos fitoparásitos en tomate cultivado en el Valle del Cauca. Tesis Ing. Agr. Univ. Nal. Facultad de Agronomía. Palmira. 1968. 59 p.
2. CASTAÑO, Q. C. Síntomas, ecología y control de los nemátodos causantes de nódulos en la raíz del tabaco en el Valle del Cauca. Tesis Ing. Agr. Univ. Nal. Fa. de Agr. Palmira 1961. 161 p.
3. CHITWOOD, B. G. and BUHRER, E. M. Further studies on the life history of the golden nematode of potatoes (Heterodera rostochiensis Woll). New York. Helminthology 13(2): 54-56. 1946.
4. CHRISTIE, J. R. Nemátodos de los vegetales; su ecología y control. (A. I.D). México. Lito. Impresos finos. 1970. 275 p.
5. COSTILLA, M. A. Nematología Agrícola. Univ. Nal. de Tucuman. Fac. de Agr. y Zoot. Argentina. Serie didáctica N° 5. 1969. 39 p.
6. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El nemátodo quiste o nemátodo dorado de la papa. Hoja divulgativa No. 004. Bogotá. 1970.
7. MAI, W. F. Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes. College of Agriculture. Cornell University. New York. 1968. 66 p.
8. REUNION BIANUAL DE FITOPATOLOGIA Y SANIDAD VEGETAL. 2a. Ibagué. 1972. pp. 22-23 (Resúmenes).

9. SASSER, J. N. and JENKINGS, W. R. Nematology. Chapel-Hill. Univ. of North Carolina. USA. 160. 480 p.
10. SEGURA, C. BAZAN DE. The golden nematode in Perú. Department of Agriculture. Plant Diseases. USA. 36(6):253. 1952.
11. SPEARS, J. F. The golden nematode handbook; Survey laboratory control and quarantine procedures. Dept. of Agr. Washington. USA. 1968. 81 p.
12. THORNE, G. Principles of Nematology. New York, Mc. Graw-Hill, 1961. 380 p.



T

632.7

C934

Ej.1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Inventario: 12212

Autor: Guerrero C Omar Alfonso

Título: Influencia de la humedad
fertilización y Ph del suelo

Fecha Dev.	Nombre	Carpet
	IVAN F ERASO A	9904279

X

E- T
632.7
C934
Ej.1

12212

X

1 2 2 1 2