

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

I.N.I.A.P.

N E M A T O L O G I A

INFORME TÉCNICO 1985

AUTORES :

Ing. Ramiro Eguiguren C.

Ing. Mario Défaz T.

Ing. Jorge Revelo

Agr. Gonzalo Cedeño

Egdo. Diocles Zambrano G.

Egda. Judith Ayala de Cueva

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION	1
PROYECTO 1. Reconocimiento de los problemas causados por nemátodos en los cultivos importantes del Ecuador.	
a. Reconocimiento y distribución de nemátodos en los cultivos importantes de la Sierra Ecuatoriana con énfasis en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar.	4
b. Determinaciones cualitativas y cuantitativas de poblaciones de nemátodos parásitos en las Granjas Experimentales del INIAP.	11
PROYECTO 3. Estudios para combatir poblaciones de nemátodos	
a. Inducción de resistencia y tolerancia en Naranjilla utilizando radiación gamma (Co-60) para combatir <u>M. incognita</u>	13
b. Combate biológico de <u>M. incognita</u> con el hongo <u>P. lilacinus</u> , dosificación y métodos de aplicación.	15
c. Evaluación de la resistencia de germoplasma de papa a algunos patotips de <u>Globodera pallida</u> del Ecuador	19
PROYECTO 4. Estudios especiales	
a. Modificación del método de incubación para recuperar <u>D. dipsaci</u> en tallos de alfalfa	30
b. Relación del clima y algunas características del suelo en la distribución de especies de <u>Meloidogyne</u> spp	32
c. Combate biológico del gusano blanco de la papa con el nemátodo entomófago <u>Neoplectana carpocapsae</u>	34

PAGINA

- d. Determinación del tamaño de la muestra de quistes a romperse y de la alícuota de conteo para estimar densidades, poblaciones de G. pallida. 38
- e. Determinación de la distribución vertical de G. pallida 43
- f. Determinación del tamaño de la muestra de suelo por área en tres zonas, con diferentes tipos de suelo y niveles de infestación de G. pallida 52

DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA
NEMATOLOGIA

INFORME ANUAL 1985

I. INTRODUCCION

Los nemátodos parásitos de plantas, constituyen uno de los problemas más difíciles de solucionar en la agricultura. Es imposible encontrar un cultivo libre del ataque de estos patógenos, los que ocasionan cuantiosas pérdidas a nivel mundial.

Actualmente, en la región andina de nuestro país, la disminución de los rendimientos en los principales cultivos, se debe primordialmente a enfermedades que ocasionan diferentes patógenos habitantes del suelo, entre ellos, los nemátodos. Un adecuado combate de éstos, incrementaría la producción; pero para lograrlo, es necesario salvar ciertas dificultades técnicas y económicas que impiden con frecuencia la utilización de métodos efectivos de combate. Estas dificultades provienen principalmente del desconocimiento de aspectos básicos del comportamiento biológico de estos organismos y su relación con los cultivos y las condiciones ambientales prevalentes. A esto se suma el elevado costo de las medidas de combate mediante nematicidas especialmente para nuestros pequeños y medianos agricultores.

En función de estos problemas, la Sección Nematología del Departamento de Fitopatología, elaboró un programa de investigaciones a largo plazo (5 años), el mismo que comprende:

1. Investigaciones del "nemátodo del quiste de la Papa" (Globodera spp); que comprende rotación de cultivos, evaluación de germoplasma ecuatoriano y del CIP; Ecología; distribución, etc.

2. Investigaciones del "nematodo del nudo de la raíz"
(Meloidogyne spp), (biología y ecología)
3. Investigaciones del "falso nemátodo del nudo"
(Nacobbus spp).
4. Investigaciones del "nematodo del bulbo"
(Ditylenchus spp)
5. Combate biológico de: M. incognita y Premnotripes vorax
6. Prospección de nemátodos fitoparásitos en la sierra y oriente, y microorganismos antagónicos o parásitos para estos.
7. Inducción de mutaciones con Co 60, en semillas de naranjilla, con el fin de identificar resistencia o tolerancia a M. incognita.

El estudio de estos cuatro nemátodos se justifica, no solamente por la peligrosidad que representan para la papa, uno de los principales cultivos del país, sino también para otros como las hortalizas y leguminosas.

Abriéndose la posibilidad de incrementar las investigaciones con otros nemátodos que se presentaren, como posibles patógenos, conforme se vaya realizando el Proyecto de Reconocimiento.

La manera usual para solucionar problemas nematológicos, es evaluando las técnicas disponibles, para luego consolidar las más efectivas y económicas, dentro de un sistema de "combate integrado" con el fin de reducir sus poblaciones, evitando que ocurra el daño económico y minimizado los efectos colaterales adversos sobre el medio ambiente. El diseño de un "sistema integrado" involucra los siguientes pasos.

1. Exclusión

- a. Inspección y reconocimiento
- b. Cuarentena y legislación
- c. Semillas certificadas

2. Erradicación

- a. Destrucción de focos de infestación
- b. Labores de cultivo, y combate de malezas
- c. Desinfestación de aperos de cultivo

3. Protección

- a. Nematicidas
- b. Combate biológico
- c. Rotación de cultivos
- d. Ecología (drenaje, fertilización, enmiendas químicas y orgánica, etc.)
- e. Escape

4. Resistencia

- a. Variedades resistentes
- b. Variedades tolerantes
- c. Selección de variedades

Con estos principios se logra básicamente modificar el ciclo biológico de los nemátodos, especialmente:

- 1. Reduciendo la tasa de natalidad.
- 2. Reduciendo la tasa de reproducción
- 3. Incrementando la tasa de mortalidad, y,

4. Reduciendo la calidad y cantidad de la alimentación de los fitoparásitos.

PROYECTO 1: Reconocimiento de los problemas causados por nemátodos en los cultivos importantes del Ecuador.

ENSAYO: EESC-FiN₁-H₁-H₁-81. Reconocimiento y distribución de nemátodos en los cultivos importantes de la Sierra Ecuatoriana con énfasis en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar.

OBJETIVO

Conocer la fauna nematológica y su distribución en los principales cultivos de importancia económica en cada una de las provincias andinas del Ecuador.

Es un trabajo de rutina que el laboratorio de Nematología lleva a cabo en la Estación Experimental Santa Catalina; los datos que aporta este Ensayo suministra un modelo para reconocimiento específicos para futuros proyectos de investigación.

MATERIALES Y METODOS

La metodología que sigue este laboratorio es la Holandesa, adaptadas a nuestras condiciones; así tenemos que para la extracción de nemátodos filiformes se utiliza el "Elutriador de Oostenbrink". Para extraer nemátodos formadores de quistes al embudo de Fenwick. Nemátodos endoparásitos como Ditylenchus y Aphelenchoides se extraen por el método de la "Neblinadora".

Las muestras que llegaron al laboratorio se procesaron inmediatamente; y si no fue posible se guardaron a 5°C con el fin de conservar la humedad

de la muestra. Las muestras de suelo se tamizaron y homogenizaron para tomar una muestra al azar de 100 g y procesarlas en el elutriador. De las muestras de raíces se pesaron 10 g escogidos al azar luego de lavarlos y cortarlos en pequeños pedazos (1 cm), esta alícuota se procesó luego en la neblinadora

GENERO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	CULTIVO ASOCIADO	
<u>Aphelenchoides</u> sp	Guayas		Valencia	manzana	
<u>Aphelenchus</u> sp	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	tomate	
	Carchi	El Angel	San Isidro	haba	
	Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	alfalfa	
	Chimborazo		Guamote	Gatazo	Cebolla, ajo
			Penipe	Pungal	chelemo, durazno, naranjilla cabuya alfalfa
			Riobamba	Riobamba	durazno, manzana
	Guayas			Valencia	manzana
	Imbabura	Pimampiro	Chalguayacu		fréjol
	Pichincha		Cayambe	Cayambe	alfalfa
			Quito	Tumbaco	manzana, durazno
			Quito	Yaruquí	barbecho
			Mejía	Cutuglagua	quinoa
			Mejía	Machachi	alfalfa
Tungurahua		Patate	Matríz	tomate de árbol	
		Píllaro	Píllaro	manzana	
<u>Criconemoides</u> sp	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	tomate	
	Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	alfalfa	

GENERO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	CULTIVO ASOCIADO	
<u>Criconemoides</u> sp	Chimborazo	Riobamba	Riobamba	durazno, manzana	
		Penipe	Pungal	alfalfa, manzana chelemo	
	Morona Santiago	Palora	Sedia	naranjilla	
	Pichincha	Mejía	Cutuglagua	quinoa	
		Mejía	Machachi	alfalfa	
	Tungurahua	Píllaro	Píllaro	manzana	
<u>Dorylaimus</u> sp	Carchi	El Angel	San Isidro	haba	
	Cotopaxi	Latacunga	Tanicuchi	alfalfa	
		Latacunga	Lasso	pastos	
		Chimborazo	Colta	Pallatanga	babaco
	Chimborazo	Penipe	Pumbal	cheleno, alfalfa manzana, cabuya, durazno	
		Riobamba	Riobamba	ciprés, durazno	
		Guamote	Gatazo	cebolla, ajo	
		Pichincha	Cayambe	Cayambe	alfalfa
			Mejía	Cutuglagua	quinoa
			Mejía	Machachi	alfalfa
	Cotopaxi	Pedro Mon-cayo	Tabacundo	clavel	
		Quito	Yaruquí	citrus, barbecho	
	Imbabura	Ibarra	Chalguayacu	fréjol	
	<u>Ditylenchus</u> sp	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	alfalfa
		Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	alfalfa
Latacunga			Tanicuchi	alfalfa	

GENERO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	CULTIVO ASOCIADO
<u>Ditylenchus</u> sp	Tungurahua	Ambato	Santa Rosa	alfalfa
<u>Meterodera</u> sp	Chimborazo	Penipe	Pumbal	cabuya
	Pichincha	Cayambe	Cayambe	alfalfa
		Quito	Tumbaco	durazno, manzana
<u>Globodera pallida</u>	Carchi	El Angel	San Isidro	haba
	Pichincha	Mejía	Cutuglagua	quinoa
<u>Helicotylenchus</u> sp	Chimborazo	Colta	Pallatanga	babaco
		Penipe	Pungal	babaco, naranjilla
	Imbabura	Pimampiro	Chalgayacu	fréjol
	Morona Santiago	Palora	Sedia	naranjilla
	Pichincha	Mejía	Cutugalgua	trigo
<u>Hemicyclophora</u> sp	Cotopaxi	Latacunga	Lasso	Pastos
	Pichincha	Mejía	Machachi	alfalfa
		Quito	Yaruquí	citrus
<u>Meloidogyne</u> sp	Chimborazo	Colta	Pallatanga	babaco
		Penipe	Pumbal	alfalfa, manzana cabuya durazno, babaco, naranjilla
	Imbabura	Ibarra	Chalguayacu	fréjol
	Morona Santiago	Palora	Sedia	naranjilla
	Pichincha	Quito	Yaruquí	barbecho
<u>Mononchus</u> sp	Carchi	El Angel	San Isidro	haba
	Cotopaxi	Latacunga	Lasso	pastos

GENERO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	CULTIVO ASOCIADO
<u>Mononchus</u> sp	Cotopaxi	Latacunga	Tanicuchi	alfalfa
	Chimborazo	Colta	Pallatanga	babaco
		Penipe	Pungal	babaco, naranjilla
	Morona Santiago	Palora	Sedia	naranjilla
	Pichincha	Quito	Pintag	pino
<u>Neotilenchidae</u> sp	Chimborazo	Penipe	Pungal	cabuya, manzana, durazno
<u>Paratylenchus</u> sp	Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	alfalfa
		Latacunga	Tanicuchi	alfalfa
	Pichincha	Mejía	Cutuglagua	quinoa, trigo
		Mejía	Machachi	alfalfa
		P.Moncayo	Tabacundo	clavel
Tungurahua	Píllaro	Píllaro	manzana	
<u>Pratylenchus</u> sp	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	Tomate
	Cotopaxi	Latacunga	Mulaló	alfalfa
	Chimborazo	Riobamba	Riobamba	durazno
	Guayas		Valencia	manzana
	Pichincha	Mejía	Cutuglagua	trigo
		Quito	Yaruquí	barbecho
Tungurahua	Píllaro	Píllaro	manzana	
<u>Trichodorus</u> sp	Carchi	El Angel	San Isidro	
	Cotopaxi	Latacunga	Lasso	pastos
		Latacunga	Mulaló	alfalfa
	Chimborazo	Colta	Pallatanga	babaco
Guamote		Gatazo	cebolla, ajo	

GENERO	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	CULTIVO ASOCIADO	
<u>Trichodorus</u> sp	Chimboraza	Riobamba	Riobamba	ciprés	
	Imbabura	Ibarra	Chalguayacu	fréjol	
	Morona Santiago	Palora	Sedia	naranjilla	
	Pichincha		Cayambe	Cayambe	alfalfa
			Mejía	Machachi	alfalfa
			Quito	Yaruquí	citrus
			Quito	Pintag	pino
	Tungurahua	Píllaro	Píllaro	manzana	
<u>Subanguina</u> sp	Tungurahua	Ambato	Santa Rosa	cebadilla	
<u>Tylenchorhynchus</u> sp	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	tomate	
	Carchi	El Angel	San Isidro	haba	
	Cotopaxi		Latacunga	Mulaló	alfalfa
			Latacunga	Tanicuchi	alfalfa
	Pichincha	Mejía	Machachi	alfalfa	
	Imbabura	Ibarra	Chalguayacu	fréjol	
	Tungurahua		Patate	Matríz	tomate de árbol
			Píllaro	Píllaro	manzana
<u>Tylenchus</u> sp	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	tomate	
	Carchi	El Angel	San Isidro	haba	
	Cotopaxi		Latacunga	Mulaló	alfalfa
			Latacunga	Lasso	pastos
	Chimborazo		Riobamba	Riobamba	tomate de árbol, cabuya, babaco
			Colta	Pallatanga	naranjilla
			Guamote	Gatazo	babaco
				cebolla, ajo	

GENERO	PROVINCIA	CANTON -	PARROQUIA	CULTIVO ASOCIADO	
<u>Tylenchus</u> sp	Ibabura	Ibarra	Chalguayacu	fréjol	
	Morona Santiago	Palora	Sedia	naranjilla	
		Pichincha	Mejía	Cutuglagua	quinua, trigo
			Mejía	Machachi	alfalfa
	Tungurahua	Cayambe	Cayambe	alfalfa	
		Quito	Pintag	pino, eucalipto	
		Quito	Yaruquí	citrus	
		Píllaro	Píllaro	manzana	
		Patate	Matríz	tomate de árbol	

ENSAYO: SC-DFi-N-1-C12-1-1982
 Determinaciones cualitativas y cuantitativas de poblaciones de nemátodos parásitos en las Granjas Experimentales del INIAP.

A partir del año de 1982 esta sección tomó bajo su responsabilidad el muestreo cualitativo y cuantitativo de géneros parásitos de nemátodos de las diferentes Granjas que el INIAP tiene a su cargo **preferentemente** de las Granjas Fructícolas, en esta ocasión se efectuó el muestreo de la Granja de Píllaro situada en la Prov. del Tungurahua, Cantón Píllaro.

Metodología:

La citada granja fue dividida en 16 lotes, para facilitar el muestreo; cada uno de los lotes de aproximadamente $1\frac{1}{2}$ ha de superficie, de los que se designaron 10 árboles frutales para ser muestreados en cada uno de ellos, se efectuaron 6 funciones, dando un total de 60 funciones por cada lote.

Extracción de nemátodos fitoparásito.

La extracción de nemátodos de muestras de suelo se la realizó mediante el método del "elutriador de Oostenbrink" y "filtro de algodón".

Identificación y contaje de nemátodos

La identificación de géneros de nemátodos se llevó a cabo con la ayuda de un microscopio esteroscopio y en preparaciones de agua (5 cm^3) para luego referirnos a densidades de 100 cm^3 de suelo.

RESULTADOS

Por la incidencia de las muestras de suelo de cada uno de los lotes, se estableció el siguiente orden (Tabla 1) Paratylenchus sp y Aphelenchus sp

se encuentran en todas las muestras analizadas, luego tenemos a los géneros Criconeroides sp y Pratylenchus sp en los lotes 3-5 y 5-6 y en el lote # 5 el género Tylenchorhynchus sp. Los géneros de nemátodos Criconeroides sp y Pratylenchus son los nemátodos parásitos a los que se debe prestar atención y evaluarlos a los largo de varias observaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se dijo anteriormente los géneros Criconeroides sp y Pratylenchus sp son los nemátodos potencialmente peligrosos en frutales. Es por lo tanto necesario efectuar muestreos periódicos y minuciosos en cultivos libres de estos géneros con el fin de preservarlos.

PROYECTO 3: Estudios para combatir poblaciones de nemátodos

ENSAYO: EESC-Fi-N3-C12-2-*6

Inducción de resistencia y tolerancia en naranjilla utilizando radiación gamma (Co-60) para combatir Meloidogyne incognita. (1).

El nemátodo del nódulo de la raíz, es de distribución mundial, limitado por áreas geográficas específicas. Su extenso y variado grupo de hospederos y la interacción con otros patógenos (hongos y bacterias, hacen que este patógeno sea considerado como una de las mayores plagas de las plantas cultivadas. En Ecuador el patógeno se encuentra distribuido en la mayoría de las zonas en las que se cultiva: tomate, naranjilla, tomate de árbol, etc (sobre las 2.000 plantas diferentes). Ya en climas templados como subtropical y tropical, ocasionando pérdidas del 70%. Por otra razón se lo considera un factor limitante en zonas con intenso mono cultivo y prácticas culturales deficientes.

Si se considera que mediante la utilización de nematicidas se ha logrado combatir en forma temporal, no es menos cierto que su costo es elevado y su aplicación no es rentable. Por lo tanto la búsqueda de variedades resistentes es el método económico y eficiente para combatir nemátodos

OBJETIVOS

Buscando una alternativa para la producción de naranjilla el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP y la Escuela Politécnica Nacional por intermedio del Laboratorio de Ciencias Nucleares iniciaron una investigación para emplear la irradiación gamma con el propósito de inducir eventualmente resistencia a M. incognita.

(1) Trabajo en colaboración con el Laboratorio de Investigaciones Aplicadas del Instituto de Ciencias Nucleares de la Escuela Politécnica Nacional.

MATERIALES Y METODOS

Hasta el presente se han realizado algunos ensayos con semillas de frutos de naranjilla de excelente calidad, las cuales han sido irradiadas a diferentes dosis de irradiación gamma en un rango comprendido entre los 6 y 60 kilorads.

Las semillas tratadas se dejaron germinar en las condiciones de laboratorio, luego trasplantadas a maceteros individuales, e inoculadas con el patógeno en la proporción de 10 lv/g de suelo. A los seis meses de edad, todas las plantas, provenientes de los diferentes tratamientos fueron examinadas para determinar variaciones morfológicas tales como: alto de la planta, color de la hoja, diámetro del tallo, color del tallo, número de lóbulos de la hoja, color de las nervaduras, peso del sistema radicular y reacción radicular al nemátodo.

RESULTADOS PRELIMINARES

No se observó un efecto drástico sobre la germinación, aunque en dosis que superan los 20 Krads ésta se retardó hasta dos meses sin registrarse mortalidad. En los tres primeros tratamientos se obtuvo un 0.46% de resistencia y un 1.8% de tolerancia.

De las plantas resistentes y tolerantes se hicieron esquejes que se enraizaron en pomina con hormona de enraizamiento, para luego trasplantarlas al campo para sus respectivas pruebas.

ENSAYO EESC-Fi-N3-85: Combate biológico de Meloidogyne incognita con el hongo Paecilomyces lilacinus Thom. Samson dosificación y métodos de aplicación.

El nemátodo M. incognita, en el Ecuador está distribuido desde el nivel del mar hasta los 3000 m. Se considera que su distribución alcanza el 50%, tanto en suelos cultivados, como en aquellos con vegetación natural. Se encuentra parasitando raíces de tomate, fréjol, col, papaya, pimiento, arveja, habas, tabaco, babaco, etc, produciendo pérdidas de hasta el 70%.

Si bien es cierto, mediante la utilización de nematicidas granulados se ha logrado combatirlos en forma temporal, su costo no es rentable; por lo tanto, la búsqueda de otras formas de combate es indispensable para poder diseñar un sistema integrado de combate económico y eficiente.

Ultimamente de acuerdo a los experimentos realizados por Jatala en Perú, se conoce que P. lilacinus, puede parasitar con éxito a huevos de M. incognita.

Según nuestros resultados en pruebas de invernadero, la D150 en cultivo de tomate fue de 45 mg/macetero/Kg. Como este trabajo es pionero en Ecuador y otros países, hemos diseñado este experimento con el fin de evaluar dosis y formas de aplicación bajo condiciones de campo.

MATERIALES Y METODOS

En la Hda. Bascún, localizada en Baños, provincia del Tungurahua, se está estudiando varias dosis de P. lilacinus y dos formas de inocular el hongo al suelo para combatir M. incognita, para lo cual se utilizó plantas de babaco de 30 cm de alto trasplantadas en hileras separadas, 15 m con 20 m de longitud y entre plantas a 1 m de distancia. Los hoyos se

perforaron a 20 cm x 20 y 30 de profundidad, donde se depositó 10 Kg de humus/planta y 100 g del fertilizante 9, 23-30 (NPK); luego se añadió el hongo en las dosis de $8,5 \times 10^9$ esporas m^2 , 17, 34 y 68 en forma seca y con similares dosificaciones haciendo una suspensión de las esporas, asperjándolas en el hoyo con una bomba de mochila, luego se trasplantó el babaco según las técnicas normales del cultivo.

Enfermedades como Alternaria sp y Micosphaerella sp se combatieron con Mancozeb (0,25%) y Tecto (0,03%). Se combatieron insectos aplicando Diazinon (0,1%) oportunamente. Los riegos se hicieron por gravedad teniendo cuidado de no contaminar parcelas contiguas. El diseño experimental fue de Bloques al azar en arreglo factorial, más un testigo sin inóculo.

Los parámetros a medirse son: alto de la planta, diámetro del tallo, producción, nodulación del sistema radicular, población de larvas en la rizosfera, número de huevos parasitados en las matrices, y grado de nódulos de acuerdo a una escala de 1-5.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados hasta los seis meses están resumidos en la Tabla 1. Con estos datos es prematuro tomar decisiones precisas, debido a que no existen diferencias significativas entre tratamientos. El hongo primeramente tiene que dispersarse a todo el sistema radicular y luego iniciar la penetración a las matrices del nemátodo para proceder a la colonización y parasitar los huevos depositados en las matrices. Esto es un inconveniente que posee este tipo de combate biológico, que en un principio el establecimiento y persistencia son lentos, luego cuando existe suficiente inóculo potencial en el suelo su regulación, de la población nematológica supera el 80%, de mortalidad del patógeno (M. incognita)

El hecho de haber encontrado huevos parasitados en el testigo, significa que el hongo tiene sus formas de propagación como son: larvas de insectos, insectos adultos, lombrices, protozoos y otros animales con

facultades de locomoción; el agua y áperos de labranza coadyuvan a su diseminación.

Para un futuro será necesario alejar las parcelas testigo de las tratadas y hacer aplicaciones de fungicidas al suelo para evitar el desarrollo de P. lilacinus en parcelas testigos. De todas maneras se seguirá estudiando esta forma de combate ya que en experimentos anteriores los resultados han sido prometedores.

TABLA 1. EFECTO DE P. lilacinus sobre M. incognita

No.	TRATAMIENTOS DOSIS ESPORAS/m ²	FORMAS DE APLICACION	PLANTA		MODULACION	POBLACION (1)	HUEVOS PARASITADOS
			ALTO cm	DIAMETRO cm			
1	0	-----	81	14	3	47	131
2	8,5 x 10 ⁹	al suelo en forma seca	76	14	3	15	276
3	17,0 x 10 ⁹	al suelo en forma seca	75	14	3	13	110
4	34,0 x 10 ⁹	al suelo en forma seca	81	15	2	33	152
5	68,0 x 10 ⁹	al suelo en forma seca	89	15	1	47	123
6	8,5 x 10 ⁹	al suelo por aspersion	75	14	1,6	27	245
7	17,0 x 10 ⁹	al suelo por aspersion	75	14	3,0	60	327
8	34,0 x 10 ⁹	al suelo por aspersion	78	14	2,3	47	159
9	68,0 x 10 ⁹	al suelo por aspersion	83	15	2,6	13	176

(1) Población de M. incognita lv/100 g de suelo

ENSAYO: EESC-Pi-N-3-F6-4-81
Evaluación de la resistencia de germoplasma de papa a algunos patotipos de Globodera pallida del Ecuador.

En 1981 se inició un programa de búsqueda de germoplasma de papa resistente al "nemátodo del quiste de la papa" (G. pallida) en colaboración con el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Programa de Papa de la Estación Experimental Santa Catalina.

El principal objetivo: "obtener variedades de papa resistentes a los principales patotipos de este nemátodo en el Ecuador".

Los materiales, métodos y la secuencia de estos estudios fueron presentados en informes anuales anteriores. Este ensayo es de carácter indefinido.

RESULTADOS

Hasta el presente se han recibido cuatro envíos de germoplasma de papa del CIP, uno por año a partir de 1981. En total se han evaluado 295 clones (Tabla 1), Los resultados obtenidos durante el año agrícola de 1985 son los siguientes:

Envío No. 1

Doce clones seleccionados por su grado de resistencia y características agronómicas aceptables en la primera prueba de campo (población Sta.Cat, P5A), fueron sometidas a la segunda prueba de campo (Población Santa Catalina, P5A). En esta prueba se seleccionaron seis clones (Tabla 2), los que se probarán en ensayos regionales.

Envío No. 2

Doce clones seleccionados por su resistencia a las poblaciones de: Santa Catalina (P5A), Sabañag (P4A), Píllaro (P4A) y a una mezcla artificial de 13 poblaciones (P5A+P4A+P3A), en invernadero (Tabla 3), fueron sometidas a multiplicación rápida mediante enraizamiento de esquejes de tallo lateral, con el propósito de contar con suficiente semilla para las pruebas a nivel de campo.

Envío No. 3

En este envío, once clones seleccionados por su resistencia y características agronómicas aceptables en la primera prueba de campo (Pob. Santa Catalina, P5A), fueron sometidos a la segunda prueba de campo (Población Santa Catalina, P5A). En esta prueba se seleccionaron cinco clones (Tabla 4), los que se probarán en regionales.

Envío No. 4

De este envío, la probable resistencia de 41 clones a las poblaciones de Santa Catalina (P5A) y Píllaro (P4A), fue corroborada en la segunda prueba de invernadero, habiéndose determinado además que lo eran también para las poblaciones de Sabañag (P4A) y Chutan Bajo (P3A). (Tabla 5). Además con este material se realizó la primera prueba de campo en la cual se seleccionaron, por sus características agronómicas aceptables, y de resistencia 16 clones (Tabla 6).

OBSERVACIONES

Según los datos de la Tabla 2, se puede decir que los altos rendimientos de los clones del primer envío, registrados en el lote infestado, comparados con aquellos del lote sin infestar, son algo ilógicos, sin embargo si se considera que en dicho lote se han realizado seis siembras

de papa, dicho fenómeno bien se podría aducir al efecto residual de los fertilizantes aplicados. Para los estudios posteriores se evitará tal situación.

En el mismo envío se puede observar que el rendimiento de las clones son superiores al testigo, ya sea en presencia o ausencia del nemátodo.

En cuanto al tercer envío (Tabla 3), los rendimientos de los clones se presentan más homogéneos entre los dos lotes y ligeramente superiores (algunas) al testigo, pero inferiores a los registrados en el primer envío; sin embargo, se nota que los clones del tercer envío poseen un mayor grado de resistencia que aquellos del primer envío. De esto se puede concluir, que si bien por un lado, el grado de resistencia ha sido incrementado, por otro el rendimiento ha sido disminuido, en especial en los últimos envíos.

Cabe señalar además que la mayor eliminación de clones se ha debido en especial a: bajo rendimiento, características agronómicas no deseables del tubérculo (deformidad, ojos profundos, contenido de agua, poca tuberización acompañada de engrosamiento exagerado y color de piel y carne) y, en menor proporción a la susceptibilidad al nemátodo.

La selección de los clones por sus características agronómicas, fue realizada por el Ing. Agr. Milton Sola del Programa de Papa, quien está colaborando estrechamente en estos estudios.

TABLA 1. Clones de papa del CIP probados a poblaciones de *G. pallida* de los Andes Ecuatorianos (1981-1985)

GRUPOS	CANTIDAD CLONES	I N V E R N A D E R O					C A M P O	CLONES SELECCIONADOS
		No. CLONES RESISTENTES A LAS POBLACIONES DE:					STA. CATALINA (P5A)	
		STA. CATALINA (P5A)	SABAÑAG (P4A)	PILLARO (P4A)	CH. BAJO (P3A)	MEZCLA (P5A+P4A+P3A)		
1 *	199	23	23	--	--	23	6	6
2 **	19	12	12	12	--	12	-	12
3 ***	36	26	26	26	26	26	5	5
4 ****	<u>41</u>	25	25	25	25	--	16	<u>16</u>
TOTAL	295							39

- * = Dos pruebas en invernadero y campo respectivamente
 ** = Dos pruebas en invernadero
 *** = Dos pruebas en invernadero y en campo respectivamente
 **** = Dos pruebas en invernadero y una en campo
 1 = Mezcla artificial de 12 poblaciones.

TABLA 2. Características agronómicas y de resistencia* a *G. pallida* de seis clones seleccionados del primer envío: registradas en la segunda prueba de campo con la población Santa Catalina, patotipo P_{CA} (1985).

LOTE INFESTADO Y LOTE NO INFESTADO							
CLON	I-3-34	I-3-57	I-3-68	I-3-137	I-4-10	I-4-13	Gabri.Test
Emergencia (%)	97-(100)**	97-(100)	100-(100)	97-(100)	90-(97)	100-(90)	100-(100)
Vigor inicial	4-(3)	5-(4)	5-(5)	4-(5)	4-(3)	5-(5)	4-(4)
Senescencia	M-(M)	m-(M)	M-(M)	M-(M)	M-(M)	m-(M)	m-(M)
Desarrollo foliar	5-(5)	5-(5)	5-(5)	5-(5)	5-(5)	5-(5)	5-(5)
Tuberización:							
Número	3-(3)	2-(2)	3-(3)	3-(3)	3-(3)	3-(3)	3-(3)
Tamaño	3-(3)	3-(3)	3-(3)	3-(3)	2-(2)	3-(3)	2-(2)
Resistencia (Pf/Pi)	0.2	0.5	0.4	0.3	0.7	0.3	5.1
Apariencia	4-(4)	4-(5)	4-(4)	3-(4)	4-(4)	4-(5)	5-(5)
Rendimiento (Kg/10 plantas)							
1a.	29.1-(14.0)	22.5-(13.8)	34.0-(17.2)	----	----	24.4(17.3)	4.8-(5.3)
2a.	1.6-(1.5)	0.9-(1.9)	1.0-(1.1)	----	----	2.1-(1.8)	4.4-(5.2)
3a.	0.5-(0.7)	0.3-(1.3)	0.6-(0.5)	----	----	0.6-(1.3)	3.5-(4.4)
Cuchi	0.3-(0.3)	0.2-(0.8)	0.3-(0.2)	----	----	0.2-(1.0)	2.0-(2.7)
Total	31.5-(16.5)	23.9-(17.8)	35.9-(19.0)	30.7-(23.1)	24.2-(18.4)	27.4-(21.4)	14.7-(17.6)
Por planta	3.15-(1.6)	2.39-(1.7)	3.59-(1.9)	3.07-(2.3)	2.42-(1.0)	2.75-(2.0)	1.47-(1.7)
No. tubérc/10plantas							
1a.	111-(37)	71-(42)	93-(40)	----	----	104-(53)	57-(43)
2a.	19-(15)	12-(25)	12-(11)	----	----	27-(25)	83-(70)

CONTINUACION TABLA 2:

3a.	10-(12)	13-(10)	17-(3)	----	----	19-(6)	104-(95)
Cuchi	18-(13)	10-(67)	17-(10)	----	----	14-(17)	146-(156)
Total	158-(87)	106-(146)	139-(64)	----	----	164-(101)	390-(364)
Por planta	15.8-(8.4)	10.6-(14.4)	13.9-(6.4)	----	----	16.4-(10.1)	39.0-(36.4)
No. Tubérc/semilla/ planta.	7-(5)	5-(3)	4-(3)	5-(3)	6-(4)	5.0-(6)	15.0-(12)
Color carne	crema	blanca	crema	crema	blanca	crema	crema

* Características agronómicas según el CIP y de resistencia según la Sección de Nematología de la Estación Experimental Santa Catalina.

Vigor Inicial: 60 días después de la siembra: 1 = poco desarrollo, 5 = buen desarrollo (planta vigorosa)
 Senescencia: Cuando empieza a madurar: P = precoz, M = mediana y T = tardía
 Desarrollo foliar: Escala 1-5: 1 = poco desarrollo del clon, 5 = clon vigoroso
 Tuberización: Número: Escala 1-3: 1 = No hay tubérculos; 2 = pocos tubérculos; 3 = muchos
 Tamaño: Escala 1-3: 1 = pequeños; 2 = medianos; 3 = grandes
 Resistencia: Población final sobre población inicial (P_f/P_i) menor a 1 = clon resistente
 Apariencia: Escala 1-5: 1 = deforme; 5 = atractivo

** Los datos consignados entre paréntesis, corresponden al lote no infestado.

TABLA 3. Germoplasma de papa resistente a las poblaciones de G. pallida de Santa Catalina (P5A), Sabañag (P4A), Píllaro (P4A) y a una mezcla artificial de 13 poblaciones en la segunda prueba de invernadero (Envío No. 2)

No.	CLONES	P O B L A C I O N E S				REACCION
		SANTA CATALINA	SABAÑAG	PILLARO	MEZCLA	
	278082.4	0.63	0.31	0.63	0.39	R **
2	278082.104	0.45	0.23	0.43	0.16	R
3	278088.47	0.46	0.33	0.00	0.41	R
4	280230.43	0.11	0.45	0.73	0.23	R
5	280230.62	0.35	0.38	0.75	0.26	R
6	280230.74	0.66	0.23	0.40	0.17	R
7	280230.79	0.00	0.65	0.43	0.10	R
8	280240.2	0.48	0.33	0.35	0.32	R
9	280240.33	0.81	0.43	0.15	0.19	R
10	280300.47	0.50	0.23	0.53	0.14	R
11	280300.67	0.38	0.50	0.33	0.21	R
12	280331.33	0.75	0.83	0.56	0.69	R
13	Gabriela (Testigo)	14.40	17.60	26.26	11.03	S ***

* Población Final sobre Población inicial (P_f/P_i)

** Resistencia = P_f/P_i menor a 1

*** Susceptible = P_f/p_i mayor a 1



CONTINUACION TABLA 4

No. Tubérc./10 plantas						
1a.	36-(34)	53-(-)	35-(39)	24-(34)	28-(24)	26-(57)
2a.	10-(17)	67-(-)	69-(14)	24-(28)	49-(19)	72-(65)
3a.	35-(9)	62-(-)	75-(4)	20-(25)	66-(18)	72-(59)
Cuchi	39-(10)	19-(0)	26-(3)	32-(38)	17-(19)	100-(79)
Total	120-(70)	200-(-)	205-(60)	100-(120)	160-(80)	270-(260)
Por planta	12-(7)	20-(0)	20-(0)	10-(12)	16-(8)	27-(26)
No. Tubérc semilla/ planta						
	5-(3)	14-(-)	15-(8)	3-(6)	11-(4)	14-(16)
Color	crema	crema	blanca	crema	amarilla	crema

* los datos consignados entre paréntesis, corresponden al lote no infestado

TABLA 4. Características agronómicas y de resistencia a *G. pallida* de 5 clones seleccionados del segundo envío, registradas en la segunda prueba de campo con la población Santa Catalina, patotipo PSA (1985).

LOTE INFESTADO Y LOTE NO INFESTADO						
CLON	<u>280054.23</u>	<u>280072.5</u>	<u>280072.12</u>	<u>280072.14</u>	<u>280072.75</u>	<u>Gabrie. Testigo</u>
Emergencia (%)	80=(80)*	100-(-)	100-(90)	80-(83)	100-(95)	100-(100)
Vigor inicial	3-(3)	5-(-)	4-(4)	3-(3)	4-(4)	5-(5)
Senescencia	M-(M)	P-(P)	P-(P)	M-(M)	M-(M)	M-(M)
Desarrollo foliar	3-(3)	4-(4)	4-(4)	3-(3)	4-(4)	5-(5)
Tuberización:						
Número	3-(3)	3-(3)	3-(3)	2-(2)	3-(3)	3-(3)
Tamaño	2-(3)	2-(3)	2-(3)	3-(3)	3-(3)	2-(2)
Resistencia (Pf/Pi)	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4	5.5
Apariencia	4-(4)	5-(5)	5-(5)	4-(4)	4-(4)	5-(5)
Rendimiento (Kg/10 plantas):						
1a.	4.8-(6.2)	7.8-(-)	5.1-(11.7)	4.5-(6.9)	6.5-(4.0)	2.5-(6.5)
2a.	0.7-(1.4)	5.6-(-)	5.8-(7.1)	1.6-(2.3)	3.4-(1.3)	3.6-(4.4)
3a.	1.8-(0.3)	2.5-(-)	3.6-(0.0)	0.8-(0.7)	2.5-(0.5)	2.3-(2.5)
Cuchi	0.8-(0.2)	0.3-(-)	0.4-(0.0)	0.5-(0.4)	0.2-(0.2)	1.4-(1.1)
Por planta	0.81-(0.83)	1.62-(-)	1.49-(1.84)	0.74-(1.03)	1.26-(0.6)	0.98-(1.45)

TABLA 5. Gemoplasma de papa resistente a las poblaciones de G. pallida de Santa Catalina (P5A), Píllaro (P4A), Sabañag (P4A) y Ch. bajo (P3A), en la segunda prueba de invernadero (Envío No. 4).

NO.	CLONES	POBLACIONES				REACCION
		SANTA CATALINA	PÍLLARO	SABAÑAG	CH. BAJO	
1	280246.26	0.15*	0.15	0.20	0.10	R **
2	280246.70	0.70	0.10	0.35	0.10	R
3	280246.73	0.20	0.20	0.20	0.10	R
4	280246.82	0.10	0.10	0.10	0.10	R
5	280278.23	0.10	0.10	0.15	0.10	R
6	280278.31	0.10	0.35	0.25	0.10	R
7	280278.44	0.10	0.15	0.10	0.15	R
8	280278.51	0.20	0.20	0.20	0.20	R
9	280278.55	0.45	0.20	0.35	0.30	R
10	280278.59	0.10	0.10	0.10	0.10	R
11	280278.60	0.10	0.10	0.20	0.10	R
12	280321.1	0.20	0.15	0.40	0.15	R
13	280321.3	0.10	0.30	0.30	0.10	R
14	280321.82	0.20	0.15	0.30	0.15	R
15	280395.8	0.75	0.65	0.30	0.20	R
16	280395.9	0.50	0.55	0.80	0.25	R
17	Gabriela (Testigo)	65.00	66.00	63.00	50.00	S ***

* = Población final sobre población inicial (P_f/P_i)

** = Resistente = (P_f/P_i menor a 1)

*** = Susceptible = (P_f/P_i mayor a 1)

TABLA 6. Características agronómicas y de resistencia* a *G. pallida* de 16 clones seleccionados del cuarto envío registrados en la primera prueba de campo con la población Santa Catalina, patotipo P5A (1985)

CLONES	EMERGENCIA %	VIGOR INICIAL	SENESCENCIA	DESARROLLO FOLIAR	TUBERIZACION		RESISTENCIA (Pf/Pi)	APARIENCIA	RENDIMIENTO kg/planta	No. TUBO/ PLANTA	No. SEMILLA/ PLANTA
					NUMERO	TAMAÑO					
1 280246.26	100	4	M	4	3	2	0.27	4	0.94	39	19
2 70	97	4	M	4	2	2	0.82	3	0.54	10	6
3 73	80	3	M	3	3	2	0.80	3	0.78	27	11
4 82	73	3	M	3	3	2	0.85	4	0.95	13	6
5 280278.28	97	4	M	4	3	2	0.88	4	0.93	13	6
6 31	90	3	M	3	3	2	0.66	3	0.66	45	8
7 44	83	3	M	3	3	2	0.57	3	0.58	21	6
8 51	100	4	M	4	3	2	1.17**	4	0.65	16	7
9 55	100	4	M	4	3	2	0.55	3	0.82	14	7
10 59	100	4	M	4	2	2	0.59	3	0.70	15	8
11 60	87	3	M	3	3	2	0.27	4	0.48	13	7
12 280321. 1	100	4	M	4	3	3	-0.75	4	1.35	16	10
13 3	67	3	M	3	2	3	0.56	3	0.66	6	4
14 82	80	3	M	3	2	3	0.80	3	0.78	7	3
15 280395. 8	75	3	M	3	2	2	0.43	3	0.70	18	8
16 9	80	3	M	3	3	2	0.50	3	0.65	18	8
17 Gabriela (Testigo)	100	5	M	5	3	2	4.85**	5	0.94	26	14

* Características agronómicas según el CIP y de resistencia según la Sección de Nematología de la Est. Exp. Santa Catalina

** Susceptibles

Emergencia: 30 días después de la siembra
 Vigor inicial: 60 días después de la siembra: 1 = poco desarrollo; 5 = buen desarrollo (planta vigorosa)
 Senescencia: Cuando empieza a madurar: P = precoz; M = mediana; T = tardía
 Desarrollo foliar: Escala 1-5: 1 = poco desarrollo del clon; 5 = clon vigoroso
 Tuberculosis: Número: escala 1-3: 1 = no hay tubérculos; 2 = pocos tubérculos; 3 = muchos
 Tamaño: escala 1-3: 1 = pequeños; 2 = medianos
 Resistencia: Población final sobre población inicial (Pf/Pi) menor a 1 = clon resistente
 Apariencia: Escala 1-5: 1 = deforme; 5 = atractivo

PROYECTO 4: ESTUDIOS ESPECIALES
 ENSAYO: EESC-Fi-N4-61-86.
 Modificación del método "incubación" para recuperar
D. dipsaci en tallos de alfalfa.

El cultivo de la alfalfa se ha incrementado considerablemente en los últimos tiempos, ya que es un alimento de alta calidad para las ganaderías de la Sierra ecuatoriana.

El nemátodo del tallo (Ditylenchus dipsaci, Kühn Filipjev) es un problema bastante serio de la alfalfa, pues según los ganaderos en alfalfa severamente afectado por este patógeno a más de reducir considerablemente su rendimiento por ha. la duración en el campo no alcanza más de los tres años en forma económica, pues la característica de su ataque es localizarse preferentemente en la corona, afectando a las yemas jóvenes, llegando a deformarse con engrasamientos desproporcionados.

P. captain (1980), del Instituto de Mejoramiento de Plantas de Cambridge describe un método simple para extraer nemátodos del tallo (Ditylenchus dipsaci) que es el siguiente: 100 g. de partes aéreas de plantas de alfalfa, secadas al ambiente por el tiempo de 30 días, suspendidas en una gaza sobre un beaker de 3.000 cm³ con 2.500 cm³ de agua. Con un agitador magnético a 250 rpm, proveerá un flujo de agua necesario para la extracción eficientes de nemátodos viables, el agua se cambiará a las dos horas y será descartada, luego de los cuales se cambiará cada hora dejando por 30 minutos para permitir que los nemátodos se sedimenten en el fondo del beaker.

La Sección de Nematología pensando en un futuro cercano, trabajar en colaboración con el Programa de Pastos en búsqueda de variedades resistentes de alfalfa a este patógeno, ha trabajado con el método anteriormente descrito y un modificado en el sentido de no usar el vibrador magnético sino una bomba de aire para pecera, con el fin de dar el suficiente oxígeno durante el proceso de extracción de nemátodos viables.

Número de nemátodos extraídos por los métodos de Captain y el modificado por la Sección Nematología

LECTURAS/HORA	CAPTAIN	MODIFICADO
1ra.	120	4.100(1)
2da.	280	3.200
3ra.	1.500	1.720
4ta.	980	1.080
T O T A L	2.880	10.100

(1) \bar{x} de 4 lecturas larvas/100 cm³

Si observamos el cuadro anterior, se nota claramente que el método "modificado" usando la bomba de aire, extrae un mayor número de especímenes viables de (Ditylenchus dipsaci) y principalmente en la 1ra hora luego de las dos horas de descarte (4.100 nemas) y va descendiendo en su número hasta llegar a (1.080 nemas) en la 4ta hora de procesamiento. Sucediendo todo lo contrario con el método Captain, en el que se puede observar que la 3ra. hora es la más productiva (1.500 menos). Esperamos que en el futuro podamos utilizar este método para obtener grandes cantidades de especímenes, para trabajos de inoculaciones a nivel de invernadero en búsqueda de variedades de alfalfa resistentes o tolerantes a este patógeno.

ENSAYO: EESC-Fi-M4-1-86.
Relación del clima y algunas características del suelo en la distribución de especies de Meloidogyne.

OBJETIVOS

Conocer la distribución e identificación de especies de Meloidogyne y su relación con el clima y algunas características físicas (textura, estructura) y químicas (pH, N, P, K, Ca, Mg), etc de los suelos que constituyen su medio ambiente.

MATERIALES Y METODOS

La identificación de las especies se efectuó comparando los cortes "perineales" con los patrones establecidos por IMP. Los biotipos se identificaron sembrando las variedades diferenciales: algodón (var. Deltapine 16; tabaco (NC 95); pimiento (California Wonder); Sandía (Charleston Grey); maní (Florunner); tomate (Rutgers), en suelo estéril y en maceteros de 500 cm³ de capacidad, e inoculados con 5.000 huevos/macetero de la especie de Meloidogyne en estudio. A la cosecha (3 meses) se determinó la población final (Pf), el grado de nódulos o matrices con la escala 0 = 0, 1 = 1-2, 2 = 3-10, 3 = 11-30, 4 = 31-100, 5 > 100. Los daños se calificaron con la escala: 1 = 5%, 2 = 10%, 3 = 10-20%, 4 = 20-50%, 5 mayor a 50% de daño radicular.

Los datos climatológicos fueron obtenidos del INAHMI que son promedios de lecturas entre 10-30 años, registrándose la temperatura, lluvia, número de meses secos y lluviosos.

Los análisis de suelos fueron analizados en N C S V(*) determinándose pH, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Na, y materia orgánica.

(*) Trabajos en colaboración con North Carolina State University.

RESULTADOS Y DISCUSION

De las 50 especies de Meloidogyne registradas a nivel mundial solo 4 están distribuidas en Ecuador. M. incognita, M. javanica, M. arenaria y M. hapla. El porcentaje de incidencia es del 82%, 10%, 6% y 2% respectivamente. La especie M. incognita es la única que tiene los siguientes biotipos o razas:

Raza 1, la más generalizada en los valles templados de la Sierra y en la Costa; Raza 2 y la Raza 4 la más virulenta, pero localizadas a pequeñas regiones, M. incognita se distribuye en regiones con temperaturas de 15 - 30°C, mientras que M. javanica prefiere climas entre 21 - 27°C. M. arenaria prevalente en zonas con 15-27°C. M. hapla, se distribuye en climas fríos (5-15°C), parasitando plantas pertenecientes a esta región bioclimática especialmente rosáceas y solanáceas, cultivadas o silvestres.

En suelos de regiones con menos de 1.500 mm de lluvia, prevalece M. javanica, mientras que M. incognita, M. arenaria y M. hapla prefieren regiones húmedas (> 1.500 mm). M. hapla no resiste climas con más de dos meses sin lluvia, en contraste con M. incognita, M. javanica y M. arenaria que pueden sobrevivir algunos meses de sequía (+ 6 meses)

El pH tiene influencia sobre M. incognita y M. javanica que prevalecen en suelos neutros e incrementan sus poblaciones hasta pH3, nivel que solo M. javanica puede soportar.

No se encontró correlaciones positivas sobre la fertilidad del suelo. Aparentemente no existe correlación y se pueden aislar larvas de suelos fértiles o pobres. Muy pocas muestras de suelos arcillosos fueron positivas, mientras que estos nemátodos prevalecen en suelos francos y arenosos, y es lógico que esto suceda porque las pequeñas partículas del suelo reducen el porcentaje de poros y por lo tanto limitan la movilidad del nemátodo.

ENSAYO

EESC-Fi-N4-6-84.

Combate biológico del gusano blanco de la papa con el nemátodo entomófago Neoplectana carpocapsae.

Posiblemente el problema entomológico más importante del cultivo de papa es causado por "gusano blanco" (Premnotripes vorax Hustache), que produce cuantiosas pérdidas por destrucción de los tubérculos. Se calcula que de las 40.000 ha del cultivo, todas están contaminadas con el insecto, variando grandemente el porcentaje de infección. Según el Programa de Papa (1), esto implicaría cuatro alternativas: dependencia total en combate químico, alto costo de aplicación, probable creación de resistencia a los insecticidas y riesgos de toxicidad, además de los peligros de contaminación ambiental.

El costo del insecticida para combatir la plaga en una ha, fluctúa entre S/. 8.000 y S/. 12.000 para obtener 72% de tubérculos sanos (2), es decir que la aplicación del insecticida no garantiza que toda la producción esté sin ataque del insecto.

El problema ha llegado a esta situación por falta de implementación de medidas integradas de combate. Por tal razón nuestra preocupación es la de iniciar una serie de estudios que tiendan a generar tecnología para iniciar un combate biológico en base al nemátodo Necaplectana, y luego diseñar un sistema de combate integrado, en los que se involucrarían hongos (entomófilos), bacterias, resistencia, genética, etc.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se lo realizó en un lote muy infestado con gusano blanco (lote A4), donde se distribuyeron al azar parcelas constituidas por 2 surcos de 1.5 m de longitud, con una superficie de 1,8 m² y 10 plantas/

(1) F. Muñoz, Programa de Papa, Resumen de la problemática, acciones, logros y proyecciones de la investigación.

(2) G. Merino y V. Vázquez, Departamento de Entomología, INIAP.

parcela. La variedad usada fue Gabriela que se fertilizó, según las normas del cultivo. Como inóculo del nemátodo se usaron larvas (1v3) multiplicadas en larvas de gusano blanco; para la inoculación se utilizó una suspensión de 1v3 en agua que se aplicó en dosis de 25.000 1v3/planta. La bacteria Xenorhabdus nematophilus, se la cultivó en laboratorio en caldo nutritivo incubada a 27°C por tres días, e inoculada al suelo en forma de suspensión + 30 cm³/planta.

Se estudiaron tres épocas de inoculación, a la siembra, al aporque y siembra + aporque, comparándose con un testigo sin inoculación. Los tratamientos resultantes constan en la Tabla 1.

Para asegurar el éxito del ensayo se realizaron a tiempo todas las prácticas culturales que se hacen normalmente en el cultivo comercial de papa. Los insectos foliares se combatieron con Diazinon (0.05%) y las enfermedades fungosas con aspersiones de Manzate (0.25%) a intervalos de 14-21 días según los requerimientos.

Adicionalmente se tomaron temperaturas del suelo a una profundidad de 10-20 cm. Para analizar la población del insecto se transformaron los datos con relación $X_{ij} = \log x + 1$ con el fin de normalizar la varianza.

La extracción de 1v3 del suelo se realizó según la técnica de Oostenbrink y filtro de algodón.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tratamientos fitosanitarios al follaje dieron buenos resultados siendo estos una variable despreciable para medir el efecto de N. carpocapsae lo mismo que la distribución de lluvias que fue normal en todo el ciclo del cultivo.

La temperatura del suelo varió de 12°C a las 08h00 hasta 15.5°C a las 15h25; este factor es muy importante para la reproducción del nemátodo puesto que el óptimo está entre 20-25°C; cuando la temperatura llega a

10°C la reproducción se detiene. A este factor se debe, que el nemátodo no alcanzó un óptimo de reproducción y no pudo efectuar una regulación efectiva de la población de gusano blanco.

Analizando todos los parámetros estudiados se observa que no existe diferencias significativas entre tratamientos. El peso > de tubérculos sanos es muy bajo si comparamos con la producción de tubérculos afectados, su porcentaje es muy elevado y prácticamente más del 95% de los tubérculos no tienen valor comercial, debido al elevado índice de infestación de las parcelas ($\bar{x} = 51$ gusanos/parcela de $1,8 \text{ m}^2$) que corresponde a un promedio de 5 gusanos/planta.

El nemátodo N. carpocapsae se dispersó muy bien en la superficie tratada e incluso su alta movilidad por el suelo, colonizó también las parcelas testigo, lo que sugiere que para nuevos experimentos las parcelas testigo deberán ser distribuidas a una distancia considerable para que no exista contaminación.

Con estos datos, se deduce que el nemátodo puede persistir y competir, con microorganismos autóctonos lo cual indica que debemos continuar investigando su efecto en localidades templadas con temperaturas ambientales mayores a 20°C y humedad relativa sobre el 60%, por ser estos dos parámetros deficientes para la reproducción de N. carpocapsae.

TABLA 1. Resultados de la efectividad de N. carpocapsae sobre el gusano blanco de la papa

TRATAMIENTO	PESO TUBERCULOS KG/PARCELA		NO. GUSANO BLANCO/PARCELA	NEMATODO RECUPERADOS (*)
	SANOS	AFFECTADOS		
1 Neo a la siembra (s)	0,1	1.6	58	60
2 Neo al aporque (A)	0,06	1.8	58	20
3 Neo S + A	0.06	1.3	31	47
4 <u>X. nematophilus</u> (S)	0.13	2.0	33	13
5 X. A.	0.16	1.2	47	33
6 Neo S + A	0.13	1.9	53	40
7 Neo + X. S	0.2	1.9	65	27
8 Neo + X. A	0.2	2.0	47	20
9 Neo + X. S + A	0.13	1.9	53	53
10 Testigo	0.06	1.7	67	13

(*) población de Neoplectana carpocapsae expresados en especímenes/100 cm³ de suelo.

Neo = Neoplectana carpocapsae

X. = Xenorhabdus nematophilus

ENSAYO: EESC-Fi-N-4-F6-1-85
Determinación del tamaño ideal de la muestra de quistes a romperse y de la alícuota de contaje para estimar densidades poblacionales de Globodera pallida.

INTRODUCCION

Según Gerard y Berthet, 1971; Mugniery y Zaouchi, 1976, y Barker, 1978, el grado de precisión en la determinación de la densidad de la población de G. pallida, esta dado por los siguientes factores: densidad de la población, forma del muestreo, eficiencia en la técnica de extracción, peso o volumen de la muestra de suelo, tamaño de la muestra de quistes a romperse y tamaño de la alícuota para su contaje.

Conociéndose que, dichos factores son fuentes de error, se consideró que su estudio es muy importante, punto que por medio de los resultados obtenidos se puedan efectuar ajustes a la metodología tradicionalmente utilizada, para estimar con mayor precisión la densidad de la población de este nemátodo en nuestro medio.

Por esta razón, se decidió realizar el presente estudio, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Determinar el tamaño ideal de la muestra de quistes.
2. Determinar el tamaño ideal de la alícuota para su contaje

MATERIALES Y METODOS

Los tratamientos estudiados fueron 20, repetidos cuatro veces los mismos que estuvieron conformados en un arreglo factorial de cinco por cuatro (cinco niveles poblacionales: 2, 6, 18, 54 y 162 quistes y cuatro tamaños de alícuotas: 10, 5, 1 y 0.2 ml) y dispuestos en un diseño experimental de bloques al azar.

Los quistes, para establecer los niveles poblacionales, fueron tomados al azar mediante un pincel No..1, de muestras previamente obtenidas. A estos quistes se los colocó en un homogenizador de Huisman, donde se los trituro y se colocó en un erlenmeyer de 125 cc ajustándose con agua a 100 cm³.

Las alícuotas, para repeticiones, se tomaron del mismo erlenmeyer mediante pipetas automáticas de 10, 5 y 1 ml y, para las alícuotas de 0,2 ml se utilizó una pipeta normal de 1 ml. Antes de tomar éstas, la suspensión agua-nemátodos fue homogenizada mediante burbuejo con una bomba de aire de pecera durante 10 segundos, dejando luego en reposo por el mismo tiempo para finalmente tomarlas de la parte central del erlenmeyers.

Una vez tomadas y colocadas en las cajas contadoras, éstas se dejaron en reposo para permitir que los huevos y larvas se sedimenten para luego efectuar las lecturas mediante un estereoscópio.

Por medio de un reloj se registró el tiempo empleado en cada lectura.

Durante el experimento se registraron los siguientes datos:

1. Población en larvas y huevos en cada alícuota
2. Tiempo en segundos empleados en cada lectura

Con los datos de población de larvas y huevos registrados en cada alícuota se estableció el contenido de lyh por quiste, que sirvió para efectuar los análisis estadísticos. Con los datos originales, en cada tratamiento, se calculó su promedio, la desviación normal y el coeficiente de variación (CV). Con el C.V. y la población en quistes se estableció una correlación mediante el modelo matemático:

$$y = ax^b$$

donde y = coeficiente de variación; x = población en quistes y a,b = constantes a calcularse.

También se estableció una correlación entre el tiempo de contaje y la población, con el mismo modelo matemático, donde:

y = tiempo en minutos;
 x = población en quistes y,
 a,b = constantes a calcularse.

Adicionalmente se calculó sus respectivos coeficientes de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSION

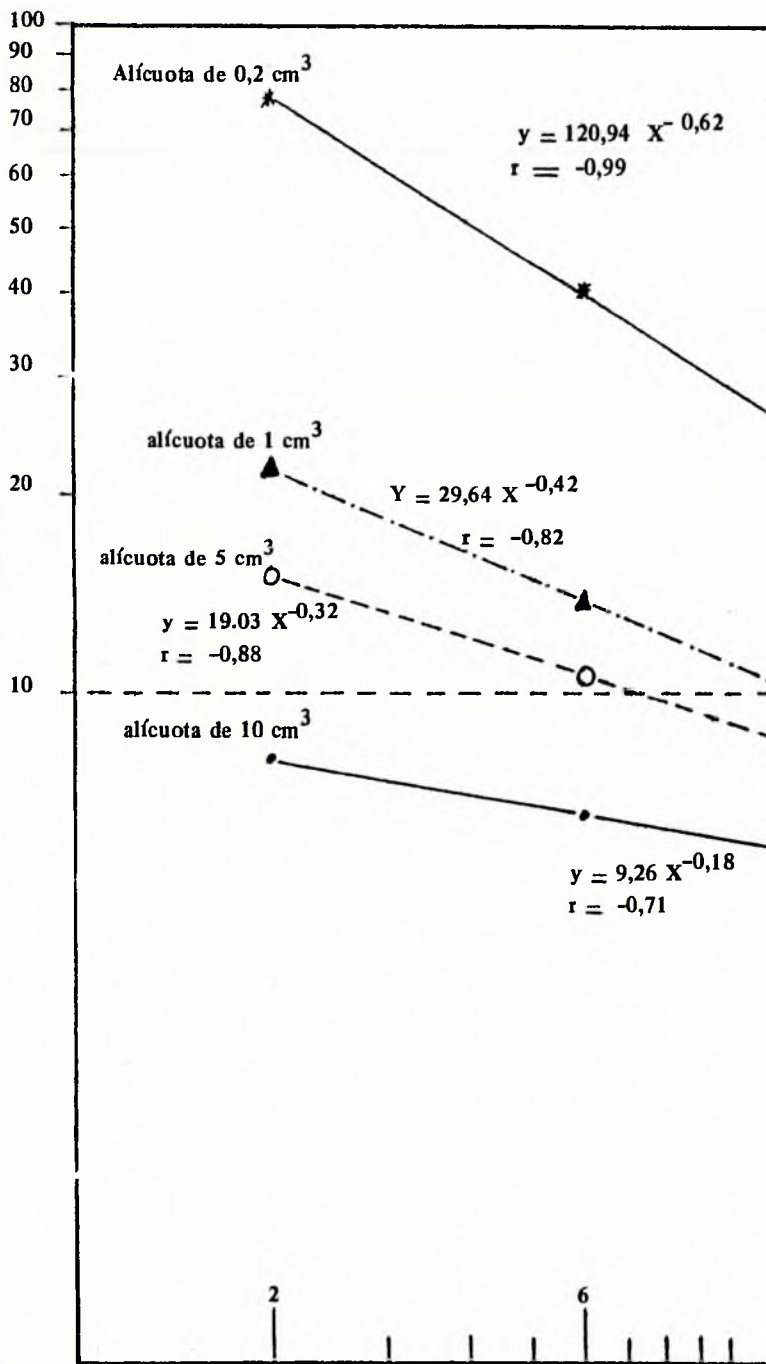
De acuerdo con la Fig. 1, el coeficiente de correlación negativo obtenido, significa que entre las dos variables la correlación es inversamente proporcional; es decir, que a mayor población el C.V. es menor y viceversa a menor población el C.V. es mayor así para la alícuota de 0,2 cm³ el C.V. fluctuó de 5 a 79% con niveles poblacionales de 162 a 2 quistes. Para la de 1 cm³ varió de 3.4 a 22%, para la de 5 cm³ de 3.8 a 15% y para la de 10 cm³ de 3,8 a 8% respectivamente con los mismos niveles poblacionales de 162 a 2 quistes. Para la de 1 cm³ varió de 3.4 a 22%, para la de 5 cm³ de 3,8 a 15% y para la de 10 cm³ de 3,8 a 8% respectivamente con los mismos niveles poblacionales. Los coeficientes de correlación obtenidos, indican que existe alta correlación (r = 0,71 - 0,99) y que el modelo matemático utilizado fue el correcto. (Fig. 1).

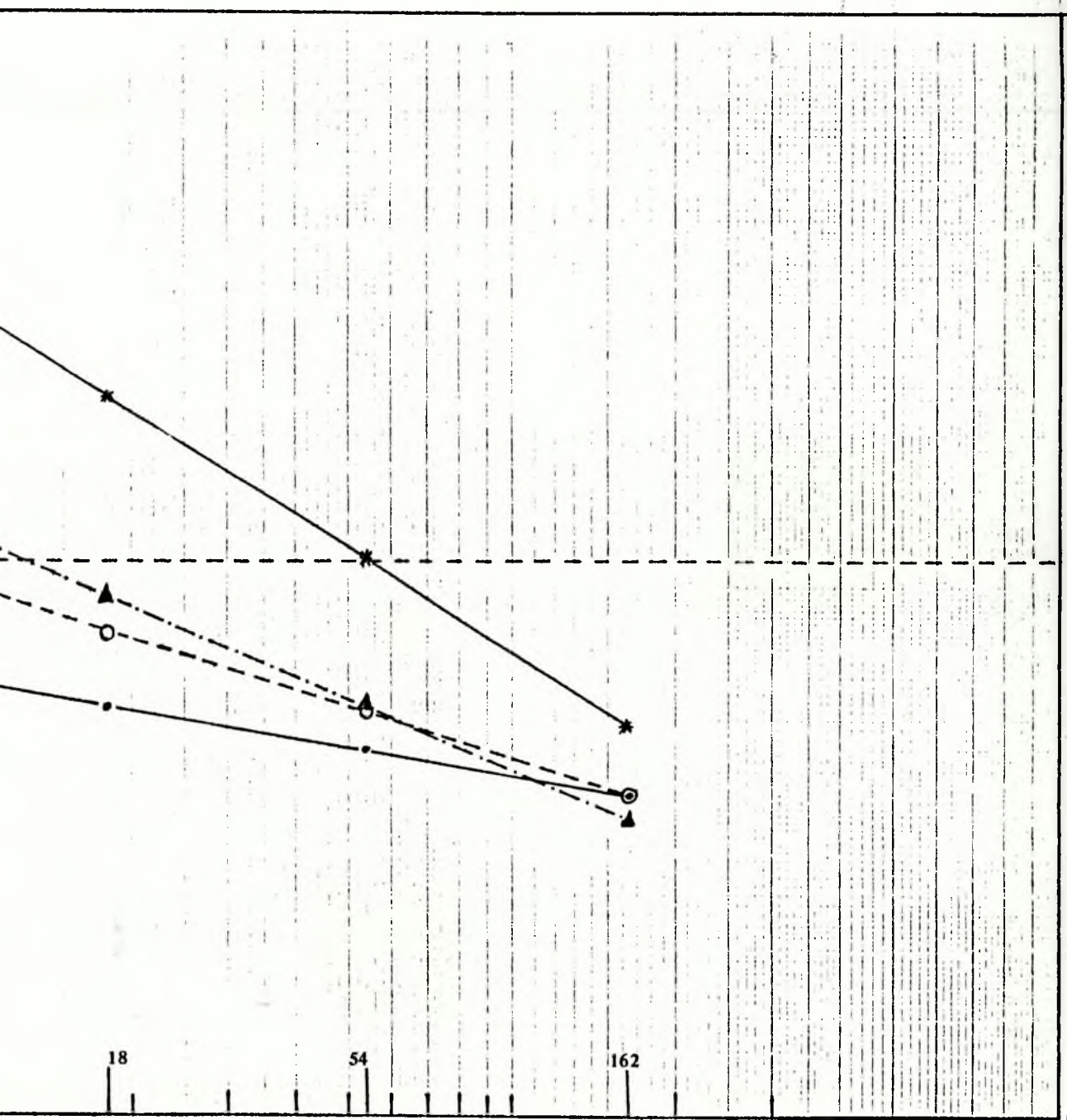
En cuanto al tiempo de contaje, se estableció una correlación positiva entre éste y los niveles poblacionales. Esto significa que a mayor población se requiere mayor tiempo para las lecturas, es decir, es directamente proporcional. La alícuota de 10 cm³ requiere de 3 a 20 minutos para su lectura; la de 5 cm³ de 2.5' a 10', la de 1 cm³ de 23' a 52' y la de 0.2 cm³ de 0,5 a 1.3 minutos, cuando las poblaciones van de 2 a 162 quistes respectivamente (Fig. 2). Los coeficientes de correlación de 0.83 a 0.96, indican que el modelo empleado fue el correcto.

Según la Tabla 1, donde constan datos de tamaño de alícuota, población C.V. y tiempo (extraídos de las Fig. 1 y 2), se puede concluir que el tamaño ideal de alícuota para lecturas depende de la densidad de la población en quistes y del C.V., siendo este último arbitrario y que está dado por el grado de precisión con que se desee estimar una población dada. Así por ejemplo, para poblaciones bajas (2-15 quistes presentes en cualquier volumen de suelo) la alícuota para lecturas sería de 10 cm³ y para poblaciones mayores de 80 quistes, sería de 0,2 cm³ con un C.V. de 8%. En cambio, si se impone un C.V. de 10%, es decir menor precisión, las alícuotas de 10 y 0,2 cm³ serían convenientes para poblaciones de 1-7 y mayores de 55 quistes, respectivamente. Así también para poblaciones intermedias se deberá escoger el grado de precisión (C.V.) y tamaño de alícuota según la Tabla 1.

TABLA 1. Tamaño de alícuota a seleccionarse para estimar la población de G. pallida, considerando la población de quistes, el coeficiente de variación y el tiempo.

TAMAÑO ALICUOTA	POBLACION EN QUISTES	COEFICIENTE VARIACION (%)	TIEMPO (MINUTOS)
10	2 - 15	8	3.0 - 7.0
5	16 - 22	8	2.5 - 5.2
1	23 - 79	8	3.7 - 4.7
0.2	>89	8	1.1
10	1 - 7	10	3.0 - 5.5
5	8 - 13	10	4.0 - 4.6
1	14 - 54	10	3.4 - 4.4
0.2	>55	10	1.1





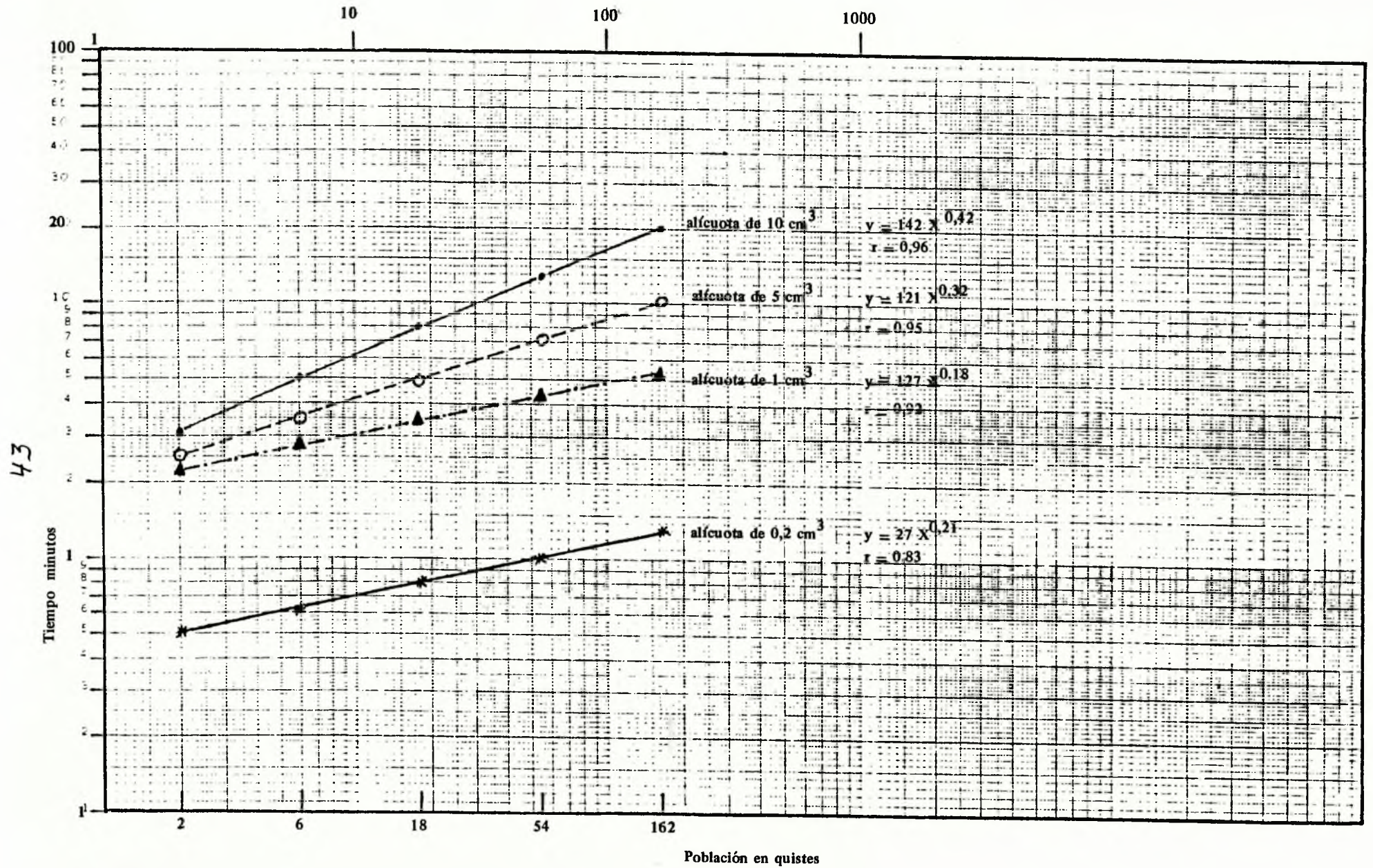


Fig. 2. Correlación entre el tiempo empleado en el conteo de varios tamaños de alícuota y niveles de población.

ENSAYO; EESC-Fi-N-4-F6-2-85
Determinación de la distribución vertical de Globodera
pallida.

INTRODUCCION

El estimar su población con fines de investigación, programa de extensión, diagnóstico y estudios en general según (Borker, 1985), es uno de los propósitos entre los varios del muestreo de nemátodos, Barker, 1986, recomienda considerar cuidadosamente los patrones de distribución horizontal y vertical. Los primeros porque se presentan comúnmente en parches, dificultando el muestreo y la aplicación de ~~diseños~~ experimentales en relación a estudios de combate (Borker, 1985), los segundos, porque varían grandemente según el cultivo, tipo de suelo y nemátodo (Boag, 1981; Brodie, 1976 y Ferris, 1969).

Según Longon, 1976, la profundidad de muestreo para nemátodos en general es de 13 a 20 cm, pero Motsingers, 1964, señaló que para Meloidogyne sp se debe considerar hasta 23 cm y Caubel et al, 1972, de 15 a 20 cm para D. dipsaci.

De lo expuesto, se puede decir, que si la profundidad de muestreo esta relacionada con el cultivo, especie del nemátodo y el tipo de suelo, principalmente, la realización de trabajos que involucren el estudio de estos factores si hace necesario, con el fin de obtener información que permita realizar muestreos confiables de G. pallida en nuestros medio.

Con este propósito se decidió realizar el presente estudio, cuyos objetivos fueron:

1. Determinar la distribución vertical de G. pallida
2. Determinar a que profundidad se encuentra la mayor densidad de la población.

3. Determinar si el contenido de larvas y huevos por quiste difiere con la profundidad.
4. Establecer bases para muestreo de este nemátodo.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo en tres zonas: Panzaleo, Cantón Mejía, Provincia Pichincha; Santa Catalina, Cantón Mejía, Provincia Pichincha y Chután Bajo, Cantón Montúfar, Provincia Carchi. En dichas zonas los niveles de infestación fueron: alto, bajo y medio y los patotipos: P4A, P5A y P3A, respectivamente.

Los tratamientos estudiados fueron seis estratos o profundidades (D-1, 2-10, 10-20, 20-30, 30-40 y 40-50 cm) replicados cuatro veces y conformados en un diseño experimental estratificado.

En el lote de terreno de cada zona, se ubicaron al azar cuatro parcelas de 1m^2 . Una vez eliminado la maleza se procedió a muestrear cada sustrato en forma sistemática (en espiral), mediante un barrenos No. 2 (12cm^3 de capacidad). Cada muestra estuvo conformada por 30 punciones. Conforme se muestreaba un sustrato, se procedía a retirar la capa de suelo de éste, mediante una lampa. Posteriormente las muestras de suelo, contenidos en fundas de papel fueron secadas a medio ambiente de laboratorio. La extracción de quistes y determinación de su contenido viable neta, se realizó mediante la metodología de Fenwick, 1940, Costenbrink, 1950 y Huijsman, 1957.

Los contajes se realizaron en alícuotas de 1cm^3 registrándose la población en larvas y huevos. Para esto, toda la población de quistes extraída fue triturada, después de haber determinado su número en cada muestra. Con los datos de las dos lecturas, para cada sustrato se calculó lo siguiente:

1. Población en quistes/100 g suelo
2. Población en larvas y huevos por quiste
3. Población en larvas y huevos por gramo de suelo.

Para los análisis estadísticos, los datos originales fueron transformados a 10 g x. Además, se tomó suelo de cada parcela para realizar análisis de contenido de nutrientes pH y Textura.

Al momento del muestreo, el campo presentó condiciones de humedad cercanas a las requeridas para la siembra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Poblaciones en quistes/100 gramos de suelo (Q/100 g.s.)

Según el análisis estadístico, este parámetro fue no significativo para repeticiones en Panzaleo y Chután Bajo y altamente significativo para Santa Catalina. Esto demuestra que la población en quistes en sentido horizontal estuvo distribuido homogéneamente en las dos primeras y heterogéneamente en la última. Este fenómeno se debe a que en esta localidad las parcelas se situaron donde se había cultivado papa y las restantes en terreno con barbecho. Esta situación explicará los coeficientes de variación (C.V.) de 12 y 19% obtenidos para Panzaleo y Chután Bajo y de 746% para Santa Catalina (Gráficos: 1, 2 y 3).

La alta significación obtenida en cada zona para tratamientos (profundidades) nos demuestra a su vez, que la población en quistes varía según la profundidad. Esta disminuye conforme se incrementa la profundidad y, a pesar de que la mayor densidad de población se encuentra a 10 cm, esta no difiere entre 1 y 22 cm de profundidad en las tres localidades según la prueba de Tukey (Gráficos 1, 2 y 3).

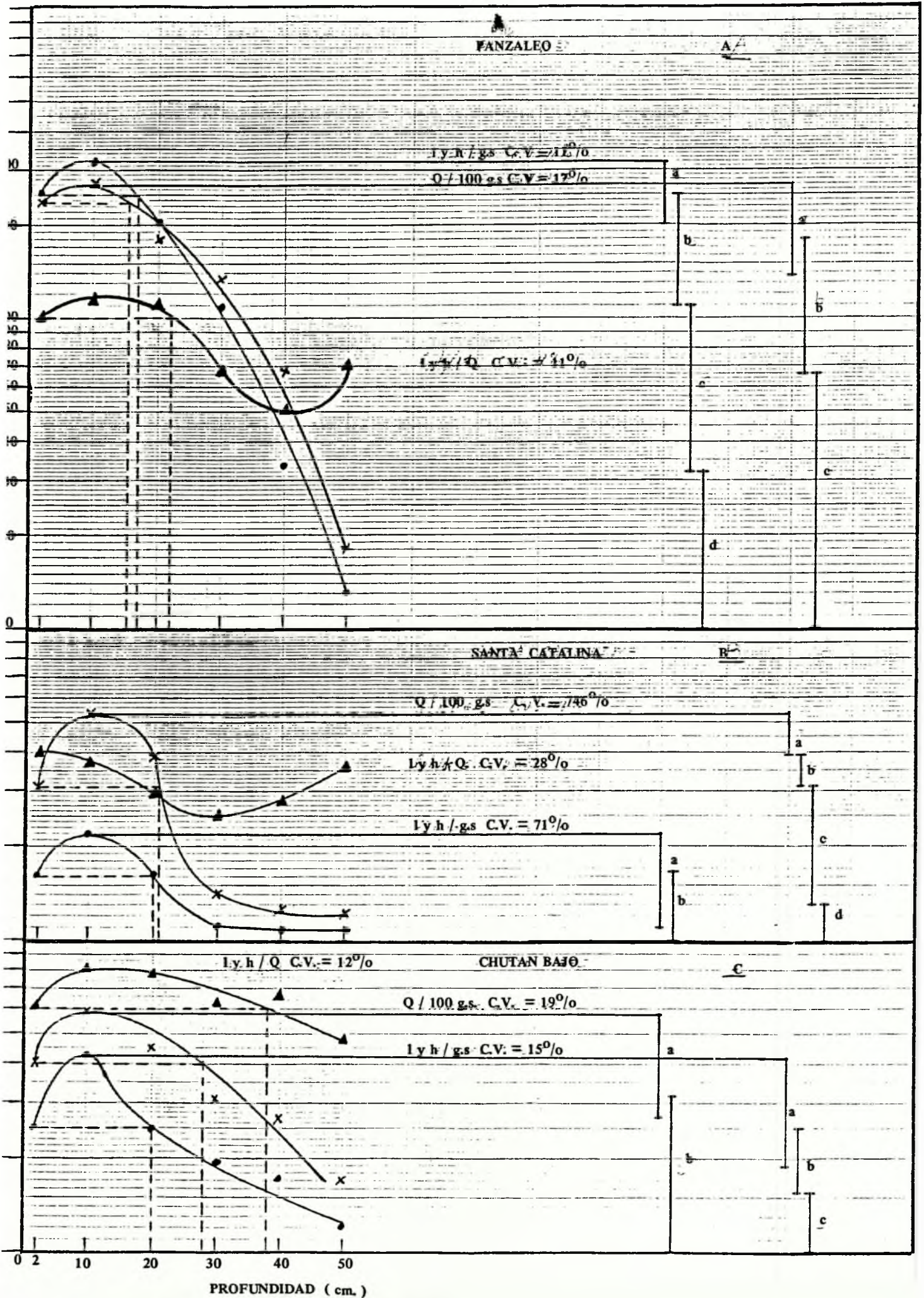


Fig. 3. Distribución vertical de Globodera pallida en tres zonas.

TABLA 1. Densidades poblacionales máximas de G. pallida de acuerdo a la profundidad del suelo, determinadas en tres localidades.

LOCALIDADES	POBLACIONES		Y	PROFUNDIDADES		
	QUISTE/100 g.s.	cm		lyh/QUISTE	cm	lyh/g.s.
Panzaleo (P4A)	270	10(1-20)	119	10 (1-22)	320	10 (1-17)
E.E. Santa Catalina (P5A)	53	10 (1-23)	40	10 (1-50)	24	10 (1-21)
Chután Bajo (P3A)	59	10 (1-22)	81	10 (1-30)	43	10 (1-20)

Los resultados demuestran que la muestra de suelo se la debe tomar entre 1 y 22 cm de profundidad, independientemente del nivel de infestación del campo (Tabla 1).

Poblaciones en larvas y huevos/quiste (Lyh/Q).

De acuerdo con el análisis estadístico realizado para este parámetro, tanto para repeticiones como tratamientos, las diferencias estadísticas fueron no significativas en las tres localidades. Demostrando que el contenido de lyh/Q, es independiente de su distribución horizontal y vertical, criterio que está respaldado por los coeficientes de variación bajos C.V. obtenidos de 11,28 y 12% respectivamente (Gráficos: 1, 2 y 3).

Las diferencias en el contenido de lyh/Q observadas entre las tres localidades (Tabla 1) se deben principalmente a la edad de los quistes, calidad y cantidad de alimento disponible, así como también a características propias de cada patotipo.

A pesar de que estadísticamente el contenido de lyh/ es similar en los seis estratos estudiados, este es mayor a 10 cm (Gráficos: 1, 2 y 3), pudiéndose optar por una profundidad de 1 a 22 cm para realizar los muestreos (Tabla 1).

Población en larvas y huevos/gramo de suelo (lyh/g.s.)

En cuanto a este parámetro, se encontró significación estadística para repeticiones en Panzaleo y Santa Catalina y alta significación para chután Bajo. Lo cual demuestra que la distribución del nemátodo en sentido horizontal fue heterogénea en las tres localidades al expresarla en lyh/g.s., es decir, fue lo contrario de lo que se observó cuando la población fue expresada en 15/100 g.s, con excepción de Santa Catalina que varió por las razones ya indicadas. Este hecho es considerado normal, debido a que la distribución horizontal de los nemátodos es gregaria (en parches), según Barker, 1985.

A su vez, la alta significación encontrada para tratamientos, demuestran que la población varió con la profundidad. Esta disminuye conforme se incrementa la profundidad y, a pesar de que la mayor densidad poblacional se encontró a 10 cm en cada localidad, de acuerdo con la Prueba de Tukey no difiere entre 1 y 21 cm de profundidad (Gráficos: 1, 2 y 3). Según la Tabla 1, la profundidades de muestreo sería de 1 a 21 cm, independientemente del nivel de infestación del campo y del patotipo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La densidad de la población de G. pallida es inversamente proporcional a la profundidad. A menor profundidad mayor población y a mayor profundidad menor población.
2. La mayor densidad de población se encuentra a 10 cm, pero estadísticamente, esta no difiere entre 1 y 22 cm de profundidad.
3. El contenido de lyh/Q (viabilidad neta) no difiere con la profundidad, es decir, ésta no ejerce influencia alguna en el contenido.
4. La profundidad de muestreo para G. pallida debe de ser de 1 a 20 cm
5. El nivel de infestación de un campo, y cualquiera sea el patotipo, no ejercen influencia alguna en la profundidad de muestreo, en su distribución y contenido de los quistes, en contenido vertical.

ENSAYO: EESC-Fi-N-4-F6-3-85
Determinación del tamaño de la muestra de suelo por área en tres zonas con diferentes tipos de suelo y niveles de infestación de Globodera pallida.

INTRODUCCION

El interés por el muestreo de nemátodos fitoparásito de plantas se ha ido incrementando en los últimos años con propósitos de experimentación, regulación y prácticas de manejo de cultivos.

En la actualidad no existe un método de muestreo que sea el más adecuado o mejor para tomar muestras de suelo. Cualquier procedimiento que se elija, requiere ser adaptado mediante experimentación local, a las condiciones propias de cada país.

Gerard, G y P. Berthet, 1971, señalaron que debido a que el error de muestreo varía con el grado de agregación, densidad de la población, superficie del campo y tamaño de la muestra, es necesario realizar investigación adicional para determinar el rango de precisión del muestreo de nemátodos.

De acuerdo con Southey, 1970, el tamaño relativo de la muestra de una área y el número de punciones colectadas por área para estimar poblaciones de nemátodos difiere enormemente según los propósitos, entre análisis y programas de investigación. Señala que para propósitos de recomendación, una área de muestreo de 1-2 hectáreas o menos es adecuada. Indica también que, campos muy grandes podrían ser subdivididas en áreas representativas con suelo uniforme e historial de cultivo con el fin de proveer una base de muestreo. Por último señala, que para propósitos de regulación, el área de muestreo podría ser más pequeña en el rango de aproximadamente 1/3 de hectárea (3.300 m^2), pero que esto difiere de país a país.

Por otra parte, Barker, et.al. (1981); Gerard, et. al., 1971; Goodell y Ferris, 1980, señalan que el tamaño de la muestra puede ser determinada basándose en la densidad relativa de la población y el patrón espacial del nemátodo.

A su vez, Goodell, P y H. Ferris, 1980 y 1981, dan a conocer que una muestra de suelo de 10 a 30 punciones podría dar información adecuada en suelos con altas poblaciones, pero que para detectar o estimar poblaciones en suelo con bajos niveles de infestación, se requerirían de 100 o más punciones. Informan además que determinaron que cinco muestras compuestas por 20 punciones dieron información aceptable sobre niveles de infestación de nemátodos en un campo de alfalfa de 7 hectáreas.

Para Globodera rostochiensis, Church et.al, 1959, da a conocer que es preferible realizar un muestreo sistemático antes que un randomizado, debiéndose tomar las muestras en un rango de 25-50 punciones para campos sobre 10 acres.

Estudios recientes realizados por Seinhorst, 1982, demuestran que para reducir algunos de los errores de muestreo para G. rostochiensis, es necesario tomar muestras grandes en áreas pequeñas, sugiriéndose que estas estén compuestas y sean de 1.0 - 1.5 kg.

En nuestro medio, no existe información sobre la distribución espacial y muestreo de Globodera pallida, habiéndose únicamente determinado en un estudio sobre su distribución vertical, que la profundidad de muestreo para éste nemátodo es hasta 20 cm, factor importante a considerarse en el muestreo (Ensayo: EESC-Fi-N-4-F6-2-85, del presente informe).

Por lo expuesto, se consideró que la realización del presente estudio era de mucha importancia, con el propósito de establecer bases para diseñar un método de muestreo acorde con las condiciones de nuestro país que facilite obtener información sólida sobre densidades poblacionales de G. pallida para poder tomar decisiones sobre el manejo del cultivo de papa, cuya información es requerida por los agricultores.

Los objetivos que se persiguieron fueron los siguientes:

1. Determinar el tamaño de la muestra de suelo según el área y nivel de infestación.
2. Establecer bases para muestreo de este nemátodo

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se lo realizó en tres zonas: Panzaleo, Cantón Mejía, Provincia Pichincha; Santa Catalina, Cantón Mejía, Provincia Pichincha y Chután Bajo, Cantón Montúfar, Provincia Carchi. En dichas zonas los niveles de infestación fueron: alto, bajo y medio y los patotipos: P4A, P5A y P3A, respectivamente.

Los tratamientos estudiados fueron cuatro tamaños de parcelas (1, 10, 100 y 1.000 m²) y cuatro tamaños de muestra de suelo (5, 10, 25 y 50 punciones por cada muestra), conformando un factorial de 4 x 4 dispuesto en un diseño experimental de bloques al azar, repetido cuatro veces.

En cada zona se delimitó un lote de 63,25 x 63,25 cm (4.000 m²) el cual se lo dividió en 4 partes (parcelas de 31.62 x 31.62 m = 1.000 m² aproximadamente) que correspondieron a las 4 repeticiones. A su vez en cada parcela se establecieron las áreas de 1, 10, 100 y 1.000 m² en forma ascendente partiendo desde un mismo vértice (Fig. 1). A continuación se procedió a tomar las muestras de suelo en forma sistemática (en espiral), mediante un barreno No. 2 (12 cm³ de capacidad), hasta 20 cm de profundidad. En cada área se tomaron muestras conformadas por 5, 10, 25 y 50 punciones respectivamente. Las muestras contenidas en fundas de papel fueron secadas a medio ambiente de laboratorio. Posteriormente se tomó su peso, se extrajeron los quistes y se determinó su contenido en larvas y huevos, mediante la metodología indicada por Fenwick 1960; Oostenbrink, 1950 y Huijsman, 1957, se contó el número de quistes extraídos por muestra, antes de triturar toda la población para determinar la población en larvas y huevos, en alícuotas de 1 cm³.

Los datos que se registraron para los análisis estadísticos fueron:

1. Peso del suelo por punción (peso total de la muestra/No. de punciones).
2. Población en quistes por gramo de suelo (Q/g.s.)
3. Población en larvas y huevos por gramo de suelo (lyh/g.s.)

Los datos originales de poblaciones fueron transformados a $\log x + 1$. Se calculó el coeficiente de variación y se realizaron las siguientes correlaciones: tamaño de la muestra versus población en lyh/g.s. y tamaño de la muestra versus el coeficiente de variación en %.

El modelo matemático que se utilizó para este propósito fue:

$$y = A + Bx + Cx^2$$

en donde: y = coeficiente de variación; x = número de punciones; A, B, C, constantes a calcularse con los datos experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso del suelo por punción

Según la Tabla 1, la no significación estadística determinada para: Chutan Bajo y Santa Catalina y la alta significación para Panzaleo, de este parámetro en relación al tamaño de la parcela (Tabla 1) demuestra que esto no ejerce ninguna influencia en el muestreo, cuando la superficie es plana y lo contrario cuando es inclinada como en Panzaleo (15-20% de pendiente). Generalmente un suelo con pendiente esta sometido a erosión ocasionando que la capa arable (profundidad) sea variable. Esto hace que cuando se muestrea, el tamaño de la muestra difiera de aquella tomada en terrenos planos.

La alta significación encontrada para las tres localidades (Tabla 1), en relación al número de punciones, demuestra que a mayor número, el peso de suelo por punción se acerca más a la realidad.

La no significación estadística determinada para la interacción superficie y tamaño de la muestra, indica que éstos dos factores son independientes (Tabla 1).

En cuanto a la significación observada para Panzaleo y Santa Catalina y la no significación para Chután Bajo, referente a repeticiones (Tabla 1) se debe al diferente tipo de suelo; así, los suelos de las dos primeras zonas presentaron una densidad menor (1,1-1,4) que la de Chután Bajo (1,6), indicando que estos fueron más arenosos, en cuyos casos al momento de realizar las punciones, siempre se pierde algo de suelo, no así en los que contienen más arcilla.

Población en quistes por gramo de suelo (Q/g.s.)

Según la Tabla 2, la no significación encontrada para Panzaleo y Santa Catalina y la significación para Chután Bajo, en relación al tamaño de la parcela para este parámetro, se puede interpretar que la superficie no influye en la determinación de la población en Q/g.s. Sin embargo las posibilidades de cometer error son mayores, cuando la superficie tiende a ser mínima (1 m^2) y los niveles de infestación son bajos.

La significación determinada para Panzaleo y la no significación para las otras zonas, referente al tamaño de la muestra para estimar la población en Q/g.s. (Tabla 2), se puede decir que esta no ejerce influencia alguna en la estimación de la población-

Estos resultados aparentemente son contradictorios si consideramos que la distribución de este nemátodo en el campo es gregaria. Sin embargo, al considerar el diferente historial de cultivos de cada zona se puede decir que los quistes (vacíos) con el tiempo se van acumulando de acuerdo al cultivo o conjunto de estos que se hayan realizado. Esta acumula-

ción también se debe a que los microorganismos existen en el suelo, no tienen la suficiente capacidad para metabolizar la quitina de la que está compuesta el quiste, lo cual le permite permanecer en el suelo como tal, por mucho tiempo. Por lo tanto, este parámetro no es confiable para estimar la población de este nemátodo.

La no significación estadística determinada para la interacción tamaño de la parcela y tamaño de la muestra, en las tres zonas (Tabla 2), demuestra que estas son independientes.

En cuanto a las diferencias estadísticas encontradas para las 3 zonas en repeticiones (Tabla 2), se considera normal, debido a la distribución gregaria del nemátodo y a la influencia ejercida por el conjunto de cultivos hospederos y no hospederos, realizados.

Población en larvas y huevos por gramo de suelo (lyh/g.s.)

En relación a este parámetro, se encontró diferencia estadística para Chután Bajo y no significación para las otras zonas, respecto al tamaño de la parcela (Tabla 3). Estos resultados demuestran que el tamaño de la parcela no influye cuando el nivel de infestación es alto y lo contrario, cuando éste es bajo, lo cual está de acuerdo con lo obtenido por Gerard, G y P. Berthet, 1971.

En cuanto a las diferencias estadísticas encontradas para las tres localidades respecto al factor tamaño de la muestra (Tabla 3) demuestran que dicho factor influye en la determinación de la población en lyh/g.s. tendiendo a ser más precisa la estimación conforme se aumenta el tamaño de la muestra. Este hecho, según Barker, 1985, es muy normal debido a la distribución gregaria del nemátodo, concepto que se ve reforzado al considerar las altas diferencias estadísticas obtenidas para repeticiones (Tabla 3).

En relación a las diferencias no significativas obtenidas para tamaño de parcela y tamaño de la muestra, demuestran que estos dos factores son independientes (Tabla 3).

Correlaciones

Considerando que el factor tamaño de la parcela estadísticamente no ejerce influencia alguna en el tamaño de la muestra y por lo tanto en las variables: peso del suelo por punción, poblaciones en Q/g.s. y lyh/g.s. se decidió eliminar dicho factor. Al realizar esto, se observó que se podía incrementar el tamaño de la muestra sumando los g de suelo de las punciones de las respectivas parcelas; así, al peso de 5, 10, 25 y 50 punciones, correspondieron 20, 40, 100 y 200, con cuyos datos se realizaron las siguientes correlaciones:

Correlación entre el tamaño de la muestra y la población en lyh/g.s. y el C.V.

De acuerdo con la Tabla 4, los altos índices de correlación obtenidos para poblaciones (0.97; 0.69; 0.92) y C.V. (0.84, 0.94; 0.93), respectivamente para cada sitio, demuestran que estas dos variables dependen grandemente del tamaño de la muestra; así, cuando el tamaño de la muestra es menor, las poblaciones estimadas tienden a ser mayores y sus C.V. también mayores, es decir, se obtiene mayor variabilidad. En cambio, cuando la muestra es mayor, la población estimada es menor y su C.V. también menor, es decir, se acerca más a la realidad. Según estos resultados, se puede decir que el error de muestreo para determinar niveles poblacionales de este nemátodo depende del tamaño de la muestra, concordando con lo reportado por Gerard, G y P. Berthet 1971. Sin embargo, este efecto no se cumple cuando el muestreo se realiza en terrenos como en Santa Catalina que estaba arado (no mullido), donde se obtiene una correlación positiva, contraria a las obtenidas para Panzaleo y Ch. Bajo (Tabla 4). Esto también nos indica que el estado de terreno constituye fuente de error.

En la misma Tabla 4, se observa además que con niveles de infestación altos, los C.V. en la estimación de niveles poblacionales tienden a ser menores (7%) y cuando son bajos, estos se incrementan notablemente (47%). Es decir que el tamaño de la muestra debe de determinarse tomando en cuenta la densidad relativa de la población, como lo señalan Barker, et. al. 1981; Gerard et.al. 1971; Goodell y Ferris, 1980.

Por otra parte, según el análisis de variancia, la no significación obtenida para las tres zonas, demuestra que el modelo utilizado de relación parabólica, estima perfectamente la población de este nemátodo. Los altos índices de correlación obtenidos, refuerzan también esta observación

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- 1! El tamaño de la parcela es independiente del error experimental cuando la densidad poblacional relativa es alta y lo contrario cuando es baja.
2. El tamaño de la muestra depende de la densidad relativa de la población. Con poblaciones altas (230 lyh/g.s.) el número de punciones para tener 9% de C.V., deberán ser de 40, independientemente del tamaño de la parcela y, para poblaciones bajas (33 lyh/g.s.) 100 punciones para obtener 14% de C.V.
3. El tipo de suelo, la topografía y el No. de punciones, influyen en la cantidad de suelo tamado por punción y por lo tanto en el peso total de la muestra.
4. La estimación del nivel de infestación de un terreno, expresado en quistes/g.suelo, no es confiable.

5. El estado del terreno también constituye fuente de error

TABLA 1. valores de "F" correspondientes al peso del suelo por punción en tres localidades con diferentes tipos de suelo y topografía.

LOCALIDAD TOPOGRAFICA	PANZALEO 15-20% PENDIENTE	STA. CATALINA PLANA	CHUTAN BAJO PLANA
<u>F. DE VARIACION</u>			
A. (tamaño de parcela)	20.7**	2.1 NS	2.2 N.S
B. (tamaño de muestra)	19.7**	17.5 **	14.9 **
A x B	0.9 NS	1.0 NS.	0.6 N.S
Rep.	5.3 *	5.7 *	2.3 N.S
DENSIDAD \bar{X} DEL SUELO	1.47	1.18	1.56

TABLA 2. Valores de 'F' correspondientes a poblaciones en quistes por gramo de suelo en tres localidades con diferentes tipos de suelo, topografía y niveles de infestación.

LOCALIDAD TOPOGRAFIA NIVEL DE INFESTACION X EN lyh/g.s.	PANZALEO 15-20% PENDIENTE 20	SANTA CATALINA PLANA 35	CHUTAN BAJO PLANA 43
<u>"F" de Variación</u>			
A. (Tamaño de parcela)	1.6 NS	1.6 NS	2.8 *
B. (Tamaño de muestra)	2.8 *	0.1 NS	1.3 NS
A x B	0.8 NS	0.5 NS	0.4 NS
Rep.	3.4 *	52.1 **	15.8 **

TABLA 3. Valores de "F" correspondientes a poblaciones en larvas y huevos por gramo de suelo en tres localidades con diferentes tipos de suelo, topografía y niveles de infestación.

LOCALIDAD TOPOGRAFIA NIVEL DE INFESTACION \bar{X} (1yh/g.s.)	PANZALEO 15-20% PENDIENTE 230	SANTA CATALINA PLANA 35	CHUTAN LILLO PLANA 35
<u>F. de Variación</u>			
A. (tamaño de parcela)	0.6 NS	2.0 NS	3.3 *
B. (Tamaño de muestras)	14.1 **	2.1 *	3.7 *
A x B	0.49 NS	0.28 NS	1.1 NS
Rep.	13.49 **	47.3 **	38.3 **

TABLE 4. Datos obtenidos de las correlaciones parabólicas entre tamaño de la muestra y población y coeficiente de variación.

SITIO	POBLACION \bar{X} lv/g	TAMAÑO DE LA MUESTRA		POBLACION OBSERVADA (1)	POBLACION Y ACUMULADA	r^2	COEF. VARIACION (V % (2))	r^2
		Nº Punciones	Peso g					
Panzaleo	230	20	391	323	308	0.97	29	0.84
		40	751	253	274		9	
		100	1.697	204	195		7	
		200	3.147	139	140		9	
Sta. Catalina	35	20	329	32	36	0.69	24	0.94
		40	578	44	38		27	
		100	1.393	36	39		34	
		200	2.455	29	28		47	
Ch. Bajo	33	20	448	39	36	0.92	45	0.93
		40	788	29	32		33	
		100	1.849	26	24		11	
		200	2.987	24	24		26	

Ecuaciones calculadas: \bar{X} /g suelo

(1) $y = 346 - 1,99x + 0,0048x^2$ (Panzaleo)

(2) $y = 32.27 - 1,82x + 0.027 x^2$

(1) $y = 33.96 + 0,13x - 0.00079 x^2$ (Santa Catalina)

(2) $y = 22.35 + 0.12x - 0.0000098x^2$

(1) $y = 41.5 - 0.24x + 0.00082x^2$ (Ch. Bajo)

(2) $y = 60.4 - 0.30x + 0.00317x^2$

MISCELANEOS

Cursos de Entrenamiento

El laboratorio de Nematología ofreció entrenamiento en técnicas de extracción de nemátodos filiformes y ectoparásitos a los alumnos del 2do Curso de la Facultad de Ing. Agronómica de la Universidad Central del Ecuador.

Los alumnos de 5to. curso de la Escuela Politécnica del Chimborazo, recibieron entrenamiento por 40 horas, sobre técnicas de muestreo, métodos de extracción, identificación de nemátodos, fijación, montaje y mantenimiento de placas nematológicas.

Publicaciones

Se están preparando dos boletines técnicos el uno versará sobre: "Combate integrado del nemátodo del quiste de la papa" y el otro "Nemátodos asociados a los principales cultivos de la región interandina, haciendo énfasis a su distribución ecológica, bioclimática y grado de virulencia"

Visitas

En el mes de octubre visitó nuestro laboratorio el Dr. Javier Franco, con el fin de intercambiar información sobre el desarrollo de la Nematología en Ecuador.

Análisis Nematológico

El laboratorio ha analizado 250 muestras provenientes de agricultores y ha dado asistencia técnica sobre formas de combate integrado de nemátodos.

Las 1.415 muestras analizadas provienen de los diferentes experimentos localizados en la Estación Santa Catalina y ensayos regionales, que representan 14.120 determinaciones según géneros y especies de nemátodos tanto fitoparásitos como benéficos.

86.06.16.
rbv.