

# Influencia de residuos agrarios evaluados como biofumigantes en la fertilidad del suelo

## Influence of agrarian residuals evaluated as bio fumigation in the fertility of the soil

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

1. Centro Universitario "José Martí Pérez". Sancti Spiritus. Cuba. Telef. 328230

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

E-mail: marbelisfr@yahoo.com

**RESUMEN.** La investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio en el Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid España. Se realizaron análisis de suelo en muestras sometidas al proceso de biofumigación con diferentes residuos agrarios. Los parámetros de suelo determinados fueron nitrógeno (N), pH, conductividad eléctrica (CE), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potasio (K), calcio (Ca), sodio (Na), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu). Los resultados obtenidos mostraron que de manera general los tratamientos presentaron diferencias significativas con respecto al Control, manifestándose incrementos en varios de los elementos estudiados.

**Palabras clave:** Biofumigación, fertilidad del suelo, residuos agrarios.

**ABSTRACT.** The research was carried out in lab conditions in the Center of Environmental Sciences of the Superior Council of Scientific Investigations (CSIC) in Madrid Spain. Soil analysis were made in samples submitted to biofumigation process with different agrarian residues. The soil parameters determined were: nitrogen (N), pH, electric conductivity (EC), phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potassium (K), calcium (Ca), sodium (Na), magnesium (Mg), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn) and copper (Cu). Results obtained showed that in general case treatments presented significant differences considering the control pattern, showing increase in various of the studied elements.

**Key words:** Biofumigation, soil fertility, agrarian residues.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más serios que se presenta en la agricultura, es la manifestación de diferentes procesos de degradación de los suelos, lo que trae consigo el detrimento de los rendimientos agrícolas. Entre los principales procesos de degradación están la erosión, la compactación, la acidificación, y la salinización.

Una práctica importante de manejo para la restauración del suelo es el uso de los residuos de cultivos. Los residuos de cultivos incluyen los tejidos de las plantas que quedan en el campo después de los granos, tubérculos y otros productos económicos que han sido cosechados. Retornar los residuos de cultivos y otros residuos orgánicos tiene efectos mayormente positivos en la restauración del suelo a largo plazo. (Larson et al., 1972).

Usados adecuadamente, los residuos retornados al suelo incrementan el reciclaje de nutrientes,

disminuyen la pérdida de los mismos, mejoran el uso eficiente de ellos, y disminuyen la necesidad de adicionar fertilizantes químicos e insumos externos. El retorno de los residuos de cultivos es esencial para mantener un nivel aceptable del contenido de materia orgánica en el suelo (Lal, 1995). Una de las alternativas para el uso de los residuos agrarios y que contribuye a la conservación de los suelos lo constituye la biofumigación.

La biofumigación es el uso de sustancias volátiles, obtenidas a partir de la biodegradación de enmiendas orgánicas y residuos para el control de patógenos de los vegetales, que pueden además, a través del reciclaje, ayudar a resolver serios problemas medioambientales que pudieran originar estos productos. Su eficiencia se incrementa cuando la técnica de biofumigación se incorpora en un sistema integrado de manejo de cultivos,

prolongando su efecto a través del tiempo (Bello 1998). Las posibilidades para el desarrollo de la técnica de biofumigación son tan diversas como diversos son los tipos de productos aprovechables para la preparación de enmiendas orgánicas. Esta técnica puede ser de gran interés en países en vías de desarrollo, debido al bajo coste y facilidad de aplicación (MBTOC 1998).

Mediante el presente trabajo de investigación nos propusimos evaluar la influencia que sobre la fertilidad del suelo tienen los residuos agrarios utilizados en el proceso de biofumigación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio, en el Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Madrid en España, utilizando suelo proveniente de El Perelló en Valencia. Varios residuos agrarios en diferentes combinaciones (Tabla 1) fueron sometidos al proceso de biofumigación y posteriormente se realizó el análisis de suelo.

**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	Control

Para la biofumigación 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 Control, 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.

Después del proceso de biofumigación queda una fracción de suelo que se utiliza para determinar el efecto de los biofumigantes sobre la fertilidad. Para ello se deja secar el suelo, se muele con un mortero, se pasa por un tamiz y es sometido a los análisis físico-químicos correspondientes. En este trabajo los métodos de análisis utilizados son los descritos por el Ministerio de Agricultura de España (MAPA, 1994) y fueron llevados a cabo por el laboratorio de análisis químicos del Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Se determinaron los niveles de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), sodio (Na), calcio (Ca), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), así como la conductividad eléctrica (CE) y el pH en agua.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el efecto de la biofumigación sobre la fertilidad del suelo (Tabla 2) se obtuvo que en el caso del nitrógeno y del fósforo no presentaron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ni entre los tratamientos ni con el Control.

El resto de las variables de suelo estudiadas sí mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y fundamentalmente con el Control. En el caso de los macroelementos estudiados (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, sodio y magnesio) se obtuvo de manera general un incremento en los tratamientos analizados mostrando en la mayoría de ellos diferencias significativas con respecto al Control.

En el caso del potasio el mayor valor de este elemento se tuvo en el tratamiento 4 (cascarilla de

Tabla 2. Análisis de suelo en los tratamientos estudiados.

	Tratamientos	N	pH	CE	P2O5	K	Ca	Na	Mg
1	Control	0,086	7,683 a	211,0 ab	89,8	4,5 a	240,3 abc	4,4 a	15,2 a
2	Casc. Arroz 5g	0,091	7,915 d	189,8 c	82,5	6,4 b	241,0 abc	4,3 a	15,0 ab
3	C.Arroz (5g) + Vin. Rem. 3 cm3	0,111	8,158 e	400,5 d	78,3	21,1 d	233,3 ab	15,1 c	17,7 d
4	C.Arroz (5g) + Vin. Rem. 5 cm3	0,093	8,250 e	535,3 e	98,0	30,6 e	224,3 a	22,3 d	19,8 e
5	C.Arroz (5g) + Tabaco (5g)	0,084	7,758 abc	226,5 a	79,8	9,4 c	249,0 bcd	6,4 b	16,4 bc
6	C.Arroz (5g) + Gallinaza (2,5g)	0,084	7,730 ab	222,3 ab	90,8	8,8 c	247,3 bcd	5,3 ab	16,0 abc
7	C.Arroz (5g) + P.Café (2,5g)	0,082	7,868 bcd	204,0 bc	86,0	8,5 c	255,5 cd	5,1 a	16,4 bc
8	Paja caña (5g) + Tabaco (5g)	0,087	7,898 cd	227,8 a	91,3	9,2 c	273,5 e	5,5 ab	17,8 d
9	Paja caña (5g) + P.Café (2,5g)	0,083	7,958 d	226,3 a	82,0	9,3 c	260,8 de	5,1 ab	17,0 cd
10	Pulpa de Café (2,5 g)	0,077	7,925 d	212,5 ab	95,0	7,0 b	263,5 de	5,6 ab	16,8 cd
11	Gallinaza (2,5 g)	0,087	7,900 cd	213,8 ab	90,8	6,7 b	256,5 cde	5,6 ab	16,9 cd

arroz 5g + vinaza de remolacha 5 cm<sup>3</sup>), el cual presentó diferencias significativas con el resto de los tratamientos y con el Control, y en segundo lugar mostró mayores cantidades de potasio el tratamiento 3 (cascarilla de arroz 5g+ vinaza de remolacha 3 cm<sup>3</sup>) el cual a su vez manifestó diferencias significativas con el resto de los tratamientos y con el Control.

Con respecto a las cantidades de sodio, el tratamiento que mostró el mayor valor fue el 4 (cascarilla de arroz 5g + vinaza de remolacha 5 cm<sup>3</sup>), el cual tuvo diferencias significativas con el resto de los tratamientos y con el Control, el segundo tratamiento que mostró las mayores cantidades de sodio fue el 3 (cascarilla de arroz 5g + vinaza de remolacha 3 cm<sup>3</sup>) que tuvo también diferencias significativas con el resto de los tratamientos y con el Control. En este caso se manifiesta que al igual que ocurrió con el caso del potasio, para el sodio también se obtuvo que en los tratamientos donde se aplicó la vinaza de remolacha fue donde se obtuvieron las mayores cantidades de este elemento.

En el caso del magnesio se obtuvo que la mayor cantidad de este elemento se presentó en el tratamiento 4 (cascarilla de arroz 5g + vinaza de remolacha 5 cm<sup>3</sup>) el cual mostró diferencias significativas con el resto de los tratamientos y con el Control. Seguidamente los tratamientos que mostraron mayores cantidades de este elemento fueron el 8 (paja de caña 5g + tabaco 5g), el 3 (cascarilla de arroz 5g + vinaza de remolacha 3 cm<sup>3</sup>), el 9 (paja de caña 5g + pulpa de café 2.5g), el 11 (gallinaza 2.5g) y el 10 (pulpa de café 2.5g).

Para el elemento calcio el mayor valor se obtuvo con el tratamiento 8 (paja de caña 5g + tabaco 5g), el cual no mostró diferencias significativas con los tratamientos 9 (paja de caña 5g + pulpa de café 2.5g), 10 (pulpa de café 2.5g), y el 11 (gallinaza 2.5g).

Al analizar los resultados de la conductividad eléctrica tenemos que los mayores valores se obtuvieron con los tratamientos donde se aplicó la vinaza de remolacha a diferentes dosis, lo cual nos indica que se debe estudiar dosis de vinaza inferiores a las que hemos utilizado en este experimento, y a pesar de que la vinaza de remolacha ha demostrado que incrementa de manera considerable el potasio, sodio y magnesio, también podría provocar efectos de salinidad en el suelo en caso de no ajustar su aplicación a dosis adecuadas.

En el caso del hierro, manganeso y cobre (tabla 3) también hubo un incremento en la mayoría de los

tratamientos en comparación con el Control con el cual se mostró diferencias significativas

mejorando la aireación, facilitando el laboreo y reduciendo la erosión (Unger y McCalla, 1980).

Las enmiendas orgánicas ejercen influencia tanto en las propiedades físicas del suelo como en las condiciones de nutrición. La descomposición de la materia orgánica mejora la estructura del suelo, incrementando la capacidad de retención de agua,

También es importante señalar que las aportaciones de materia orgánica al suelo de manera continuadas son las que hacen posible que se logre un equilibrio nutricional en el mismo y que se mejoren sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Tabla 3. Análisis de microelementos en los tratamientos estudiados

	TRATAMIENTOS	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Control	8,2 a	3,275 abc	1,75 a	0,43 a
2	Casc. Arroz 5g	8,5 a	3,175 ab	1,53 bc	0,41 ab
3	C.Arroz + Vin. Rem. 3 cm <sup>3</sup>	11,7 cd	3,425 cd	1,62 ab	0,58 bc
4	C.Arroz + Vin. Rem. 5 cm <sup>3</sup>	12,5 cd	3,6 de	1,62 ab	0,57 bc
5	C.Arroz (5g) + Tabaco (5g)	11,1 bcd	3,475 cd	1,38 cd	0,51 ab
6	C.Arroz (5g) + Gallinaza (2,5g)	8,9 ab	3,1 a	1,32 d	0,48 ab
7	C.Arroz (5g) + P.Café (2,5g)	10,3 abcd	3,475 cd	1,47 cd	0,49 ab
8	Paja caña (5g) + Tabaco (5g)	12,3 cd	3,75 e	1,48 bc	0,70 c
9	Paja caña (5g) + P.Café (2,5g)	12,6 d	3,4 bcd	1,33 d	0,53 ab
10	Pulpa de Café (2,5 g)	10,2 abc	3,325 abc	1,38 cd	0,57 ab
11	Gallinaza (2,5 g)	8,5 a	3,3 abc	1,42 cd	0,59 bc

## CONCLUSIONES

1. En la mayoría de los macroelementos estudiados (potasio, calcio, sodio y magnesio) se obtuvo de manera general un incremento en los tratamientos analizados mostrando diferencias significativas con respecto al Control, no ocurriendo así para el caso del nitrógeno y el fósforo los cuales no mostraron diferencias significativas.

2. Los microelementos estudiados mostraron diferencias significativas con respecto al Control, manifestándose un incremento en el caso del Fe, Mn y Cu.

3. De manera general se ha manifestado que las aplicaciones de residuos orgánicos mediante el proceso de biofumigación han influido en las propiedades de fertilidad del suelo estudiadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bello, A. Biofumigation and integrated pest management. In: A. Bello; González, J.A.; Arias, M.; Rodríguez-Kábana, R. (Eds). *Alternatives to Methyl*

*Bromide for the Southern European Countries*. Gráficas Papallona S.C.V., Valencia, 99-126, 1998.

2. Lal, R. The Role of Residues Management in Sustainable Agricultural System. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol. 5 (4): 51-78, 1995.

3. Larson, W. E., C. E. Clapp, W.H. Pierre, and Y. B. Morachan, Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn II. Organic carbon, nitrogen, phosphorous and sulfur. *Agron. J.* 64: 204-208, 1972.

4. MAPA. *Métodos oficiales de análisis*. Tomo III. Madrid, 662 pp., 1994.

5. MBTOC. *Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee*. 1998. Assesment of Alternatives to Methyl Bromide, UNEP, Nairobi, Kenia, 354 pp., 1998.

6. Unger, P.W., T.M. McCalla. Conservation tillage systems. *Adv. Agron.* 33, 1-58, 1980.

Recibido: 03/06/2010

Aceptado: 15/04/2011