

XVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

16 - 20 de noviembre, 2009 – Costa Rica

USO DE ^7Be PARA CUANTIFICAR EL IMPACTO DE UN EVENTO DE PRECIPITACIÓN INTENSA SOBRE LA REDISTRIBUCIÓN DEL SUELO EN UN SITIO SOMETIDO A CERO LABRANZA

Alejandra Sepúlveda V. (1), Paulina Schuller L. (2), Des E. Walling (3) y Alejandra Castillo S. (2)

(1) Universidad Católica de Temuco, Escuela de Cs. Ambientales, Temuco, Chile, asepulve@uct.cl

(2) Universidad Austral de Chile, Instituto de Física, Valdivia, Chile, pschulle@uach.cl

(3) University of Exeter, Department of Geography, Exeter, UK., D.E.Walling@exeter.ac.uk

Durante muchos años el sitio de estudio, ubicado en el centro-sur de Chile ($38^{\circ}37'S$ $73^{\circ}04'O$), fue cultivado bajo cero labranza sin quema de residuos. A comienzos del 2005, después de la cosecha y previo al inicio de las lluvias de otoño se sometieron a quema los residuos del cultivo, dejando el suelo desnudo sin cobertura vegetal hasta el inicio de un período de precipitaciones intensas ocurrido en Mayo de 2005. Para estimar los montos y distribución espacial de la erosión y sedimentación asociados al periodo de precipitación intensa se utilizaron mediciones de ^7Be asociadas a un modelo de conversión de los inventarios de ^7Be en montos de redistribución de suelo. La erosión neta y fracción de pérdida de sedimentos desde el sitio de estudio ($1.2 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2}$ y 88% respectivamente) asociadas al periodo de precipitación intensa fueron considerablemente mayores que las estimadas para el mismo sitio durante el período previo de cero labranza sin quema (16 años) utilizando la técnica del ^{137}Cs ($0.14 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ y 19% respectivamente).

Palabras clave: ^7Be , ^{137}Cs , cero labranza, erosión, quema de residuos de cosecha, Chile

Introducción

Basado en la cuantificación de la magnitud de la pérdida de suelo, se ha identificado a la agricultura como uno de los sectores productivos que más ha contribuido a la degradación de los recursos naturales. Por esta razón, se emprende el desarrollo de una agricultura sustentable basada en prácticas de manejo conservacionistas, que desde la perspectiva del control de la pérdida de suelo se conoce como agricultura de cero y mínima labranza. Así, surge la necesidad de formular recomendaciones para la conservación del recurso suelo basadas en el monitoreo de los cambios producidos en éste por la implementación de prácticas agrícolas conservacionistas. En este sentido, debido a la corta vida media del ^7Be (53.3 días), su uso en estudios de redistribución de suelo permite estimar montos de erosión y sedimentación asociados a eventos erosivos recientes o que pueden ser relacionados a prácticas de manejo específicas. Según diversos autores, la técnica del ^7Be constituye una posibilidad interesante como alternativa complementaria a la técnica del ^{137}Cs , pudiendo establecerse tasas de redistribución de suelo representativas de un mediano (^{137}Cs , aprox. 50 años) y corto (^7Be , aprox. 1 mes) periodo de tiempo (Blake et al. 1999, Wallbrink y Murray 1993, Wilson et al. 2003). El objetivo de esta investigación es determinar el impacto de la quema de residuos de cosecha sobre la redistribución del suelo, asociado a un evento de precipitación intensa en un sitio sometido a cero labranza



XVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

16 - 20 de noviembre, 2009 – Costa Rica

quema (CLCQ), al compararla con lo documentado para el periodo previo al inicio de la quema de residuos (cero labranza sin quema, CLSQ), reportado en Schuller et al. 2007.

Materiales y Métodos

El estudio se emplazó en un predio agrícola ubicado en la Cordillera de la Costa, Región de la Araucanía, Chile (coordenadas 38°37'S 73°04'O, clima templado, precipitación media de 1100 m a⁻¹, suelo serie Araucano, orden Ultisol (Typic Hapludult)). La topografía del sitio comprende una pendiente de 170 m de largo con 11% de inclinación. El uso de ⁷Be como trazador de desplazamiento de suelo se realizó una vez ocurrido el cambio en el sistema de cero labranza, desde CLSQ a CLCQ, dos años después de finalizada la investigación previa utilizando ¹³⁷Cs (Schuller et al. 2007). Así, el suelo a la fecha de muestreo (Mayo 2005) estaba sujeto a quema de residuos de cosecha, práctica realizada al término del periodo estival 2005 (Marzo), permaneciendo el suelo desnudo sin cobertura vegetal durante el periodo de precipitación intensa registrado en el mes de Mayo de 2005 (400 mm de agua caída en 27 d). Para la conversión de los inventarios¹ de ⁷Be medidos en montos de redistribución de suelo fue utilizado el modelo propuesto por Blake et al. 1999 y Walling et al. 1999, para suelos de uso agrícola. El método está basado en la comparación de los inventarios establecidos en cada punto de muestreo con el inventario de referencia determinado en un área no disturbada (no afecta a erosión o sedimentación) cercana al sitio de estudio. Para la recolección de las muestras de suelo se utilizaron cilindros de PVC de 10.6 cm de diámetro y 4 cm de largo. Para establecer el inventario de referencia de ⁷Be fueron colectadas nueve muestras de suelo y sus réplicas en una grilla de 2 x 2 m. Para evaluar la variación en los inventarios de ⁷Be asociados a erosión o depósito de suelo, fueron colectadas muestras desde 10 a 11 puntos dispuestos a lo largo de tres transectos paralelos de pendiente, grilla de 15 x 15 m. A fin de establecer la distribución en profundidad de ⁷Be en el suelo, las muestras colectadas desde la zona de referencia fueron seccionadas a intervalos de 2 mm, utilizando equipo diseñado especialmente para ello (Schuller et al. 2004). Para establecer la profundidad a la cuál analizar las muestras provenientes de los transectos de pendiente, se utilizó la distribución vertical de la concentración² de ⁷Be observada en la zona de referencia. Todas las muestras fueron secadas al aire por 48 h y luego en estufa a 105°C. Posteriormente, las muestras fueron pesadas, tamizadas, mezcladas por 25 minutos y envasadas en placa petri de 81.3 mL. La concentración de ⁷Be fue determinada por espectrometría gamma usando un detector de Ge hiper puro (Canberra Industries, Meriden, CT), de 28% de eficiencia relativa, asociado a sistema Nuclear Data de adquisición de datos. El tiempo de conteo estimado por muestra es de 20 horas. Los espectros fueron analizados usando usando software Genie 2000 (Canberra Industries, Inc., Meriden, CT).

Resultados y Discusión

El uso de ⁷Be como trazador de desplazamiento de suelo se realizó una vez ocurrido el cambio en el sistema de cero labranza, desde CLSQ a CLCQ, dos años después de finalizada la

¹Actividad de un radionucleido (tasa de transformación nuclear del radionucleido o número de desintegraciones nucleares per segundo expresada en Becquerel, Bq) per unidad de superficie medida en una determinada fecha, Bq m⁻².

²Actividad de un radionucleido medida en una determinada fecha per unidad de masa de suelo (Bq kg⁻¹)



XVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

16 - 20 de noviembre, 2009 – Costa Rica

investigación previa utilizando ^{137}Cs (Schuller et al. 2007). Respaldo por el registro pluviométrico del sitio de estudio, durante los cuatro meses previos al inicio del periodo de precipitación intensa, el monto y la distribución temporal de la precipitación junto con el estado hídrico insaturado del suelo, permiten afirmar la no ocurrencia de escorrentía superficial y por tanto asegurar una distribución espacial uniforme de ^7Be en el área de estudio al inicio del periodo de precipitación intensa.

Los resultados de redistribución de suelo obtenidos utilizando ^7Be revelan un aumento en los montos netos de erosión y razón de exportación de sedimentos bajo CLCQ ($1.2 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2}$ y 88% respectivamente) respecto a lo obtenido previamente utilizando la técnica del ^{137}Cs en sistema de CLSQ ($0.14 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ y 19% respectivamente) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de la redistribución de suelo documentada para el sitio de estudio durante el periodo de CLCQ basado en la técnica del ^7Be , con la tasa media de redistribución de suelo estimada previamente bajo CLSQ, basado en mediciones de ^{137}Cs (3).

	CLCQ (valores estimados utilizando ^7Be)	CLSQ (valores estimados utilizando ^{137}Cs (3))
<i>Año</i>	2005	1986-2003
<i>Periodo</i>	27 d	16 a
<i>Precipitación</i>	400 mm	1100 mm a ⁻¹
<i>Puntos de muestreo</i>	32	34
<i>Largo pendiente (m)</i>	170	130
<i>Zona de Erosión</i>		
Erosión media	$1.7 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2}$	$1.3 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$
Fracción del área total (%)	81	57
<i>Zona de Sedimentación</i>		
Sedimentación media	$0.9 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2}$	$1.4 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$
Fracción del área total (%)	19	43
<i>Área total</i>		
Erosión neta	$1.2 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2}$	$0.14 \pm 0.2 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$
Razón de pérdida de sedimento (%)	88	19

Durante el periodo de CLSQ, la tasa media anual de redistribución de suelo fue de magnitud similar a la determinada para el periodo de precipitación intensa ocurrido en Mayo 2005; sin embargo, la proporción de área afecta por erosión durante ambos periodos es diferente. Esto último se ve reflejado en la redistribución del sedimento en el área de estudio, al comparar la fracción del área total afecta a erosión y a sedimentación, siendo estas muy similares durante el periodo de CLSQ. Además, en el sistema de cero labranza estudiado, el impacto de la quema de residuos respecto al periodo anterior sin esta práctica evidenció un aumento en la densidad superficial del suelo (Figura 1) y disminución de la conductividad hidráulica de éste (desde 8.85 a 4.24 cm h^{-1}). Esto, junto al aumento en los montos netos de erosión y exportación de sedimentos, confirma el impacto negativo de la quema de residuos sobre la calidad del suelo.



XVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

16 - 20 de noviembre, 2009 – Costa Rica

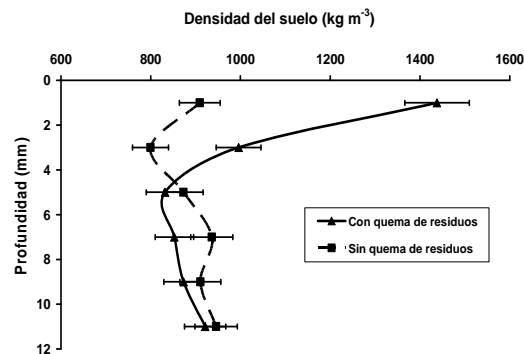


Figura 1. Distribución en profundidad de la densidad del suelo medida en zona de referencia previo (■) y posterior (▲) a la quema de residuos de cosecha.

Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que la quema de residuos durante el periodo estival incrementa la erosión del suelo durante la siguiente estación lluviosa, especialmente si ocurren eventos de precipitación intensa. Por lo tanto, la quema de residuos de cosecha puede constituir una práctica no recomendable en el contexto de un sistema de cero labranza. El método del ⁷Be provee una herramienta efectiva para documentar la erosión del suelo asociada con periodos individuales de precipitación intensa, contribuyendo al seguimiento y monitoreo del efecto de eventos erosivos puntuales sobre la redistribución de suelos desprovistos de cubierta vegetal. La metodología abordada en este trabajo, representa la primera aproximación al uso de ⁷Be para estimar montos de redistribución de suelo asociados a un periodo de precipitación intensa sobre suelo sin cobertura vegetal sujeto a cero labranza con quema de residuos de cosecha (Sepúlveda et al. 2008).

Referencias

- BLAKE W., HE Q., WALLING D. 1999. Fallout beryllium-7 as a tracer in soil erosion investigations. *Appl. Radiat. Isotopes*. 51(5): 599-605.
- SCHULLER P., WALLING D.E., SEPÚLVEDA A., TRUMPER R.E., ROUANET J.L., PINO I., CASTILLO A. 2004. Use of ¹³⁷Cs measurements to estimate changes in soil erosion rates associated with changes in soil management practices on cultivated land. *Appl. Radiat. Isotopes*. 60: 759-766.
- SCHULLER P., WALLING D., SEPÚLVEDA A., CASTILLO A., PINO I. 2007. Changes in soil erosion associated with the shift from conventional tillage to a no-tillage system, documented using ¹³⁷Cs measurements. *Soil Tillage Res.* 94: 183-192.
- SEPÚLVEDA A., SCHULLER P., WALLING D., CASTILLO A. 2008. Use of ⁷Be to document soil erosion associated with a short period of extreme rainfall. *Journal of Environmental Radioactivity*. 99: 35-49.
- WALLBRINK P., MURRAY A. 1993. The use of fallout nuclides as indicators of erosion processes. *Hidrol. Processes*. 7: 297-304.



XVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

16 - 20 de noviembre, 2009 – Costa Rica

WALLING D., HE Q., BLAKE W. 1999. Use of ^7Be and ^{137}Cs measurements to document short- and medium-term rates of water-induced soil erosion on agricultural land. *Water Resource Res.* 35 (12): 3865-3874.

WILSON C., MATISOFF G., WHITING P. 2003. Short-term erosion rates from a ^7Be inventory balance. *Earth Surface Processes Landforms.* 28: 967-977.

Agradecimientos

Este trabajo constituye parte de tesis doctoral del primer autor, quién agradece a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, por el apoyo brindado durante el proceso. Junto a ello, se reconoce el apoyo a este estudio a IAEA Coordinated Research Programme D1-50-08, contratos CHI-12321 y UK-12094; FONDECYT contratos 1060119 y 7070073 y Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile, contratos D-2005-20 y S-2006-12.

