

IDENTIFICACION DE ESPECIES DEL NEMATODO DE QUISTE DE LA PAPA

Globodera spp. (Mulvey y Stone, 1976),

POR MEDIO DE LA CROMOGENESIS DE LAS HEMBRAS. ^[1]

Eric Candanedo Lay*, Roberto Rodríguez Ch.**
Ricaurte Rodríguez A.*** y Franklin Atencio****

Se intentó determinar la (s) especies del nemátodo de quiste de la papa, *Globodera* spp., presentes en una finca de la comunidad de Cerro Punta, distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí. Se realizaron observaciones de la secuencia de la coloración de las hembras del nemátodo, adheridas a las raíces de las plantas de papa, sembradas en suelo naturalmente infestado con el parásito. Se usaron las variedades Alpha y Red Pontiac. Los resultados indican la posible existencia de más de una raza de *G. rostochiensis* y bajos niveles de población de *G. pallida*.

El nemátodo de quiste de la papa, *Globodera* spp., constituye uno de los factores principales en la reducción significativa de los rendimientos del cultivo y en sus altos costos de producción, dada la necesidad que tiene el productor de aplicar nematicidas en un intento por mantener bajas las poblaciones del nemátodo.

Desde 1967, cuando se descubrió su presencia en los campos de papa, hasta la fecha, se han realizado investigaciones encaminadas a lograr un combate efectivo de esta plaga.

Estas incluyen la evaluación de nematicidas, evaluación de variedades de papa para detectar resistencia o tolerancia al nemátodo, el control integrado y el uso de clones diferenciales de papa en un intento por determinar la especie del nemátodo presente en Panamá.

Hasta 1977 se tenía evidencia de que en el área de Cerro Punta predominaba la raza A de *Globodera rostochiensis*. Sin embargo, en investigaciones con clones diferenciales realizadas ese año, se encontró alguna evidencia que indica la posibilidad de aparición de una nueva raza (Tarté y Rodríguez, 1978) o de la especie *Globodera pallida*.

La importancia de determinar la (s) especies del nemátodo de quiste de la papa presentes en Panamá, radica en el hecho de que cada una de ellas ejerce un efecto patogénico diferente en el cultivo y pueden actuar juntas o por separado en un mismo campo. Actualmente, se cuenta con variedades de papa resistentes (Aminca, Ukama, Veenster, Cardinal y Amigo) y tolerantes (Alpha), a las poblaciones de *G. rostochiensis*. De comprobarse la presencia de otra especie del nemátodo, habría que evaluar nuevas variedades con resistencia o tolerancia a ambas especies, para ser usadas en aquellos campos en que éstas se encuentren actuando juntas.

[1] Tesis de la Facultad de Agronomía, para optar al grado de Licenciado en Ing. Agronómica. Centro Regional Universitario, David, Chiriquí.

* M.Sc., Nematólogo, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Ing. Agrónomo, Especialista en el cultivo de la papa, Campo Experimental de Cerro Punta, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Estudiante graduando, Facultad de Agronomía, Centro Regional Universitario de David, Chiriquí.

**** Agrónomo, Campo Experimental de Cerro Punta, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

La presencia del nemátodo de quiste en los campos de papa en Panamá fue descubierta en 1967 y reportada por Tarté (1968). Para ese entonces, se le consideraba como perteneciente a la raza A de la especie *Heterodera rostochiensis*, designada por Wollenweber (1923). Skarbilovich (1959) dividió el género en dos sub-géneros: *Globodera* y *Heterodera*, de especies con forma de pera y limón, respectivamente. Guile (1970) informó de diferentes razas patogénicas y diferencias en la secuencia de coloración de las hembras de estas razas. Básicamente, se han identificado dos tipos de secuencias de coloración de la hembra: La que cuenta con una fase de coloración amarilla, y otra que carece de esta fase, o sea, la hembra permanece blanca o crema durante todo su ciclo de vida, hasta convertirse en quiste. Se ha demostrado que cruzamientos entre especies con y sin fase amarilla producen prole estéril (Parrot, 1972). En adición, las diferencias morfométricas encontradas entre larvas, hembras y machos de especímenes con ambos tipos de cromogénesis, llevaron a la identificación de dos especies: *H. rostochiensis*, de fase amarilla larga, y una especie nueva, de fase blanca o crema larga, la cual fue denominada *H. pallida* (Stone, 1973). En 1976 el sub-género *Globodera* fue elevado a la categoría de género separándolo del género *Heterodera* dentro del cual estaba ubicado (Mulvey y Stone, 1976). De este modo, el nemátodo de quiste de la papa y sus dos especies reconocidas (*rostochiensis* y *pallida*) pasaron a formar parte del nuevo género.

La importancia de combatir el nemátodo de quiste de la papa, radica en el daño que causa al cultivo. Según Brown (1969), por cada 20 huevos por gramo de suelo, ocurre una pérdida de 2.1 toneladas por hectárea, pero aunque las pérdidas no exceden usualmente las 25 toneladas, pueden pasar de las 40 en suelos altamente infestados, que contengan alrededor de 750 huevos por gramo de suelo. Los principales métodos de combate de esta plaga son: El combate químico, mediante el uso de nematicidas (Franco, 1968; Whitehead, 1973; Whitehead y col., 1973; Tarté y Rodríguez, 1976; Trudgill y col., 1978); la siembra de variedades con tolerancia o resistencia al nemátodo y con buenas características agronómicas (Ellenby, 1952; Mai y Peterson, 1952; Dunnett, 1961; Howard y col., 1970; Canto y de Scurrah, 1977; Franco y Evans, 1978); y el control integrado que se lleva a cabo combinando varios métodos de combate, en uno o más ciclos de cultivo, permitiendo un manejo efectivo y económico de las poblaciones del nemátodo de quiste (Jones, 1970; Nollen y Mulder, 1970; Tarté y Rodríguez, 1976, 1978).

La identificación de especies de *Globodera* spp., se lleva a cabo, principalmente, por morfometría, observando la respuesta de clones u hospederos diferenciales a la presencia del nemátodo y estudiando la cromogénesis o secuencia de los cambios de coloración por los que atraviesa el nemátodo en su desarrollo, desde hembra joven hasta que muere para convertirse en quiste. La morfometría se practica en larvas (2^o estadio), en quistes (cortes perineales) y en machos. Las medidas más frecuentes en larvas son el largo del estilete, la distancia comprendida entre la punta de la cabeza y el poro excretor y el largo de la cola. Otras medidas usadas son: largo del cuerpo, distancia de la válvula del bulbo medio al poro excretor y forma de los nódulos o protuberancias del estilete. En los machos, el criterio principal es la longitud de la espícula, aunque éstos no suelen emplearse con mucha frecuencia en estudios de esta índole. En los cortes perineales de los quistes se trata de cortar la pequeña sección posterior que contiene el ano y la vulva de las hembras convertidas en quistes. La morfometría del patrón perineal incluye la forma de la fenestra (redonda u oval), la distancia de la fenestra al ano, el largo de la fenestra, la razón o cociente de Granek y el número de líneas que hay entre la fenestra y el ano (Trudgill y col., 1970; Webley, 1970; Green, 1971; Canto, 1975; Canto y de Scurrah, 1975; Evans y Franco, 1977).

Los estudios de la respuesta de clones u hospederos diferenciales a la presencia de *Globodera* spp. se originaron con el descubrimiento de la resistencia, aparentemente poligénica o debido a un complejo de genes mayores y menores, del diploide *Solanum vernei* a *H. rostochiensis* y al descubrimiento de clones de papa resistentes a este parásito (Ellenby, 1952, 1954; Dunnett, 1960; Plaisted y col., 1962; Huijsman, 1974). Desde entonces se han desarro-

llado en Europa y América diferentes esquemas de clones diferenciales para identificar razas o patotipos del nemátodo. Los más populares en Europa son el Británico y el Holandés así como el desarrollado por Kort y colaboradores (1977). En América, el más usado es el de Canto y de Scurrah quienes realizaron estudios de determinación de especies, razas y variabilidad del nemátodo de quiste en los Andes (Canto, 1975; Canto y de Scurrah, 1977).

Guile (1966, 1970), fue el primero en notar que algunas hembras pasaban por la fase de coloración amarilla, y otras carecían de ésta, pero fue Stone (1973) quien reconoció como pertenecientes a una especie nueva, *H. pallida*, las que permanecían cremosas o blancas, durante su desarrollo, hasta convertirse en quiste. Otros investigadores estudiaron la cromogénesis de algunas poblaciones andinas y observaron la predominancia de *H. pallida* (*G. pallida*) sobre *H. rostochiensis* (*G. rostochiensis*), que solamente se encontró en el sur de Perú (Canto, 1975; Canto y de Scurrah, 1976).

Estos hechos han motivado la presente investigación que tiene por objeto estudiar la secuencia de los cambios de coloración de las hembras de una población del nemátodo de quiste de la papa en Cerro Punta, con miras a determinar la presencia de una o ambas especies en la misma. Sin embargo, aunque las diferencias que existen en la cromogénesis de las hembras de *G. rostochiensis* y *G. pallida* permiten su separación, este método no debe emplearse como único criterio de identificación, sino como un indicador de su posible existencia. Estas observaciones tienen que ir, necesariamente, reforzadas por estudios morfométricos practicados en larvas y en quistes, así como por estudios con clones diferenciales.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en un invernadero del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en el área de Cerro Punta, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, a más de 1,800 msnm.

El experimento se llevó a cabo durante los meses de agosto a diciembre de 1977, con temperaturas promedio mínima y máxima de 11 y 16°C, respectivamente.

Con el propósito de identificar las especies del nemátodo de quiste de la papa *Globodera*, spp., mediante observaciones de la secuencia de cambios de coloración de las hembras, se llenaron 20 vasos plásticos transparentes, de 10 onzas, con suelo infestado naturalmente con quistes del nemátodo, proveniente de la finca del señor Domingo Cruz Rubio, en Cerro Punta. Los vasos se dividieron en dos grupos de diez, en los cuales se sembró semilla de las variedades de papa Alpha y Red Pontiac, respectivamente. Los tubérculos se sembraron a razón de uno por vaso y tenían un tamaño que fluctuaba entre 28 y 35 milímetros de diámetro.

Los vasos fueron enterrados en arena para conservar una humedad adecuada en las muestras e impedir que la luz solar incidiera directamente sobre las raíces de las plantas. La siembra se efectuó el 29 de agosto de 1977 y un mes después habían brotado los tubérculos en la totalidad de las muestras de ambas variedades.

Todas las muestras recibieron las prácticas normales de limpieza, riego, abonamiento foliar y aplicación de fungicidas, para mantenerlas en buen estado y eliminar otras posibles fuentes de variación, ajenas a los nemátodos de quiste, que pudieran afectar el comportamiento de las variedades y/o de los nemátodos.

A los 48 días de siembra, en algunas muestras de ambas variedades, se hicieron visibles las hembras y se efectuaron observaciones o lecturas de las fases de coloración, desde que se hacían visibles a simple vista, hasta que morían, convirtiéndose en quiste, para completar su ciclo de vida. En cada muestra se seleccionaron las diez primeras hembras visibles y se les marcó con un círculo a través del vaso de plástico, para facilitar su identificación en lecturas posteriores (Figura 1). Las mismas se efectuaron con una frecuencia de dos a tres días y en algunos casos, de cuatro a cinco días. Se llevó un registro que incluía la fecha de lectura, el número de identificación de la muestra (de 1 a 20) y el número de identificación de las hembras dentro de la muestra (1 a 10), además del color que presentaba la hembra en ese momento. Una lectura consistió en la observación de la coloración de cada una de las hembras, de las 20 muestras, que alcanzarían un total de 200, cuando todas se hicieran visibles (Cuadro 1). Las lecturas de coloración se prolongaron por 110 días, al cabo de los cuales todas las hembras se habían convertido en quiste.

Cuadro 1. Secuencia de coloración de cada hembra en estudio. Cerro Punta. Muestra No. 18 Variedad: Red Pontiac.

FECHA	HEMBRAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Año: 1977										
Octubre 15	B	B	B	B	B	—	—	—	—	—
Octubre 17	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Octubre 19	C	B	B	B	C	B	B	B	B	B
Octubre 22	C	B	C	B	C	B	B	C	C	B
Octubre 24	C	B	C	B	C	B	—	C	C	B
Octubre 26	A	C	C	C	A	B	—	C	C	B
Octubre 28	A	C	C	C	A	C	—	C	C	C
Octubre 31	A	C	C	A	A	C	—	C	C	C
Noviembre 2	A	C	C	A	A	C	—	C	A	A
Noviembre 4	A	C	A	A	A	C	—	C	A	A
Noviembre 7	A	C	A	A	M	C	—	C	A	A
Noviembre 9	A	A	A	A	—	C	—	C	A	M
Noviembre 11	A	A	A	A	—	C	—	C	A	—
Noviembre 14	A	A	A	A	—	A	—	A	A	—
Noviembre 16	A	A	A	A	—	A	—	A	A	—
Noviembre 18	A	A	A	A	—	A	—	A	A	—
Noviembre 21	A	A	A	A	—	A	—	A	A	—
Noviembre 23	M	A	A	A	—	A	—	A	A	—
Noviembre 25	—	A	M	A	—	A	—	A	A	—
Noviembre 28	—	A	—	A	—	A	—	A	M	—
Noviembre 30	—	M	—	M	—	A	—	A	—	—
Diciembre 2	—	—	—	—	—	A	—	A	—	—
Diciembre 5	—	—	—	—	—	A	—	A	—	—
Diciembre 7	—	—	—	—	—	A	—	A	—	—
Diciembre 9	—	—	—	—	—	A	—	A	—	—
Diciembre 12	—	—	—	—	—	A	—	A	—	—
Diciembre 14	—	—	—	—	—	M	—	A	—	—
Diciembre 16	—	—	—	—	—	—	—	M	—	—

A: Fase de coloración amarilla (Hembra de *G. Rostochiensis*).
 B: Fase de coloración blanca (Hembra joven).
 C: Fase de coloración crema.
 M: Fase de coloración marrón (Quiste).

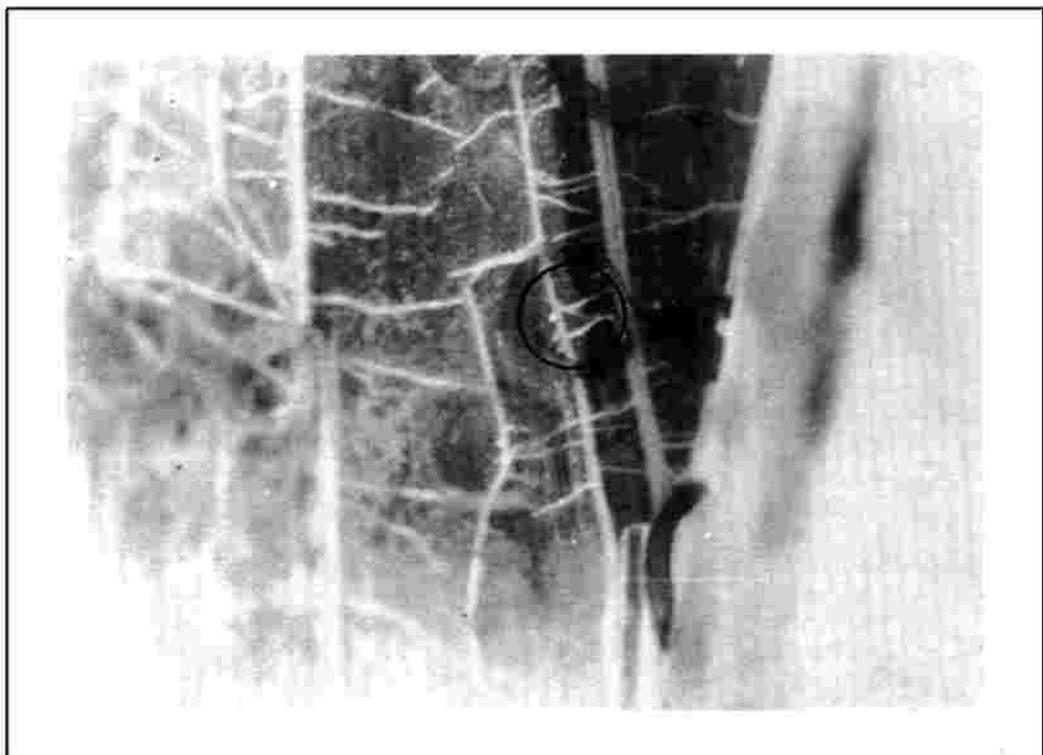


FIGURA 1. HEMBRAS DE *GLOBODERA* spp. EN LA FASE DE COLORACION BLANCA. CERRO PUNTA, 1977.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de esta investigación se resumen en los Cuadros 2 hasta el 5.

En el Cuadro 2 se observa que de un total de 186 hembras que llegaron a quiste, el 96.2 por ciento pasaron por la fase de coloración amarilla, y el 3.8 por ciento carecieron de ella.

Según trabajos previos, las hembras con fase amarilla, pertenecen a la especie *G. rostochiensis*, mientras las que carecen de ella, son de la especie *G. pallida* (Skarbilovich, 1959; Guile, 1966; Green, 1971; Canto, 1975; Canto y de Scurrah, 1976). También se observa que en ambas variedades se produjeron hembras con y sin fase amarilla. En la muestra no. 16, con la variedad Red Pontiac, no se observó la aparición de hembras adheridas a las raíces, a lo largo del experimento. Esto pudo deberse a que no habían larvas o quistes viables en el suelo de esa muestra. Algo similar ocurrió anteriormente en quistes de Cerro Punta, que contenían huevos vacíos, debido a que las larvas del segundo estadio habían eclosionado y abandonado los quistes, al encontrar condiciones ambientales favorables.

A las hembras 4, 7, 9 y 10 de las muestras 4, 18, 17 y 19, respectivamente, no se les pudo seguir la secuencia de coloración porque se desprendieron de las raíces antes de completar su ciclo de vida.

Cuadro 2. Hembras del Nemátodo de Quiste de la Papa con y sin fase de coloración amarilla. Cerro Punta. 1977.

Muestra No.	Variedad	HEMBRAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
4	Alpha	SA	A	A	SD	SA	A	A	A	A	A
5	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6	Alpha	A	A	SA	A	A	A	A	A	A	A
7	Alpha	A	A	SA	A	A	A	A	A	A	A
8	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10	Alpha	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
11	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
12	Red Pontiac	A	SA	A	SA	A	A	A	A	A	A
13	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
14	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
15	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16	Red Pontiac	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
17	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	A	A	SD	A
18	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	SD	A	A	A
19	Red Pontiac	SA	A	A	A	A	A	A	A	A	SD
20	Red Pontiac	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

A: Fase de coloración amarilla.
SD: Sin dato.
SA: Sin fase de coloración amarilla.

El Cuadro 3 revela que el número de días que cada hembra tomó para completar su ciclo de vida y convertirse en quiste, fue muy variable dentro de las variedades, no así, entre las variedades. En la variedad Alpha este período varió de 10 a 63 días, concentrándose la mayoría de las hembras (58.6%), en el rango de 17 a 31 días a quiste. En la variedad Red Pontiac, fluctuó entre 5 y 61 días, aunque la mayoría de las hembras (57.5%) se convirtieron en quiste entre los 19 a 38 días. Por otro lado, el promedio de días a quiste fue de 30.5 y 31.3 en Alpha y Red Pontiac, respectivamente.

Se observó que los días de duración de las diferentes fases de coloración de las hembras, también variaron dentro de las variedades, pero no entre éstas (las fases blancas, cremas y amarillas fueron de corta, mediana y larga duración).

En el Cuadro 4, aparecen las hembras con fase amarilla de corta duración (1-2 días). Con excepción de la hembra no. 9 de la muestra no. 4, con 61 días a quiste, el resto de las hembras tardaron entre 12 y 19 días para convertirse en quiste.

Cuadro 3. Días que tardó cada hembra para convertirse en quiste. Cerro Punta, 1977.

Muestra No.	Variedad	H E M B R A S									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Alpha	21	19	63	21	63	31	17	40	43	61
2	Alpha	19	35	59	31	24	21	42	31	19	40
3	Alpha	26	31	26	19	26	21	45	57	17	29
4	Alpha	10	35	63	SD	47	28	31	29	61	29
5	Alpha	56	26	38	17	19	59	59	19	29	33
6	Alpha	17	17	17	29	12	47	45	24	17	29
7	Alpha	31	24	12	59	22	31	33	22	24	29
8	Alpha	26	19	33	38	17	31	26	24	22	26
9	Alpha	21	24	35	17	21	47	19	17	29	24
10	Alpha	31	21	14	33	31	26	28	40	45	15
11	Red Pontiac	59	59	39	37	45	29	34	24	36	41
12	Red Pontiac	12	10	38	33	45	40	38	57	40	38
13	Red Pontiac	35	42	40	21	24	26	28	40	31	31
14	Red Pontiac	35	35	31	19	31	31	21	31	45	33
15	Red Pontiac	33	10	14	26	33	26	28	36	29	36
16	Red Pontiac	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
17	Red Pontiac	14	21	28	24	26	24	14	33	SD	29
18	Red Pontiac	40	47	42	47	24	59	SD	61	43	24
19	Red Pontiac	5	19	38	24	17	12	14	24	57	SD
20	Red Pontiac	19	19	24	14	35	33	28	36	24	29

SD: Sin dato.

Cuadro 4. Hembras del Nematodo de Quiste de la Papa con fase amarilla muy corta. Cerro Punta, 1977.

Muestra No.	Hembra No.	Variedad	Fase			Días a quiste
			B	C	A	
4	9	Alpha	26-28	29-30	1-2	61
5	8	Alpha	8-9	6-7	1-2	19
9	7	Alpha	10-11	3-5	1-2	19
10	3	Alpha	5-7	3-4	1-2	14
12	1	Red Pontiac	3-4	4-5	1-2	12
15	3	Red Pontiac	1-2	8-9	1-2	14

Como la identificación de las fases de coloración de las hembras fue cualitativa, es posible que una o más de las que se observan en el Cuadro 4 carezcan, en realidad, de la fase amarilla.

El Cuadro 5, muestra las hembras que carecieron de la fase de coloración amarilla.

Cuadro 5. Hembras que carecieron de la fase de coloración amarilla.

Muestra No.	Hembra No.	Variedad	Fase Blanca		Fase Crema		Días a quiste
			Días	Duración	Días	Duración	
4	1	Alpha	5-6	Corta	1-2	Corta	10
4	5	Alpha	5-6	Corta	45-46	Larga	47
6	3	Alpha	5-6	Corta	10-11	Intermedia	17
7	3	Alpha	5-6	Corta	3-4	Corta	12
12	2	Red Pontiac	5-6	Corta	1-2	Corta	10
12	4	Red Pontiac	31-32	Larga	1-2	Corta	33
19	1	Red Pontiac	1-2	Corta	1-2	Corta	5

Se observa que estas hembras se reprodujeron en ambas variedades. La hembra no. 5 de la muestra no. 4, tuvo una fase blanca corta y una fase crema predominante, con un total de 47 días a quiste. La hembra no. 4 de la muestra no. 12, por el contrario, tuvo una fase blanca predominante y una fase crema corta, con un total de 33 días a quiste. En el resto de las hembras no hubo predominancia de ninguna de las fases y tardaron entre 5 y 17 días a quiste. Estas siete hembras pueden ser clasificadas como posibles pertenecientes a la especie *G. pallida*. Anteriormente, Tarté y Rodríguez (1976), encontraron reproducción del nemátodo de quiste en Cerro Punta en *Solanum kurtzianum* y en *S. tuberosum* spp. *andigena*. Es sabido que la raza A del nemátodo, predominante en Cerro Punta, debe presentar una reacción negativa en *S. kurtzianum*. Por otro lado, según el esquema de clasificación de Canto y de Scurrah (1977), todas las razas de *G. pallida*, excepto la P₂A, presentan una reacción positiva en *S. kurtzianum* y *S. tuberosum* spp. *andigena*. De acuerdo a Kort y colaboradores (1977), los tres patotipos de *G. pallida* (Pa₁, Pa₂ y Pa₃) se reproducen en *S. kurtzianum* y *S. tuberosum* spp. *andigena*.

Según estas consideraciones, es posible que en los campos de papa de Cerro Punta se encuentra más de una raza o patotipo de la especie *G. rostochiensis*, además de la especie *G. pallida*, a niveles poblacionales muy bajos.

ABSTRACT

An attempt was made to determine the potato cyst nematode species, *Globodera* spp., in a farm of the community of Cerro Punta district of Bugaba, Chiriquí province. It was realized by observations of the chromogenesis, or color changes, of the nematode females feeding on the roots of potato plants, planted in cyst naturally infested soil. Alpha and Red Pontiac varieties were used in this trial. Data indicate the possible existence of more than one lines pathotype of *G. rostochiensis* and low population levels of *G. pallida*.

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, E.B. Assessment of the damage caused to potatoes by potato cyst eelworm, *Heterodera rostochiensis* Woll. *Annals of Applied Biology*. 63:493-502. 1969.
- CANTO, M. Variabilidad del Nemátodo del Quiste de la Papa, en la Zona Andina. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1975. 277 p.
- CANTO, M. y SCURRAH, María M. de. Variability of potato cyst nematode (*Heterodera* spp) in the Andean region. *Nematropica* 5:20 (Abstr.). 1975.
- _____ y _____ Identificación de especies del nemátodo de quiste de la papa en poblaciones andinas según la secuencia de color de la hembra. *Nematropica* 6(1):1-9. 1976.
- _____ y _____ . Races of the potato cyst nematode in the potato cyst nematode in the andean region and a new system of classification. *Nematologica* 23:340-349. 1977.
- DUNNETT, J.M. Potato breeders strains of root eelworms *H. rostochiensis* (Woll). *Nematologica Supplement* 2:84-94. 1960.
- _____ . Inheritance of resistance to potato root eelworm in a breeding line stemming from *Solanum multidissectum* Hawkes. Report of the Scottish Plant Breeding Station, 1961. pp. 39-46.
- ELLENBY, C. Resistance to the potato eelworm *Heterodera rostochiensis*, Woll. *Nature* 174:1016. 1952.
- _____ . Tuber forming species and varieties of the genus *Solanum* tested for resistance to the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis*, Wollenweber. *Euphytica* 3:195-202. 1954.
- EVANS, K. y FRANCO, J. Morphological variation in some populations of potato cyst-nematodes from Europe and South America. *Nematologica* 23:417-430. 1977.
- FRANCO P, J. Control químico del nemátodo dorado, *Heterodera rostochiensis* Woll., en el cultivo de la papa. *Investigaciones Agropecuarias del Perú* 1(2):48-56. 1968.
- _____ y EVANS, K. Multiplication of some South American and European populations of potato cyst nematodes on potatoes possessing the resistance genes H₁, H₂ and H₃. *Plant Pathology* 27:1-6. 1978.
- GREEN, C.D. The morphology of the terminal area of the round-cyst nematodes, s.g. *Heterodera rostochiensis* and allied species. *Nematologica* 17:34-46. 1971.
- GUILE, C.J. Cyst chromogenesis in potato cyst eelworm pathotypes. *Plant Pathology* 15:125-128. 1966.
- _____ . Further observations on cyst colour changes in potato cyst eelworm pathotypes. *Plant Pathology* 19:1-6. 1970.
- HOWARD, H.W.; COLE, C.S. y FULLER, J.M. Further sources of resistance to *Heterodera rostochiensis* Woll. in the antigena potatoes. *Euphytica* 19:210-216. 1970.

- HUIJSMAN, C.A. Host-plants for *Heterodera rostochiensis* Woll. and the breeding for resistance. EPPO Bulletin 4:501-509. 1974.
- JONES, F.G.W. Integrated control of the potato cyst-nematode. Proceedings of the 5th. British Insecticides and Fungicides Conference. (1969) 3:646-656. 1970.
- KORT, J.; ROSS, H.; RUMPENHORST, H.J. y STONE, A.R. An international scheme for identifying and classifying pathotypes of potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Nematologica 23:333-339. 1977.
- MAI, W.F. y PETERSON, L.V. Resistance of *S. balsii* and *S. sucrensis* to the golden nematode *Heterodera rostochiensis*. Science 116:224-225. 1952.
- MULVEY, R.H. y STONE, A.R. Description of *Punctodera matadorensis* n. gen., n. sp. (Nematoda: Heteroderidae) from Saskatchewan with lists of species and generic diagnoses of *Globodera* (n. rank), *Heterodera*, and *Sarisodera*. Canadian Journal of Zoology 54:772-785. 1976.
- NOLLEN, H.M. y MULDER, A. A practical method for economic control of potato cyst-nematode (*Heterodera rostochiensis*). Proceedings of the 5th. British Insecticides and Fungicides Conference (1969) 3:671-674. 1970.
- PARROT, DIANA M. Mating of *Heterodera rostochiensis* pathotypes. Annals of Applied Biology. 71:271-273. 1972.
- PLAISTED, R.L.; HARRISON, M.L. y PETERSEN, L.C. A genetic model to describe inheritance of resistance to the golden nematode *H. rostochiensis* Woll. found in *S. vernei*. American Potato Journal 39:418-435. 1962.
- SKARBILOVICH, T.S. On the structure of the systematics of nematodes order Tylenchida Thorne, 1949. Acta Parasitologica Pol. 7:117-132. 1959.
- STONE, A.R. *Heterodera pallida* n.s.p. (Nematoda-Heteroderidae): A second species of potato cyst nematode. Nematologica 18:591-606. 1973.
- TARTE, R. First record of the occurrence of *Heterodera rostochiensis* in Panama. Plant Disease Reporter 52(8):587-588. 1968.
- _____ y RODRIGUEZ, R. Evaluación del daño ocasionado por el nemátodo *Heterodera rostochiensis* Woll. al cultivo de la papa con énfasis en el desarrollo de un sistema integrado de control. En Investigaciones Agropecuarias 1974-1975. Facultad de Agronomía, Univ. de Panamá. 1976. pp. 285-339.
- _____ y _____. El nemátodo dorado de la papa, *Heterodera rostochiensis*: nuevos datos sobre el control integrado y evidencia de la aparición de una nueva raza en Cerro Punta. En Investigaciones Agropecuarias 1976-1977. Facultad de Agronomía, Univ. de Panamá. 1978. pp. 407-419.
- TRUDGILL, D.L.; MacKINTOSH, G.M.; OSBORNE, P. y STEWART, R.M. Control of potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) by nematicides and a resistant potato cultivar at four sites in Scotland. Annals of Applied Biology 88:393-399. 1978.
- _____ ; PARROT, DIANA M. y STONE, A.R. Morphometrics of males and larvae of ten

- Heterodera rostochiensis* populations and the influence of resistant hosts. *Nematologica* 16:410-416. 1970.
- WEBLEY, D.P. A morphometric study of the three pathotypes of the potato cyst eelworm (*Heterodera rostochiensis*) recognized in Great Britain. *Nematologica* 16:107-112. 1970.
- WHITEHEAD, A.G. Control of cyst nematodes (*Heterodera* spp) by organophosphates, oximecarbarnates and soil fumigants. *Annals of Applied Biology* 75:439-453. 1973.
- ; TITE, D.J.; FRASER, J.L. y FRENCH, E.M. Control of potato cyst nematode, *Heterodera rostochiensis*, in three soils by small amounts of aldicarb, Du Pont 1410 or Nematicur applied to the soil at planting time. *Annals of Applied Biology* 74:113-118. 1973.
- WOLLENWEBER, H.W. Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel. Arbeiten Forschungsinstitutes für Kartoffelbau.