

COMPARACION DE CINCO ENMIENDAS ORGANICAS EN EL CONTROL DE *GLOBODERA PALLIDA* EN MICROPARCELAS EN PERU

A. González y M. Canto-Sáenz

Centro Internacional de la Papa, CIP, Apartado 5969, Lima, Perú.

RESUMEN

González, A. y M. Canto-Sáenz. 1993. Comparación de cinco enmiendas orgánicas en el control de *Globodera pallida* en microparcelas en Perú. *Nematropica* 23:133-139.

Se evaluaron los efectos de cinco enmiendas orgánicas de estiércol animal en la multiplicación de *Globodera pallida* raza P5A y el rendimiento del cultivar de papa Revolución (*S. tuberosum* ssp. *andigena*). El experimento se realizó en microparcelas con tubérculos inoculados (20 huevos/g de suelo) y sin inocular. Se llenó cada microparcela con arena lavada y esterilizada mezclada previamente con estiércoles de vaca, caballo, carnero, gallina o cobayo (cuy) hasta alcanzar una concentración de 4% de materia orgánica (18.8 T/ha). Ningún estiércol fue fitotóxico. En microparcelas inoculadas los estiércoles de caballo y gallina incrementaron el rendimiento de tubérculos en 128% y 85%, respectivamente, en comparación con el control. En microparcelas inoculadas todos los estiércoles, excepto el de caballo incrementaron significativamente el rendimiento de tubérculos en comparación con el control. Los estiércoles de gallina y caballo disminuyeron significativamente el número de quistes por 100 cm³ de suelo y la tasa de multiplicación (Pf/Pi) de *G. pallida* en 96% y 35%, respectivamente. El estiércol de gallina ofreció la mejor alternativa de control al ocasionar la mayor reducción del número de quistes por 100 cm³ de suelo, la menor tasa de multiplicación (Pf/Pi) de *G. pallida*, y una alta tasa de retorno económico.

Palabras clave: enmiendas orgánicas, *Globodera pallida*, nematodo quiste de la papa.

ABSTRACT

González, A., and M. Canto-Sáenz. 1993. Comparison of five organic amendments for the control of *Globodera pallida* in microplots in Peru. *Nematropica* 23:133-139.

The effect of five manures on the reproduction of *Globodera pallida* race P5A and the yield of potato cv. Revolución (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) was studied in microplots. Tubers were planted in washed sterilized sand amended with cow, horse, sheep, chicken or guinea pig (*Cavia porcellus*) manures to achieve an organic content of 4% (18.8 T/ha). None of the manures was phytotoxic. In non inoculated microplots chicken and horse manure increased tuber yield 128% and 85% respectively. In inoculated microplots all the manure except horse manure increased tuber yield significantly compared to the control. Chicken and horse manure reduced significantly the number of cysts per 100 cm³ of soil and the multiplication rate (Pf/Pi) of *G. pallida* by 96% and 35%, respectively. Chicken manure was the best control alternative overall in terms of tuber yield, decreased nematode reproduction on potato, and economic rate of return of the crop.

Key words: *Globodera pallida*, potato cyst nematode, soil amendment.

INTRODUCCION

La aplicación de materia orgánica como una alternativa de control de nematodos fitoparásitos, es una práctica agronómica que se ha venido realizando por muchos años en cultivos de importancia económica. Como enmiendas orgánicas al suelo, se han utilizado residuos de algunos cultivos, tortas aceitosas de

cultivos industriales y estiércoles de animales (1,2,3,8,11,18,19,20,21,23,30).

El incremento en rendimiento de los cultivos tratados con enmiendas orgánicas se atribuye al suministro adicional de nutrientes y al control de los nematodos fitoparásitos. Uno de los mecanismos de control es la toxicidad de nitratos, cambios del pH del suelo y mayor actividad

de la ureasa en el suelo (21,22). Algunas enmiendas con altas concentraciones de quitina pueden facilitar el desarrollo de microflora que producen enzimas quitinolíticas, las cuales contribuyen a la destrucción de la capa quitinosa de los huevos de *Meloidogyne*, *Globodera* y *Heterodera* (7,8,9,16,24,25,27).

La mayoría de los trabajos de investigación con enmiendas orgánicas han sido orientados al control del nematodo nodulador *Meloidogyne* spp. así como de otros nematodos que atacan diversos cultivos de importancia económica, en los cuales existe ya una amplia revisión de literatura (26). Sin embargo, se tiene muy poca información sobre esta modalidad de control en el nematodo quiste de la papa *Globodera pallida* Stone (15,31). El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de cinco enmiendas orgánicas, disponibles en la zona andina, en el rendimiento de papa y en el control de *G. pallida*.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en microparcels formadas por tubos de cemento de 30 cm de diámetro que sobresalían 10 cm de la superficie del suelo. Se utilizó como sustrato 13.6 kg de arena lavada y desinfectada al calor la cual se mezcló con 565 g de enmienda orgánica según el tratamiento a probar, lo que equivalió a 18.8 T/ha. Las enmiendas fueron guano de vaca, caballo, carnero, gallina (gallinaza) y cobayo o cuy (*Cavia porcellus*). También se incluyó un testigo sin enmienda.

Para cada enmienda orgánica se incluyeron plantas inoculadas con 20 huevos/g de suelo de *Globodera pallida* raza P5A (6) y plantas sin inocular. La población de *G. pallida* es originaria de la localidad de Lluin, La Libertad, Perú.

Antes de llenar las microparcels con el sustrato, este se homogeneizó en una bolsa de plástico mezclando la arena, la enmienda orgánica, el inóculo (cuando incluido) y el fertilizante inorgánico según la dosis recomendada para el cultivo de papa. Cada microparcela fue fertilizada con 3.26 g de nitrato de amonio, 3.75 g de superfosfato de calcio simple y 1 g de cloruro de potasio. A la siembra se adicionó el 50% del nitrógeno y el resto al aporque (dos meses, después). Enseguida del llenado de las microparcels con el sustrato se sembró un tubérculo desinfectado de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) del cv. Revolución el cual es altamente susceptible a *G. pallida*.

A los tres meses de la siembra, se determinaron los pesos frescos y secos de follaje, raíces y el de los tubérculos en todos los tratamientos. También se evaluaron el número de quistes extraídos por el método de Fenwick y el número de huevos y juveniles para determinar la tasa de multiplicación del nematodo (Pf/Pi). El experimento se realizó con el diseño de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones por tratamiento.

RESULTADOS

Las plantas que desarrollaron con las diferentes enmiendas orgánicas sin ser inoculadas, no mostraron diferencias significativas con las inoculadas, para los parámetros de rendimiento evaluados (Cuadro 1). El tratamiento con guano de gallina ó gallinaza es el único que mostró diferencias significativas con el testigo para pesos de follaje y de raíces.

En microparcels no inoculadas los estiércoles de caballo y gallina incrementaron el rendimiento de tubérculos un 128% y 85% respectivamente, en comparación con el control (Cuadro 1). Comparando los tratamientos inoculados

Cuadro 1. Efecto de enmiendas orgánicas sobre parámetros del rendimiento de plantas de papa (cv. Revolución) inoculadas y sin inocular con *Globodera pallida* raza P5A en microparcelas.

Enmienda orgánica	Inóculo	Peso de follaje (g)		Peso de raíces (g)		Rendimiento de tubérculos (g/planta)
		Fresco	Seco	Fresco	Seco	
Vaca	Con	509.3 abcd	49.3 ab	18.0 c	3.8 c	917.5 ab
	Sin	344.5 cd	50.8 ab	20.5 c	5.0 bc	861.0 abc
Caballo	Con	569.3 abc	47.8 ab	18.3 c	4.0 c	756.3 bcd
	Sin	583.0 abc	57.8 ab	22.5 bc	5.8 bc	939.0 ab
Carnero	Con	427.3 bcd	40.8 ab	20.3 c	4.3 c	964.8 ab
	Sin	362.8 cd	39.5 ab	27.0 bc	5.5 bc	617.5 bcd
Pollo	Con	727.3 a	70.0 ab	49.0 a	9.5 ab	954.5 ab
	Sin	712.0 ab	71.5 a	47.0 a	11.0 a	1156.0 a
Cuy o cobayo	Con	413.0 cd	56.0 ab	36.3 ab	11.0 a	876.0 abc
	Sin	297.5 cd	33.3 b	22.5 bc	4.3 c	690.0 bcd
Control	Con	261.5 d	32.0 b	29.3 bc	8.0 abc	515.9 d
	Sin	349.5 cd	49.0 ab	27.0 bc	8.0 abc	508.0 cd

Promedio de cuatro repeticiones. Letras iguales dentro de cada columna indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

entre sí, todas las enmiendas orgánicas, excepto la de caballo, incrementaron significativamente el rendimiento de tubérculos (Cuadro 2). En general, los valores más altos obtenidos para los parámetros de desarrollo y rendimiento de la papa se obtuvieron con la gallinaza.

La gallinaza y el estiércol de caballo disminuyeron significativamente el número de quistes por 100 cm³ de suelo y la tasa de multiplicación (Pf/Pi) de *G. pallida* en 96% y 35%, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de enmiendas orgánicas en el número de quistes, tasa de multiplicación (Pf/Pi) de *Globodera pallida* raza P5A y rendimiento de tubérculos de papa (cv. Revolución) en microparcelas.

Enmienda orgánica	No. de quistes por 100 cm ³ suelo	Pf/Pi	Rendimiento (g/planta)
Pollo	21.50 d	0.6 c	954.5 a
Caballo	61.75 c	5.8 bc	756.3 ab
Cuy o cobayo	84.17 bc	11.2 ab	876.3 a
Carnero	102.7 ab	15.7 a	964.8 a
Vaca	126.7 a	15.8 a	917.5 a
Control	128.3 a	16.7 a	515.8 b

Promedio de cuatro repeticiones. Letras iguales dentro de cada columna indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan ($P < 0.05$).

DISCUSION

En este experimento se utilizó arena de río lavada y pasteurizada al calor, la cual si no es fertilizada no provee una nutrición óptima para el desarrollo del cultivo. Aún cuando todas las microparcelas fueron fertilizadas según lo recomendado para papa, es posible que muchos nutrientes solubles especialmente nitratos, hubiesen sido percolados durante el experimento. La materia orgánica, sin embargo, aporta al suelo una gran variedad

de sustancias muchas de ellas con baja solubilidad en agua, las que a través de la acción de bacterias, hongos y actinomicetos liberan lentamente nutrientes asimilables (4,5,17,21). El mejoramiento y estabilidad de la fertilización, probablemente dió al cv. Revolución un cierto grado de tolerancia a la baja población del nematodo inoculada en este experimento y podría explicar por qué no hubo pérdidas en rendimiento aún en las microparcels enmendadas con estiércol de vaca y oveja que tuvieron poco efecto en la reproducción de *G. pallida*.

Al mismo tiempo, la textura gruesa del sustrato utilizado probablemente no permitió la acumulación de concentraciones fitotóxicas del amonio, nitratos y nitritos en las microparcels que recibieron enmiendas, por lo que se observaron síntomas de fitotoxicidad en ningún tratamiento durante el desarrollo del cultivo. Los efectos de las enmiendas orgánicas que han mostrado mayor potencial en este estudio deben ser estudiados en el campo.

Generalmente los residuos orgánicos más efectivos para el control de nematodos son aquéllos que poseen alto contenido de nitrógeno o los que contienen compuestos nematotoxicos (14). La gallinaza tiene mayor porcentaje de nitrógeno total que las otras enmiendas usadas y menor relación C:N entre 10 y 12 (4). Una baja relación C:N tiende a incrementar la actividad de microorganismos, bajar el potencial redox e incrementar la liberación de amonio en el suelo (21). Además la descomposición de la materia orgánica incrementa la acidez del suelo por la formación de ácidos orgánicos e inorgánicos, y la acumulación de nitratos por el proceso de nitrificación (28). Nitratos y nitritos de otras fuentes orgánicas disminuyen las poblaciones de nematodos (28).

Las enmiendas orgánicas también pueden favorecer la actividad de microorganismos, específicamente antagonicos a nematodos. La adición de quitina al suelo, por ejemplo, estimula el desarrollo de una microflora capaz de parasitar huevos de *M. arenaria* y *Heterodera glycines* Ichinohe o la degradación de quistes de *Heterodera* spp. (10,23). Las granjas de pollos y gallinas generalmente suplementan la alimentación de las aves con alguna fuente de calcio, como la concha de ostra molida que también tiene un alto contenido de quitina. La gallinaza usada en este experimento vino de aves que recibieron este suplemento, pero que no se midió el porcentaje de quitina que contenía.

El porcentaje elevado de materia orgánica utilizado en este estudio puede conducir a algunos problemas de aplicación práctica bajo condiciones de campo, sin embargo los suelos de los Andes contienen entre 0.41 y 10.48% de materia orgánica lo cual reduciría la cantidad de enmienda necesaria para alcanzar concentraciones de materia orgánica equivalentes a los utilizados en nuestro experimento. Además el agricultor andino de escasos recursos económicos puede complementar la aplicación de enmiendas con otras alternativas de control y aplicar un manejo integrado en el combate de esta plaga (7,10,12).

Los costos de las enmiendas orgánicas varían según la fuente de origen y el transporte. En Perú ninguna de las enmiendas usadas costarían más de 50 \$U.S. la tonelada. El precio del estiércol de pollo va de 20 a 50 \$U.S. la tonelada; lo cual equivaldría a 360–900 \$U.S./ha si se aplicaran 18 T/ha, pero este costo podría reducirse hasta en 250 \$U.S./ha en aplicaciones prácticas de menor cantidad de estiércol.

Cuadro 3. Análisis económico del uso de enmiendas orgánicas en el cultivar de papa Revolución inoculado y no inoculado con *Globodera pallida*, raza P5A.

Enmienda orgánica	Inóculo	Rendimiento de tubérculos (TM/ha)	Proporción de retorno ²
Vaca	I ²	30.6	1.98
	NI	28.6	1.21
Caballo	I	25.1	0.94
	NI	31.2	1.70
Oveja	I	32.1	2.27
	NI	20.5	-0.32
Pollo	I	31.8	2.21
	NI	38.5	3.08
Cuy	I	29.1	1.70
	NI	23.0	0.15
Control	I	14.8	—
	NI	16.9	—

²Precio de 1 TM de papa: \$150 U.S. Intereses: 15% en 4 meses.

¹I = Inoculado; NI = No inoculado.

Considerando que el rendimiento por hectárea en campos tratados con estiércol de pollo puede llegar a 31 T/ha y que el valor actual de la papa en el mercado es de 5 000 a 10 000 \$U.S./ha, la enmienda del suelo con estiércol de pollo parece ser una práctica económicamente factible que el agricultor andino de limitados recursos puede aplicar (Cuadro 3). Los beneficios esperados al aplicar una medida de control deben superar a los gastos por lo menos en una relación de tres a uno o más (29). La enmienda con estiércol de pollo constituyó la mejor enmienda utilizada en este estudio que permitió alcanzar este valor (Cuadro 3) y mostró ser la mejor alternativa de control. Esta enmienda además ocasionó la mayor reducción del número de quistes por 100 cm³ de suelo y la menor tasa de multiplicación de *G. pallida*.

LITERATURA CITADA

- ALAM, A. M., S. A. SIDDIQUI y A. M. KHAN. 1977. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic amendments. V. Role of phenols and amino acids in host roots. *Indian Journal of Nematology* 7:27-31.
- ALAM, A. M., A. M. KHAN y S. K. SAXENA. 1979. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic amendments. III. Role of phenolic compounds. *Indian Journal of Nematology* 9:136-142.
- BADRA, T., M. A. SALEH y B. A. OTEIFA. 1979. Nematicidal activity and composition of some organic fertilizers and amendments. *Revue de Nématologie* 2:29-36.
- BEAR, F. E. 1973. Suelos y fertilizantes. Editorial Omega. Barcelona, España. 458 pp.
- BUCKMAN, H. O. y N. C. BRADY. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. UTEHA, México. 590 pp.
- CANTO-SAENZ, M. y M. MAYER de SCURRAH. 1977. Races of the potato cyst-nematode in the Andean Region and a new system of classification. *Nematologica* 23:340-349.
- CULBREATH, A. K., R. RODRIGUEZ-KABANA y G. MORGAN-JONES. 1986. Chitin and *Paecilomyces lilacinus* for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 16:153-166.
- GODOY, G., R. RODRIGUEZ-KABANA y G. MORGAN-JONES. 1982. Parasitism of eggs

- of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne arenaria* by fungi isolated from cysts of *H. glycines*. *Nematropica* 12:111-119.
9. GODOY, G., R. RODRIGUEZ-KABANA y G. MORGAN-JONES. 1983. Fungal parasites of *Meloidogyne arenaria* in an Alabama soil. A mycological survey and greenhouse studies. *Nematropica* 13:201-213.
 10. GODOY, R., R. RODRIGUEZ-KABANA, R. A. SHELBY y G. MORGAN-JONES. 1983. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. II. Effects on microbial population. *Nematropica* 13:63-74.
 11. GOSWAMI, B. K. y G. SWARUP. 1972. Effect of oil-cake amended soil on the growth of tomato and root-knot nematode population. *Indian Phytopathology* 24:491-494.
 12. HEREDIA, S. M. 1988. Efecto de dos tipos de estiércol sobre la eficiencia de *Paecilomyces lilacinus* como controlador biológico del nematodo del nódulo de la raíz *Meloidogyne incognita*. Tesis Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 43 pp.
 13. HORTON, D. 1981. Análisis de presupuesto parcial para ensayos de papa a nivel de campo. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 9 pp.
 14. HUEBNER, R. A., R. RODRIGUEZ-KABANA y R. M. PATTERSON. 1983. Hemicellulosic waste and urea for control of plant parasitic nematodes: Effect on soil enzyme activities. *Nematropica* 13:37-54.
 15. INTERNATIONAL POTATO CENTER. 1988. Annual Report CIP. 1988. Lima, Peru. 96 pp.
 16. JATALA, P. 1985. Biological control of nematodes. Pp. 303-308 en J. N. Sasser and C. C. Carter, eds. *Advanced Treatise on Meloidogyne*. Vol. I. Department of Plant Pathology, North Carolina State University y U.S. Agency for International Development, Raleigh. 422 pp.
 17. KONONOVA, M. M. 1982. *Materia orgánica del suelo; su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Editorial Olkos-Tau, S.A., Barcelona, España. 365 pp.
 18. KHAN, M. W., M. M. ALAM y R. AHMAD. 1974. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of oil cakes to the soil. *Indian Journal of Nematology* 4:93.
 19. MANKAU, R. 1962. The effect of some organic additives upon the soil nematode population and associated natural enemies. *Nematologica* 7:65-73.
 20. MANKAU, R. y R. J. MINTEER. 1962. Reduction of soil populations of the citrus nematode by addition of organic materials. *Plant Disease Reporter* 46:375-378.
 21. MIAN, I. H. y R. RODRIGUEZ-KABANA. 1982. Soil amendments with oil cakes and chicken litter for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 12:205-219.
 22. MIAN, I. H. y R. RODRIGUEZ-KABANA. 1982. Organic amendments with tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12:221-234.
 23. MIAN, I. H., G. GODOY, R. A. SHELBY, R. RODRIGUEZ-KABANA y G. MORGAN-JONES. 1982. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12:71-84.
 24. MORGAN-JONES, G. y R. RODRIGUEZ-KABANA. 1981. Fungi associated with cysts of *Heterodera glycines* in an Alabama soil. *Nematropica* 11:69-77.
 25. MORGAN-JONES, G., B. OWNLEY GINTIS y R. RODRIGUEZ-KABANA. 1981. Fungal colonization of *Heterodera glycines* cysts in Arkansas, Florida, Mississippi, and Missouri soils. *Nematropica* 11:155-164.
 26. MULLER, R. y P. S. GOOCH. 1982. Organic amendments in nematode control. An examination of the literature. *Nematropica* 12:319-326.
 27. OWNLEY GINTIS, B., G. MORGAN-JONES y R. RODRIGUEZ-KABANA. 1983. Fungi associated with several developmental stages of *Heterodera glycines* from an Alabama soybean field soil. *Nematropica* 13:181-200.
 28. RODRIGUEZ-KABANA, R., P. S. KING y M. H. POPE. 1981. Combination of anhydrous ammonia and ethylene dibromide for control of nematodes parasitic of soybean. *Nematropica* 11:27-41.
 29. TAYLOR, A. L. y J. N. SASSER. 1983. *Biología, Identificación y Control de los Nematodos del Nódulo de la Raíz (Especies de Meloidogyne)*. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Department of Plant Pathology, North Carolina State University y U.S. Agency for International Development, Raleigh. 111 pp.
 30. YARINGANO, V. C. y G. VILLALBA. Effects of manure and organic additives on populations of *Meloidogyne* spp. in tomatoes. *Nematropica* 7:11-12.
 31. ZAMATA, A. J. H. 1978. Efecto de clases y niveles de estiércol en el control del nematodo

dorado (*Globodera* spp.) en el cultivo de la papa
(*Solanum andigenum*, Juz et Buck). Tesis Ing.

Agrónomo. Universidad Nacional Técnica del
Altiplano. 34 pp.

Recibido:

21.V.1992

Received:

Aceptado para publicación:

21.IV.1993

Accepted for publication: