



EFFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN CON CRUCÍFERAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN TENERIFE DURANTE DOS CAMPAÑAS CONSECUTIVAS

**Santiago Perera González, Luisa Trujillo Díaz,
Carlos Rodríguez López y Catalina Tascón Rodríguez**



EFFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN CON CRUCÍFERAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN TENERIFE DURANTE DOS CAMPAÑAS CONSECUTIVAS

Perera González, Santiago; Trujillo Díaz, Luisa; Rodríguez López, Carlos; Tascón Rodríguez, Catalina

1.- RESUMEN

El cultivo de la papa en las islas Canarias y, especialmente, en la isla de Tenerife tiene una gran importancia paisajística, gastronómica y cultural, conformando uno de los agrosistemas más característicos de la isla. Uno de los problemas fitosanitarios con los que se encuentran los agricultores es el efecto que produce las altas poblaciones del nemátodo dorado (*Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*) en el suelo. En este estudio se evaluó el efecto de la biofumigación con distintas especies de crucíferas sobre la producción y calibre de la producción por un lado y sobre la composición química del suelo y el número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo por el otro, en un cultivo de papa del sur de la isla en dos campañas consecutivas. Los tratamientos fueron biofumigación con mostaza (*Sinapis alba* variedad Accent), con rábano (*Raphanus sativus* variedad Colonel), con col (*Brassica oleracea* variedad local CBT01170) y testigo (sin biofumigación). En las dos campañas se produjo una reducción en el número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo en las parcelas de biofumigación con las distintas especies de brasicas con respecto a las parcelas sin tratamiento (testigo), obteniéndose en la campaña 2013-2014 una reducción máxima del 40,8% con la mostaza y en la campaña 2014-2015 una reducción máxima del 35,4% con el rábano. Con respecto a la producción y en las dos campañas, las parcelas biofumigadas con cualquiera de las tres especies de crucíferas obtuvieron producciones superiores a las parcelas sin biofumigar sin diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

2.- INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El concepto "Biological fumigation" fue utilizado por Kirkegaard *et al* (1993a), empleando el término biofumigación en Kirkegaard *et al* (1993b) y en Matthiessen y Kirkegaard (1993), apareciendo por primera vez en una revista internacional en Angus *et al* (1994). Kirkegaard y Sarwar (1998) define la biofumigación como: "the suppression of soil-borne pest and pathogen by brassica rotation or green manure crops" (Kirkegaard *et al*, 1993a,b, Angus *et al* 1994). En estos trabajos se hace referencia a los efectos supresivos asociados a la liberación de isotiocianatos (ITCs) generados durante la hidrólisis de los glucosinolatos, mediante la acción de la enzima mirosinasa, presente en las brasicas (Lazzeri y Manici 2000, Lazzeri *et al*, 2004). La concentración de isotiocianatos en el suelo una vez incorporadas las brasicas depende de la ruptura celular de los tejidos de las plantas, de la humedad y de la temperatura, siendo su eficacia mayor cuanto éstas aumentan. Por otro lado, la degradación de los glucosinolatos es mayor en los suelos arcillosos que en los arenosos (Gimsing *et al*, 2008).

El suelo en su acepción actual, es la capa superficial de la tierra formada por elementos minerales de origen diverso y por organismos vivos (plantas, micro y macroorganismos, animales, etc.), que son los encargados de mantener una estructura edáfica estable. Estos organismos vivos presentes en el suelo conforman una red de cadenas tróficas donde los individuos que mueren, junto con los restos de los vegetales, pasan a formar parte de la materia orgánica del suelo encargada junto con la de origen externo de la fertilización de los suelos agrícolas. Pero a la materia orgánica aplicada al suelo, ya sea en forma de abono orgánico o enmienda, se le tiene que reconocer otra calidad que va más allá de su función esencial como estructurante del suelo y de la fertilización química: controlar las plagas y enfermedades del suelo (Bello *et al*, en línea: <http://www.geoscopio.com/empresas/aecientificos/>).

Desgraciadamente, la introducción de los abonos químicos propició el olvido de la importancia que tiene la fertilidad del suelo y su fertilización orgánica en la autogestión de la sanidad de los agrosistemas. Y así es como actualmente, los patógenos del suelo se han convertido en uno de los problemas principales en la productividad de los cultivos, causando pérdidas millonarias año tras año, y obligan en agricultura convencional a la aplicación de cada vez más cantidad de desinfectantes químicos del suelo para poder afrontarlo (Igeldo, A.: en línea [<http://www20.gencat.cat>]).

Numerosos estudios describen el efecto biofumigante de los abonos verdes sobre nematodos parásitos de plantas. Entre éstos, el género *Meloidogyne* (Thoden *et al*, 2009), *Pratylenchus* (LaMondia, 2006) así como los nematodos del quiste de la papa *Globodera rostochiensis* y *G. pallida* (Lord *et al*, 2011) destacan como los más estudiados. Recientemente estudios en laboratorio e invernadero han demostrado como el abono verde con brasicas puede afectar a la viabilidad y eclosión de los nematodos del quiste de la papa (Lord *et al*, 2011; Valdés *et al*, 2011). López *et al*, 2001, determinó el efecto sobre la población de *Heterodera schachtii* en remolacha azucarera de la época de siembra y su incorporación al suelo como abono verde de distintos cultivos intercalares (*Raphanus sativus* L. subsp. oleífera cvs. Pegletta y Nemex y *Sinapis alba* L. cvs. Emergo y Maxi). Los resultados para la siembra primaveral muestran que el cultivar de mostaza Maxi fue el más efectivo en la reducción de la población de *H. schachtii* con una reducción del 84,5% seguida del cultivar Nemex (*R. sativus*) con una reducción del 65,5%.

3.- OBJETIVO

Evaluar el efecto de la biofumigación con tres especies de crucíferas o brasicas (mostaza, rábano y col) en el cultivo de la papa en el sur de Tenerife durante dos campañas consecutivas.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.- Ubicación del ensayo y tratamientos

El ensayo se realizó en una parcela situada en el municipio de Vilaflor, en la zona de Era Verde, a una altitud de 1.188 msnm dedicada al monocultivo de la papa desde hace aproximadamente unos 50 años. El suelo presenta características ándicas con un enarenado con pumitas volcánicas (jable), bajo condiciones de regadío por aspersion y en una zona donde el cultivo predominante es la papa.



Foto 1.- Vista aérea de la parcela objeto del ensayo.

Los tratamientos y la densidad de siembra empleada se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Tratamiento y densidad de siembra de cada especie de crucífera.

TRATAMIENTOS		Densidad de siembra (kg/ha)
Mostaza (<i>Sinapis alba</i>)	cultivar Accent	15
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	cultivar Colonel	25
Col (<i>Brassica oleracea</i>)	variedad local CBT001170	15
Testigo		-

Los cultivares de mostaza y rábano fueron de la casa comercial Saaten Union. Según la información suministrada por esta empresa, estas dos cultivares están especialmente indicados para el control de nematodos de suelo por su alto nivel de glucosinolatos.

La col fue suministrada por el Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife (CCBAT), al ser una de las entradas evaluadas de esta especie con mayor nivel de glucosinolatos.

Las dosis de siembra empleadas fueron las recomendadas por Martínez *et al* (2010).

El diseño fue en bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una superficie de 60 m² (15 m x 4 m).

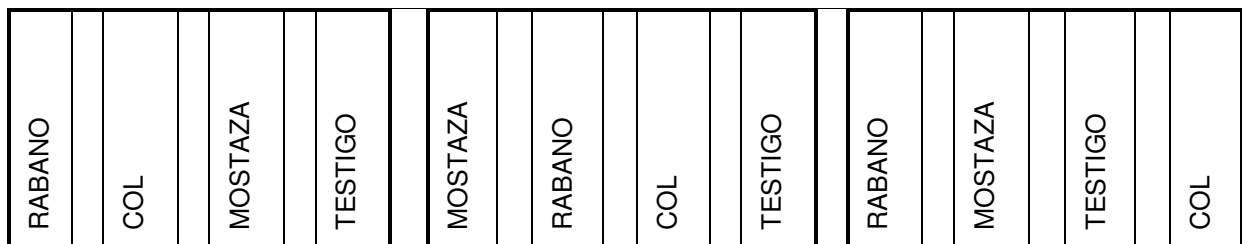


Figura 1.- Esquema de la distribución de tratamientos en la parcela.

La siembra se efectuó de forma manual el día 13 de febrero de 2013 en la campaña 2013-2014 y el 25 de febrero de 2014 en la campaña 2014-2015. Para una adecuada distribución de la semilla, éstas fueron mezcladas con arena y yeso agrícola (sulfato cálcico) (60% de arena y 40% de yeso) para que la siembra a voleo fuera lo más homogénea posible y se realizaron cuatro pases de un metro de ancho por cada parcela experimental. Posteriormente se realizó un pase superficial de fresadora para incorporar la semilla al suelo. Durante el periodo de cultivo de las brasicas fue necesario realizar dos riegos de apoyo en cada campaña.



Foto 2.- Semillas de rábano preparadas para ser mezclada con arena y yeso.



Foto 3.- Mezclado de las semillas con la arena y yeso.



Foto 4.- Siembra a voleo con pases de 1 metro de ancho.



Foto 5.- Parcela después de incorporar las semillas al suelo.

El picado y enterrado de la mostaza y rábano se realizó en la campaña 2013-2014 y en la 2014-2015, a los 75 y 87 días después de la siembra respectivamente, y cuando se observó que existía al menos un 80% de plantas en plena floración. En el caso de la col, el crecimiento fue más lento y al ser un cultivo bianual, sin floración el primer año, se esperó hasta obtener una materia fresca similar a la mostaza y el rábano. Este hecho se produjo en la campaña 2013-2014 y en la 2014-2015, a los 132 y 127 días tras la siembra, respectivamente.

Foto 6.- Floración de la mostaza (*Sinapis alba* variedad Accent).

Foto 7.- Vista general de una parcela con mostaza en Vilaflor.

Foto 8.- Floración del rábano (*Raphanus sativus* variedad Colonel).

Foto 9.- Vista general de la parcela con rábano al frente y mostaza al fondo.



Foto 10.- Floración de mostaza y rábano.

El picado y enterrado se realizó mediante tractor con fresadora efectuando dos pases para producir el picado lo más finamente posible y de esta forma, favorecer la liberación de ITCs (isotiocianatos) más rápidamente y la degradación de la materia orgánica proveniente del cultivo. Según Sawai y Kirkegaard (1998) el momento del picado en la biofumigación con brasicas debe corresponder con el momento de plena floración del cultivo, momento en que el contenido de glucosinolatos (precursores de los ITCs) en las plantas es máximo, sin que se presenten diferencias significativas de contenido entre la raíz y la parte aérea. La profundidad de enterrado fue de aproximadamente 25-30 cm siguiendo las indicaciones de Tello, 2006, que propone esta profundidad mientras que otros (Michel *et al*, 2007) indica que debe ser la máxima profundidad que alcancen los aperos.

Después de la incorporación de la materia fresca se efectuó un riego abundante para intentar conseguir las condiciones de anaerobiosis necesarias para que los gases de la descomposición de la materia fresca actúen en el suelo.



Foto 11.- Vista general de la parcela momentos antes de la incorporación de la mostaza y el rábano.



Foto 12.- Aspecto de dos parcelas en floración en el momento de la incorporación.



Foto 13.- Momento de la incorporación de la mostaza en floración. Obsérvese la parcela testigo (izquierda) con malas hierbas.



Foto 14.- Pase de la fresadora para la incorporación de la mostaza.

Para comprobar el efecto de los cultivos intercalares sobre el cultivo posterior, se realizó la siembra de papas en las parcelas objeto del ensayo después de la incorporación de las brassicas. Esta operación se realizó el 11 de agosto de 2013 y el 23 de julio de 2014, respectivamente con máquina sembradora, aproximadamente tres meses y medio después de la incorporación de la mostaza y el rábano y un mes y medio después de la incorporación de la col.

El cultivar de papa utilizado fue *Druid* (IPM) y las labores culturales se realizaron según las prácticas habituales de la zona. La parcela se recolectó con máquina cosechadora el 28 de enero de 2014 y el 14 de enero de 2015.



Foto 15.- Recolección del cultivo de papa en las parcelas del ensayo.



Foto 16.- Recolección y pesado de las producciones de las parcelas experimentales.

4.2.- Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron:

- **Peso fresco de las especies de crucífera.** Antes de realizar el picado y enterrado de las brassicas se registró el peso fresco por unidad de superficie de cada parcela experimental y especie de crucíferas, para ello se tomaron al azar 3 mediciones de 0,25 m² en cada parcela.

- **Análisis nematológico y químico del suelo.** Unos días antes de la recolección de papas se tomaron 15 submuestras por parcela experimental para la determinación del análisis nematológico y



químico. El análisis para la determinación del número de quistes/100 g de suelo se realizó mediante el método Fenwich en el Laboratorio del Servicio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias y el análisis químico se efectuó en el Laboratorio Agrario del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias.

- **Producción y calibre.** En el momento de la recolección se registró la producción de cada una de las unidades experimentales y se calibró aproximadamente el 10% de la producción de cada parcela. El calibrado se efectuó mediante una tabla calibradora en cuatro categorías (menor de 45 mm, entre 45 y 60 mm, entre 60 y 80 mm y mayor de 80 mm).

5.- RESULTADOS

5.1.- Peso fresco de las especies de crucífera

En la tabla 2 se detalla el peso fresco por metro cuadrado de cada especie de crucífera y para cada campaña.

Tabla 2.- Media del peso fresco por metro cuadrado (kg/m²) con su error estándar de cada uno de los tres especies de crucíferas para cada campaña.

	Campaña 2013-2014			Campaña 2014-2015		
	Mostaza	Rábano	Col	Mostaza	Rábano	Col
	Peso fresco (kg/m ²)			Peso fresco (kg/ m ²)		
Media ± E.S.	3,9 ± 0,6	5,0 ± 0,5	3,9 ± 0,6	3,2 ± 0,3	4,6 ± 1,1	3,7 ± 0,3

Igelmo en su ficha técnica sobre biofumigación indica que el mínimo de biomasa en peso fresco debe estar entre 4 y 8 kg/m² o 40-80 t/ha, a fin de garantizar que la técnica resulte eficaz, aunque señala que valores de 2,5-4 kg /m² presentan ya efectos positivos.

En nuestro estudio, los valores de peso fresco estuvieron entre 3 y 5 kg/m², lo que indicaría un valor aceptable. En ambas campañas, el rábano alcanzó los valores más altos.

5.2.- Análisis nematológico del suelo

En la siguiente tabla se expone el resultado del ANOVA y la separación de medias con respecto al número de quistes de *Globodera* sp./100 gramos de suelo.

Tabla 3.- Resultado del ANOVA del número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo por tratamiento y porcentaje de reducción con respecto al testigo en las dos campañas evaluadas.

	Número quistes de <i>Globodera</i> sp/100 g de suelo		Porcentaje de reducción con respecto al tratamiento testigo	
	Media ± E.S.			
	Campaña 2013-2014	Campaña 2014-2015	Campaña 2013-2014	Campaña 2014-2015
Mostaza	101,3 ± 18,1a	135,0 ± 40,5a	40,8%	32,2%
Rábano	130,0 ± 18,2a	128,6 ± 44,8a	24,1%	35,4%
Col	151,0 ± 34,9a	154,3 ± 35,9a	11,8%	22,4%
Testigo	171,3 ± 16,8a	199,0 ± 35,3a		
CV (%)	19,53	32,67		
p	0,0819	0,3894		

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Rango múltiple de Tukey (p<0.05). CV(%) = Coeficiente de variación. E.S. = error estándar.

En la tabla 3 se observa que no existieron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos con respecto al número de quistes de *Globodera* en las dos campañas estudiadas. Sin embargo, se observó en ambos años una reducción del número de quistes con las tres especies de crucíferas con respecto al tratamiento testigo.

En la campaña 2013-2014 se obtuvo un máximo de reducción del 40,8% en el número de quistes con la mostaza, mientras que en la campaña 2014-2015, fue el rábano el que tuvo un mejor resultado, con un 35,4%. La col tuvo resultados más discretos en ambas campañas.

5.3.- Análisis químico del suelo

Los resultados de los análisis químicos por tratamiento y campaña y su estudio estadístico se detallan en las tablas 4a y 4b para la campaña 2013-2014 y 5a y 5b para la campaña 2014-2015. De los resultados cabe destacar que no existieron diferencias significativas entre tratamientos para los distintos parámetros evaluados; aunque el porcentaje de materia orgánica en las parcelas biofumigadas con mostaza, rábano y col superó al tratamiento testigo en las dos campañas.

Tabla 4a.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento en la campaña 2013-2014.

Tratamiento	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	pH pasta saturada	C.E. (ms/cm)
	Media ± E.S.			
Mostaza	4,5 ± 0,20a	143 ± 5,8a	7,2 ± 0,03a	1,9 ± 0,3a
Rábano	4,6 ± 0,06a	136 ± 4,0a	7,3 ± 0,10a	1,6 ± 0,2a
Col	4,3 ± 0,20a	135 ± 1,3a	7,3 ± 0,10a	1,9 ± 0,4a
Testigo	4,0 ± 0,10a	141 ± 1,3a	7,4 ± 0,03a	1,4 ± 0,1a
CV (%)	5,22	4,54	1,66	33,7
p	0,0675	0,3967	0,6058	0,7120

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Rango múltiple de Tukey ($p < 0.05$). CV(%) = Coeficiente de variación. E.S. = error estándar.

Tabla 4b.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento en la campaña 2013-2014.

Tratamiento	Sodio (meq/100 g)	Potasio (meq/100 g)	Calcio (meq/100 g)	Magnesio (meq/100 g)
	Media ± E.S.			
Mostaza	8,5 ± 1,0a	16,3 ± 2,2a	19,9 ± 0,9a	2,7 ± 0,4a
Rábano	8,9 ± 0,9a	16,2 ± 1,3a	19,7 ± 0,9a	2,8 ± 0,3a
Col	8,5 ± 1,1a	14,9 ± 1,7a	20,0 ± 0,7a	3,0 ± 0,4a
Testigo	8,1 ± 0,9a	15,0 ± 1,9a	19,8 ± 1,9a	3,3 ± 0,1a
CV (%)	8,28	6,40	3,79	20,74
p	0,5549	0,2727	0,9707	0,6486

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Rango múltiple de Tukey ($p < 0.05$). CV(%) = Coeficiente de variación. E.S. = error estándar.

Tabla 5a.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento en la campaña 2014-2015.

Tratamiento	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	pH pasta saturada	C.E. (ms/cm)
	Media ± E.S.			
Mostaza	3,5 ± 0,7a	229 ± 18,7a	7,6 ± 0,10a	1,8 ± 0,10a
Rábano	4,2 ± 0,1a	219 ± 9,6a	7,5 ± 0,10a	1,6 ± 0,10a
Col	4,0 ± 0,1a	193 ± 4,8a	7,1 ± 0,30a	2,2 ± 0,50a
Testigo	3,2 ± 0,1a	205 ± 14,1a	7,4 ± 0,02a	1,8 ± 0,04a
CV (%)	15,38	8,50	2,98	24,99
p	0,2442	0,1800	0,1700	0,5909

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Rango múltiple de Tukey ($p < 0.05$). CV (%) = Coeficiente de variación. E.S. = error estándar.

Tabla 5b.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento en la campaña 2014-2015.

Tratamiento	Sodio (meq/100 g)	Potasio (meq/100 g)	Calcio (meq/100 g)	Magnesio (meq/100 g)
	Media ± E.S.			
Mostaza	7,1 ± 0,5a	14,7 ± 2,0a	14,7 ± 2,0a	2,6 ± 0,1a
Rábano	7,3 ± 0,6a	15,3 ± 1,4a	15,3 ± 1,4a	2,4 ± 0,1a
Col	7,6 ± 0,9a	16,8 ± 1,9a	17,3 ± 1,2a	2,5 ± 0,1a
Testigo	7,1 ± 0,6a	16,2 ± 1,3a	16,2 ± 1,3a	2,3 ± 0,1a
CV (%)	11,21	8,13	7,02	8,33
p	0,9005	0,2854	0,6899	0,4132

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Rango múltiple de Tukey ($p < 0.05$). CV(%) = Coeficiente de variación. E.S. = error estándar.

5.4.- Producción y calibre

En la tabla 6 se detalla el resultado del análisis de la varianza y la diferencia de medias de la variable producción para cada tratamiento en las dos campañas evaluadas.

Tabla 6.- Resultado del ANOVA y diferencia de medias de la producción (kg/ha) de cada uno de los tratamientos en las dos campañas evaluadas.

Tratamiento	Producción (kg/ha)	
	Media ± E.S.	
	Campaña 2013-2014	Campaña 2014-2015
Mostaza	27973 ± 1647,9a	23894 ± 3203,9a
Rábano	27174 ± 2272,3a	24539 ± 2511,4a
Col	25411 ± 2548,0a	24672 ± 948,9a
Testigo	24253 ± 2663,4a	23439 ± 742,7a
CV (%)	11,39	13,22
p	0,4718	0,9585

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Rango múltiple de Tukey ($p < 0.05$). CV(%) = Coeficiente de variación. E.S. = error estándar.

Se observa que no existieron diferencias significativas con respecto a la producción entre los tratamientos en las dos campañas evaluadas. Teniendo en cuenta eso, las producciones en las parcelas con las tres especies de crucíferas siempre fueron ligeramente superiores a las obtenidas en las parcelas donde no se realizó la biofumigación (testigo).

En la campaña 2013-2014 la máxima producción fue obtenida en las parcelas de biofumigación con mostaza seguida de las del rábano y las de la col. En la campaña 2014-2015, la máxima producción se obtuvo en las parcelas de biofumigación con la col, seguida de la del rábano y de la mostaza.

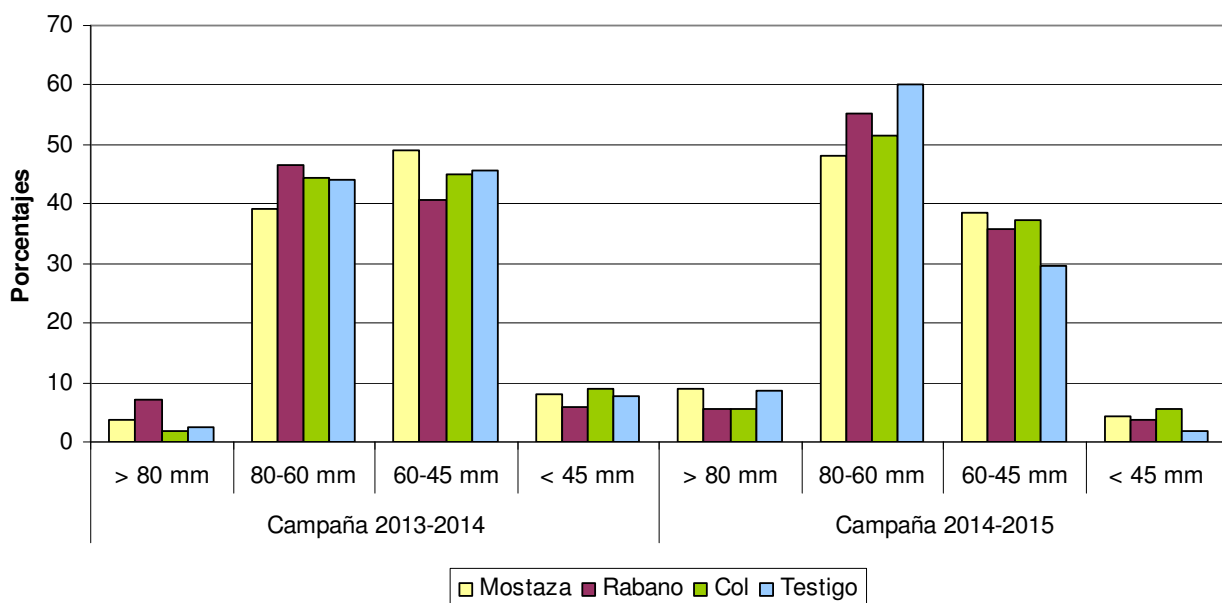
Tabla 5a.- Porcentaje de la producción por calibres de la producción por tratamiento. Campaña 2013-2014

Tratamiento	Porcentajes			
	> 80 mm	80-60 mm	60-45 mm	< 45 mm
Mostaza	3,8	39,1	49,0	8,1
Rábano	7,0	46,5	40,7	5,8
Col	1,9	44,3	45,0	8,8
Testigo	2,4	44,2	45,5	7,8

Tabla 5b.- Porcentaje de la producción por calibres de la producción por tratamiento. Campaña 2014-2015

Tratamiento	Porcentajes			
	> 80 mm	80-60 mm	60-45 mm	< 45 mm
Mostaza	8,9	48,2	38,6	4,3
Rábano	5,4	55,1	35,8	3,7
Col	5,7	51,4	37,4	5,5
Testigo	8,7	60,0	29,5	1,8

En las tablas 5a y 5b se presentan los resultados de la calibración de las papas. No se observaron grandes diferencias entre tratamientos. En la gráfica 1 también se presentan los datos agrupados. Únicamente cabe destacar que en el segundo año de seguimiento, los mayores porcentajes para el calibre entre 80 y 60 mm fueron obtenidos con el tratamiento testigo, mientras que para los calibres entre 60 y 45 mm los mayores porcentajes fueron obtenidos por los tratamientos con biofumigación.



Gráfica 1.- Porcentajes de la producción por calibres para cada tratamiento y campaña.

5.5.- Otras observaciones

En las parcelas correspondientes al tratamiento testigo se observó un elevado número de malas hierbas principalmente de cenizos (*Chenopodium album*) y ortigas (*Urtica dioica*). En cambio, en las parcelas de biofumigación y debido al rápido crecimiento de las crucíferas con respecto a las malas hierbas, se apreció que la presencia de malas hierbas fue muy baja. Por ello, se considera que el empleo de esta técnica podría contribuir a reducir el banco de semillas de malas hierbas.



Foto 17.- Aspecto de la comparativa entre las parcelas con crucíferas (con mayor desarrollo) y las parcelas testigo con malas hierbas.



Foto 18.- Aspecto de las parcelas testigo con abundante mala hierba con respecto a las parcelas con crucíferas.



Foto 19.- Comparativa de crecimiento entre rábano y ortiga y cenizo.



Foto 20.- Comparativa de crecimiento entre col y ortiga y cenizo.



Foto 21.- Comparativa de crecimiento entre mostaza y ortiga.

6.- CONCLUSIONES

- En las condiciones de este ensayo, el periodo entre la siembra y el picado y enterrado de la mostaza y rábano fue de 75 y 87 días en la campaña 2013-2014 y 2014-2015 respectivamente. En el caso de la col y para obtener pesos similares de materia fresca que la mostaza y el rábano fue necesario un periodo de 132 y 127 días para la campaña 2013-2014 y 2014-2015 respectivamente.
- En el número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo no existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos en las dos campañas estudiadas. Sin embargo, se produjo una reducción del número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo con las tres especies de crucíferas con respecto al tratamiento testigo que osciló entre el 11,8% de la col en la campaña 2013-2014 y el 40,8% de la mostaza en esa misma campaña.
- Con respecto a la producción no existen diferencias significativas entre los tratamientos en las dos campañas evaluadas. Sin embargo, las producciones por hectárea de los tratamientos con las tres especies de crucíferas fueron superiores a las obtenidas en las parcelas donde no se realizó la biofumigación (testigo). En la campaña 2013-2014 la mayor producción se obtuvo en las parcelas de biofumigación con mostaza seguida de las del rábano y las de la col. En la



campaña 2014-2015, la mayor producción se obtuvo en las parcelas de biofumigación con la col, seguida de la del rábano y de la mostaza.

- En las condiciones de este ensayo y con los resultados obtenidos respecto al tiempo transcurrido entre la siembra y la incorporación de las crucíferas, producción y calibre de las papas y número de quistes de *Globodera* sp/100 g de suelo, se considera que de las tres especies de crucíferas ensayadas, la mostaza y el rábano son buenas opciones para realizar una biofumigación.
- La biofumigación con crucíferas intercalada entre dos cultivos de papas en la zona de Vilaflor, mantiene e incluso mejora algunos parámetros químicos del suelo, reduce las poblaciones de nematodos, aumenta la producción y puede contribuir a reducir el banco de semillas de malas hierbas del suelo.

7.- AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife (CCBAT) por suministrar las semillas de la variedad local de col, a Manuel Fumero, propietario de la parcela objeto del ensayo por permitirnos realizar esta experiencia en su finca, a Jesús Francisco Noda Herrera y especialmente a José María Hernández González por la ayuda prestada en la ejecución de este trabajo. Al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias y al Laboratorio Agrario del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) por la realización de las analíticas. A nuestros compañeros Beatriz Cruz Crespo, Carlos Díaz González, Belarmino Santos Coello y Domingo Ríos Mesa por sus aportaciones para la realización de este ensayo.

8.- BIBLIOGRAFÍA

Angus, J.F., Gardner, P.A., Kirkegaard, J.A., Desmarchelier, J.M. 1994. Biofumigation: Isothiocyanates released from Brassica roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant and Soil* 162, 107-112.

Bello, A, López-Pérez, Díaz, L. Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo. CSIC. [en línea: <http://www.geoscopio.com/empresas/aecientificos/>].

Gimsing, A.L., Kirkegaard, J.A., Strobel B.W., Hansen, H.C.B. 2008. Fate of glucosinolates and their hidrolisis products in soil. *Proceedings of 3th Int. Biofumigation Symposium*. Camberra, Australia. 21-25 Jul., 13 p. In: Díez, M.A., López, J.A., Urbano, P., Bello A. 2011. *Biodesinfección de suelos y manejo agronómico*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 414 pp.

Igelmo, A. La biofumigación, método biológico de control de patógenos del suelo. Ficha técnica. Nº 11. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. [en línea: http://www20.gencat.cat/docs/DAR/AL_Alimentacio/AL01_PAE/08_Publicacions_material_referencia/Fitxers_estatics/FichaPAE11_Biofumigacion.pdf].

Kirkegaard, J.A., Angus J.F., Gardner, P.A., Cresswell H.P. 1993a. Benefits of brassica break crops in the Southeast wheatbelt. *Proc. 7th Aust. Agron. Cons.* Adelaide, 19-24 Sept., 282-287. In: Díez, M.A., López, J.A., Urbano, P., Bello A. 2011. *Biodesinfección de suelos y manejo agronómico*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 414 pp.

Kirkegaard, J.A., Garder J., Desmarchelier, J.M. 1993b. Biofumigation using Brassica species to control pest and diseases in horticulture and agriculture. In: N Wrather, RJ Mailles (Eds). *Proc. 9th Australina Research Assembly on Brassicas (Wagga Wagga)* 77-82. In: Díez, M.A., López, J.A., Urbano, P., Bello A. 2011. *Biodesinfección de suelos y manejo agronómico*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 414 pp.



- Kirkegaard, J.A., Sarwar, M. 1998. Biofumigation potential of Brassicas. I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown Brassicas. *Plant and Soil* 201, 71-89.
- LaMondia, J.A. 2006. Management of lesion nematodes and potato early dying with rotation crop. *J. Nematol.* 38, 442-448.
- Lazzeri, L., Leoni, O., Manici, L.M. 2004. Biocidal plant dried pellets for biofumigation. *Industrial Crops and Products* 20, 59-65. In: Díez, M.A., López, J.A., Urbano, P., Bello A. 2011. Biodesinfección de suelos y manejo agronómico. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 414 pp.
- Lazzeri, L., Manici, L.M. 2000. The glucosinolate-myrosinase system : A natural and practical tool for biofumigation. *Acta Hortic.* 532, 89-95.
- López, J., de Aymerich, B., González, S. 2001. Manejo de poblaciones de *Heterodera schachtii* en remolacha azucarera en Castilla, basada en rotaciones y cultivos intercalares. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* Vol. 16(3).
- Lord, J.S., Lazzeri, L., Atkinson, H.J. Urwin, P.E. 2011. Biofumigation for control of pale potato cyst nematodes: activity of Brassica leaf extracts and green manures on *Globodera pallida* in vitro and in soil. *J. Agr. Food Chem.* 59, 7882-7890.
- Matthieseb J.N., Kirkegaard J.A. 1993. Biofumigation, a new concept for "clean and green" pest and disease control. *Wester Australian Potato Grower* October, 11-15. In: Díez, M.A., López, J.A., Urbano, P., Bello A. 2011. Biodesinfección de suelos y manejo agronómico. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 414 pp.
- Martínez V., Ros C., Guerrero M.M., Lacasa C.M., Fernández P., Beltrán C., Cano A., Lacasa A. 2010. Uso de brasicas verdes y pellets de *Brassica carinata* para la desinfección de suelos de pimiento. Cuaderno de resúmenes del IX Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 159 pp.
- Thoden, T., Hallmann, J., Boppré, M. 2009. Effects of plants containing pyrrolizidine alkaloids on the northern root-knot nematode *Meloidogyne hapla*. *Eur. J. Plant Pathol.* 123, 27-36.
- Valdés, Y., Viaene, N., Perry, R.N., Moens, M. 2011. Effect of the green manures *Sinapis alba*, *Brassica napus* and *Raphanus sativus* on hatching of *Globodera rostochiensis*. *Nematology* 13, 965-975.

Oficinas de Extensión Agraria y Desarrollo Rural

Oficina	Dirección	Teléfono	e-mail
Ud. Central S/C de Tenerife	C/ Alcalde Mandillo Tejera, 8.	922 239 275	servicioagr@tenerife.es
La Laguna	Plaza del Adelantado, 11 Ed. Apartamentos Nivaria	922 257 153	aeall@tenerife.es
Tejina	C/ Palermo, 2.	922 546 311	aeate@tenerife.es
Tacoronte	Ctra. Tacoronte-Tejina, 15	922 573 310	aeata@tenerife.es
La Orotava	Plaza de la Constitución, 4.	922 440 009	aealao@tenerife.es
Icod de los Vinos	C/ Key Muñoz, 5	922 815 700	aeaicod@tenerife.es
S.J. de la Rambla	Avda. 19 de marzo, San José	922 360 721	aeaicod@tenerife.es
El Tanque	C/ Pedro Pérez González s/n.	922 136 318	aeaicod@tenerife.es
Buenvista del Norte	C/ El Horno, 1.	922 129 000	aeabu@tenerife.es
Guía de Isora	Avda. de la Constitución s/n.	922 850 877	aeagi@tenerife.es
Valle San Lorenzo	Ctra. General, 122.	922 767 001	aeavsl@tenerife.es
Granadilla de Abona	San Antonio, 13.	922 774 400	aeagr@tenerife.es
Vilaflor	Avda. Hermano Pedro, 22.	922 709 097	aeagr@tenerife.es
Arico	C/ Benítez de Lugo, 1.	922 161 390	aeaar@tenerife.es
Fasnia	Ctra. Los Roques, 21.	922 530 058	aeaf@tenerife.es
Güímar	Plaza del Ayuntamiento, 8.	922 514 500	aeaguimar@tenerife.es
C.C.B.A.T.	C/Retama 2, Puerto de la Cruz Jardín Botánico	922 573 110	ccbiodiversidad@tenerife.es

Síguenos en:

www.agrocabildo.com

