

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS AL USO DE METAM SODIO PARA EL CONTROL DEL NEMATODO DORADO (*GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* Y *G. PALLIDA*) EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN TENERIFE (ISLAS CANARIAS). 1^{ER} AÑO EXPERIMENTAL

Perera, S.¹, L. Trujillo¹, B. Cruz¹, C. Díaz¹ B. Santos¹ y D.J. Ríos¹

*1: Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural Cabildo de Tenerife.

RESUMEN

El cultivo de la papa es uno de los más importantes en Tenerife, no solo desde el punto de vista económico, sino cultural, siendo uno de los alimentos emblemáticos de nuestra cultivo incluso paisajístico, al ser uno de los cultivos que han definido los agrosistemas de la isla. Se ha planteado un ensayo para buscar alternativas eficaces al uso de nematicidas fumigantes para el control de nematodo dorado (*Globodera* sp.). En concreto se están ensayando durante 3 años frente al el producto más utilizado: metam sodio (a 1/3 de dosis), el etoprofos y oxamilo, un extracto de *Tagetes erecta*, biofumigación y biosolarización. En el 1º año experimental se ha visto que ninguno de los tratamientos ha bajado significativamente la población (200-300 quistes/100g) de nematodos aunque con la biosolarización se han obtenido producciones significativamente superiores al testigo.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa sigue teniendo una importancia relevante en la agricultura de Tenerife, con 2268 de las 3858 ha de Canarias (Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas, 2010). El cultivo de la papa tiene una importancia cultural, siendo uno de los alimentos emblemáticos de las islas y siendo uno de los cultivos que han definido los agrosistemas de la isla (Ríos, 2012).

Uno de los problemas fitosanitarios con los que se encuentran los agricultores es el efecto que produce las altas poblaciones del nematodo dorado (*Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*) en el suelo y que afectan a sus producciones. En la actualidad, el uso de cultivares resistentes o tolerantes junto a medidas de control, fundamentalmente químicas, se utilizan para paliar las pérdidas. La utilización de los nematicidas de síntesis conlleva riesgos para el aplicador y para el medio ambiente que pueden y deben ser minimizados con la utilización de otros medios de control.

El control químico consiste en la utilización de dos tipos de nematicidas, los fumigantes del suelo y los no fumigantes. Dentro de los primeros, el fumigante que controlaba de manera más eficiente a *Globodera* spp. y que consigue mantener las densidades poblacionales bajas es el 1,3-dicloropropeno (Barker *et al.*, 1998; Alonso, 2007), pero su uso ha sido prohibido al ser excluido del Anexo 1 de la Directiva 91/414/CEE. Como producto fumigante alternativo sólo queda el Metam sodio, que es el que se emplea mayoritariamente para el control de *Globodera* spp. en la zona sur de Tenerife, y especialmente en el municipio de Vilaflor. Esta materia activa se encuentra en el listado de sustancias activas excluidas del Anexo I de la Directiva 91/414/CEE con fecha límite de comercialización del 30/06/2013.

Los nematicidas no fumigantes ejercen una actividad nematostática y tienen efectos diferentes sobre las dos especies de nematodo dorado (Hague y Gowen, 1987, Brodie *et al.* 1993). En la actualidad, las únicas materias activas nematicidas no

fumigantes autorizados para el cultivo de la papa son oxamilo y etoprofos con formulación granulada y aplicación en el momento de la siembra.

Existen otros medios de control alternativos al uso de productos de síntesis, entre ellos se encuentra el empleo de la incorporación de estiércol, en algunos casos, con buenos resultados, como el estiércol de gallina (González *et al.* 1993).

La solarización es un método de control físico, ambientalmente seguro y efectivo para el control de especies nematodos fitoparásitos, incluso aquellas que como *Globodera* spp. desarrollan quistes (Bello *et al.*, 1993; Alonso, 2007). Sin embargo, en en la zona sur de la isla, donde se trabaja con cultivos enarenados con pumitas volcánicas de color blanco (jables), no se alcanzan las temperaturas necesarias para una buena desinfección (Perera *et al.*, 2011), recomendándose el uso conjunto de la solarización con el estiércol, la biosolarización.

Otra línea de investigación sobre las alternativas al empleo de nematicidas de síntesis se centra en la búsqueda de plantas capaces de rebajar el potencial de infección bien por los exudados radiculares que son tóxicos, mientras que en otros, las sustancias nematicidas están presentes en los tejidos de los suelos. Las más conocidas entre las plantas nematicidas, son sin duda, las pertenecientes al género *Tagetes*, que contienen cantidades elevadas de bitienilo y α -tertienilo tóxicos para numerosos nematodos fitoparásitos (Ijani *et al.*, 2000; Reynolds *et al.*, 2000, Cayrol, 1991).

El Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife se está centrando en dos líneas de trabajo con los agricultores en el control de nematodos en la zona de cultivo de papa en el sur de Tenerife: el uso de alternativas al empleo de metam sodio como nematicida y el trabajo con cultivos intercalares de plantas con efecto nematicida. Se han planteado 2 ensayos donde se repetirán diferentes tratamientos. En este trabajo se presenta el 1^{er} año experimental del ensayo de alternativas al uso de metam sodio como nematicida.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el ensayo se compararon frente a la aplicación usual por parte de los agricultores de la zona sur de Tenerife de metam sodio a 1/3 de la dosis comercial, el uso de otros dos nematicidas de síntesis (oxamilo y etoprofos), un extracto de *Tagetes* comercial, un tratamiento de biofumigación y otro de biosolarización. Los tratamientos, con los productos utilizados y sus dosis son los que se detallan en la siguiente tabla.

Tratamientos ensayados

Tratamiento	Producto utilizado	Materia activa	Dosis empleada	P.S. (días)
Metam sodio	Raisan 50	Metam-sodio 50%	250 L/ha	NP(*)
Etoprofos	Mocap G	Etoprofos 10% GR	70 kg/ha	60
Oxamilo	Vydate 10G	Oxamilo 10% GR	55 kg/ha	120
Biofumigación	Estiércol de gallina	--	1,8 kg/m ²	--
Biosolarización	Estiércol de gallina + plástico transparente de 200 galgas	--	1,8 kg/m ²	
Tagetes	Nemagold	Extracto de <i>Tagetes erecta</i> 80%	25 L/ha	0
Testigo	Ninguno	--	--	--

(*) NP = No procede. Deberán darse labores para aireación y eliminación de residuos fitotóxicos 5 o 6 días de la siembra o plantación.

La parcela objeto de este ensayo se encuentra situada en el municipio de Vilaflor, a una altitud de 1300 msnm. El suelo presentaba características ándicas con un enarenado con pumitas volcánicas (jable), bajo condiciones de regadío y en una zona donde el cultivo predominante es la papa. El diseño experimental constó de 7 tratamientos con 4 repeticiones en bloques al azar. Cada parcela experimental ocupó una superficie de 12 m² (3 x 4 metros).

La aplicación de metam-sodio se realizó inyectando el producto al suelo en capacidad de campo mediante un apero arrastrado, que inyecta mediante rejillas a una profundidad aproximada de 20 cm.

Los nematicidas granulados fueron mezclados con yeso agrícola para facilitar la aplicación en cada una de las parcelas experimentales e incorporados al suelo mediante labor manual con rastrillo.

La aplicación de NemaGold se debe realizar mediante sistema de riego. Por el pequeño tamaño de las parcelas experimentales se procedió a la incorporación del mismo mediante regaderas. Antes de dicha aplicación se regó el suelo hasta capacidad de campo, posteriormente se aplicó el producto diluido en agua y después se realizó otro riego ligero para sellar el producto.

El estiércol de gallina se distribuyó manualmente y se incorporó al suelo mediante una labor manual. En el caso de las parcelas destinadas al tratamiento con biosolarización y después de la incorporación del estiércol se regaron hasta capacidad de campo, se colocó un registrador Hobo de temperatura de suelo a 10, 20 y 30 cm de profundidad y luego se procedió a colocar el plástico transparente de 200 galgas sellando los bordes para evitar pérdidas de calor. El plástico se colocó el 22 de junio y se levantó el 25 de julio de 2011.

Se sembró el cultivar Red Cara, tolerante a *Globodera rostochiensis* (BPC, 2011) de segunda multiplicación, el 2 de agosto de 2011 con máquina sembradora. El abonado y otras labores culturales se realizaron según las prácticas habituales de la zona. La parcela se recolectó el 16 de diciembre de 2011.

Los parámetros evaluados fueron:

Tasa de multiplicación del nematodo (TMN).

Se realizó un muestreo de suelo para análisis de nematodos en el Laboratorio del Servicio de Sanidad Vegetal de la consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias antes de la aplicación de los tratamientos y después de la recolección. En cada parcela experimental se tomaron 5 puntos de muestreo.

Para calcular la tasa se partió del número de quistes de *Globodera* sp. por 100 g de suelo de la población en el momento de la siembra y en el momento de la cosecha. La extracción de quistes de las muestras de suelo, se efectuó por el método Fenwick en el Laboratorio de Sanidad Vegetal del Gobierno de Canarias.

$$TMN = \frac{Población_{recolección}}{Población_{siembra}}$$

Si $TMN > 1$, se asume que la población de nematodos incrementa. Si $TMN < 1$, se asume que la población de nematodos decrece.

Peso de la producción total en cada una de las repeticiones.

Calibrado de la producción de cada una de las repeticiones. Esa cantidad fue clasificada mediante una tabla calibradora, en los dos calibres comerciales (diámetro entre 20 y 45 mm: papas de “arrugar” y diámetro mayor de 45 mm: papas de freir).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de multiplicación de nematodos.

En la tabla 1 se observa que tras el ensayo las poblaciones de nematodos se mantuvieron prácticamente como en la siembra, presentando valores bastante altos (200-300 quistes/100g).

Se observaron disminuciones ligeras, sin superar el 18% y algo mayores en los tratamientos “no químicos” frente a los nematicidas de síntesis. La aplicación de extracto de Tagetes, la biosolarización y la biofumigación, tuvieron valores de TMN de 0.82-0.83, que suponen bajadas de la población de nematodos del 17% aproximadamente. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en las tasas de multiplicación entre ninguno de los tratamientos ensayados.

Las temperaturas alcanzadas bajo el plástico en la biosolarización indican que se alcanzaron 37 horas a más de 38°C a 10 cm de profundidad, con una máxima de 39.8°C (ver figura 1), datos bastante bajos para un control efectivo, comparado con las 5 semanas por encima de 40°C necesarias para un control efectivo (Greco *et al.*, 2000).

Aunque el tratamiento con mayor producción, la biosolarización, tuvo la menor tasa de multiplicación, no se observó una relación clara entre tasas de multiplicación de nematodos y producciones (ver figura 2).

Producción y calibres.

La producción de papa obtenida (Tabla 2) puede considerarse normal para las condiciones del ensayo, considerando que se trata de semilla de segunda multiplicación. En otros años se han alcanzado entre 35 y 60 t/ha de media para el cultivar Cara en la misma comarca (Ríos *et al.*, 2001).

El tratamiento con biosolarización, con más de 48 t/ha fue significativamente más productivo que el testigo, el tratamiento con oxamilo, con el extracto de Tagetes y la biofumigación, todos por debajo de 38 t/ha. Sin embargo, los tratamientos de metam sodio y de etoprofos (42 y 41 t/ha) tuvieron resultados similares a la biosolarización.

El efecto positivo de la biosolarización sobre la producción frente a la biofumigación no parece estar debido a los aportes del estiércol como nutriente, al aportarse las mismas cantidades de abono en los dos tratamientos. Ninguno de los nematicidas usados tuvo una producción estadísticamente superior al testigo, aunque el metam sodio y el etoprofos tuvieron rendimientos entre 5 y 6 t/ha superiores.

Tanto el porcentaje de destrío como los calibres fueron muy similares entre tratamientos.

CONCLUSIONES

En resumen, tras el 1^{er} año de experimentación, se observa un efecto favorable sobre la producción de la biosolarización, frente al resto de tratamientos, en especial con respecto al oxamilo, el extracto de Tagetes y la biofumigación. Sin embargo no se observaron efectos significativos sobre la población de nematodos.

El mejor resultado obtenido de la biosolarización frente a la biofumigación, más que por la temperatura alcanzada, puede ser debido a que el plástico retiene los gases de la descomposición de la materia orgánica. Esto es muy importante en un suelo con enarenado con jable, donde no es posible realizar otro tipo de sellado.

Para el 2^o y 3^{er} año experimental se plantean mejoras en el estudio de los tratamientos sobre los nemátodos, trabajando con poblaciones de juveniles (J2) que podrían tener una mejor correlación con los posibles daños en el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, R. 2007. Estudio bioecológico y caracterización epidemiológica del nematodo formador de quistes *Globodera* spp. en el cultivo de la patata en Mallorca. Estrategia de control integrado. Tesis. Universidad Islas Baleares. Departamento de Biología. Islas Baleares. 237 pp.
- Barker, A.D.P., Evans, K., Russell, M.D., Halford, P.D., Dunn, J.A., Blaylock, P.B. 1998. Evaluation of the combined use of fumigation and granular nematicide treatment for the control of *Globodera pallida* in potatoes. *Ann. Appl. Biol.*, 132: 6-7.
- Bello, A., González, J.A., Bun, M., Domínguez, J., López-Cepero, J., Rodríguez, C.M., Tello, J. 1993. Interés agroecológico de la solarización de un sustrato de pumitas en Canarias. Pp. 1608-1615. Madrid-Spain, Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- British Potato Council (BPC). 2011. British potato variety handbook. AHDB. British Potato Council. 346 p. Disponible en línea: <http://varieties.potato.org.uk/menu.php>
- Brodie, B.B., Evans, K., Franco, J. 1993. Nematode Parasits of Potatoes. En: *Plant Parasitic nematodes in Temperate Agriculture*. Pp87-101. CAB Intl. Wallingford, UK.
- Cayrol, J.C. 1991. Les tagetes, plantes nematicides d'avenir. *Riveria scientifique*, 35-42.
- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. 2010. Estadística Agraria de Canarias 2010. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. 28 p.
- González, A., Cantos-Sáenz, M. 1993. Comparación de cinco enmiendas en el control de *Globodera pallida* en microparcels en Perú. *Nematrópica* 23: 133-139.
- Greco, N., Brandonisio, A., Dangelico, A. 2000. Control of the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, with soil solarization and nematicides. *Nematol. Medit.*, 28: 93-99.
- Hague, N.G. y Gowen, R.S. 1987. Chemical control of nematodes. En: *Principles and practice of nematode control in crops*. (Eds. Brown R.H. and Kerry B.R.) pp: 131-173. Acad. Press. London. New York.
- Ijani, A.S.M., Mabagala, R.B., Nchimbi-Msolla, S. 2000. Efficacy of different control methods applied separately and in combination in managing root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.) in common beans. *Eur. J. plant. Pathol.*, 106: 1-10.
- Perera, S., Trujillo, L., López, R., Ríos, D. 2011. Estudio de distintos parámetros de la desinfección de suelos mediante solarización en distintas comarcas agrícolas de Tenerife. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 22 p. Disponible en línea en <http://www.agrocabildo.org/publicaciones>
- Reynolds, L.B., Potter W., Ball-Coelho B.R.B. 2000. Crop rotation with *Tagetes* sp. in an alternative to chemical fumigation for control of root-lesion nematodes, *Agron. J.* 92: 957-966.
- Ríos, D.; Hernández, D. Solaz , C. y Rodríguez, C.. 2001. Ensayos de variedades de papa blanca. Campaña 2001. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 22 p. Disponible en línea en <http://www.agrocabildo.org/publicaciones>
- Ríos, D. 2012. Las papas antiguas de Tenerife. Introducción al cultivo y principales variedades. Centro Conservación Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 55 p

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del Plan Anual de Trabajo 2011 del Proyecto Papa Blanca del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Los autores quieren agradecer la colaboración del Agricultor Colaborador, como a las Casas Comerciales que han suministrado los productos comerciales y al Laboratorio de Sanidad Vegetal del Gobierno de Canarias.

TABLAS

Tabla 1. Evolución de la población de nematodos en el ensayo

Tratamiento	Población de <i>Globodera</i> sp (quistes/100g)					Tasa multiplicación de nematodos
	Siembra		Recolección		% disminución	
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Metam sodio	217.3	±16.3	221.0	±32.9	-1.7	1.02 a*
Oxamilo	335.5	±79.9	299.0	±76.2	10.9	0.89 a
Tagetes	246.0	±41.5	204.0	±47.3	17.1	0.83 a
Testigo	292.5	±21.8	276.8	±20.4	5.4	0.95 a
Etoprofos	249.0	±42.3	225.5	±42.2	9.4	0.91 a
Biosolarizacion	314.0	±55.5	258.8	±26.1	17.6	0.82 a
Biofumigacion	237.5	±45.9	196.5	±50.9	17.3	0.83 a

D.E.: Desviación estándar. DMS: Diferencia significativa menor

DMS: 0.29

*Tratamientos con la misma letra son similares a efectos estadísticos (CV=16.3%; LSD 95%)

Tabla 2. Producción total y comercial

Tratamiento	Producción total		% destrío	Calibre papa	
	kg/ha			20-45 mm	>45 mm
Metam sodio	41840	ab*	6.0	4.1	95.9
Oxamilo	37520	b	7.6	4.2	95.8
Tagetes	37580	b	4.7	4.6	95.4
Testigo	35400	b	7.6	4.1	95.9
Etoprofos	41060	ab	7.5	4.9	95.1
Biosolarizacion	48280	a	8.9	4.9	95.1
Biofumigacion	35540	b	5.9	4.6	95.4

DMS 14749 DMS: Diferencia significativa menor

*Tratamientos con la misma letra son similares a efectos estadísticos (CV=16.0%; LSD 95%)

FIGURAS

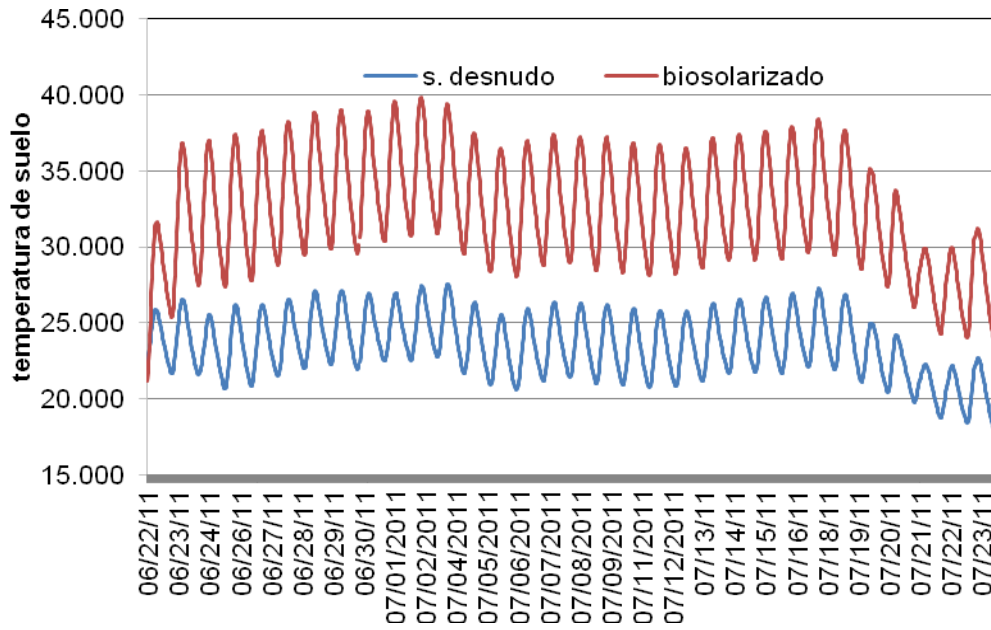


Figura 1. Evolución de las temperaturas en el tratamientos de biosolarización

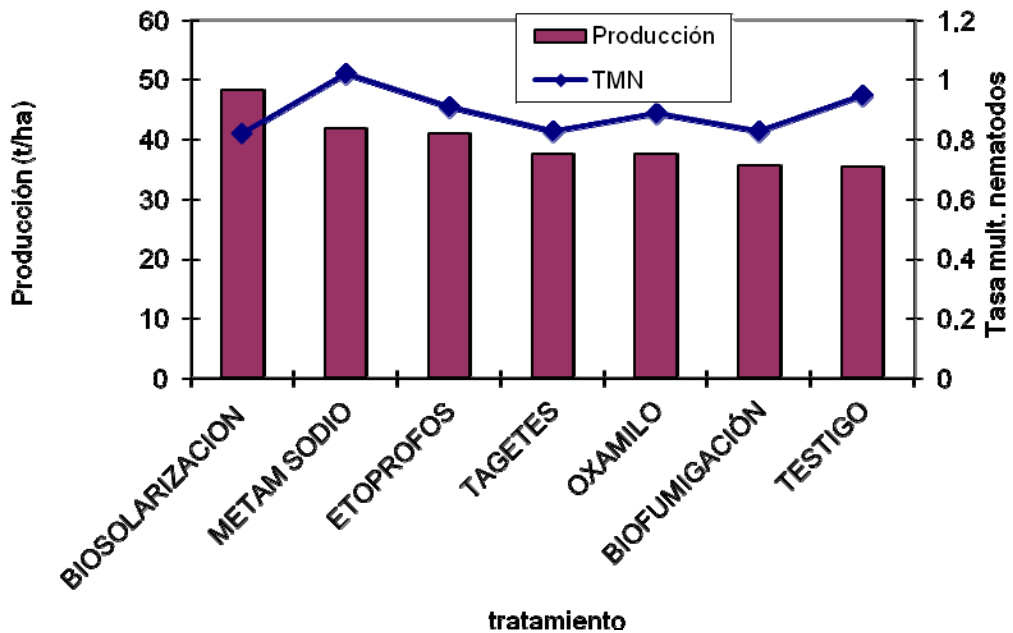


Figura 2. Interacción entre la producción y la tasa de multiplicación de nematodos