

# Evaluación del uso de residuos agrícolas como biofumigantes en el control de nematodos

## Evaluation of use agricultures residues how biofumigants in the nematodes control

Marbelis Figueredo Rodríguez<sup>1</sup>, Antonio Bello Pérez<sup>2</sup>, Ana Piedra Buena<sup>2</sup>, Miguel Ángel Díez Rojo<sup>2</sup>

(1) Centro Universitario "José Martí Pérez". Sancti Spíritus. Cuba. Telef. 328230

(2) Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid. España.

E-mail: : [marbelisfr@yahoo.com](mailto:marbelisfr@yahoo.com)

---

**RESUMEN.** Residuos agrarios fueron evaluados en condiciones de laboratorio para probar su efecto sobre los nematodos del suelo. El experimento se llevó a cabo en condiciones de laboratorio en el Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid España. Los residuos utilizados en el experimento fueron cascarilla de arroz, paja de caña y pulpa de café, los cuales se probaron solos así como en combinación con otros residuos de origen animal, vegetal e industrial. Los resultados obtenidos mostraron que los residuos agrarios analizados como biofumigantes, manifiestan ser efectivos en el control de nematodos fitopatógenos, alcanzándose en la mayoría de los tratamientos evaluados el 100% de mortalidad de nematodos, también se manifestó un incremento de los nematodos saprófagos y de organismos descomponedores de la materia orgánica como son los enquitreidos.

**Palabras clave:** Biofumigantes, nematodos, residuos agrarios.

**ABSTRACT.** Agricultures residues were evaluated under laboratory conditions to prove their effect on soil nematodes. The experiment was carried out in the Center of Environmental Sciences of the Superior Council of Scientific Investigations (CSIC) in Madrid Spain. The residues used in the experiment were rice husk, cane straw and pulp of coffee, which were proven alone as well as in combination with other residuals of animal origin, vegetable and industrial. The obtained results showed that the agrarian residues analyzed as biofumigants, manifest to be effective in the control of phytopathogens nematodes, being reached in most of the evaluated treatments 100% of nematodes mortality, it also showed an increment of the saprophagous nematodes and of organisms descomposers of the organic matter as they are the enchitreides.

**Key words:** Biofumigants, nematodes, agricultures residues.

---

## INTRODUCCIÓN

Cada año se incrementan más las dosis de agroquímicos que en general hay que utilizar en la agricultura. A nivel mundial, con el paso de los años aparecen mayores cantidades de suelos degradados por lo que para lograr mayores rendimientos se necesitan aplicar mayores dosis de fertilizantes y un efectivo control fitosanitario estricto para poder mantener los volúmenes de producción. Esto trae consigo la aplicación de mayores dosis de plaguicidas las que se incrementan con los años por la creación de resistencia a los productos aplicados, lo que desencadena una dependencia de agroquímicos e incremento de la contaminación ambiental.

A nivel mundial se generan grandes toneladas de residuos agrícolas que son desechados y actúan como foco de contaminación ambiental; en muy pocos lugares se les da un uso productivo y se le atribuye un valor añadido. Estos residuos agrarios generalmente se desechan constituyendo un foco de contaminación ambiental. De acuerdo a lo planteado por Lal (1995) la cantidad de residuos producidos es estimada en 2562 millones Mg para los cereales, 238 millones para las leguminosas y 162 millones para las oleaginosas, con un total mundial de 2962 millones Mg por año. Smil (1981, citado por Lal, 1995) estimó que el total de residuos de cultivos producidos

en el mundo fue 2355 millones Mg por año. 47% de los cuales producidos en países desarrollados y 53 % en países en vías de desarrollo.

Existen varias alternativas mediante las cuales se les podría dar un valor añadido a los residuos agrarios convirtiéndolos en subproductos y de esta forma evitar la contaminación ambiental generada por el manejo inadecuado que se les da a los mismos, dentro de estas alternativas consideramos que puede ser viable y al alcance de los productores, la biofumigación, la cual se basa de acuerdo a lo planteado por Bello et al (2000) en la acción fumigante de las sustancias volátiles procedentes de la biodescomposición de la materia orgánica y de los residuos agroindustriales en el control de los patógenos de los vegetales.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de los residuos agrarios usados como biofumigantes en las poblaciones de nematodos y enquitreidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en condiciones de laboratorio, en el Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Madrid en España. Los residuos utilizados en el experimento se probaron solos así como en combinación con otros residuos de origen animal, vegetal e industrial conformando diferentes tratamientos (tabla 1).

Se utilizaron muestras de suelo provenientes del Perelló (Valencia) infestadas por nematodos del género *Meloidogyne*. A las muestras de suelo se le determinó el nivel de infestación realizando una extracción de nematodos por el método de centrifugación con azúcar (Nombela y Bello, 1983) y observando lo extraído con un microscopio marca Zeiss, modelo Stemi 2000-C, 6,5-50 x. Se estableció la cantidad de juveniles de segundo estadío (J2) de *Meloidogyne* presentes en la muestra y se procedió a la biofumigación en el

**Tabla 1. Tratamientos usados en la biofumigación.**

TRATAMIENTOS	
1	Cascarilla de Arroz 5g
2	Cascarilla de Arroz 5g + Vinaza de Remolacha 3 cm <sup>3</sup>
3	Cascarilla de Arroz 5g + Vinaza de Remolacha 5 cm <sup>3</sup>
4	Cascarilla de Arroz 5g + Tabaco 5g
5	Cascarilla de Arroz 5g + Pulpa de Café 2,5g
6	Cascarilla de Arroz 5g + Gallinaza 2,5g
7	Paja de Caña 5g + Tabaco 5g
8	Paja de Caña 5g + Pulpa de Café 2,5g
9	Pulpa de Café 2,5g
10	Gallinaza 2,5g
11	Testigo

laboratorio, para ello se colocaron muestras de 500 g del suelo infestado con *Meloidogyne* en bolsas de plástico de polietileno transparente, con cuatro repeticiones por cada tratamiento que se realizó, incluido el testigo, se añadió el tratamiento a probar como biofumigante así como agua con una pipeta graduada, hasta capacidad de campo, homogeneizando la muestra. Las bolsas así preparadas se cerraron y mantuvieron en cámara a temperatura controlada de 30°C, sin luz, durante 20-30 días.

Para el estudio del efecto de la biofumigación sobre las poblaciones de nematodos, después de finalizado

el tratamiento se tomaron 100 cc de cada muestra y se realizó la extracción de los nematodos mediante el método de centrifugación con azúcar (Nombela y Bello, 1983). Posteriormente se realizó un conteo bajo el microscopio estereoscópico, determinando el número de juveniles de *Meloidogyne* vivos y muertos, así como el de otros grupos de nematodos de importancia (Rhabdítidos y Doryláimidos) y de organismos de interés, como los Enquitreidos. De esta manera no sólo se evalúa el efecto de la biofumigación sobre los nematodos fitoparásitos, sino también sobre grupos que pueden ser beneficiosos, por su función en la degradación de la materia

orgánica o como depredadores de los nematodos fitoparásitos.

Para determinar el efecto que tienen los materiales biofumigantes utilizados sobre las plantas de un cultivo luego de aplicar un tratamiento de biofumigación, se toma una fracción de suelo de 250 g de cada muestra y se coloca en una maceta identificada con el tratamiento y la repetición correspondiente. Posteriormente en cada maceta se trasplanta una planta de tomate cv. Marmande, sensible a *Meloidogyne incognita*, de 15 días de edad y con dos hojas verdaderas. Las macetas se llevan a cámara de crecimiento a 25 (+ 1) °C, con un régimen de 16 horas de luz durante 30 días para permitir que se complete un ciclo de desarrollo del nematodo. Transcurrido este período, las plantas son evaluadas a través de la determinación del índice de nodulación, según el índice visual de Bridge y Page (1980).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, en los casos donde se obtuvieron diferencias significativas se procedió a la Prueba de DMS, se utilizó un nivel de confianza del 95%. El programa estadístico utilizado fue el SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra el efecto que tuvo la biofumigación sobre los nematodos del suelo, tanto de las especies fitopatógenas como de las formas libres, así como sobre los enquitreidos, los cuales son oligoquetos que son de gran interés en la transformación de los restos orgánicos en el suelo. Se puede observar que todos los tratamientos mostraron desde el punto estadístico diferencias significativas con el testigo en cuanto al número de juveniles vivos de meloidogyne (J2: fase infestiva del nematodo); de igual manera en los juveniles muertos se muestran diferencias significativas con el testigo excepto en un tratamiento, las mayores poblaciones de individuos vivos se mostraron en el testigo. Con respecto a las poblaciones de Rhabdítidos el testigo mostró diferencias significativas con los tratamientos 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11; no mostrando diferencias significativas con los tratamientos 2, 3 y 4.

En las poblaciones de doryláimidos el testigo mostró diferencias significativas con los tratamientos 5, 6, 7, 8, 9 y 10, no mostrando diferencias significativas con los tratamientos 2, 3, 4 y 11.

Tabla 2. Efecto de la biofumigación sobre los nematodos y enquitreidos.

	TRATAMIENTOS	Mel. J2V	Mel. J2M	Rhad.	Doryl.	Enquit.
1	Testigo	7,50 a	0,00 a	11,50 a	0,5 ab	8,50 a
2	Cascarilla arroz (5g)	0,00 c	11,50 dc	41,50 da	1,5 abc	31,00 ab
3	Cascarilla arroz (5g) + Vinaza Remolacha 3 cm <sup>3</sup>	0,00 c	11,00 dcb	14,50 a	0,0 a	12,50 a
4	Cascarilla arroz (5g) + Vinaza Remolacha 5 cm <sup>3</sup>	0,00 c	13,50 d	11,00 a	0,0 a	0,00 a
5	Cascarilla arroz (5g) + tabaco (5g)	1,00 c	7,00 cb	132,00 bc	7,5 cde	73,00 cd
6	Cascarilla arroz (5g) + gallinaza (2.5g)	2,00 bc	10,50 dcb	173,50 eb	21 g	91,00 d
7	Cascarilla arroz (5g) + pulpa de café (2.5g)	0,00 c	5,50 ba	126,50 bc	16,5 gf	89,50 d
8	Paja de caña (5g) + tabaco (5g)	0,00 c	10,00 dcb	180,00 eb	13,5 fe	78,00 cd
9	Paja de caña (5g) + pulpa de café (2.5g)	4,00 b	9,00 dcb	188,50 e	16 gf	81,50 d
10	Pulpa de café (2.5g)	1,50 bc	7,50 cb	112,50 c	8 ed	52,50 bcd
11	Gallinaza (2.5g)	0,00 c	11,00 dcb	90,00 cd	6,5 bcd	39,50 abc

Respecto a las poblaciones de enquitreidos el testigo mostró diferencias significativas con los tratamientos 5, 6, 7, 8, 9 y 10, no mostrando diferencias con el resto de los tratamientos.

Al analizar en nuestro estudio el efecto de los materiales utilizados como biofumigantes obtuvimos que se redujeron las poblaciones de juveniles del nematodo *Meloidogyne incognita* en todos los

tratamientos analizados, mostrándose en la mayoría de ellos una mortalidad de juveniles del 100% al compararlo con el testigo (tabla 3). En el caso del tratamiento 9 fue el que más bajo porcentaje de mortalidad presentó de todos los tratamientos que mostró un valor de 69.2%.

**Tabla 3. Porcentaje de mortalidad de J2 de *Meloidogyne incognita*.**

No	TRATAMIENTO	% de Mortalidad
1	Testigo	0
2	Cascarilla arroz 5g	100
3	Cascarilla arroz 5g + Vinaza Remolacha 3 cm <sup>3</sup>	100
4	Cascarilla arroz 5g + Vinaza Remolacha 5 cm <sup>3</sup>	100
5	Cascarilla arroz 5g + Tabaco 5g	87,5
6	Cascarilla arroz 5g + Gallinaza 2.5g	84
7	Cascarilla arroz 5g + Pulpa Café 2.5g	100
8	Paja Caña 5g + Tabaco 5g	100
9	Paja Caña 5g + Pulpa Café 2.5g	69,2
10	Pulpa Café 2.5g	83,3
11	Gallinaza 2.5g	100

Con respecto a las poblaciones de rhabdítidos, las mismas se incrementaron en todos los tratamientos evaluados al compararlo con el testigo, los tratamientos que mostraron las mayores poblaciones fueron: cascarilla de arroz 5g + tabaco 5g, cascarilla de arroz 5g+ gallinaza 2.5g, cascarilla de arroz 5g + pulpa de café 2.5g, paja de caña 5g + tabaco 5g, paja de caña 5g + pulpa de café 2.5g, pulpa de café 2.5g y gallinaza 2.5g. De igual manera las poblaciones de doryláimidos también manifestaron incrementos al compararlas con el testigo.

En el caso de las poblaciones de enquitreidos también se manifiesta un incremento en todos los tratamientos comparado con el testigo.

Los anteriores resultados corroboran lo planteado por Bello et al (1997); Riegel y Noe

(2000) que manifiestan el efecto selectivo de la biofumigación, favoreciendo a los antagonistas y disminuyendo el nivel de patógenos del suelo.

De igual manera, Díaz Viruliche (2000) encontró que al aplicar al suelo residuos agroindustriales se reducían considerablemente las poblaciones de nematodos de especies fitopatógenas y se incrementaban los nematodos de formas libres en el suelo como es el caso de los rhabdítidos y doryláimidos.

Al determinar el efecto de la biofumigación sobre el índice de nodulación en plantas de tomate cv Marmande susceptibles a *Meloidogyne incognita*, los resultados de este análisis mostraron (tabla 4) que el testigo presentó diferencias significativas con todos los tratamientos evaluados.

**Tabla 4. Índices de Nodulación en raíces de tomate cv Marmande**

No.	TRATAMIENTOS	Valor Promedio
1	Testigo	4 d
2	Cascarilla de arroz (5g)	2,5 c
3	Cascarilla de arroz (5g) + Vinaza de remolacha 3 cm <sup>3</sup>	0, a
4	Cascarilla de arroz (5g) + Vinaza de remolacha 5 cm <sup>3</sup>	0, a
5	Cascarilla de arroz (5g) + tabaco (5g)	1 ab
6	Cascarilla de arroz (5g) + gallinaza (2,5g)	1 ab
7	Cascarilla de arroz (5g) + pulpa de café (2,5g)	1 ab
8	Paja de caña (5g) + tabaco (5g)	1,75 bc
9	Paja de caña (5g) + pulpa de café (2,5g)	0,75 ab
10	Pulpa de café (2,5g)	1,5 bc
11	Gallinaza (2,5g)	1,5 bc

Se puede apreciar (tabla 4) que el mayor índice de nodulación se presentó en el testigo con un valor de 4 (según el índice de Bridge y Page, 1980). Los mejores resultados en este caso lo

mostraron los tratamientos 3 y 4 ya que el índice de nodulación fue cero. El resto de los tratamientos mostraron índice de nodulación por debajo de 2.5.

## CONCLUSIONES

1. Los residuos agrarios utilizados como biofumigantes en este estudio mostraron ser efectivos en el control del nematodo *Meloidogyne incognita*, siendo la mortalidad de los juveniles del 100% en la mayoría de los tratamientos.

2. De manera general se incrementaron las poblaciones rhabditidos en todos los tratamientos evaluados, al igual que las poblaciones de enquitreidos.

3. El efecto de la biofumigación en el índice de nodulación mostró una reducción significativa en todos los tratamientos en comparación con el testigo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bello, A.; Pastrana, M.A.; González, J.A.; Escuer, M.; Orts, C. 1997. Control de nematodos sin bromuro de metilo y producción integrada en España. In: Bello, A.; González, J.A.; Pérez Parra, J.; Tello, J. (coords). *Alternativas al bromuro de metilo en agricultura. Seminario internacional. 29 y 30 de abril de 1996, Almería*. Consejería de Agricultura y Pesca, 155-171.

2. Bello, A.; López-Pérez, J.A.; Sanz, R.; Escuer, M.; Herrero, J. 2000. Biofumigation and organic amendments. *Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries*, United Nations Environment Programme (UNEP), Francia, 113-141.

3. Bridge, J.; S. L. J. Page. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26, 296-298.

4. Díaz Viruliche, L.P. 2000. *Interés Fitotécnico de la Biofumigación en los Suelos Cultivados*. Tesis Doctoral, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España. 600 pp.

5. Lal, R. 2000. *Integrated watershed management in the global ecosystem*. CRC Press. USA. 395p.

6. Nombela, G.; A. Bello. 1983. Modificaciones al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Bol.Serv.Plagas* 9, 183-189.

7. Riegel, C.; Noe, J.P. 2000. Chicken litter soil amendments effect on soilborne microbes and *Meloidogyne arenaria* in cotton. *Plant Disease* 84, 1275-1281.

Recibido: 06/01/2010

Aceptado: 16/06/2010