

## LA ROTACION DE CULTIVOS Y LOS RENDIMIENTOS DE PAPA, EN SUELOS INFESTADOS CON NEMATODO DORADO\*

BRUNO AÑEZ REVEROL\*\*  
ELOY TAVIRA D. \*\*

### RESUMEN

Uno de los problemas más graves que confrontan los productores de papa en los Andes, es la infestación de los suelos con el nemátodo dorado, factor limitante, de los rendimientos del tubérculo. Por tal motivo se estableció durante dos años una rotación de papa, con ajo, zanahoria, guisantes y maíz; con el propósito de determinar, los efectos que las diferentes sucesiones de cultivos establecidas, tendrían sobre los rendimientos de la papa, en suelos infestados con nemátodo dorado.

Se usó un diseño de Parcelas Completamente al Azar. Además se determinó la ecuación de regresión entre el número de quistes del nemátodo, presentes en el suelo antes de la siembra y los rendimientos de papa.

De los resultados se sacan las siguientes conclusiones: Se concluyó que la presencia de un quiste de nemátodo dorado, en 100 cc de suelo antes de la siembra, bajó los rendimientos de papa en 69,98 Kg/Ha, con las condiciones del experimento. La rotación de cultivos, fué un método efectivo para aumentar los rendimientos de papa, en suelos infestados con nemátodo dorado. El monocultivo, excepto en guisantes, fue perjudicial a los rendimientos, fueran los cultivos susceptibles o no al nemátodo dorado.

### ABSTRACT

One of the most serious problems of the potato producing-areas, in the andean region of Venezuela, is the golden Cyst-nematode (*Globodera rostochiensis*). Soils infested with golden cyst-nematode are considered a limiting factor on the potato tuber yield. Therefore a 2-year rotations system was laid out in order to determine the effect of garlic, carrot, peas and corn crops succession on potato tuber yields. A complete randomized plots design was used; Regression equation between Cyst-nematode population (number of Cysts) before planting and potato tuber yield, was determined. Conclusions from this study are: Every Cyst of golden nematode per 100 cc of soil, decreased the potato tuber yield in 69,98 Kg/Ha. Crop rotations demonstrated to be an effective method of increasing potato tuber yield in soils infested with golden Cyst-nematode.

The monoculture cropping decreased yields, on every crop excluding peas; no matter if they were susceptible or not to Cyst-nematode.

### INTRODUCCION

Los nemátodos del quiste de la papa (*Globodera* spp.), son oriundos de los valles altos de los

---

Índice de palabras claves: *Globodera rostochiensis*, rotación, *Solanum tuberosum* L., *Allium sativum* L., *Daucus carota* L., *Psium sativum* L., *Zea mays* L., monocultivo.

---

\* Recibido para su publicación 08-09-81.

\*\* Ing<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M Sc. U.L.A. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.), Facultad de Ciencias Forestales, Apartado 220 U.L.A. Mérida, Venezuela.

Andes, donde se ha cultivado papa durante muchísimos años (4). De los Andes, fueron llevados a Europa, donde fueron descubiertos por primera vez en Alemania, en la segunda mitad del siglo XIX. Desde entonces han sido reportados en toda Europa y Asia, Norte de África y en el Norte, Centro y Sur América.

En Colombia, Ecuador y casi todo Perú, se ha encontrado solamente *Globodera pallida*. En el Sur de Perú, se han conseguido juntos *G. pallida* y *G. rostochiensis*. Ambas especies se encuentran ocasionalmente en Bolivia y Argentina. En Venezuela y Chile, se ha conseguido únicamente *G. rostochiensis*, introducido probablemente desde Europa. En términos generales puede decirse que la distribución de *G. rostochiensis* en los países andinos, está confinada básicamente al sur de la latitud 15°S. (3,4).

El nemátodo dorado se reportó por primera vez en Venezuela en 1971, y sólo ha sido conseguido en las zonas altas de los Andes, dedicadas al cultivo de la papa. Entre las áreas más afectadas se citan: Pueblo Llano, Bailadores, Santo Domingo, El Vergel, Mucurubá, Timotes, La Venta, El Mocado, Gavidia y Mucuchíes en el estado Mérida; Tuñame en el estado Trujillo; Pueblo Hondo y Páramo El Rosal en el Estado Táchira y Sanare en el estado Lara (5,10).

En todos los lugares donde se ha reportado su presencia se considera muy dañina esta plaga de la papa. Los daños que causan las larvas de los nemátodos del quiste al invadir las raíces de las plantas, disminuyen el crecimiento de raíces, tallos, ramas y hojas, disminuyen las concentraciones de K y P, y en menor grado de Mg en los tejidos de las plantas de papa. El rendimiento de tubérculos disminuye en parte, debido a que las plantas infectadas son más pequeñas y también por la senescencia más temprana de las mismas, la cual está asociada con los síntomas de marchitamiento y falta de agua fácilmente observables en el campo (6).

El control del nemátodo dorado es muy difícil por que los huevos se encuentran protegidos dentro de los quistes, los cuales son extremadamente resistentes. Además los quistes son fácilmente transportados por diversos agentes, tales como; maquinarias, implementos de labranza del suelo, o por partes de plantas, lo cual acelera su dispersión. Un solo quiste de *Globodera* contiene de 200 a 500 huevos. Sin embargo, solo cierto porcentaje de huevos eclosiona cada año los restantes pueden quedar viables por 20 ó 30 años, dependiendo de los sistemas de cultivo (4,10).

Entre los métodos que han sido utilizados para tratar de controlar los nemátodos del quiste de la papa, mencionaremos: control químico, uso de variedades resistentes y la rotación de cultivos.

El control químico que ha sido probado con éxito parcial en muchas regiones del mundo, incluyendo a Venezuela, presenta el inconveniente de su alto costo. El uso de variedades resistentes sería el medio ideal de control. Se está trabajando a nivel mundial en ese sentido y los resultados son bastantes promisorios, sin embargo aún no se ha logrado una resistencia general a los nemátodos del quiste, presentes en la región andina (2,3,4). La rotación de cultivos es el método más antiguo y económico que se conoce y ha resultado bastante efectivo para el control, siempre y cuando en la rotación no se incluyan solanáceas.

La rotación de cultivos, es una práctica agronómica muy bien establecida y entre sus beneficios se incluyen: aumento de la materia orgánica, suplencia de N, y mejoramiento de la estructura y capacidad de retención de humedad del suelo; cultivo de especies capaces de nutrirse a varias profundidades de suelo; cultivo de especies que difieren en sus requerimientos nutritivos, mayor posibilidad de mantener al suelo bajo cultivos durante todo el año; control de la escorrentía, erosión, lavado y mejoramiento de las condiciones de labranza del suelo; control de malezas, enfermedades y plagas, etc (7,8).

Una rotación de cultivos sistemática, mediante la cual la planta huésped sea sembrada con menos frecuencia que lo usual en la zona, ha dado buenos resultados (11) en el control de enfermedades.

En los Andes venezolanos, los productores de papa cuyos suelos están infestados por el nemátodo del quiste, han optado por rotar con hortalizas, obteniendo posteriormente mejores rendimientos con la papa. Basados en estas experiencias, mediante el presente trabajo se propuso: 1- Cuantificar los efectos de la rotación con ajo, zanahoria, guisantes y maíz, sobre los rendimientos de papa en suelos altamente infestados con nemátodo dorado. 2- Medir los efectos que la rotación establecida produce sobre los otros cultivos usados.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó en Cacute Edo. Mérida (08° 43' N, 70° 59' W), en la faja "Ma-

cro-mesotermica", su altitud es de 2.100 m.s.n.m., con precipitación promedio anual de 1000 m.m. , y una temperatura media anual de 15° C. El suelo pertenece a la serie A12a, con una textura franco-arenosa, estructura granular y un drenaje interno de moderado a rápido (1).

El área escogida estuvo sembrada con papa por muchos años, y para inicio del experimento, estaba en barbecho. Esta área fue dividida en 3 partes, cada una de las cuales formó un bloque: dos usados para el estudio de la rotación en 4 ciclos y el otro fue mantenido bajo monocultivo también durante 4 ciclos.

Los análisis de suelo tanto para fertilidad del horizonte superficial (0.30 cm) como para quistes de nemátodo dorado antes de la siembra se dan a continuación: en Tablas 1 y 2.

TABLA 1. Análisis de Suelo para fertilidad del Horizonte Superficial.

BLOQUES	pH	C.O	N	C/N	P.Olsen	K	Mg
	1:2,H <sub>2</sub> O	%	%		p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.
I	5,5	3,12	0,205	15,2	44	440	200
II	5,3	2,83	0,190	14,9	14	370	180
III	5,3	3,54	0,252	14,0	12	370	210

TABLA 2. Análisis de Suelo para Quistes.

BLOQUES	Número de quistes en 100 c.c. de suelo
I	40,48*
II	17,36
III	10,20

\* Cada valor, es un promedio de 25 muestras analizadas.

El experimento se sembró, con los cultivos; papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Alpha; ajo (*Allium sativum* L.), variedad Criolla; zanahoria (*Daucus carota*, L.), variedad Chantenay Red Cored; guisantes (*Pisum sativum*, L.), variedad Thomas Laxton y maíz (*Zea mays*, L.), compuesto de altura "Santa Rosa".

El arreglo de campo del experimento se muestra en la Fig. 1. Cada bloque fue dividido en 25 parcelas de 4,41 m<sup>2</sup> (2,1 m x 2,1 m), las cuales permitieron sembrar 3 hileras de papa 70 cm aparte y 20 cm de separación en la hilera, 3 hileras de maíz 70 cm aparte y 40 cm de separación entre plantas 7 hileras de ajo 30 cm aparte y 10 cm de separación entre plantas, 7 hileras de zanahoria y 7 de guisantes, 30 cm aparte y a unos 5 cm de separación en la hilera. Cada cultivo, ocupó 5 parcelas sorteándolos entre las 5 columnas y las 5 hileras de cada bloque.

La sucesión de los cultivos en la rotación se señala con las flechas de los bloques I y II. La primera columna de cada uno de los bloques I y II así como el bloque III, fueron sometidos al monocultivo. Fig. 1.

## Rotación de Cultivos

### Disposición del Experimento en el Campo

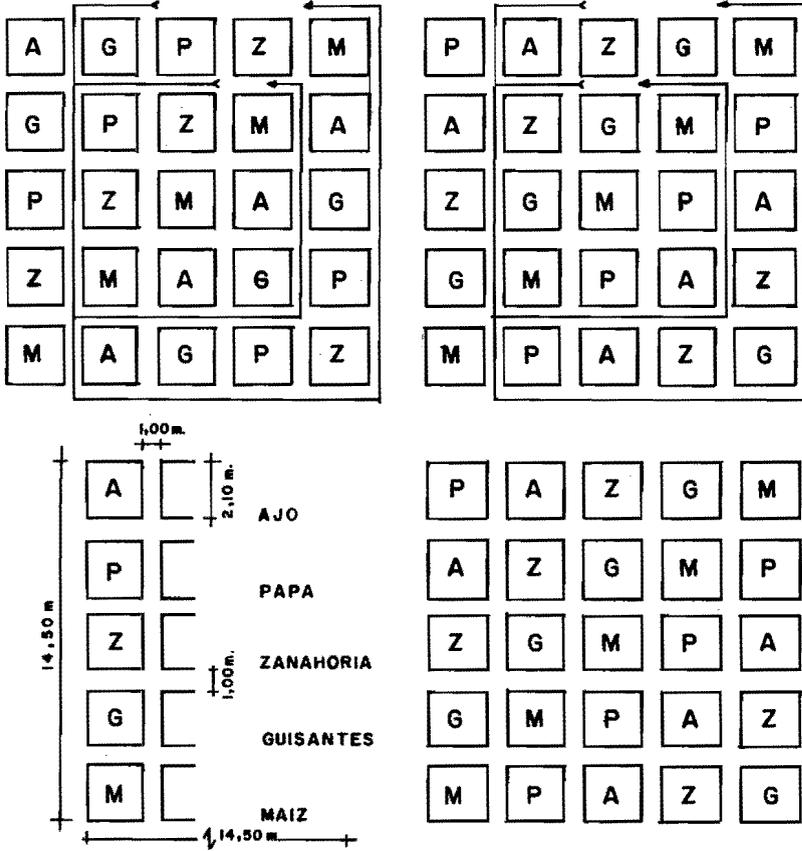


Fig. 1

La fertilización se hizo en la forma siguiente: 20 m<sup>3</sup> /Ha, de estiércol de gallina y 500 Kg/Ha de la mezcla formada con 50 Kg de *Urea*, 46 por ciento de N, 50 Kg de *Superfosfato* triple, 46 por ciento de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 Kg de *ClK*, 60 por ciento de K<sub>2</sub>O, aplicados al voleo e incorporados al suelo antes de la siembra, una vez por año (cada 2 ciclos).

Los datos de cosecha fueron tomados sobre toda el área de las parcelas (4,41 m<sup>2</sup>) una sola vez por ciclo, excepto el guisante que fue cosechado tres veces cada ciclo. Además se tomaron muestras de suelo consecutivamente en cada parcela, al término del ciclo de los cultivos, y fueron analizadas para número de quistes de nemátodo dorado, en 100 cc de suelo seco, por los métodos de "Fenwick" para la extracción, el de la "Acetona" para la separación; los contajes se realizaron a mano con ayuda de un binocular y una aguja de disección (9).

Se reportan los rendimientos en Kg/Ha de todos los cultivos en la sucesión, excepto los del maíz.

El diseño experimental usado, fue el de Parcelas Completamente al Azar.

Solo los datos de la papa fueron analizados estadísticamente. Los de ajo, zanahoria y guisantes, se presentan como promedios en las diferentes sucesiones de cultivos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se ha dicho y la experiencia parece confirmarlo, que la infestación de los suelos con el nemátodo dorado, es el factor fundamental que limita los rendimientos de papa en la región andina; no obstante eso, intentamos establecer una relación cuantitativa entre el número de quistes presentes al momento de la siembra y los rendimientos obtenidos en la cosecha, tal como se aprecia en la Fig 2. La ecuación de regresión, fijada bajo los límites y condiciones del experimento nos muestra; que un quiste de nemátodo dorado obtenido en 100 cc de suelo, antes de la siembra, hizo bajar la producción de papa en 69,98 Kg/Ha.

Regresión significativa (0,05 a 0,01) del rendimiento de papa, con el número de quistes de Nemátodo Dorado en el suelo antes de la siembra

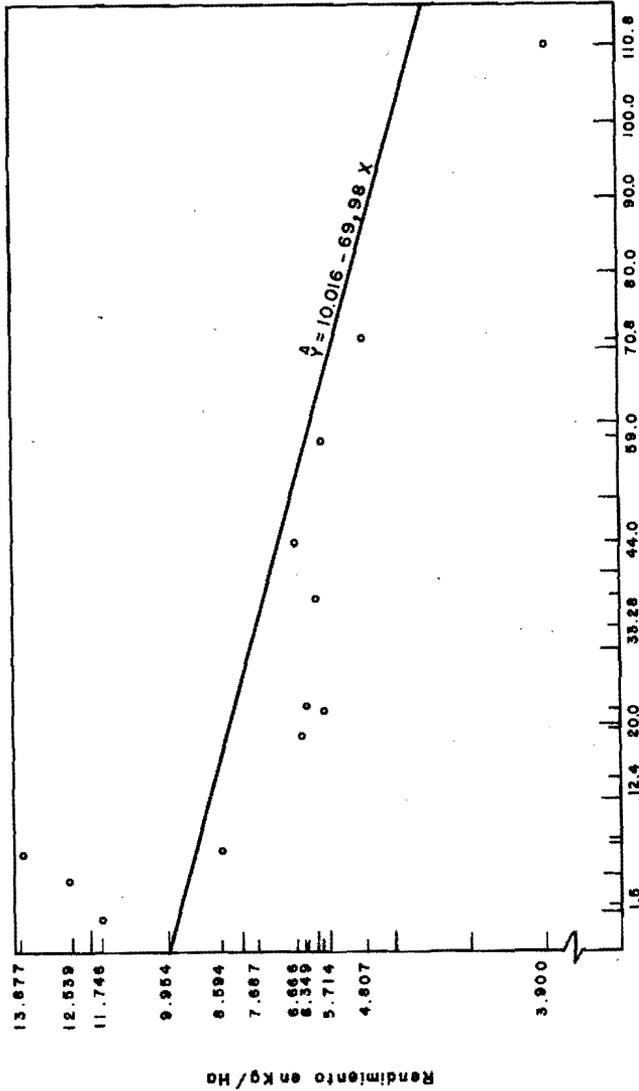


Fig. 2

Número de Quistes por 100 cc de suelo

La variación del número de quistes de *Globodera rostochiensis*, en parcelas sometidas al monocultivo durante cuatro ciclos consecutivos se presenta en el Cuadro 1. En las parcelas sembradas con papa, se nota una baja del número de quistes hasta el tercer ciclo del cultivo y luego un repunte a partir del cuarto ciclo. La duración del experimento no nos permite sacar conclusiones, sin embargo se podría inferir que pudiera haber ciclos con altos y bajos números de quistes cada determinado tiempo, habida cuenta que todos los huevos presentes en los quistes no eclosionan al mismo tiempo (4), que el daño es causado por las larvas y que la evolución de éstas, depende de la cantidad de alimento disponible.

CUADRO 1. Número de quistes de nemátodo dorado, por 100 cc de suelo, en parcelas sometidas a monocultivo, por cuatro ciclos consecutivos.

CULTIVOS	NUMERO DE QUISTES*			
	C I C L O S			
	I	II	III	IV
Papa	21,83	14,33	4,00	6,50
Maíz	7,83	5,67	4,50	2,00
Zanahoria	9,67	5,17	3,00	3,50
Guisantes	13,50	1,50	3,33	1,33
Ajo	1,00	4,33	2,00	1,50

\* Cada valor es un promedio de 6 parcelas.

En las parcelas sembradas con maíz, ajo, zanahoria y guisantes, se observa una baja en el número de quistes a través de los ciclos de los cultivos, tendiendo a estabilizarse el número en los ciclos finales del experimento.

Los efectos de la rotación con ajo, zanahoria, guisantes y maíz, sobre los rendimientos de papa, se muestran en el Cuadro 2. No se apreciaron diferencias significativas cuando la papa fue sembrada después de cualquiera de los cultivos mencionados, pero si hubo diferencias significativas entre los rendimientos después de ajo, maíz y zanahoria contra el monocultivo de papa. Los rendimientos obtenidos después de guisantes no mostraron diferencias significativas con el monocultivo de papa, esto podría deberse al ciclo muy corto de los guisantes (78 días) bajo las condiciones del experimento.

CUADRO 2. Rendimientos de papa, en Kg/Ha de las diferentes sucesiones de cultivos, en la rotación.

TRAT.	Ajo-Papa	Maíz-Papa	Zanahoria-Papa	Guisantes-Papa	Papa-Papa
REND.	21.541,95 a	19.342,40 a	18.322,00 a	15.873,02 ab	5.736,96 b

Las medias no seguidas por la misma letra, son significativamente diferentes al nivel del 5 por ciento, mediante la prueba de Tukey.

El efecto de la rotación sobre los rendimientos de ajo, zanahoria y guisantes se presenta en el Cuadro 3. Se nota que todos los cultivos excepto guisantes, aumentan los rendimientos en alguno de los sistemas de sucesión de cultivos, establecidos en el experimento.

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que:

1. La presencia del nemátodo dorado en el suelo, es el principal factor limitante de los rendimientos de papa en zonas de los Andes con condiciones similares a las del experimento.
2. La rotación fue efectiva para aumentar los rendimientos de papa en suelos altamente infestados con nemátodo dorado.
3. Excepto en guisantes, el sistema de monocultivo fue perjudicial a los rendimientos, fueran los cultivos susceptibles o no, al ataque del nemátodo dorado.
4. Es posible lograr una secuencia de cultivos de alta rentabilidad, combinando los patrones de extracción de nutrimentos, en la forma más conveniente para su manejo, en consonancia con las características de los suelos y ambiente andinos.

CUADRO 3. Efecto de la rotación sobre los rendimientos en Kg/Ha, de ajo, zanahoria y guisantes.

3a

Ajo-Ajo	Papa-Ajo	Guisantes-Ajo	Zanahoria-Ajo	Maíz-Ajo
4.308,39	9.297,05	3.628,12	4.421,77	4.761,90

3b

Zanahoria-Zanahoria	Papa-Zanahoria	Ajo-Zanahoria	Guisantes-Zanahoria
26.077,10	33.492,06	47.619,05	41.950,11

3c

Guisantes-Guisantes	Papa-Guisantes	Ajo-Guisantes
3.922,90	2.290,25	3.537,41

### LITERATURA CITADA

1. CASTILLO, Juan Bautista. Estudio de los suelos de las partes altas de las cuencas de los ríos Chama y Santo Domingo. I.G.R.N, F.C.F, U.L.A. Convenio ULA-COMANDES. p. 132, Mérida. 1965.
2. CENTRO INTERNACIONAL de la Papa. Informe Anual. p. 116. Lima Perú. 1975.
3. CENTRO INTERNACIONAL de la Papa. Informe Anual. p. 129. Lima-Peru. 1976.
4. CENTRO INTERNACIONAL de la Papa. Nemátodos del quiste de la papa. Circular.6 (7): 4 Lima-Perú 1978.
5. DAO, F. & J.A. GONZALEZ. El nemátodo dorado. VIII Jornadas Agronómicas. Cagua-Venezuela. 1972.
6. EVANS, K., K.J. PARKINSON & D.L. TRUDGILL. Effects of potato Cyst-nematodes on potato plants. III. Effects on the water relations and growth of a resistant and a susceptible variety. Nematologia 2(21): 273-280. 1975.
7. FOOD & Agriculture Organization of the United Nations. Cropping systems and fertilizers. p.p. 143-169. In efficient use of fertilizers. F.A.O. Italy. 1958.

8. HARNER, E. James,, G.G. POHLMAN & C.B. SPEROW, Jr. *Analysis of a 12-year Corn-small grain rotation experiment at four fertility levels.* Agron. J. 69:988-994. 1977.
9. MEREDITH, Julia A. *Algunos métodos de campo y laboratorio para trabajar con nemátodos.* Cátedra de Zoología Agrícola. F. de Agronomía. U.C.V. p. 49. Maracay-Venezuela. 1973.
10. SALINAS, P.J. *El nemátodo dorado de la papa en Los Andes venezolanos.* I.I.A.P., U.L.A. Boletín Informativo 1(1) Mérida-Venezuela. 1974.
11. THOMPSON, HOMER G. & Willian G. KELLY. *Rotation, succession and intercropping.* pp. 145-152. In *Vegetable crops. Fifth edition.* Mc Graw-Hill Book Company. INC. New York. 1957.