



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN CON CRUCÍFERAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN TENERIFE

**Santiago Perera, Luisa Trujillo, Beatriz Cruz, Belarmino Santos,
Carlos Díaz, Carlos Rodríguez, Catalina Tascón, Domingo Rios**



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA BIOFUMIGACIÓN CON CRUCÍFERAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN TENERIFE

1.- RESUMEN

El cultivo de la papa en la isla de Tenerife tiene una gran importancia cultural, siendo la papa uno de los alimentos emblemáticos de las Islas Canarias y uno de los cultivos que han definido los agrosistemas 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 crucíferas sobre la producción y calibre y sobre la composición química del suelo y el número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo en un cultivo de papa del sur de la isla. Los tratamientos fueron biofumigación con mostaza (*Sinapis alba* variedad Accent), con rábano (*Raphanus sativus* variedad Coronel), con col (*Brassica oleracea* variedad local CBT01170) y testigo (sin biofumigación). La producción más elevada fue obtenida en las parcelas tratadas con biofumigación con mostaza, seguida de las del rábano, de las de la col y por último las parcelas testigo, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos. El menor número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo fue obtenido en las parcelas tratadas con biofumigación con mostaza con una reducción del 48% con respecto al testigo, seguida de las del Rábano con un 24,1%, de las de la col con un 11,8% y por último las parcelas testigo, no existiendo diferencias significativas entre los 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 (A. 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 (Igelmo, 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. oleifera 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. Este estudio se realizará durante dos años consecutivos. En este informe se presentan los resultados del primer año.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.- Ubicación del ensayo y tratamientos

El ensayo se realizó en una parcela situada en el municipio de Vilaflor 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 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 fueron los que seguidamente se exponen en la siguiente tabla.

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

TRATAMIENTOS	Densidad de siembra (kg/ha)
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	15
Rábano variedad (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	25
Col (<i>Brassica oleracea</i> variedad local CBT01170)	15
Testigo	-

El día 05 de abril de 2013 se realizaron 5 mediciones al azar en cada parcela experimental del número de plantas empleando un marco de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m). En la siguiente tabla se detalla el número de plantas/m² por bloque y medias de cada tratamiento.

Tabla 2.- Número de plantas por metro cuadrado por bloque y media de cada especie de crucíferas

	Mostaza var. Accent	Rábano var. Coronel	Col variedad local CBT01170
	plantas/m²	plantas/m²	plantas/m²
Bloque 1	124	81,6	67,2
Bloque 2	83,2	56	46,4
Bloque 3	118,4	38,4	44
Media ± E.S.	108,6 ± 18,0	58,6 ± 17,7	52,5 ± 10,4



Foto 6.- Conteo de número de plantas/m² con marco de 0.25 m² (0.5*0.5 m).



Foto 7.- Comparativo de crecimiento entre rábano y ortiga y cenizo.



Foto 8.- Comparativo de crecimiento entre mostaza y ortiga.



Foto 9.- Comparativa de crecimiento entre col y ortiga y cenizo.

Antes de realizar el picado y enterrado de cada especie de crucíferas se registró el peso fresco de cada parcela experimental, para ello se tomaron 3 mediciones de 0,25 m² en cada parcela y se registró su peso. En la tabla 3 se detalla el peso fresco por metro cuadrado de cada bloque y medias de cada tratamiento.

Tabla 3.- Peso fresco (kg) por metro cuadrado por bloque y media de cada uno de los tres especies de crucíferas.

	Mostaza var. Accent	Rábano var. Coronel	Col variedad local CBT01170
	Peso fresco (kg/ m²)	Peso fresco (kg/ m²)	Peso fresco (kg/ m²)
Bloque 1	4,6	5,2	3,4
Bloque 2	4,0	4,2	4,8
Bloque 3	3,1	5,5	3,4
Media ± E.S.	3,9 ± 0,6	5,0 ± 0,5	3,9 ± 0,6

Para obtener el peso seco se tomó una submuestras compuesta por algunas plantas de cada parcela experimental (parte aérea y radicular) y se introdujeron en una estufa a 70°C hasta peso constante. En la siguiente tabla se exponen los porcentajes de materia seca de cada bloque y medias de cada tratamiento.

Tabla 4.- Porcentaje de materia seca por bloque y media de cada uno de los tres especies de crucíferas.

	Mostaza var. Accent	Rábano var. Coronel	Col variedad local CBT01170
	% materia seca	% materia seca	% materia seca
Bloque 1	22,46	13,76	26,18
Bloque 2	22,36	14,91	27,53
Bloque 3	20,28	11,80	27,46
Media ± E.S.	21,70 ± 1,0	13,49 ± 1,3	27,06 ± 0,6

En la tabla 5 se detalla el peso seco por metro cuadrado de cada una de las parcelas experimentales.

Tabla 5.- Peso seco (kg) por metro cuadrado de cada uno de los tres especies de crucíferas.

Mostaza var. Accent	Rábano var. Coronel	Col variedad local CBT01170
Peso seco (kg/ m²)	Peso seco (kg/ m²)	Peso seco (kg/ m²)
0,84	0,67	1,07

Como se puede observar el peso seco más alto fue el de la col 1,07 kg/ m² seguido de la mostaza con 0,84 kg/ m² y por último el rábano con 0,67 kg/ m².

El picado y enterrado de la mostaza y rábano se realizó el 29 de abril de 2013, 75 días después de la siembra y cuando se observó que existía al menos un 50% de plantas con flores abiertas. En el caso de la col el crecimiento fue más lento y al ser un cultivo bianual, sin floración el primer año, se esperó casi dos meses más, hasta el 26 de junio de 2013, es decir, 132 días tras la siembra para obtener una materia fresca similar a la de la mostaza y el 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 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 glucosinatos (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, J., 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 conseguir las condiciones de anaerobiosis necesarias para que los gases de la descomposición de la materia fresca actúen en el suelo.



Foto 10.- Floración de la mostaza (*Sinapis alba* variedad Accent).



Foto 11.- Vista general de una parcela con mostaza en Vilaflor.



Foto 12.- Floración del rábano (*Raphanus sativus* variedad Coronel).



Foto 13.- Vista general de la parcela con rábano al frente y mostaza al fondo.



Foto 14.- Vista general de la parcela momentos antes de la incorporación de la mostaza y el rábano.



Foto 15.- Aspecto de dos parcelas en floración en el momento de la incorporación.



Foto 16.- Momento de la incorporación de la mostaza en floración. Obsérvese la parcela testigo (izquierda) con plantas adventicias (ortiga).



Foto 17.- Pase de la fresadora para la incorporación de la mostaza.



Foto 18.- Mostaza recién introducida en la estufa para su secado y determinación del porcentaje de la materia seca.

La siembra de papas en la parcela objeto del ensayo se realizó el 11 de agosto de 2013 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. La variedad fue *Druid* 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.



Foto 19.- Recolección del cultivo de papa en las parcelas del ensayo.



Foto 20.- Pesado de la producción de las parcelas.

4.2.- Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron:

- **Análisis nematológico y químico.** Unos días antes de la recolección 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 parcelas experimentales y se calibró aproximadamente el 10% de la producción de cada parcela. El calibrado se efectuó mediante una tabla calibradora en cuatro calibres (menor de 45 mm, entre 45 y 60 mm, entre 60 y 80 mm y mayor de 80 mm).

5.- RESULTADOS

5.1.- Análisis nematológico (número de quistes/100 g de 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 6.- Resultado del ANOVA y separación de medias del número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo por tratamiento.

Tratamiento	Número de quistes de <i>Globodera</i> sp./100 g de suelo Media ± E.S.	Porcentaje de reducción con respecto al tratamiento testigo
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	101,33±18,1a	40,8%
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	130,00±18,2a	24,1%
Col (<i>Brassica oleracea</i> CBT01170)	151,00±34,9a	11,8%
Testigo	171,33±16,8a	
CV (%)	19,53	
p	0,0819	

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 6 se observa que con la mostaza se produjo un porcentaje de reducción en el número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo del 40,8% con respecto al testigo, mientras que con el rábano y la col, la reducción fue del 24,1% y 11,8% respectivamente. Asimismo no existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos con respecto al número de quistes de *Globodera* sp./100 g de suelo.

5.2.- Análisis químico

Las medias y los resultados del ANOVA y separación de medias de los distintos parámetros del análisis químico de suelo para cada tratamiento se exponen en las tablas 7a, 7b y 7c.

Tabla 7a.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento.

Tratamiento	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	Sodio (meq/100 g)
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	4,53±0,18a	142,67±5,8a	8,53±1,05a
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	4,57±0,06a	136,00±4,0a	8,93±0,87a
Col (<i>Brassica oleracea</i> CBT01170)	4,27±0,21a	134,67±1,3a	8,47±1,06a
Testigo	4,00±0,10a	141,33±1,3a	8,07±0,98a
CV (%)	5,22	4,54	8,28
p	0,0675	0,3967	0,5549

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 7b.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento.

Tratamiento	Potasio (meq/100 g)	Calcio (meq/100 g)	Magnesio (meq/100 g)
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	16,30±2,2a	19,87±0,90a	2,67±0,44a
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	16,17±1,3a	19,73±0,88a	2,83±0,32a
Col (<i>Brassica oleracea</i> CBT01170)	14,93±1,7a	20,00±0,66a	2,97±0,39a
Testigo	14,97±1,9a	19,77±1,9a	3,30±0,10a
CV (%)	6,40	3,79	20,74
p	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 7c.- Resultado del ANOVA y separación de medias del análisis químico por tratamiento.

Tratamiento	pH pasta saturada	C.E. (ms/cm)
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	7,23±0,03a	1,93±0,35a
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	7,27±0,12a	1,59±0,17a
Col (<i>Brassica oleracea</i> CBT01170)	7,30±0,1a	1,87±0,40a
Testigo	7,37±0,03a	1,44±0,15a
CV (%)	1,66	33,7
p	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.

De los resultados cabe destacar que como se esperaba el porcentaje de la materia orgánica de la mostaza, rábano y col supera al tratamiento testigo. No existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos para ninguno de los parámetros analizados.

5.3.- Producción y calibre

En la tabla 8 se detallan el resultado del análisis de la varianza y la diferencia de medias con respecto a la producción en cada tratamiento.

Tabla 8.- Resultado del ANOVA y diferencia de medias de la producción (kg) por parcela experimental de cada uno de los tratamientos.

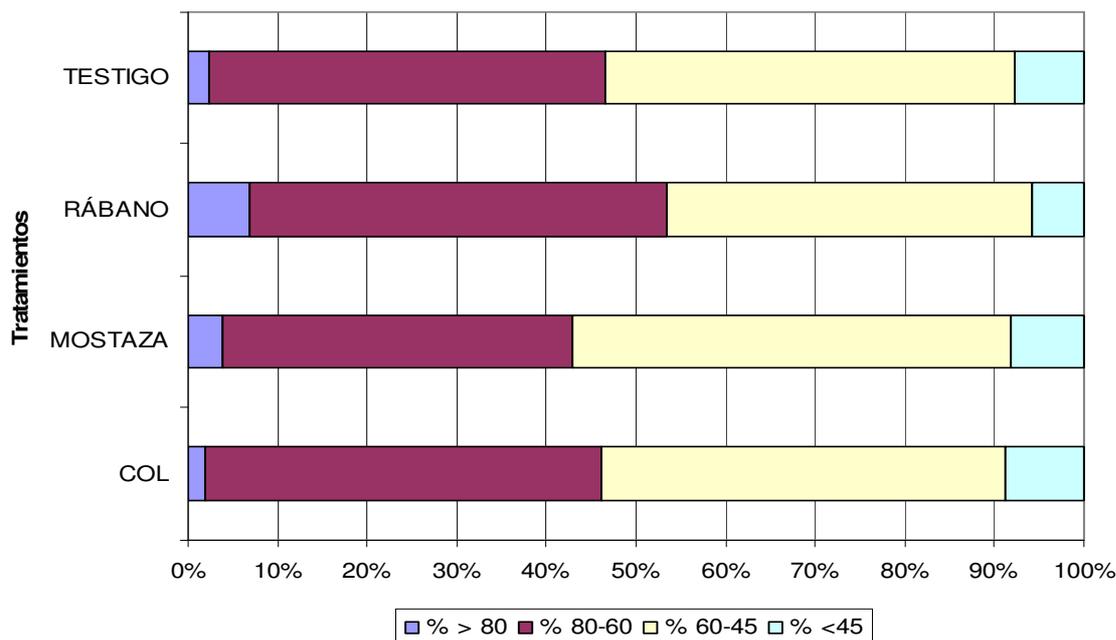
Tratamiento	Producción (kg/parcela) Media ± E.S.
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	156,65±9,2a
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	152,17±12,7a
Col (<i>Brassica oleracea</i> CBT01170)	142,3±14,3a
Testigo	135,82±14,9a
CV (%)	11,39
p	0,4719

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.

La producción más elevada fue obtenida en las parcelas con la incorporación de mostaza con una media de 156,65 kg/parcela seguida de las del rábano y las de la col. Las parcelas testigo en la que no hubo incorporación de materia fresca fueron las que menos producción obtuvieron con una media de 135,82 kg/parcela, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos. En la tabla 9 y gráfica 1 se exponen los resultados de los porcentajes por calibres de la producción de cada uno de los tratamientos.

Tabla 9.- Porcentaje de la producción por calibres de la producción por tratamiento.

Tratamiento	Porcentajes			
	> 80 mm	80-60 mm	60-45 mm	< 45 mm
Mostaza (<i>Sinapis alba</i> variedad Accent)	3,8	39,1	49,0	8,1
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> variedad Coronel)	7,0	46,5	40,7	5,8
Col (<i>Brassica oleracea</i> CBT01170)	1,9	44,3	45,0	8,8
Testigo	2,4	44,2	45,5	7,8



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

Los mayores porcentajes correspondientes a los calibres superiores a 60 mm fueron obtenidos con la biofumigación con rábano seguidas del tratamiento testigo y la biofumigación con col y por último el tratamiento con mostaza.

6.- CONCLUSIONES

- El periodo desde la siembra a la incorporación fue de 75 días para la mostaza y el rábano, mientras que para la col fueron necesarios 132 días para incorporar similar peso fresco que en el caso de las otras dos especies de crucíferas.
- La producción más elevada de los tratamientos fue obtenida en las parcelas tratadas con biofumigación con mostaza, seguida de las del rábano, de las de la col y por último las parcelas testigo, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos.
- El menor valor de número de quistes de *Globodera* sp/100 gr de suelo fue obtenido en las parcelas tratadas con biofumigación con mostaza, seguida de las del rábano, de las de la col y por último las parcelas testigo, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos.
- En las condiciones de este ensayo y con los resultados obtenidos respecto a tiempo entre la siembra y picado y enterrado, peso seco, producción y calibre y número de quistes de *Globodera* sp/100 g de suelo, se considera que de las tres especies de crucíferas, la mostaza es la mejor opción para realizar una biofumigación.

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, al 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.

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 Prodcuts* 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.
- 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.



SERVICIO TÉCNICO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
Área de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas

Oficinas de Extensión Agraria y Desarrollo Rural

Oficina	Dirección	Teléfono	E-mail
S/C de Tenerife	Alcalde Mandillo Tejera, 8	922 239 931	servicioagr@tenerife.es
La Laguna	Plaza del Adelantado, 11 Aptos Hotel Nivaria-Bajo	922 257 153	agextagrlaguna@tenerife.es
Tejina	Palermo, 2	922 546 311	agextagrtejina@tenerife.es
Tacoronte	Ctra.Tacoronte-Tejina, 15	922 573 310	agextagrtacoronte@tenerife.es
La Orotava	Plz. de la Constitución, 4	922 328 009	agextagrorotava@tenerife.es
Icod	Key Muñoz, 5	922 815 700	agextagricod@tenerife.es
S.J. de la Rambla	Avda. 19 de marzo, San José	922 360 721	agextagricod@tenerife.es
El Tanque	Pedro Pérez González, s/n	922 136 318	agextagricod@tenerife.es
Buenavista	El Horno, 1	922 129 000	agextagrbuenavista@tenerife.es
Guía de Isora	Avda.Constitución s/n	922 850 877	agextagrguiaisora@tenerife.es
V.San Lorenzo	Ctra. General, 122	922 767 001	agextagrvslorenzo@tenerife.es
Granadilla	San Antonio, 13	922 774 400	agextagrgranadilla@tenerife.es
Vilafior	Avda. Hermano Pedro, 22	922 709 097	agextagrgranadilla@tenerife.es
Arico	Benítez de Lugo, 1	922 161 390	agextagrarico@tenerife.es
Fasnia	Ctra. Los Roques, 21	922 530 900	agextagrfasnia@tenerife.es
Güímar	Plaza del Ayuntamiento, 8	922 514 500	agextagrguimar@tenerife.es
C.C.B.A.T.	Ctra.Tacoronte-Tejina, 20A	922 573 110	ccbiodiversidad@tenerife.es

Síguenos en:

www.agrocabildo.com

