

Movilidad del cadmio en suelos cultivados con trigo en Tangua, Nariño, Colombia¹

[Liliana Insuasty B.](#)² [Hernán Burbano O.](#)³ [Juan Menjivar F.](#)⁴

[Compendio](#) | [Abstract](#) | [Introducción](#) | [Materiales y Métodos](#)

[Resultados y Discusión](#) | [Conclusiones](#) | [Bibliografía](#)

COMPENDIO

En muestras de suelo colocadas en núcleos de PVC (11 cm de diámetro y 40 cm de largo) se aplicaron en forma fraccionada 0, 50, 100 y 150 ppm de cadmio y se incubaron por cuatro meses manteniendo la humedad a capacidad de campo. Se evaluó el contenido de Cd-total y Cd – intercambiable en la parte superior, media e inferior de los núcleos. Los contenidos de Cd- total en el testigo no sobrepasaron el límite permisible de 3 ppm establecido por OMS-FAO. La mayor concentración Cd – total aplicado y Cd intercambiable se encontró en la parte superior de los núcleos, lo cual indica baja movilidad del cadmio en el perfil de los suelos evaluados.

Palabras claves: Cadmio *Triticum aestivum*, Nariño, suelos

ABSTRACT

Mobility of the cadmium in Soils cultivated with wheat in Tangua, Nariño, Colombia. To test the cadmium mobility in soils cultivated with wheat some soils core samples with an auger of 11 cm in diameter and 40 cm in length were taken. On these soil samples, 0, 50, 100 and 150 ppm cadmium were applied, and they were incubated during a 4 – month period under field capacity later, the content of total cadmium and interchangeable Cd in the higher, median and lower part of nuclei was tested. The total cadmium contents in control does not overcome the permissible limits established by OMS-FAO which is 3 ppm cadmium. The highest concentration of cadmium applied in the way of total Cd and interchangeable Cd was found in the higher third part of nuclei, which indicates a low mobility of the element in the soil profile.

Key words: Cadmium, *Triticum aestivum*, Nariño, soils.

¹ Artículo derivado de la tesis de Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Suelos, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, del primero de los autores. REC.: 30-11-05 ACEPT.: 24-03-06

² Ing.Agr., M.Sc., lilianainsuasty@yahoo.com.

³ Ing.Agr., M.Sc., Investigador y consultor particular; herbur2000@yahoo.com

⁴ Ing.Agr. Ph.D. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia jcmenjivar@palmira.unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

En la zona cerealista del departamento de Nariño, los suelos han sufrido procesos degradativos que han llevado a los agricultores a la búsqueda de alternativas para aumentar su fertilidad, entre las cuales se encuentra el uso de abonos orgánicos principalmente estiércoles, que además de ser fuente de materia orgánica pueden también aportar cadmio llegando a constituirse en factor limitante en el uso agrícola de estos materiales (Abad, 1996; Espinosa, 1998).

El cadmio puede ser absorbido fácilmente por las plantas aunque no es esencial para la producción de los cultivos y, por el contrario, puede generar efectos tóxicos en plantas, animales y el hombre, por ser un metal pesado no biodegradable (González y Mejía, 1995; Castro, 1999; Matamoros, 2003). En núcleos de suelo cultivados en trigo se evaluó el contenido de cadmio total y de cadmio intercambiable.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el municipio de Tangua, a 2763 msnm, en suelos clasificados dentro de la zona agroecológica Fc, donde se encuentran suelos Orthens, Tropepts (IGAC, 1989), se tomaron 12 núcleos de suelo en terrenos cultivados de trigo, utilizando cilindros de PVC de 11 cm de diámetro y 40 centímetros de largo, lavados previamente con HCl 0.1 N, los cuales se enterraron a fin de tomar muestras de suelo sin disturbar. Para la evaluación se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial 4x3x3. Se consideraron cuatro dosis de cadmio (0, 50, 100 y 150 ppm), 3 profundidades (dividiendo los núcleos en tres secciones) y 3 repeticiones. Como fuente de cadmio se utilizó CdCl₂ (61% de cadmio).

Inicialmente cada núcleo se saturó con agua destilada y se dejó drenar por 48 horas; en este punto se consideró que el suelo se encontraba con humedad a 30 capacidad de campo, posteriormente se asignaron aleatoriamente por triplicado las diferentes dosis de cadmio, en forma fraccionada durante un mes (dos aplicaciones por semana), cuidando de mantener el peso a capacidad de campo con aplicación de agua destilada.

Completada la dosis de cadmio, se incubaron los núcleos de suelo por cuatro meses, en condiciones controladas de laboratorio, haciendo adiciones de agua destilada dos veces por semana para mantener el suelo a capacidad de campo y evitar la entrada de sulfatos, fosfatos o cualquier otra forma química que pudiese alterar los resultados. Finalizando el periodo de incubación, cada unidad experimental se dividió en tres secciones iguales; donde se determinó la fracción total e intercambiable de cadmio.

Para la extracción de Cd- total se realizó una digestión de la muestra de suelo utilizando peróxido de hidrógeno y ácido nítrico; en el extracto obtenido se determinó esta fracción por absorción atómica. Para la determinación de Cd - intercambiable se utilizó como solución extractora DTPA - Na a pH 7.3, en una relación suelo - extractante 1:2. Las muestras se agitaron por dos horas y posteriormente se filtraron; en el extracto se determinó cadmio por espectrofotometría de absorción atómica (Ballesteros y Forero, 2005).5

Los resultados del contenido de cadmio total y Cd-intercambiable, se sometieron a un análisis de varianza, para las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cadmio total

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas para el contenido de Cd-total obtenido por la aplicación de diferentes dosis del elemento al suelo, para las profundidades de muestreo y para la interacción dosis aplicada por profundidad de muestreo.

Según la prueba de comparación de medias de Tukey ([Tabla 1](#)), la mayor concentración de Cd-total recuperado correspondió al tratamiento de 150 ppm (46.31 ppm de Cd recuperado), seguido por el tratamiento con 100 ppm (29.90 ppm recuperado).

Tabla 1. Contenido de cadmio total obtenido por aplicación de diferentes dosis del elemento.

Dosis de aplicación de Cadmio (ppm)	Cadmio total (ppm)
0	1.18 d
50	15.61 c
100	29.90 b
150	46.31 a

En condiciones naturales el contenido de cadmio fue menor de 3 ppm, por lo tanto no se considera como contaminante, pues se encuentra dentro de los límites permisibles por la OMS-FAO (1997).

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas en el contenido de cadmio en la parte superior del núcleo, los valores encontrados en la parte media e inferior no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Los resultados mostraron que el cadmio presentó baja movilidad, puesto que los contenidos más altos se encontraron en la parte superior de los núcleos (65.45 ppm). ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Contenido de cadmio total en las tres profundidades evaluadas

Profundidad de muestreo (cm)	Cadmio total (ppm)
0 – 13	65.45 a
13 – 26	3.05 b
26 – 39	1.25 b

Una situación similar reportó Bonilla (1992) quien manifestó que los metales pesados aplicados a la superficie del suelo tienden a permanecer en las capas superiores donde se encuentran sometidos a procesos de retención por los coloides del suelo, que en el caso de los suelos de Tangua, están representados por el alto contenido de materia orgánica (15.7%) y alófana (reacción positiva al NaF), que poseen gran capacidad para adsorber metales (Fassbender y Bornemisza, 1994), además como lo menciona Forero (2003) pueden intervenir procesos de retención por adsorción, acomplejamiento y/o precipitación en la superficie de los núcleos ya sea por la materia orgánica y/o los contenidos de óxidos de hierro y aluminio responsables de los procesos de adsorción-desorción (Carrasquero, 1998; Matamoros,1998).

Cadmio Intercambiable.

Según el análisis de varianza, la fracción intercambiable de cadmio presentó diferencias estadísticas altamente significativas, como resultado de la aplicación al suelo de los diferentes niveles de cadmio para las tres profundidades de muestreo y para la interacción dosis por profundidad ([Tabla 3](#)).

Tabla 3. Contenido de cadmio intercambiable obtenido por la aplicación de diferentes dosis del elemento.

Dosis de cadmio aplicada (ppm)	Cadmio intercambiable (ppm)
0	0.31 ^d
50	8.53c
100	19.43b
150	34.18a

Los resultados indican que a medida que se incrementaron las dosis de aplicación de cadmio, la cantidad de Cd-intercambiable también aumentó.

En la parte superior de los núcleos se obtuvo el contenido de Cd-intercambiable más alto (44.77 ppm), el cual presentó diferencias estadísticas con el obtenido. En las partes media e inferior de los núcleos no se presentaron diferencias estadísticas ([Tabla 4](#)). El alto contenido de Cd-intercambiable en la parte superior de los núcleos indica que la adsorción en esta parte puede estar dada por la presencia de materia orgánica y una CIC relativamente más alta en esta parte de los núcleos.

Tabla 4. Contenido de cadmio intercambiable en las tres profundidades evaluadas

Profundidad de muestreo (cm)	Cadmio intercambiable (ppm)
0 – 13	44.77a
13 – 26	1.68 b
26 – 39	0.39 b

La baja movilidad del elemento en los suelos de Tangua, originado por la alta capacidad de retención del metal en la parte superior, podría tornarse potencialmente riesgosa para la salud de plantas, animales y humanos en el caso de que se realicen aplicaciones altas y frecuentes de fertilizantes fosfatados y/o estiércoles.

CONCLUSIONES

- La concentración original de Cd-total no sobrepasó los límites permisibles reportados en la literatura en función de la salud de humanos, plantas y animales.
- Por las características de los suelos de Tangua se presentó baja movilidad del cadmio, depositándose más del 94% del Cd-total aplicado en la parte superficial del mismo.
- Menos del 50% del Cd-total aplicado pasó a ser parte del cadmio intercambiable en los suelos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad. 1996. Aprovechamiento agrícola como abono y sustrato. *In*: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo – SCCS y Universidad Nacional, Medellín. Resíduos orgánicos.
- Bonilla, C. 1992. Adsorción de cadmio, cromo y mercurio en suelos del Valle del Cauca a varios valores de pH. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, 117p.
- Carrasquero, A. 1998. Determinación de los procesos asociados a la contaminación con cadmio en la región. Universidad Central de Venezuela, Maracay. 122p.
- Castro, G. 1999. Efecto del cadmio y cobre sobre el flujo de N y P en la interfase agua – sedimento en una laguna costera tropical. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, . 113p.
- Espinosa, J. 1998. Fertilizantes e impacto ambiental. *En*: Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo; Paipa, Colombia. Memorias pp. 121 – 132.
- Fassbender; Bornemisza, E. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José. Costa Rica: IICA. 398 p
- Forero, A. 2003. Evaluación del comportamiento de algunos metales pesados por la aplicación al suelo de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales del Salitre. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 81p.
- González, S. y Mejía, L. 1995. Contaminación con cadmio y arsénico en suelos y hortalizas de un sector de la cuenca del río Bogotá. *Suelos Ecuatoriales* 25: 51 - 56.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC, 1989. Estudio general de suelos del suroriente del departamento de Nariño. Bogotá, 282 p.
- Matamoros, A. 1998. Especiación química y movilidad de los elementos Pb, Ni, Cr, Cu, Cd, Co y V en tres suelos agrícolas de la sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Matamoros, A. 2005. Suelos contaminados con metales traza. *En*: SCCS. Manejo integral de la fertilidad del suelo. Bogotá, D.C, Colombia, . pp. 110 – 119.
- OMS-FAO. 1997. Evaluación de diversos aditivos alimentarios y los contaminantes mercurio, plomo y cadmio. (Información Técnica N° 50).
-