

Empleo de la técnica radiactiva del cesio-137 en la determinación de la erosión

Luisa Mendoza, O. Brígido, A. Montalbán, Deisi Rodríguez y M. Sánchez.

Instituto de Suelos, Dirección Provincial, Camagüey.

Uno de los recursos naturales más importantes para la existencia humana son las capas superiores del suelo, por ser el sustento de la base alimentaria de cualquier nación. Este delgado manto se pierde con la erosión, uno de los procesos más importantes a tener en consideración en los países tropicales.

En Cuba, alrededor del 43 % de los suelos cultivables (2,9 millones de ha) presentan afectaciones por erosión actual y el 56 % si se refiere a la erosión potencial (ONE, 2003), lo que es alarmante si se considera que el primer signo de la reacción en cadena desatada por este proceso es la disminución de los rendimientos agrícolas.

La provincia de Camagüey, a pesar de ser una de las más llanas del país, posee el 53 % de sus tierras afectadas por algún grado de erosión y llama la atención de los especialistas la necesidad de establecer la extensión de la degradación del suelo que ha tenido lugar.

Los métodos clásicos para cuantificar la erosión consumen mucho tiempo y son poco confiables. Estas dificultades han conducido a la búsqueda de nuevos métodos, en los que se incluye el de los radiotrazadores ambientales como el cesio-137, que presenta grandes perspectivas para la cuantificación de las tasas de redistribución del suelo y su distribución espacial.

El cesio-137 (^{137}Cs) es un radioisótopo artificial con un período de vida media de 30,17 años, el cual fue liberado a la estratosfera por los ensayos de armas nucleares realizados entre 1950 y 1970 y como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl en 1986, aunque este último no se considera en Cuba debido a que no se logró detectar por los sistemas de medición establecidos en el país ni en estaciones cercanas ubicadas en Nassau, Bahamas y la Florida.

Este radioisótopo, depositado con las precipitaciones, penetra en la superficie del suelo y es fuerte y rápidamente absorbido por los minerales arcillosos, por lo que pueden establecerse relaciones entre la pérdida y ganancia de ^{137}Cs y la pérdida y ganancia de suelo que pueden ser utilizadas en la evaluación de la erosión.

La potencialidad de la técnica del ^{137}Cs en la determinación de la erosión ha sido demostrada en varios países y se investiga actualmente, en la provincia de Camagüey, su efectividad para valorar la eficiencia de las medidas de conservación en áreas de cultivos, por lo que se hace necesario conocer las generalidades de la técnica con el fin de lograr una mejor comprensión futura, por parte de los profesionales no conocedores de esta especialidad, de los resultados alcanzados con la misma.

Generalidades de la técnica

En la determinación de la concentración del ^{137}Cs para la evaluación de los procesos erosivos es necesario seguir 5 pasos esenciales:

1. Establecimiento del inventario de referencia para el sitio en estudio.
2. Determinación de la redistribución espacial del ^{137}Cs . (El cesio determinado en cada muestra ofrece una serie de inventarios puntuales que pueden ser graficados para ilustrar la distribución espacial).
3. Identificación de la redistribución del ^{137}Cs en el sitio de estudio. La desviación de la carga de una muestra respecto a la de referencia puede reflejar erosión o depósito.

4. Desarrollo de procedimientos de calibración, mediante relaciones empíricas o modelos teóricos.

obtener estimados puntuales de tasas de erosión o depósito para cada residual porcentual de ^{137}Cs determinado.

Relaciones empíricas

Se expresan por la ecuación:

$$y = a \cdot x^b$$

donde:

y: es la pérdida total de suelo;

x: es la pérdida de ^{137}Cs ;

a y b: parámetros

Modelos teóricos

Modelos para suelos cultivados:

- Aproximación Gravimétrica (Brown *et al.*, 1981);
- Modelo Proporcional (Walling y Quine, 1990);
- Modelo de Balance de masas (Kachanoski y De Jong, 1984).

Estos modelos se han ido desarrollando y afinando y actualmente se han sustituido los dos últimos por:

- Balance de masas simplificado (Zhang *et al.*, 1990)
- Balance de masas 2 (Walling y Quine, 1990; He y Walling, 1997)
- Balance de masas 3 (He y Walling, 1997)

Modelos para suelos no cultivados:

- Modelos de distribución por perfil (Zhang *et al.*, 1990; Walling y Quine, 1990)
- Modelo de difusión y de migración (Isaksson *et al.*, 2001)

La calibración de la erosión según las mediciones de la pérdida de ^{137}Cs tanto para los suelos cultivados como los no cultivados puede realizarse mediante el software Csmoel 1 desarrollado por Walling y He (1997) y mejorado en 1999. Este programa permite el acceso a cualquiera de los modelos antes mencionados y su selección estará en dependencia de los datos que posea el productor del campo a estudiar. A través de las relaciones de calibración, ya sean empíricas o teóricas, se pueden

Estimación de las tasas de erosión y sedimentación

Los resultados de la redistribución del suelo se pueden presentar de forma gráfica (usando el software SURFER) y de manera numérica, a través de la integración de los datos puntuales, para obtener la tasa de erosión neta, longitud del campo donde se aprecia la erosión o depósito y otros indicadores que muestran la medida de los procesos erosivos.

La técnica de ^{137}Cs para la determinación de la erosión en la provincia de Camagüey, ha sido implementada y validada por Brígido *et al.* (2000), para las condiciones de Cuba y se utiliza actualmente en la valoración de la eficiencia de las medidas de conservación en suelos con relieve llano a ondulado.

BIBLIOGRAFÍA

Brígido Flores, O.; J. E. Gandarilla Benitez; A. Barreras Caballero y otros (2000): "Estimación de la erosión del suelo empleando la redistribución de las precipitaciones del cesio-137 en tierras agrícolas de la provincia de Camagüey". *Revista Nucleus*, 28: 24-32.

Brown, R. B.; G. F. Kling; N. H. Cutshall (1981): "Agricultural Erosion Indicated by ^{137}Cs Redistribution: II. Estimates of Erosion Rates". *Soil Sci. Soc. Am. J.* (45): 1191-1197.

He, Q., D. E. Walling (1997): "The distribution of fallout of ^{137}Cs and ^{210}Pb in undisturbed and cultivated soil". *Appl. Radiat. Isot.* 48(5): 677-690.

Isaksson, M., B. Erlandsson and S. Mattsson (2001): "A 10- year study of the ^{137}Cs distribution in soil and comparison of Cs soil inventory with precipitation determined deposition". *J. Environ. Radioact.* (55): 47-59.

Kachanoski, R.G. and E. de Jong (1984): "Predicting the Temporal Relationship between Soil Cesium-137 and Erosion Rate". *J. Environ. Qual.* 13(2): 301-304.

ONE. Oficina Nacional de Estadísticas (2003): Medioambiente en Cifras. 43 pp., Ministerio de Economía y Planificación, Ciudad de la Habana, Cuba.

Walling, D. E. and T. A. Quine (1990): "Calibration of Caesium-137 measurements to provide quantitative erosion rate data". *Land Degradation and Rehabilitation* (2): 161-175.

Walling, D. E. and Q. He (1997): Models for Converting ¹³⁷Cs Measurements to Estimates of Soil Redistribution Rates on Cultivated and Uncultivated Soils (Including Software for Model Implementation). University of Exeter, Exeter, UK. (A Contribution to the IAEA Coordinated Research Programmes on Soil Erosion, D1.50.05 and Sedimentation, F3.10.01).

_____ (1999): "Improved Models for Estimating Soil Erosion Rates from Cesium-137 Measurements". *J. Environ. Qual.* (28): 611-622.

Zhang, X.; D. L. Higgitt and D. E. Walling (1999): A preliminary assessment of the potential for using caesium-137 to estimate rates of soil erosion in the Loess Plateau of China". *Hydrol. Sci. J.* (35): 243-52.

Recibido: 20/10/05

Aceptado: 12/01/06