

INFLUENCIA DEL N P K SOBRE LA DINAMICA POBLACIONAL DE VARIOS GENEROS DE NEMATODOS EN PAPA. [INFLUENCE OF N P K ON THE POPULATION DYNAMICS OF SEVERAL NEMATODE GENERA ON POTATO]. R. Eguiguren, F. Torres y G. Robalina. Nematólogo del MAG; Técnico del Dto. de Suelos Sta. Catalina INIAP; Asistente Nematología MAG, respectivamente. Dirección del Ier. Autor: Salazar 441, La Floresta, Quito, Ecuador.

*Aceptado:*

17.X.1978

*Accepted:*

## RESUMEN

Bajo condiciones de campo, en un suelo arenoso, se estudió el efecto de la incorporación al suelo de nitrógeno, fósforo, potasio, zinc, azufre y manganeso sobre las poblaciones de algunos géneros de nematodos en papa. La mitad de la dosis de nitrógeno se añadió al momento de la siembra, y el resto 45 días después, en cobertura.

La aplicación de nitrógeno orgánico (urea) inhibió el incremento de *Criconemoides* sp. y *Trichodorus* sp., por 60 días, y en menor proporción de *Tylenchorhynchus* sp. *Dorylaimus* sp. y saprófitos. Altas dosis de nitrógeno inhibieron las poblaciones siempre y cuando fueran acompañadas de fósforo. La aplicación de potasio, zinc y manganeso, aunque disminuyeron las densidades poblacionales, no fueron significativas. La evaluación poblacional efectuada al momento de la cosecha (4 meses de siembra) demostró que los nematodos tienden, aparentemente, a recuperar las densidades poblacionales originales.

*Claves: combate de nematodos, Solanum tuberosum, fertilizantes.*

## INTRODUCCION

El desarrollo de una epifitía es el producto de la interacción compleja de varios factores, siendo indispensable el establecimiento de un patógeno, seguido de un aumento poblacional como respuesta de la susceptibilidad del hospedante (18).

Si las condiciones de la litosfera y rizosfera son favorables, los incrementos son mayores, pero si son desfavorables, los incrementos serán menores o negativos. La densidad poblacional de la mayoría de los nematodos fitoparásitos decrece al añadir al suelo varios suplementos orgánicos (2,4,9,12,13,15,19); esto ha sido atribuido al desarrollo de hongos predadores, hongos trampas, toxinas secretadas por hongos, por plantas y otros organismos (19,20) o a cambios de presión osmótica.

Las características físicas y químicas del suelo guardan una importancia relativa sobre la ocurrencia y población dinámica de fitonematodos, variando según la especie. Entre estos factores están los siguientes: pH, cationes solubles, cationes de cambio, arcilla, limo, relación C/N, (9,15), en coordinación con humedad y temperatura (17). Poca atención se ha dado a los procesos naturales de mineralización e inmovilización de los nutrientes del suelo sobre los nematodos, aunque algunos investigadores evidencian principios nematocidas del "amonio" en combinación con fósforo (2), potasio (13,19,20) y Ca (10). En Ecuador se ha observado pocas pérdidas económicas en cultivos comerciales en que se han realizado fertilizaciones bien balanceadas, a pesar de que en otras épocas se habían determinado densidades altas de nematodos. Por tanto este trabajo trata de estudiar la influencia de algunas sustancias fertilizantes sobre la nematofauna de un suelo cultivado.

## MATERIALS Y METODOS

El experimento lo llevó a cabo el departamento de suelos y fertilizantes de la E E S C en la Hda. Bonanza, localizada en Yaruquí, Cantón Quito, a 2.400 m.s.n.m., con las siguientes características de clima y suelo: temperatura 17 C, índice calórico 77, evapotranspiración potencial 765 mm/año, evapotranspiración real 721 mm/año, precipitación 892 mm/año, humedecimiento del suelo 90 mm, consumo hídrico 90 mm, textura franco-arenosa (70% arena, 20% limo, 10% arcilla) consistencia blanda, materia orgánica 0,9%, N 0,04%, P 0,169 me/100 g, K 0.56 me/100 g, Ca 1,5 me/100 g, pH 7.4

Las dosis de nutrientes estudiados fueron:

DOSIS	NUTRIENTES EN Kg/ha	VALOR RELATIVO
N	0, 50, 100, 150, 200, 250	0, 1, 2, 3, 4, 5,
P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0, 80, 160, 240, 320, 400	0, 1, 2, 3, 4, 5,
K K <sub>2</sub> O	0, 60, 120	0, 1, 2,
S	0, 30	0, 1
Zn	0, 0.2 g/m <sup>2</sup>	0, 1
Mn	0, 0.1 g/m <sup>2</sup>	0, 1

Siendo las fuentes para elementos: nitrógeno: urea (46% de N); fósforo: superfosfato triple (45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); potasio: cloruro de K (60% de K<sub>2</sub>O); azufre: superfosfato simple (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 14% de S); zinc: quelato de Zn; manganeso: quelato de Mn.

Los fertilizantes fueron incorporados al suelo al momento de la siembra, en el fondo del surco, con excepción del nitrógeno; en este caso, la mitad de la dosis se aplicó al surco y el resto se incorporó al suelo húmedo en cobertera, 45 días después de la siembra.

El diseño experimental usado fué de bloques al azar en arreglo factorial incompleto, repetido tres veces. Las parcelas tuvieron una área de 39,6 m<sup>2</sup>, y una superficie neta de 21,6 m<sup>2</sup>. Se usó semilla certificada de la variedad de papa "Santa Catalina".

Los riegos se hicieron a intervalos constantes según la necesidad de agua, llegando siempre a la capacidad de campo. Para estudiar las densidades poblacionales de nematodos, se tomaron muestras de suelo antes de la siembra, a los dos meses y a la cosecha, haciendo 30 barrenamientos por parcela. Para esto se usó el criterio de muestreo estratificado al azar, eliminando los 5 cm superiores de suelo; en el laboratorio se lo mezcló y se extrajeron los nematodos por el método de Cobb cotton wool de Oostenbrink (6), modificado por Eguiguren. Las densidades poblacionales se refieren al número de especímenes/100 ml. Con el fin de estabilizar la varianza y efectuar los cálculos estadísticos se utilizó la transformación  $x_{ij} = \log x + 1$ , en la que "x" es la densidad poblacional.

Para interpretar y estudiar la correlación entre niveles poblacionales vs. cantidades de nutrientes, se utilizó el modelo matemático de una curva exponencial:  $y = a e^{bx}$ , donde y: número de nematodos/100 ml; a: constante a calcularse con datos experimentales; e: base de los logaritmos naturales; b: exponente a calcularse con valores experimentales, y x: valor relativo de nitrógeno.

El combate de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* se hizo con aspersiones de mancozeb (0.24%), mientras que para *Epitrix* sp. se utilizó el diazinon (0.06%).

## RESULTADOS

En general, la zona donde se realizó el experimento sufrió durante todo el año efectos de la sequía, lo que obligó a realizar riegos periódicos. El combate de *P. infestans*,

*A. solani* y *Epitrix* sp. fué positivo.

La aplicación de fertilizantes al suelo fué eficaz para el desarrollo foliar y formación de tubérculos, por lo que la producción de éstos tiende a ser mayor de acuerdo al incremento de nutrientes al suelo. La relación nitrógeno 150 Kg/ha, fósforo 320 Kg/ha, y potasio 60 Kg/ha fué la más económica, dando rendimientos superiores y costos unitarios de producción mínimos. Los valores más altos de fertilizantes tendieron a dar bajas producciones, es decir, la relación entre las variables fertilizante y producción tuvo una relación parabólica, lo que implica que hubo una producción muy baja, un óptimo, que sería el punto de inflexión de la curva, y luego otros valores medios y bajos. No hubo una respuesta significativa a una elevada fertilización potásica, así como al aporte de Zn y Mn. A valores altos de fertilización nitrogenada y alta fertilización fosfórica (400 Kg/ha), correspondieron buenas producciones de tubérculos, pero estos incrementos no fueron económicamente rentables (Fig 1).

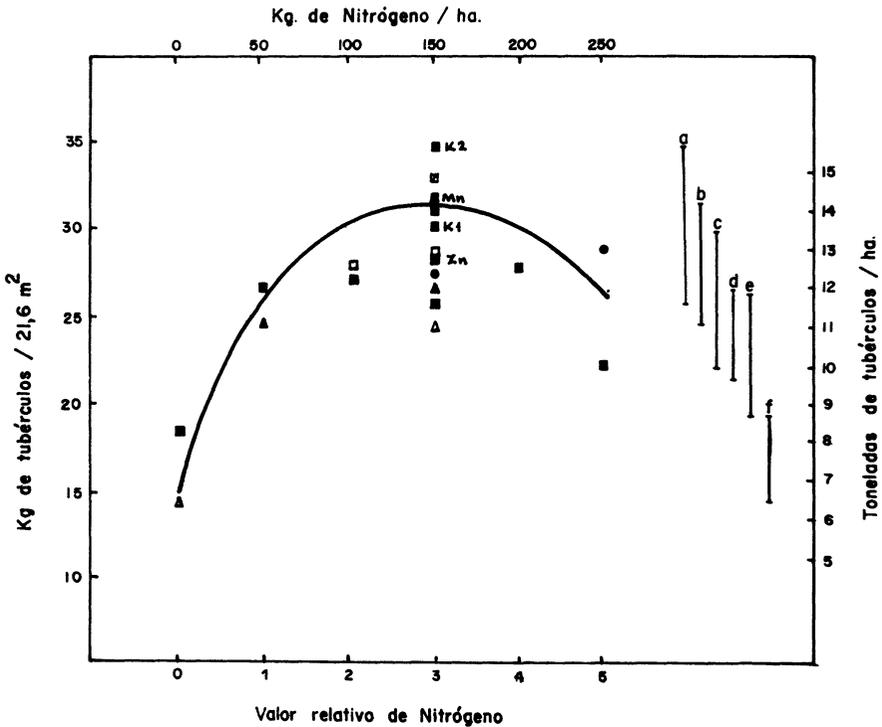


Fig. 1. Relación entre diferentes cantidades de N, P, K, Zn, Mn, y la producción de tubérculos de papa; Δ = 0 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; ▲ = 80; □ = 160; ▨ = 240; ■ = 320; ● = 400; K1 = 60 Kg/ha de K<sub>2</sub>O, K2 = 120; Zn = 0,2 g/m<sup>2</sup>, Mn = 0,1 g/m<sup>2</sup>. Las letras minúsculas a.b.c.d.e.f. indican grupos de significación de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de DUNCAN (P=0,05).

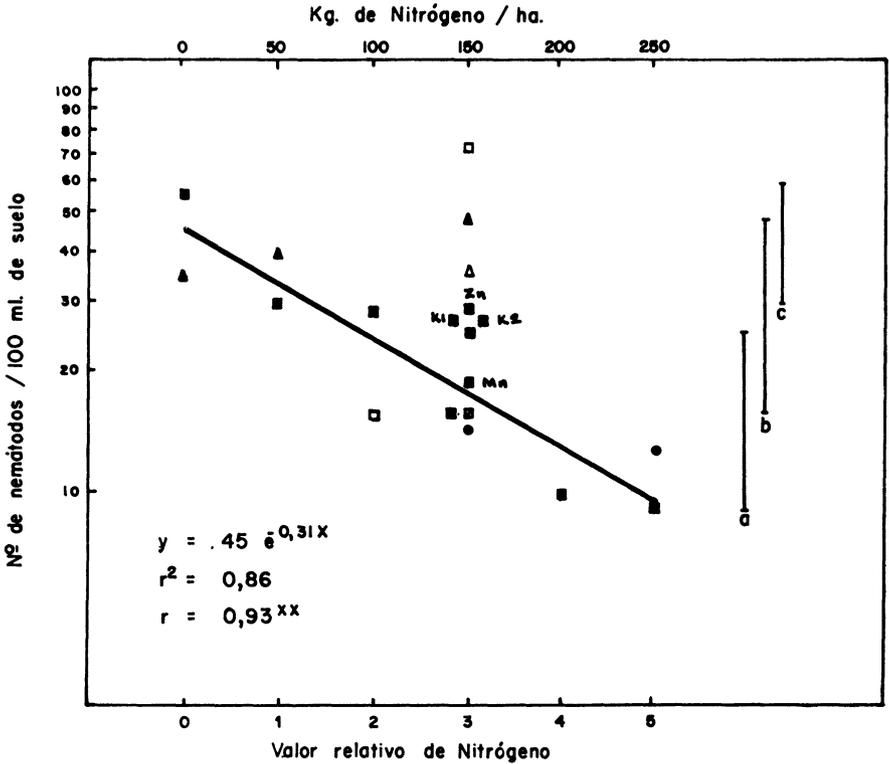


Fig. 2. Relación entre diferentes cantidades de N, P, K, Zn, Mn, y la población de *Criconemoides* sp. en papa. Las letras minúsculas a.l.c. indican grupos de significación de acuerdo a la prueba de "DUNCAN" .05.

Los nematodos involucrados en este estudio fueron: *Criconemoides* sp, *Trichodorus* sp, *Tylenchorhynchus* sp, *Dorylaimus* sp y saprófitos, muy generalizados en la zona y como patógenos en varios cultivos. Las poblaciones para cada uno de estos géneros antes del cultivo, tuvieron las siguientes características: *Criconemoides* sp. promedio ( $\bar{x}$ ) 5.8/100 ml de suelo; desviación estandar (DE) 8.91; relación varianza/promedio ( $S^2/\bar{x}$ ) 13.5; coeficiente de variación (CV) 152%. Esta población tiene una variabilidad parecida a la serie o distribución de Poisson. *Trichodorus* sp,  $\bar{x}$  6.5/100 ml, DE 8,  $S^2/\bar{x}$  9.9, CV 124%. Su distribución se asemeja a la de Poisson. *Tylenchorhynchus* sp,  $\bar{x}$  2.2/100 ml, DE 5.2,  $S^2/\bar{x}$  12.2, CV 23%; *Dorylaimus* sp,  $\bar{x}$  31/100 ml, DE 22,  $S^2/\bar{x}$  16, CV 71%; Saprófitos  $\bar{x}$  309/100ml, DE 87,  $S^2/\bar{x}$  24, CV 28%. Estas características demuestran que sus poblaciones tienden a una variancia semejante a un modelo de distribución normal.

A los 45 días de la siembra se hizo la segunda aplicación de urea, y después de 15 días se estudió el efecto de los fertilizantes sobre estas poblaciones, encontrándose que

*Criconemoides* sp fué el nematodo que demostró ser más sensible al efecto del nitrógeno y fósforo, puesto que la población del testigo creció de 5 nematodos a 45 especímenes/ 100 ml de suelo, lo que indica que su índice de reproducción fué de 9 veces en 2 meses. Al momento de la cosecha su densidad alcanzó los 30 especímenes/ 100 ml, por lo que el índice de incremento fué de 6. Cuando se mantuvo constante la dosis de 320 Kg/ha de  $P^{205}$  y se aumentó progresivamente el nitrógeno, la población de *Criconemoides* sp tendió a disminuir de acuerdo a la relación:  $Y = 45^{-0.31x}$ , coeficiente de determinación  $r^2 0,86$ , y coeficiente de correlación 0,93; es decir, a mayor cantidad de N menor población del nematodo, en proporción a una curva exponencial.

Con dosis altas de N y  $P^{205}$  (250 Kg/ha y 320 Kg/ha, respectivamente) se obtuvieron poblaciones bajas y el índice de reproducción disminuyó a 1.8 veces (Pf/Pi), mientras que cuando se aumentó el N a 150 Kg/ha pero el fósforo se mantuvo bajo (80 Kg/ha), las poblaciones tendieron a incrementarse y a ser iguales al testigo.

La evaluación final a los 4 meses demostró que estas poblaciones tienden a mantenerse en densidades bajas, con dosis altas de N y P, mientras que a dosis intermedias, las poblaciones tienden a recuperar las densidades originales (Fig 2).

*Trichodorus* sp demostró una sensibilidad parecida a *Criconemoides* sp a la aplicación de N en coordinación con P, observándose poblaciones bajas con altas dosis de estos elementos hasta los 60 días. A la cosecha, estas poblaciones tendieron a recuperar las densidades originales. El testigo no demostró aumento considerable en la densidad poblacional.

Los géneros de nematodos *Tylenchorhynchus* y *Dorylaimus*, y los saprófitos, demostraron una sensibilidad menor a los elementos fertilizantes (N y P), decreciendo poco sus densidades poblacionales a los dos meses para recuperarlas a los cuatro meses, o sea, a la cosecha.

Ninguno de los géneros considerados como fitoparásitos demostró patogenicidad sobre la variedad de papa "Santa Catalina"; sin embargo, se observó que las variaciones poblacionales finales de *Criconemoides* sp. *Trichodorus* sp. y *Tylenchorhynchus* sp. fueron más variables que la serie de Poisson, mientras que las poblaciones de *Dorylaimus* sp. y saprófitos, tendían a una distribución normal, con coeficientes de variación 59% y 26% respectivamente.

## DISCUSION

La presente investigación se realizó en Yaruquí, en una zona con suelos arenosos y pobres. El clima que predominó no fué el mejor para el cultivo de papas, pero los rendimientos fueron aceptables. El ataque de enfermedades y plagas no fué una variante en el rendimiento, puesto que el combate y prevención se realizó a tiempo oportuno.

Se estableció que la mejor proporción de nutrientes, (para suelos con estas características) para una óptima producción fué de 150 Kg/ha de N, 320 Kg/ha de  $P^{205}$  y 60 Kg/ha de  $K^{20}$ , la que es muy parecida a la encontrada por Cáceres (1) en las zonas paperas ecuatorianas. Además, se estableció que si a partir del punto de inflexión de la curva se aumentan los nutrientes, se obtendrán menores producciones y se evidencia la ley "de los incrementos decrecientes" (5).

Las variaciones poblacionales de los fitonematodos tienen relación con lo expresado por Jones (7), por lo cual se deduce que existe un factor físico, en este caso el hospedero, que influye a que los fitonematodos sean atraídos a la rizosfera, produciéndose el fenómeno de agregación, no así los otros géneros que habitan comunmente estos suelos, como es el caso de *Dorylaimus* y saprófitos, tal como lo ha indicado Eguiguren (3).

El modelo de una curva exponencial se adapta muy bien a los valores experimen-

tales encontrados, calculándose el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) en 0,86 lo que indica que el 86% del decrecimiento poblacional se debe al aumento de N y P. El coeficiente de correlación fué altamente significativo; con estos antecedentes se podría concluir que el proceso de nitrificación a partir del N orgánico, añadido en forma de urea, podría ser el causante de la disminución poblacional de los nematodos fitoparásitos referidos, lo que concordaría con lo afirmado por varios autores (13, 20) quienes han indicado que el amonio es la causa de este efecto.

La coordinación con  $P^{205}$  no tiene aún una respuesta científica, pero sí una lógica, puesto que a mayor desarrollo protéico producido por la planta, ésta, puede tener mayor tejido lignificado y/o un sistema radicular muy abundante, lo cual daría tolerancia al ataque de nematodos (16). Los otros elementos como K, S, Zn, y Mn no tuvieron un efecto significativo.

En la práctica común, el aporte exagerado de nitrógeno sin el aporte de fósforo, traería consecuencias funestas a la producción, ocasionando que la planta desarrolle mucho follaje y la producción de tubérculos sea nula (5); en cambio, altas fertilizaciones nitrogenadas y fosfóricas darían lugar a una alta producción aunque no económicamente rentable, pero que podría disminuir el exagerado aumento poblacional de *Criconemoides* sp.

Las densidades poblacionales encontradas, como en el caso de *Criconemoides* sp. y *Trichodorus* sp. no demostraron patogenicidad, pero el alto poder de reproducción (9 x) de *Criconemoides* y su mantención en 30 especímenes/100 ml sugiere que, en cultivos sucesivos, podrían causar algún daño al sistema radicular de la papa. Los otros géneros se los considera no patógenos. La fracción de nematodos constituida por *Dorylaimus* y saprófitos es importante de tenerla en cuenta, pues son indispensables para establecer un equilibrio biológico, y al no ser afectados mayormente por aportes de N y P, puede considerarse a esta práctica como beneficiosa.

#### ABSTRACT

Population changes of several genera of nematodes in response to levels of N, P, K, S, Zn, and Mn were studied under field conditions in a sandy soil. Half the dosage of N was added to the soil at planting and the rest at 45 days in a sideband application.

The application of organic nitrogen (urea) was effective and inhibited increase of populations of *Cricomenoides* sp. and *Trichodorus* sp. for 60 days, and to a lesser extent *Tylenchorhynchus* sp, *Dorylaimus* sp, and saprophytes. High dosages of N were always effective, if accompanied by P. The application of K, Zn and Mn were not statistically significant, even though population levels were diminished. The population evaluation at harvest (4 months after planting) demonstrated that nematode numbers were at the original population levels.

*Key words:* Nematode control, *Solanum tuberosum*, fertilizers

#### LITERATURE CITADA

1. Cáceres, J. H. 1976. Bol. Tec. Est. Exp. INIAP. 52 pp;
2. Collins, R. J. y R. Rodríguez-Kábana. 1971. J. Nematology 3:306-307;
3. Eguiguren, R. 1975. Mapa de la Situación Nematológica Ecuatoriana, Informe MAG, 3 pp;
4. Elmilig, I. y D. C. Norton. 1973. J. Nematology 5:50-53;
5. Jacob, A. y Verxkull. 1966. Han. Verlag. Chafft. Fut Ackersuar MBH., 47-49 pp;
6. S Jacob, J. y J. van Bezoijen. 1967. A Manual of Practical work in Nematology, 46 pp;
7. Jones, F. G. W. 1969. Nematodes of Tropical Crops. In J. Peachey, J. (Ed) Tech. Commun. Comonw. Bur. Helminth., No. 40:67-79;
8. Kimpinski, J. et. al. 1976. J. Nematology 4:310-311;
9. Norton, D. C. et. al. 1971. J.

Nematology 3:154-162; 10. Mac Donald, D. H. 1969. J. Nematology 1:296-297; 11. Mac Donald, D. H. 1972. J. Nematology 4:229-230; 12. Willis, C. B. 1976. J. Nematology 8:116-121; 13. Mojtahedi, H. y B. F. Lownsbery. 1976. J. Nematology 8:306-309; 14. Oostenbrink, M. Economic Nematology. In J. M. Webster (ed). Academic Press. 563 pp.; 15. Ponchilla, P. 1972. J. Nematology, 4:189-193; 16. Seinhorst, J. W. y J. Kozłowska. 1977. Nematologica 23: 1-23; 17. Sutherland, J. R. y D. A. Ross. 1971. J. Nematology 3:276-279; 18. Van der Plank J. E. 1963. Plant Diseases. Academic Press. 349 pp; 19. Walker, J. T. 1969. J. Nematology 1:260-264; 20. Walker, J. T. 1971. J. Nematology 3: 43-49.

FORAGE PRODUCTION OF *PHALARIS* SPECIES AS AFFECTED BY NEMATODE POPULATIONS [PRODUCCION DE PASTO *PHALARIS* Y POBLACIONES DE NEMATODOS]. C. S. Hoveland, R. L. Haaland, and R. Rodríguez-Kábana; Departments of Agronomy and Soils and Botany and Microbiology, Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama 36830, USA.

Accepted:

10.I.1979

Aceptado:

#### ABSTRACT

*Phalaris* species have excellent potential for cool season forage production in the southeastern USA but plant-parasitic nematodes have caused erratic performance on sandy soils. The objectives of this study were to determine prevalent plant-parasitic nematode species infecting *Phalaris* species and to measure the effects of these nematodes on total forage yield and distribution of yield. Forage production of three *Phalaris* cultivars, 'Siro 1146' hybrid (*P. aquatica* x *P. arundinacea*), 'AP-2' (*P. aquatica*), and 'Auburn' reed canary (*P. arundinacea*), was studied in a central Alabama field experiment on Cahaba fine sandy loam soil (Typic Hapludult, Fine-loamy, Siliceous, Thermic). Forage yields were measured on untreated soil and on soil treated with methyl bromide (MB). Winter and early spring production of *P. aquatica* x *P. arundinacea* during the establishment year was increased 39% with MB above that grown on untreated soil, 71% for *P. aquatica*, and 232% for *P. arundinacea*. Autumn production the second year of *P. aquatica* x *P. arundinacea* was unaffected by MB while yields of *P. aquatica* and *P. arundinacea* were increased 24% and 30% respectively. Soil populations of stubby root (*Trichodorus christiei*, also classified as *Paratrichodorus* (*Nanidorus*)) nematodes were low for all *Phalaris* species and unaffected by MB except with *P. arundinacea*. However, a technique was developed for assessing numbers of migratory endoparasitic nematodes in the roots, and it was found that lance (*Hoplolaimus galeatus*) nematode populations in the roots of all *Phalaris* species were high. These results indicate that *Phalaris* species differ in forage production when lance nematode populations are high. Numbers of nematodes in the roots, rather than soil nematode populations, may in some cases be a better indicator of potential yield losses in grasses.

Key Words: *Trichodorus christiei*, *Hoplolaimus galeatus*, forage breeding, nematode resistance.