

Control químico de *Globodera pallida* (Stone) Behrens y la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Floresta

Chemical control of *Globodera pallida* (Stone) Behrens and potato (*Solanum tuberosum* L. var Floresta) yield

Marco Obando Vergara¹, Giovanni García Morera¹, Mario Araya²✉

¹ Distribuidora Comercial Agro Tico, La Lima, Cartago, Costa Rica.

² AMVAC Chemical Corporation, Grecia, Costa Rica.

RESUMEN: En un terreno infestado de nematodos (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) y cultivado con papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Floresta, se evaluó el efecto de fenamifos y forato en el control del nematodo y la producción del cultivo. Los nematicidas se aplicaron a la siembra o a la siembra y aporca. A los 45 días de la aplicación de los tratamientos, el fenamifos a la siembra redujo en 58 % ($p=0,0023$) el número de quistes por 200 g de suelo. La menor población de nematodos ($p=0,0087$) se encontró en las plantas de las parcelas tratadas a la siembra, con la mezcla fenamifos – forato, con 189 juveniles por 100 g de raíces. Con la aplicación de fenamifos a la siembra y a la aporca se produjo 25 % de reducción en la población de quistes, desde los 45 a los 155 días después de la siembra, lo que resultó en el menor crecimiento de la población. La densidad inicial de 0,6 quistes por gramo de suelo en el testigo sin control resultó en una reducción del 48 % de la producción. En promedio, los tratamientos nematicidas superaron ($p=0,0537$) al testigo en 5,6 t. ha⁻¹ y el fenamifos a la siembra y la aporca; y la mezcla de fenamifos-forato a la siembra, lo superaron en 10,7 ($p=0,0131$) y 6,2 t. ha⁻¹ ($p=0,0455$), lo que representó una ganancia neta de \$2 743, \$6 383 y \$3 625 por hectárea, respectivamente. Los aumentos en producción encontrados variaron de 19 a 106 %; estos fueron mayores cuando la aplicación se hizo a la siembra y a la aporca.

Palabras clave: control de nematodos, nematicidas, nematodos de quistes, papa, rendimiento

ABSTRACT: In a field planted with the variety Floresta of potato (*Solanum tuberosum*) and infested with nematodes (*Globodera pallida*, Stone 1973; Behrens 1975), the effect of fenamifos and forato on nematode control and crop yield was evaluated. The nematicides were applied at sowing or at sowing and hilling. Forty five days after treatment application, fenamifos at sowing reduced in 58 % ($p=0,0023$) the cyst number per 200 g of soil. The lowest ($p=0,0087$) root nematode population, 189 juveniles per 100 g of roots, was found in the plants of the plots treated with the mix of fenamifos-forato at sowing. When fenamifos was applied at sowing and hilling, the cyst population decreased by 25 % from 45 to 155 days after planting, resulting in the lowest growth rate. The initial cyst density of 0.6 per gram of soil in the untreated control resulted in a 48 % reduction in yield. On average, the nematicide treatments yielded 5.6 tm ha⁻¹ more ($p=0,0537$) than the untreated control, and the application of fenamifos at planting and hilling and of the mix of fenamifos-forato at sowing yielded 10.7 ($p=0,0131$) and 6.2 tm ha⁻¹ ($p=0,0455$) more than the

✉ Autor para correspondencia: Mario Araya. E-mail: marioa@amvac-chemicalcr.com

Recibido: 2/5/2017

Aceptado: 22/9/2017

untreated control, which represented a net gain of \$2743, \$6383 and \$3625 ha⁻¹, respectively. Yield increases varied from 19 to 106 %, being higher when the application was made at planting and hilling.

Key words: nematode control, nematicides, cysts nematodes, potatoes, yield

INTRODUCCIÓN

El contenido de nutrientes (K, Ca, Na, P, Mg) y vitaminas (A, C, B6) estimula el consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) que lo convierte en el cuarto cultivo de producción en el mundo después del maíz, el trigo y el arroz (1,2). El requerimiento de vitamina C en un adulto varía de 75-100 mg por día, y 100 g de papa pueden aportar de 7,5 a 9,8 mg, mientras el arroz y el trigo no la contienen. El consumo per cápita de papa en Costa Rica es de 19 kg.

Su gran adaptación agroecológica permite su cultivo en ambientes templados, subtropicales y tropicales. En Costa Rica se cultiva en altitudes superiores a los 1500 msnm en los cantones de Alvarado, Cartago, Zarcero, Turrialba, Vásquez de Coronado y Dota.

Los factores bióticos y abióticos afectan su producción; dentro de los factores bióticos se encuentran los nematodos. En Costa Rica se reporta en el cultivo a: *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Criconemella* spp., *Hemicycliophora* spp., *Paratylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Trichodorus* spp. (3,4), *Globodera pallida* (5) y *G. rostochiensis* (6). Dichos nematodos, además de reducir la masa radical y su eficiencia, afectan también la calidad y la presentación del tubérculo.

En los países andinos, *G. pallida* y *G. rostochiensis* causan pérdidas en rendimiento del 13,2 al 58,0 % (1) y en Ecuador, Colombia, Perú y México se informaron pérdidas de 15 a 90 % (7,8). En el trópico, cuando hay altas infestaciones de uno de estos nematodos se informaron reducciones de hasta 80 % en los rendimientos (9,10).

El control de plagas en papa incluye la preparación de suelo, la rotación de cultivos, el uso de variedades tolerantes o resistentes, el manejo del cultivo y la aplicación de

nematicidas. Sin embargo, muchos de los nematodos parásitos en papa son también parásitos a los cultivos utilizados en rotación. En el caso de *G. pallida* y *G. rostochiensis*, que son específicos y muy afines a la papa, su larga sobrevivencia de 10 a 15 años en ausencia del cultivo (11) limita y reduce la eficacia de algunas de estas opciones de control. El manejo holístico de nematodos incluye el uso racional y técnico de nematicidas no fumigantes.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del fenamifos 10G y del forato 10G en el control de *G. pallida* en papa (*S. tuberosum*), variedad Floresta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en una finca comercial que se dedica al monocultivo de papa desde hace varios años, en Guarumos de Pacayas, Cartago. El suelo se clasificó como Andisol, según la guía de United States Department of Agriculture, de textura Franco arenoso (54,8 % arena; 6,7 % arcilla y 38,5 % limo), según el método de Bouyoucos con pH= 6,0, una saturación de acidez de 3,72 %, materia orgánica 6,7 % y un contenido en bases usando Mehlich 3 de: Ca 3,5; Mg 0,74 y K 0,35 cmol(+) L⁻¹, una capacidad de intercambio catiónico efectiva de 4,84 cmol (+). L⁻¹, un contenido de P de 51, Fe de 121, Cu de 16, Zn de 4,6 y Mn de 32 mg. L⁻¹. En el año que se realizó el experimento, una estación climática cercana al área experimental registró una precipitación promedio de 1436 mm, una temperatura promedio de 15,3°C, promedio máxima de 18,8°C, promedio mínima de 12,7°C y humedad relativa promedio de 65 %.

El control de enfermedades del follaje se mantuvo en forma adecuada, con una aplicación semanal de fungicidas protectores, sistémicos o en mezcla en combinación con

fertilizante foliar, según el estado de las plantas. Se realizaron dos fertilizaciones durante el cultivo, una con 12-27-8-6-2 (N-P₂O₅-K₂O-MgO-S), al fondo del surco a la siembra y a razón de 450 kg.ha⁻¹ y la otra con 14-04-23-6-2 (N-P₂O₅-K₂O-MgO-S), al momento de la aporca, 45 días después de la siembra, a razón de 500 kg.ha⁻¹. Las malezas se controlaron de forma manual. En el área de cultivo se realizaron aplicaciones frecuentes del nematicida forato en los últimos cuatro años anteriores al establecimiento del experimento.

Se evaluaron seis tratamientos, conformados por el forato 10G (AMVAC) o fenamifos 10G (AMVAC) a razón de 43 kg de producto comercial por hectárea a la siembra, fenamifos 10G (AMVAC) 28 kg.ha⁻¹ a la siembra más 15 kg a la aporca, mezcla de fenamifos 10G (AMVAC) 28 kg.ha⁻¹ más 21 kg de forato 10G (AMVAC) a la siembra, mezcla de 14 kg de fenamifos 10G (AMVAC) + 21 kg de forato 10G (AMVAC) a la siembra y a la aporca, y un testigo sin aplicación de nematicida. Cada parcela se conformó por tres surcos de 5 m de largo y 0,7 m entre surcos, para un área de 35 m² con la variedad Floresta, de origen peruano y que fue introducida a Costa Rica en la década de los 90, sembrada a 0,3 m entre plantas.

La aplicación de los nematicidas se hizo siguiendo las normas de buenas prácticas agrícolas con la bomba de espalda, granuladora manual (Swissmex), respectiva para cada producto, calibradas a las dosis requeridas y todas con una capacidad para un volumen de ocho litros. En los tratamientos aplicados a la siembra, el producto se depositó en el fondo del surco junto con la semilla y luego se tapó con el suelo. A la aporca se le aplicó el producto a unos 15 cm de la base de la planta y luego se pasó el arado en el intermedio del surco, para mover la tierra hacia la base de las plantas. En cada tratamiento, las parcelas se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Los muestreos de suelo, para estimar las poblaciones de quistes del nematodo, se hicieron tomando dos muestras de suelo por

surco con barreno hasta 20 cm de profundidad y luego se mezclaron las de los tres surcos para obtener la muestra compuesta por parcela. Dicho muestreo se realizó antes de la siembra, a los 45 días de la siembra y cercano a la cosecha, a los 155 días después de la siembra. Un muestreo de raíces, por tratamiento y repetición, se realizó a los 45 días de la siembra. Se excavó cada parcela, con un chuchillo, en la base de seis plantas (dos por surco) y se colectaron las raíces presentes.

El procesamiento de las muestras se hizo en el Laboratorio de Nematología de la Universidad de Costa Rica. La extracción de quistes se hizo por el método de Fenwick (12) a partir de 200 gramos de suelo y los juveniles se extrajeron a partir de 10 g de raíces con el método de licuado-tamizado más centrifugación en solución azucarada (13); se recuperaron los quistes en la criba No. 100 y los juveniles en la No. 400. La identificación morfológica de los nematodos se hizo con un microscopio siguiendo la clave de Siddiqi (14). Con el número de quistes por tratamiento y parcela a los 0, 45 y 155 días de la siembra, se calculó el índice reproductivo a los 45 días (número de quistes a los 45 días/número de quistes iniciales), intermedio (número de quistes a los 155 días/número de quistes a los 45 días) y final (número de quistes a los 155 días/número de quistes iniciales). La cosecha se realizó en forma manual por parcela, se registró el peso de la papa comercializable y se estimaron las toneladas por hectárea.

Los datos del número de quistes y juveniles del nematodo se analizaron con modelos lineales generalizados en Proc GemMod del SAS, con distribución binomial negativa de los residuos, dado que los nematodos se ajustan a esta distribución (15) y, en el caso del número de quistes y juveniles a los 45 días de la siembra y número de quistes a la cosecha, el número inicial de quistes se usó como covariable. Cuando se encontraron diferencias en las medias, la separación se realizó usando la prueba de Wald. Los datos de producción se sometieron a un ANOVA, usando la población

inicial de quistes en el suelo como covariable y separación de medias por LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población inicial de quistes en el área experimental fue similar entre tratamientos ($P=0,4832$), oscilando de 127 a 186 quistes por 200 gramos de suelo (Fig. 1A). A los 45 días de la siembra se encontraron diferencias ($p=0,0023$) entre tratamientos en el número de quistes. Las parcelas tratadas con fenamifos a la siembra presentaron la menor cantidad con 89 quistes, comparado con el testigo con 191 quistes (Fig. 1B). A la cosecha (155 días de la siembra) no se observó diferencia ($p=0,5116$) en el número de quistes, variando de 219 a 259 quistes por 200 gramos de suelo. (Fig. 1C)

A los 45 días de la siembra, las plantas de las parcelas tratadas con la mezcla fenamifos-forato presentaron la menor ($P=0,0087$) población de juveniles, con 189 individuos por 100 g de raíces (Fig. 2). En las raíces también se detectó *Pratylenchus* spp., la población varió de 45 a 90 en las plantas tratadas con cualquiera de los nematicidas, mientras que en el testigo alcanzó 120 individuos por 100 g de raíces (datos no presentados).

No se encontró diferencia ($P>0,0662$) en el índice reproductivo ($Pf=$ población final de quistes/ $Pi=$ población inicial de quistes) a los 45 días (Fig. 3A), 155 días (Fig. 3B) ni cuando se estimó a partir de pf 155 días/ pi 45 días (Fig. 3C). Sin embargo, comparado con el testigo, en las parcelas tratadas con fenamifos, aplicado a la siembra y la aporca, se observó 25 % de reducción en la población de quistes de los 45 a los 155 días después de la siembra, resultando en el menor crecimiento de la población.

En promedio, los tratamientos nematicidas superaron ($P=0,0537$) al testigo en 5,6 toneladas y el fenamifos a la siembra y la aporca, y la mezcla de fenamifos-forato a la siembra lo superaron en 10,7 ($P=0,0131$) y 6,2 ($P=0,0537$) toneladas por hectárea, respectivamente (Fig. 4A-B).

El nematodo detectado, *G. pallida*, concuerda con lo informado por otros

investigadores a nivel nacional (5) y es uno de los de mayor importancia en el cultivo a nivel internacional (9,16). Las poblaciones de quistes presiembra fueron estadísticamente iguales en las parcelas experimentales, lo que indica que la infestación fue homogénea en el área experimental, de manera que los efectos observados, posteriormente, son atribuibles a los tratamientos. Las densidades iniciales de quistes de *G. pallida* variaron de 0,6 a 0,9 por gramo de suelo. En Europa (17,18) y Chile (19) el límite de tolerancia es una densidad inicial de 1,9 huevos de *Globodera* por gramo de suelo. Densidades iniciales de dos juveniles de *Globodera* por gramo de suelo causaron pérdidas del 65 % en India (20). En Venezuela, Jiménez *et al.* (21), trabajando en microparcels con el cultivar Andinita, encontraron un umbral de daño de 1,5 huevos por gramo de suelo de *G. rostochiensis*, a partir del cual el rendimiento se redujo drásticamente. En el presente experimento la densidad inicial de 0,6 quistes por gramo de suelo en el testigo sin control resultó en una reducción del 48 % en producción. En Chile, las pérdidas en producción en suelos infestados y en ausencia de control variaron del 69-92 % (19).

Estas densidades, a las cuales *Globodera* causa daño, son similares a las de otros nematodos en el cultivo. En Canadá, las densidades iniciales de 1,8 especímenes de *Pratylenchus penetrans* por gramo de suelo redujeron el rendimiento en 15,7 % en el cultivar Russet Burbank en estudios en microparcels (22), y una de 2,3 individuos de esta especie por gramo de suelo causó 27 % pérdidas en condiciones comerciales. Holgado *et al.* (23) en Noruega sugirieron un umbral de 0,4 nematodos (*P. penetrans*) para decidir medidas de control en papa. En Italia, Russo *et al.* (24) establecieron un límite de tolerancia de 1,2 huevos y juveniles de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood/gramo de suelo, con pérdidas en rendimiento de 80 %, cuando la población inicial fue ≥ 128 huevos y juveniles/gramo de suelo. Poblaciones iniciales de dos juveniles de *Meloidogyne* por gramo de

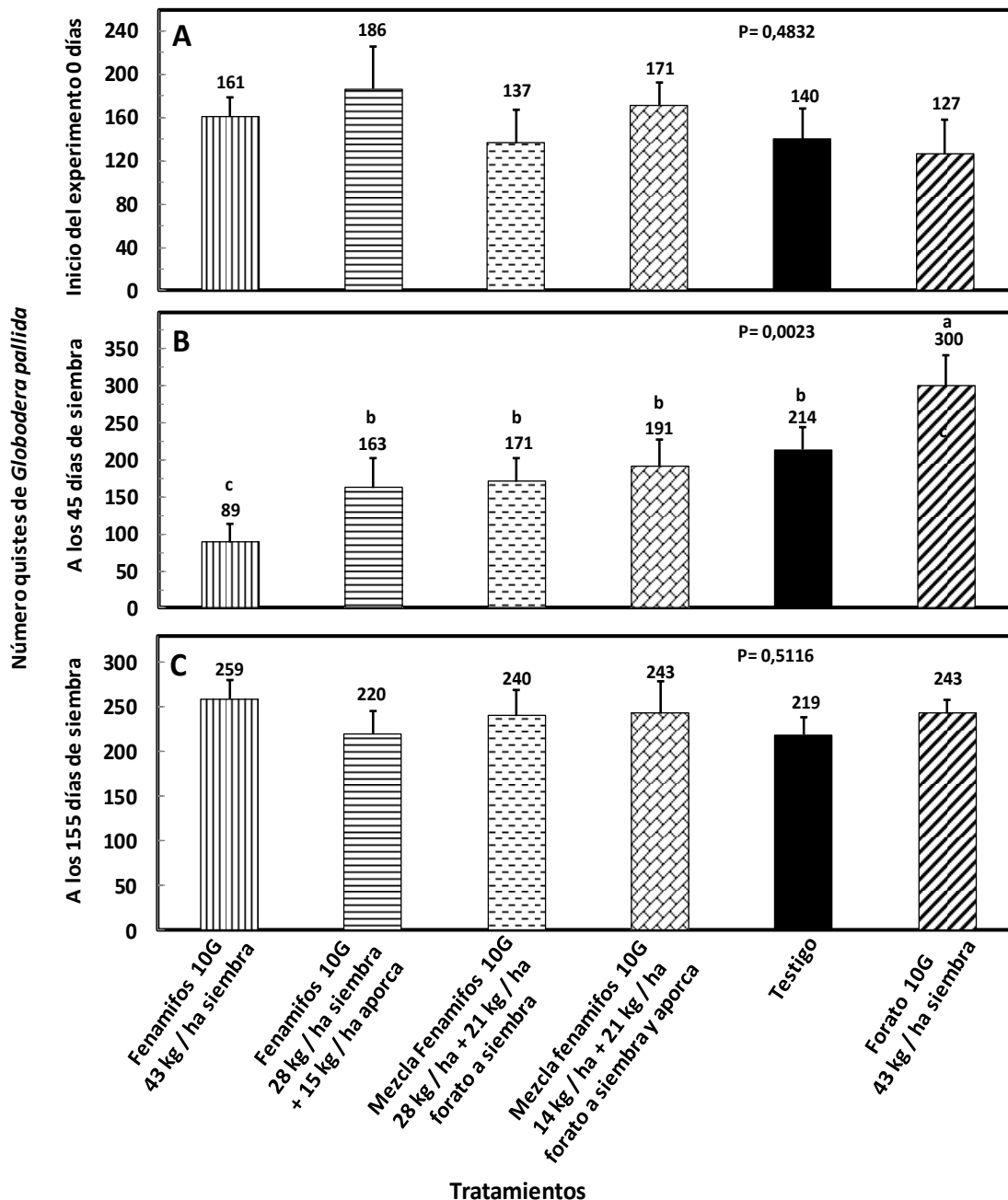


FIGURA 1A-C. Número de quistes de *G. pallida* en 200 g de suelo por tratamiento presiembra (A), a los 45 (B) y 155 (C) días de la siembra de papa (*S. tuberosum*) variedad Floresta. Cada barra es la media \pm error estándar de cuatro repeticiones. / Number of cyst of *G. pallida* in 200 g of soil by pre-sowing treatment (A), at 45 days (B) and 155 (C) days of potato (*S. tuberosum* variety Floresta) sowing. Each bar is the mean \pm standard error of four replicates.

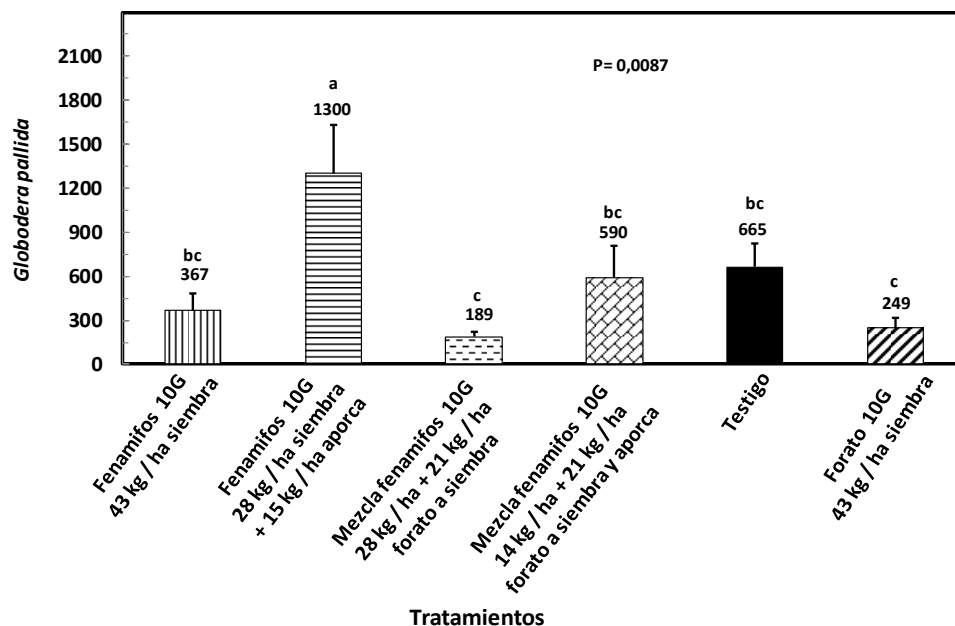


FIGURA 2. Número de juveniles de *G. pallida* en 100 g de raíces de papa (*S. tuberosum*), variedad Floresta 45 días después de la siembra según tratamiento. Cada barra es la media \pm error estándar de cuatro repeticiones. / Number of juveniles of *Globodera pallida* in 100 g of potato roots (*Solanum tuberosum* variety Floresta) 45 days after sowing by treatment. Each bar is the mean \pm standard error of four replicates.

suelo causaron pérdidas del 42 % en India (20).

Los nematicidas previnieron la reproducción del nematodo; el mayor índice reproductivo encontrado fue de 3,4, que contrasta con valores de hasta 18 en evaluaciones de resistencia (25). En Chile, se determinó que la tasa de reproducción de *G. rostochiensis* en promedio es de 39 en siembra de primavera y de 8 y 9 en siembra de verano e invierno, respectivamente (19). En Italia se encontró una reproducción de 58-65 (17) y en Venezuela de 20 (21). La máxima población final de quistes en 100 gramos de suelo a la cosecha fue de 259; lo que contrasta con los 600 quistes de *G. rostochiensis* por 100 gramos de suelo informados en el cultivar Desiré en Eslovenia cuando hay ausencia de control (26).

El fenamifos y el forato redujeron las poblaciones del nematodo en concordancia con resultados de otros autores. Ambos productos reducen también otros géneros de nematodos reportados en papa como *Meloidogyne* (27); el fenamifos es el más eficiente en la época

lluviosa. En Brasil, la aplicación de nematicida a la siembra, en una variedad tolerante, resultó en una reducción del 90 % de los nematodos en los tubérculos, cuya infección superó el 8,3 % (27). En la variedad susceptible, los nematodos causaron pérdidas de 37 a 55 % con 71,5 % de infección en los tubérculos.

El costo del control por hectárea, incluida la aplicación, fue de \$351 cuando se usó fenamifos; \$192 para forato y \$320 cuando se usó la mezcla de ambos, todos aplicados a la siembra (Tabla 1). La aplicación de fenamifos a la siembra y la aporca costó \$371 .ha⁻¹ y cuando se aplicó la mezcla de productos a la siembra y a la aporca el costo fue de \$424 .ha⁻¹. El incremento promedio en papa comercializable de los tratamientos nematicidas, respecto al testigo sin aplicación, fue de 5,6 t. ha⁻¹ (56 %) con dosis que variaron de 43 a 70 kg. ha⁻¹ (\$192-\$424 ha⁻¹) de producto comercial. El precio promedio de venta de papa al por mayor para el año 2012, según el PIMA, fue \$643. t⁻¹, para una ganancia promedio

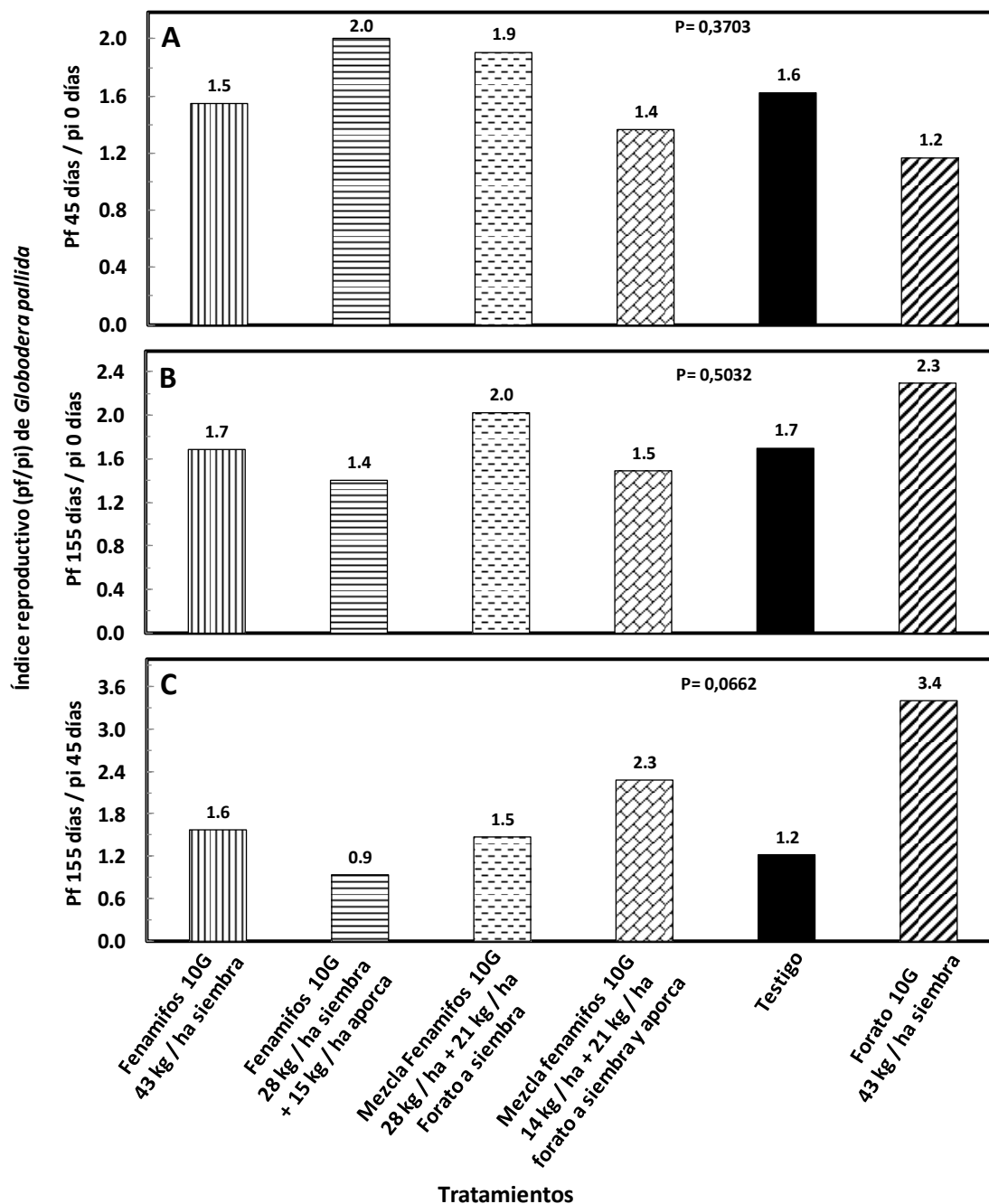


FIGURA 3A-C. Índices reproductivos de *G. pallida* (pf= población final de quistes / población inicial de quistes) en papa (*S. tuberosum*), variedad Floresta según tratamiento. Cada barra es la media de cuatro repeticiones. / Reproductive index (pf = final population of cysts / initial population of cysts) of *Gl. pallida* in potato (*S. tuberosum* variety Floresta) by treatment. Each bar is the average of four replicates.

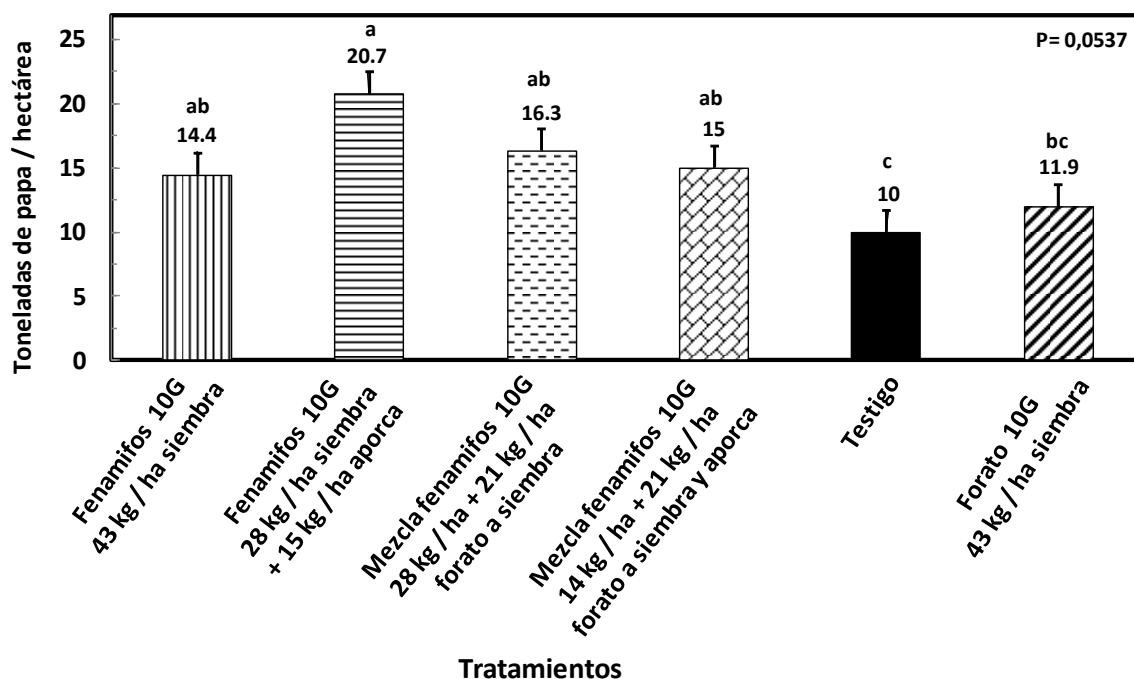


FIGURA 4. Producción de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Floresta en toneladas por hectárea según tratamiento. Cada barra es la media \pm error estándar de cuatro repeticiones. / Potato (*Solanum tuberosum* variety Floresta) production in tons per hectare by treatment. Each bar is the mean \pm standard error of four replicates.

TABLA 1. Estimación de la relación costo/beneficio del uso de fenamifos 10G y forato 10G en el control de *G. pallida* en papa en Costa Rica. / Estimation of the cost-benefit ratio of using 10G fenamiphos and 10G forato in the control of *G. pallida* in potato in Costa Rica

Tratamiento	Incremento en tm ha ⁻¹ respecto al testigo	Incremento en \$ ha ⁻¹	Costo ha ⁻¹ producto + aplicación	Retorno \$ (incremento \$ - costo ha ⁻¹)
Fenamifos 10G 28 kg ha ⁻¹ siembra + 15 kg ha ⁻¹ aporca	10.7	\$6753	\$371	\$6383
Fenamifos 10G 43 kg ha ⁻¹ siembra	4,4	\$2767	\$351	\$2416
Mezcla fenmifos 28 kg ha ⁻¹ + 21 kg ha ⁻¹ forato siembra	6,3	\$3944	\$320	\$3625
Forato 10G 43 kg ha ⁻¹ siembra	1,9	\$1199	\$192	\$1008
Mezcla fenamifos 10G 14 kg ha ⁻¹ + forato 10G 21 kg ha ⁻¹ a la siembra y luego a la aporca	5	\$3148	\$424	\$2724
Testigo	10			

de \$3263 .ha⁻¹ para las 5,6 t.ha⁻¹ (Tabla 1). En el mejor tratamiento, la ganancia neta fue de \$6383.

Los aumentos en producción variaron entre 19 y 106 %, fueron mayores cuando la aplicación se hizo, tanto a la siembra como a la aporca, pero sin alcanzar el promedio nacional reportado de 1994 a 1997 de 23 t.ha⁻¹ (28). Olthof (29) encontró aumentos en rendimiento del 23-46 % en Ontario, Canadá, cuando controló los nematodos en la papa. La aplicación de nematicida a la variedad Tollocan en México incrementó el rendimiento en 3,6 t.ha⁻¹ (30).

La mejor respuesta en el control de nematodos y producción se observó con el uso de fenamifos que, probablemente, está relacionado con poca aplicación del producto en contraste con aplicaciones sucesivas de forato. Esto sugiere la necesidad de alternar dichas moléculas para obtener mejor efecto.

Los resultados también llevan a sugerir que el control se realice tanto a la siembra como a la aporca; lo cual concuerda con la revisión del problema de nematodos en papa y su manejo realizada por Greco y Crozzoli (31). Para obtener mayor reducción en las poblaciones del nematodo, deberían rotarse las áreas de siembra con cultivos no hospedantes y usar vitroplantas, en vez de tubérculos en la siembra de papa. Se conoce que, en los tubérculos de papa, se encuentran dichos nematodos que se convierten en fuente de infección.

REFERENCIAS

1. Franco J. Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados en la región andina. *Nematropica*. 1994; 24(2):179-195.
2. Brenes A, Rivera C, Vásquez V. Principales enfermedades y plagas de la papa en Costa Rica. San José, CR. EUNED. 2002. 98p.
3. Fernández SOM, Perlaza RF, Quesada SAS. Principales nematodos asociados a los cultivos de Costa Rica. Servicio Fitosanitario del Estado. 2002. 22p.
4. López R, Azofeifa J. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados con hortalizas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 1981; 5(1/2):29-35.
5. García D, García C, Montero Z, Salazar L, Brenes A, Gómez L. Morphological and molecular identification of potato cyst-forming nematode *Globodera pallida* in soils from Costa Rica. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 2009; 15(1):38-45.
6. Ramírez A. Muestreo poblacional del nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*) y otros nematodos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Costarricense*. 1979; 3(1):13-20.
7. Rodríguez ChE. Estudio preliminar sobre el nematodo dorado de la papa *Heterodera rostochiensis* Woll. (Nematoda: Heteroderidae) en México. [Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas], Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo, México. 1973. 87p.
8. Fernández MC, Guglielminetti MH. Selección de material con resistencia al nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*). Hoja mineografiada. Instituto de Investigación Agropecuaria, La Plantina, Chile. 1985. p. 17.
9. Scurrah MI, Niere B, Bridge J. Nematode parasites of *Solanum* and sweet potatoes. En Luc M, Sikora RA, Bridge J. (Eds.), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CABI Publishing. 2005. p. 193-219.
10. Spears JF. The golden nematode handbook-survey, laboratory, control and quarantine procedures. USDA-ARS Agriculture Handbook No. 353. U.S. Government Printing Office, Washington D.C. USA. 1968. 106p.
11. Sikora RA, Bridge J, Starr JL. Management practices: an overview of integrated nematode management technologies. In: Luc M, R.A. Sikora RA, Bridge J. (Eds.), *Plant parasitic nematodes in subtropical*

- and tropical agricultura. CABI Publishing; 2005. p. 793-825.
12. Fenwick DW. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of Helminthology*. 1940; 18:155-172.
 13. Alvarado M, López R. Extracción de nematodos fitoparásitos asociados al arroz cv. CR 1113, mediante modificaciones de las técnicas de centrifugación-flotación y embudo de Baermann modificado. *Agronomía Costarricense*. 1981; 5(1/2):7-13.
 14. Siddiqi MR. Tylenchida: parasites of plants and insects. 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2000; 833p.
 15. Dinardo MLL., Vilela FJ. Spatial distribution of plant-parasitic nematodes in sugarcane fields. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz)*. 2009; 66(2):188-194.
 16. Carta LK, Handoo ZA. Guidelines for isolation and identification of regulated nematodes of potato (*Solanum tuberosum* L.) in North America. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 2005; 23(2):211-222.
 17. Greco N, Di Vito M, Brandonisio A, Giordano I, De Marinis G. The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. *Nematologica*. 1982; 28:379-386.
 18. Seinhorst JW. The relationship in field experiments between population density of *Globodera rostochiensis* before potato and yield of potato tubers. *Nematologica*. 1982; 28:277-284.
 19. Greco N, Moreno I. Influence of *Globodera rostochiensis* on yield of summer, winter and spring sown potato in Chile. *Nematropica*. 1992; 22:165-173.
 20. Krishna PKS. Nematode problems of potato. In Sitaramaiah K, Singh RS. (Eds.), *Hand book of economic nematology*. Cosmo Publications, New Delhi. 1993. p. 139-156.
 21. Jiménez N, Crozzoli R, Greco N. Effect of *Globodera rostochiensis* on the yield of potato in Venezuela. *Nematología Mediterranea*. 2000; 28:295-299.
 22. Olthof ThHA. Reaction of six potato cultivars to *Pratylenchus penetrans*. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 1983; 5:285-288.
 23. Holgado R, Oppen-Skau KA, Magnusson C. Field damage in potato by lesion nematode *Pratylenchus penetrans*, its association with tuber symptoms and its survival in storage. *Nematol mediterr*. 2009; 37:25-29.
 24. Russo G, Greco N, D'errico FP, Brandonisio A. Impact of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on potato during two different growing seasons. *Nematologia Mediterranea*. 2007; 35:29-34.
 25. Anaya GB, Jiménez N, Rodríguez D, Crozzoli R, Greco N. Respuesta de clones avanzados de papa al nematodo quiste, *Globodera rostochiensis* y comportamiento en microparcels de un clon resistente al nematodo. *Nematropica*. 2005; 35:145-154.
 26. Urek G, Sirca S, Geric-Stare B, Dolnicar P, Strajnar P. The influence of potato cyst nematode *G. rostochiensis* infestation on different potato cultivars. *Journal Central European Agriculture*. 2008; 9(1):71-76.
 27. Charchar JM, Neto JP, Aragao SFA. Controle químico de *Meloidogyne* spp. em batata. *Nematologia Brasileira*. 2003; 27(1):35-40.
 28. Barquero M, Gómez L, Brenes A, Valverde R. El tamaño del pote en la producción de semilla pre básica de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*. 2001; 25(1):61-66.
 29. Olthof ThHA. Effects of fumigant and nonfumigant nematicides on *Pratylenchus penetrans* and yield of potato. *Supplement to Journal of Nematology*. 1989; 21, No. 4S:645-649.
 30. Estañol-Botello E, Rodríguez-Mendoza M, Volke-Haller VH, Zavaleta-Mejía E, Sánchez-García P, Peña-Valdivia C.

Estudio preliminar sobre manejo nutrimental y aplicación de nematicida para el control de la infección por nematodos en papa. TERRA Latinoamericana. 2005; 23(4): 477-485.

31. Greco N, Crozzoli.R. Nematodos del quiste de la papa, *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*: aspectos generales. Fitopatol. Venez. 1995; 8(2):26-33.