

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO: EVOLUCIÓN TEMPORAL DE SUELO DEGRADADO, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE.

Alejandra Sepúlveda V.¹, Carolina Inostroza H.¹ & Francisco Encina M.¹

¹ Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ciencias Ambientales, Chile.
asepulve@uct.cl, carolinainostrozah@gmail.com, fencina@uct.cl.

Resumen

En suelo Inceptisol de la región de la Araucanía, de condición degradado, se determinó la evolución temporal en propiedades del suelo posterior a un evento de aplicación de biosólido. En el sitio de estudio se establecieron dos zonas de muestreo: zona sin aplicación de biosólidos y zona con aplicación de biosólidos, evaluándose parámetros químicos, físicos y biológicos a los 17, 210, 365 y 510 días de aplicado el biosólido. Los resultados muestran cambios relevantes en la calidad de suelo trascurridos 1.4 años desde la aplicación, particularmente en relación al aumento sostenido en el contenido de fósforo, respiración edáfica e infiltración.

Palabras claves: biosólidos, calidad de suelo, suelos degradados

Introducción

Se entiende por biosólidos al subproducto residual del tratamiento de aguas servidas, los que presentan acumulaciones de sólidos orgánicos sedimentables y semisólidos o líquidos producidos durante el proceso de tratamiento mecánico, biológico y/o químico de purificación de éstas (Marambio & Ortega 2003). Además, poseen gran contenido de materia orgánica, microorganismos, macro y micro nutrientes, elementos traza y agua (Whitehouse et al 2000). Uno de los principales problemas del tratamiento de aguas residuales es el destino final de los biosólidos. En la actualidad estos han sido depositados en rellenos sanitarios, los que se han tornado insuficientes producto de los crecientes volúmenes producidos, generándose una búsqueda urgente de alternativas de destino y de reutilización de biosólidos. Entre estas, la aplicación de biosólidos al suelo es una práctica aceptada en la mayoría de los países desarrollados, pudiendo esta práctica remediar las deficiencias de ciertos elementos traza que a menudo se presentan en suelos que han sido cultivados por décadas, aportando simultáneamente nitrógeno, fósforo, micronutrientes y materia orgánica al suelo (Bellapart 1996). Sin embargo, el uso benéfico de los biosólidos no se refiere exclusivamente a su uso como fertilizantes tradicionales, sino que también, como mejoradores de la calidad del suelo. De esta forma, desde la perspectiva de conservación del recurso suelo, el contenido de materia orgánica, propiedades físicas (textura, estructura, estabilidad de agregados, porosidad entre otros) y propiedades químicas del suelo son indicadores de calidad edáfica. La región de la Araucanía posee 2.5 millones de hectáreas erosionadas de las cuales el 35% presenta erosión grave, abarcando el 76% de su superficie agrícola, con ello, la región se sitúa en el segundo lugar nacional en suelos erosionados (Honorato et al 2001). Desde el ámbito de la ciencia del suelo, el impacto en la calidad del suelo asociado a la aplicación e incorporación de biosólidos en él, no ha sido suficientemente profundizado en el contexto del saber científico nacional. Con la finalidad de aportar

información sobre el real efecto de la incorporación de biosólidos en la calidad del sistema suelo, específicamente en suelo orden Inceptisol, región de la Araucanía, se determinó el impacto de la aplicación de biosólidos sobre propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la evolución temporal de éstas.

Materiales y Métodos

El área de estudio se ubica en la comuna de Los Sauces, región de la Araucanía, Chile. El clima predominante en la zona es templado lluvioso con influencia mediterránea, donde las precipitaciones totales anuales superan los 550 mm. En tanto el régimen térmico registra una oscilación de 5 °C con una temperatura media anual de 12 °C. Los suelos pertenecen al orden Inceptisol, se presentan en posición de terraza aluvial y están formados por sedimentos finos ricos en cuarzo. La textura superficial es franco arcillosa y arcillosa en profundidad.

Los biosólidos aplicados al área de estudio tienen su origen en la planta de tratamiento de aguas servidas de la comuna de Traiguén, región de la Araucanía. Presentan pH básico y alto contenido de materia orgánica. El biosólido se aplicó al suelo una sola vez en una dosis de 30t há⁻¹, cubriéndose una superficie total de 40 há. En el sitio de estudio se establecieron dos zonas de muestreo: zona 1, suelo sin aplicación de biosólidos, y zona 2, suelo con aplicación de biosólidos. En la zona 1, se realizaron dos controles, al año 1 (2008) y al año 3 (2010). En la zona 2, se construyeron cuatro parcelas de 20 m² cada una, distanciadas 2 m una de otra; las parcelas se diferenciaron según el tiempo transcurrido desde la incorporación del biosólido hasta la fecha de toma de muestras: 17, 170, 385 y 510 días. La técnica de muestreo dentro de cada parcela correspondió a muestreo al azar, con un mínimo de tres réplicas. Se evaluaron propiedades físicas (infiltración y densidad aparente), químicas (materia orgánica, pH, P, N, S, Al y conductividad eléctrica) y biológicas (respiración edáfica), siguiendo metodología USDA (1999) y lo establecido por la Comisión Nacional de Acreditación de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Todos los datos obtenidos fueron procesados a través del programa STATGRAPHICS plus 5.1. Para la determinación de las medias se utilizó el estadístico de contraste de rango múltiple con un nivel de confianza de 95%. El método utilizado para discernir entre las medias fue el procedimiento de las menores diferencias significativas de Tukey. Se utilizó además el programa estadístico XLSTAT, específicamente el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados y Discusión

Las medias obtenidas de parámetros físicos, químicos y biológicos de suelos se muestran en Tabla 1. Se observa que los valores de pH de suelo control para ambos periodos de evaluación son similares, sin embargo se encuentran por debajo a los valores descritos por CIREN (2000), cuyos rango varía entre 6.0-6.7.

Tabla 1. Perfiles de medias (intervalo de confianza) de parámetros químicos, físicos y biológicos en suelo sin incorporación y con incorporación de biosólidos (MO: materia orgánica, I.N.: infiltración, D.A.: densidad aparente, C.E.: conductividad eléctrica, R.E.: respiración edáfica).

Parámetros	C1	C2	17 días	170 días	385 días	510 días
pH _{H2O}	5.85 ± 0.07	5.80 ± 0.01	6.79 ± 0.11	6.67 ± 0.05	6.40 ± 0.03	5.83 ± 0.02
P disponible (ppm)	15.7 ± 3.21	18.4 ± 0.21	35.0 ± 6.08	28.7 ± 11.01	30.5 ± 1.4	48.3 ± 0.40
MO (%)	6.54 ± 2.41	5.50 ± 0.89	10.12 ± 1.51	5.65 ± 1.40	7.92 ± 0.96	7.49 ± 1.21
N disponible (ppm)	19.67 ± 2.30	19.33 ± 1.15	22.33 ± 2.88	18.67 ± 1.52	20.24 ± 0.63	21.72 ± 0.76
S disponible (ppm)	3.97 ± 0.03	4.29 ± 1.30	42.81 ± 1.20	37.32 ± 2.19	39.72 ± 3.05	10.79 ± 1.07
Al intercambiable (meq/100g)	0.004 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0.007 ± 0.007	0.012 ± 0.001	0.004 ± 0.002	0.002 ± 0.001
I.N. (cm hr ⁻¹)	7.77 ± 0.54	7.38 ± 1.02	6.01 ± 0.96	15.58 ± 1.20	14.71 ± 0.57	10.08 ± 0.18
D.A. (gr cm ⁻³)	0.99 ± 0.05	1.00 ± 0.05	1.18 ± 0.09	1.03 ± 0.07	1.06 ± 0.12	1.01 ± 0.13
C.E. (μS cm ⁻¹)	1.03 ± 0.09	1.04 ± 0.01	2.16 ± 0.01	1.73 ± 0.07	2.34 ± 0.09	2.98 ± 0.09
R.E. (KgC(en Co ₂) ha ⁻¹ d ⁻¹)	15.63 ± 0.44	14.88 ± 0.65	8.62 ± 1.41	62.00 ± 5.97	52.34 ± 4.86	39.51 ± 3.98

A los 17 días de incorporación de biosólidos al suelo, existe un aumento significativo en los valores de pH para luego disminuir paulatinamente hasta alcanzar, a los 510 días, valores similares al suelo control. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Tang & Yu (1999) y Ortiz et al (1999), quienes observaron que el pH aumenta abruptamente desde la incorporación del residuo y luego disminuye de forma gradual. Además, al incorporar al suelo biosólidos con alta carga de materia orgánica, se produce una reactivación de las bacterias presentes tanto en los biosólidos como en el suelo, aumentando su metabolismo y disminuyendo los valores de pH del suelo. Los valores de pH presentan una correlación estadísticamente significativa con los valores de S disponible ($p < 0.05$, coeficiente de correlación igual a 0.94), con un porcentaje de variabilidad conjunta de 89%. En relación a ello Araujo et al (2006) y Celis (2007) observaron la existencia de una correlación positiva altamente significativa entre el contenido de lodo estabilizado y el crecimiento bacteriano, señalando que el contenido de materia orgánica que los lodos poseen y la actividad metabólica de las bacterias ocasionan acidificación del medio, debido a la producción de ácidos orgánicos. De esta forma la acción de los microorganismos puede alterar los valores de pH, disminuyéndolo. Este efecto, a su vez, se ve reflejado por una correlación significativa entre los valores de pH y porcentaje de materia orgánica en los suelos estudiados ($p < 0.05$, coeficiente de correlación igual a 0.89), con un porcentaje de variabilidad conjunta de 79%.

El aumento en la cantidad de materia orgánica en los suelos posterior a la aplicación de biosólidos tiene un efecto temporal y acumulativo en la disponibilidad de P en los suelos, a distintos periodos de evaluación (Acevedo 2004). Lo anterior, se ajusta a los resultados obtenidos en que se evidencia un aumento significativo en las concentraciones de P al incorporar biosólidos al suelo. Esto se debe, principalmente, a la descomposición de la materia orgánica presente en los biosólidos, generando mayor disponibilidad de nutrientes. Los resultados de respiración edáfica muestran una disminución significativa a los 17 días de incorporación de biosólidos al suelo. Sin embargo al transcurrir el tiempo de estudio la respiración aumenta de forma considerable manteniéndose en valores mayores al suelo control a través del tiempo.

Los autores Quemada & Menacho (1999) obtuvieron similares resultados, observando que la respiración del suelo aumentó al incorporar biosólidos. La velocidad de infiltración de agua en el suelo aumentó notoriamente al incorporar lodos, siendo esto atribuible a cambios en el horizonte superficial del suelo generado por la mayor agregación de partículas del sistema edáfico por acción de la materia orgánica asociada a los lodos, aumentando con ello la macroporosidad. Similares observaciones fueron realizadas por García-Orenes et al (2005). Al inicio de la aplicación de biosólidos (17 días) disminuye la velocidad de infiltración debido a la pérdida de estructura generada por fracturación mecánica del suelo y una saturación de lodo-materia orgánica disponible.

Conclusiones

Los resultados muestran cambios relevantes en la calidad de suelo trascurridos 1.4 años desde la aplicación, particularmente en relación al aumento sostenido en la concentración de P disponible, respiración edáfica e infiltración. Se evidencia la estrecha relación entre tipo y calidad de biosólido incorporado y el estado actual del suelo receptor, encontrándose en este caso, dada la condición degradada del suelo, una respuesta rápida y sostenida en la calidad de éste.

Bibliografía

- ACEVEDO E (2004). "Valorización de lodos provenientes de tratamiento de aguas servidas como mejorador de suelos degradados". Universidad de Chile –SAG. 33 pp.
- ARAUJO I, MONTILLA M, CARDENAS C, L HERRERA, N ANGULO & G MURILLO (2006). Lodos estabilizados y cepas bacterianas en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Intercia*, Caracas, Venezuela. 31 (4): 268-275.
- BELLAPART C (1996). Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 297 pp.
- CELIS J (2007). "Biosólidos residuales de salmonicultura y su potencial uso como remediadores de suelos". Facultad de medicina veterinaria. Universidad de Concepción. Chillan, Chile. 20 (10): 1-6.
- CIREN (2002) Estudio Agrológico IX Región. Descripciones de Suelos, Materiales y Símbolos. Centro de Información de Recursos Naturales, Publicación N° 122. 360 pp.
- GARCÍA-ORENES F, C GUERRERO, J MATAIX-SOLERA, J NAVARRO-PEDREÑO, I GÓMEZ, J MATAIX-BENEYTO. 2005. Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids. *Soil & Tillage research* 82: 65-76.
- HONORATO R, L BARRALES, I PEÑA & F. BARRERA (2001). Evaluación del modelo USLE en la estimación de la erosión en seis localidades entre la IV y IX región de Chile. *Ciencia e Investigación agraria*. 28(1): 7-14.
- MARAMBIO C & R ORTEGA (2003). Uso potencial de lodos derivados del tratamiento de aguas servidas en la producción de cultivos en Chile. *Revista Agronomía y Forestal UC* 20: 20-23.
- ORTIZ M, E SÁNCHEZ & M CUTIÉRREZ (1999). Efectos de la adición de lodos residuales sobre uso de suelo agrícola y un cultivo de maíz. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol15 (2): 69-77.
- QUEMADA M & E MENACHO (1999). Emisión de CO₂ y mineralización del nitrógeno en un suelo previamente tratado con lodo de depuradora. *Sociedad Española de Ciencias del Suelo*. 6: 59-71.
- TANG C & Q YU (1999). Impact of chemical composition of legume residues and initial soil pH on pH change of a soil after residue incorporation. *Plan and Soil* (215): 29-38.
- USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. 82 pp.
- WHITEHOUSE L, H WANG, H & M TOMER (2000). Guidelines for utilisation of sewage effluent on land. Part two: issues for design and management. Rotorua, New Zealand. 180 pp.

Agradecimiento

A la Dirección de Investigación y Postgrado, Universidad Católica de Temuco, a través de proyecto DGIP-UCT- 2009-3-TP1.