



PREDICCIÓN DE CROMO POR REFLECTANCIA DIFUSA PARA MATERIALES EDÁFICOS DE LA LOCALIDAD DE NONOGASTA, LA RIOJA.

PREDICTION OF CHROMIUM BY DIFFUSE REFLECTANCY FOR EDAPHIC MATERIALS OF THE LOCALITY OF NONOGASTA, LA RIOJA.

Behrends Kraemer, Filipe^{1,2}; Rearte, Agustín³, Morrás, Héctor⁴; Moreira, Javier⁵; Nievas, Pamela⁶; Paulo, María José⁶; Arena, Mayra⁶; Barrón, Vidal⁷

¹Catedra de Manejo y Conservación de Suelos, FAUBA; ²CONICET ³Cátedra de Química inorgánica y Analítica, FAUBA; ⁴Instituto de Suelos, INTA; ⁵Cátedra de Extensión y Sociología Rural; ⁶Estudiantes FAUBA; ⁷Universidad de Córdoba, España.

filipebk@agro.uba.ar

Resumen

La espectroscopía de reflectancia difusa constituye una valiosa fuente de información precisa y económica de las propiedades del suelo. La determinación de metales pesados en suelos contaminados es un proceso costoso y con un elevado tiempo de procesamiento de muestras. Así se evaluó la potencialidad de técnicas espectroscópicas para la estimación indirecta de la contaminación por cromo (Cr), en un material afectado por la actividad de una curtiembre en la Localidad de Nonogasta, La Rioja. Las muestras contaminadas se asociaron significativamente con los parámetros Munsell de matiz Y y con la luminosidad aumentando su coeficiente de determinación cuando se incluyeron el CO, pH y CE. Para las muestras no contaminadas, se encontraron asociaciones significativas con el YR de Munsell también mejorando el coeficiente cuando se incluyeron las variables edáficas. Estos resultados son auspiciosos, permitiendo avanzar en la exploración de estas metodologías para la estimación y monitoreo de metales pesados en suelos contaminados.

Palabras clave: *color del suelo, Munsell, pH, carbono orgánico, monitoreo ambiental.*

Introducción

Este trabajo está enmarcado dentro de un proyecto de extensión UBANEX, el cual tiene como objetivo aportar información y metodologías en el marco de la problemática socio-ambiental del emplazamiento de una curtiembre en la localidad de Nonogasta, perteneciente al departamento de Chilecito, provincia de la Rioja. Dentro de este proyecto, una de las líneas de trabajo consiste en establecer e investigar los procesos vinculados a la contaminación química, erosión hídrica y eólica (Moreira et al., 2017). En este sentido, la dinámica del cromo en distintas matrices ambientales cobra una especial relevancia. Por ello el monitoreo del cromo y variables edáficas asociadas son esenciales para la detección temprana y el monitoreo de los cambios en la calidad de suelos. Por otro lado, la determinación de metales pesados en suelos contaminados es un proceso costoso, con elevado consumo de reactivos químicos y tiempo de procesamiento de muestras. En los últimos años, debido al avance instrumental y metodológico, la espectroscopía de reflectancia difusa (EDR), en diversos intervalos espectrales, se ha constituido en una valiosa fuente de información precisa y económica de las propiedades del suelo.

Una gran ventaja de la EDR para el análisis de suelos es que a partir de un espectro único se pueden determinar con precisión muchas propiedades, ofreciendo así la posibilidad de un considerable ahorro de costos y una mayor eficacia sobre el análisis de laboratorio convencional. Además, la técnica es rápida lo que permite analizar una gran cantidad de muestras de manera práctica y oportuna (McBratney, 2006; Viscarra-Rossel et al., 2006). Esta técnica también permite obtener de forma precisa y continua los parámetros de color de Munsell, los cuales, de forma cualitativa se han asociado con numerosas propiedades (Torrent y Barrón, 1993). Trabajos recientes han utilizado los parámetros de color de Munsell para predecir numerosas variables como carbono orgánico, carbonatos y óxidos (Pareja, 2018). De esta forma, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la potencialidad de técnicas espectroscópicas para la estimación indirecta de la contaminación por cromo (Cr) en un material afectado por la actividad de una curtiembre en la Localidad de Nonogasta, La Rioja.

Materiales y Métodos

El área bajo estudio corresponde al sector proximal de la Localidad de Nonogasta, limitada al norte y al sur por divisorias de agua que no confluyen al centro del poblado, al oeste por un cordón montañoso y al este por la ruta 40 y 76. Se muestrearon suelos discriminados según su origen: material contaminado con Cr (n:11) y no contaminado (n:11). Se determinaron parámetros de color (Matiz –*Hue* H-, Luminosidad –*Value* V- e intensidad –*Chroma* C-) a partir de la reflectancia difusa para el rango espectral VIS (200-1100 nm) mediante un equipo AvaSpec-ULS, equipado con una esfera de reflectancia (AvaSphere-50-LS-HAL-12V). Las muestras fueron tamizadas en mortero de ágata y levemente compactadas para evitar la rugosidad aleatoria de la muestra. Cada determinación fue realizada por triplicado. Se calcularon los parámetros X, Y, Z y se los introdujo al programa *Munsell conversión Software 12.18.5.f* para la obtención de H, V, y C.

Paralelamente, el Cr total fue determinado mediante espectrofotometría de absorción atómica por llama (Equipo Perkin Elmer Analyst 200) previa mineralización ácida. Se secaron las muestras a temperatura ambiente, se molieron y tamizaron por un tamiz de malla de 2 mm, se pesó 1 gramo de material y se utilizó la siguiente secuencia de ácidos concentrados en plancha calefactora hasta sequedad: 10 ml HNO₃; 10 ml HNO₃; 2 ml HClO₄; 10 ml HF; 2 ml HClO₄; 10 ml HCl 6N; 10 ml HCl (ebullición). Previo a cada análisis se le determinó porcentaje de humedad a 105°C para estimar el peso seco. Además se analizó el carbono orgánico-CO por el método de pérdida de peso por ignición (Dean, 1974), pH en mezcla (suelo-agua,1:2,5) (peachímetro) y conductividad eléctrica (CE) en pasta de saturación (conductímetro).

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los valores de pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO) de los materiales bajo estudio. Ambos materiales presentaron valores de pH cercanos a la neutralidad levemente alcalinos, presentando el material contaminado una mayor variación con respecto de este parámetro. En el caso de la CE y MO, los materiales no contaminados presentaron valores bajos correspondientes a suelos áridos poco desarrollados y con un bajo contenido de sales solubles en superficie; en cambio el material contaminado presentó valores superiores de CE y MO asociados al impacto del vertido de efluentes de la industria de la curtiembre. A su vez, el contenido de cromo total fue ampliamente superior en el material contaminado, con una media de 40762 mg.Kg⁻¹ variando alrededor de 20000 y 60000 mg.Kg⁻¹ para las distintas muestras (Figura 1).

Tabla 1. Caracterización físico-química de los materiales contaminados y no contaminados (pH, conductividad eléctrica-CE y materia orgánica-MO).

	Material No Contaminado		Material Contaminado	
pH	7.6	± 0.7	7.3	± 1.7
CE (µS/cm)	723.6	± 1038.6	19551.7	± 13231.0
MO (%)	1.0	± 0.5	31.9	± 18.2

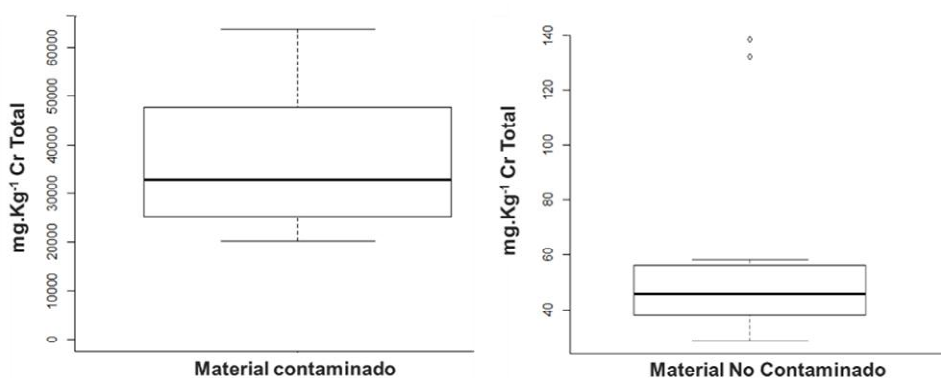


Figura 1. Contenido de cromo total (mg Kg⁻¹) para materiales contaminados y no contaminados de la Localidad de Nonogasta, La Rioja.

En términos generales, el parámetro Matiz (H) y la Luminosidad (V) fueron los parámetros más importantes como predictores del contenido de cromo de los distintos materiales (Figura 1). La intensidad del color (C) no presentó coeficientes de determinación significativos con la abundancia de cromo. Así, las muestras contaminadas se asociaron significativamente con los parámetros H -Yellow- (R^2 : 0.42 lineal; 0.61 exponencial) y con V (R^2 : 0.35 lineal). Cuando el análisis incluyó el CO, pH y CE, el coeficiente de determinación se incrementó a 0.68 y 0.49, respectivamente. Para las muestras no contaminadas, se encontraron asociaciones significativas con el H (Yellow-Red) (R^2 : 0.34 lineal; 0.39 exponencial) aumentado a 0.67 cuando se incluyeron la variables químicas. El parámetro V asociado al CO, pH y CE presentó un R^2 de 0.57.

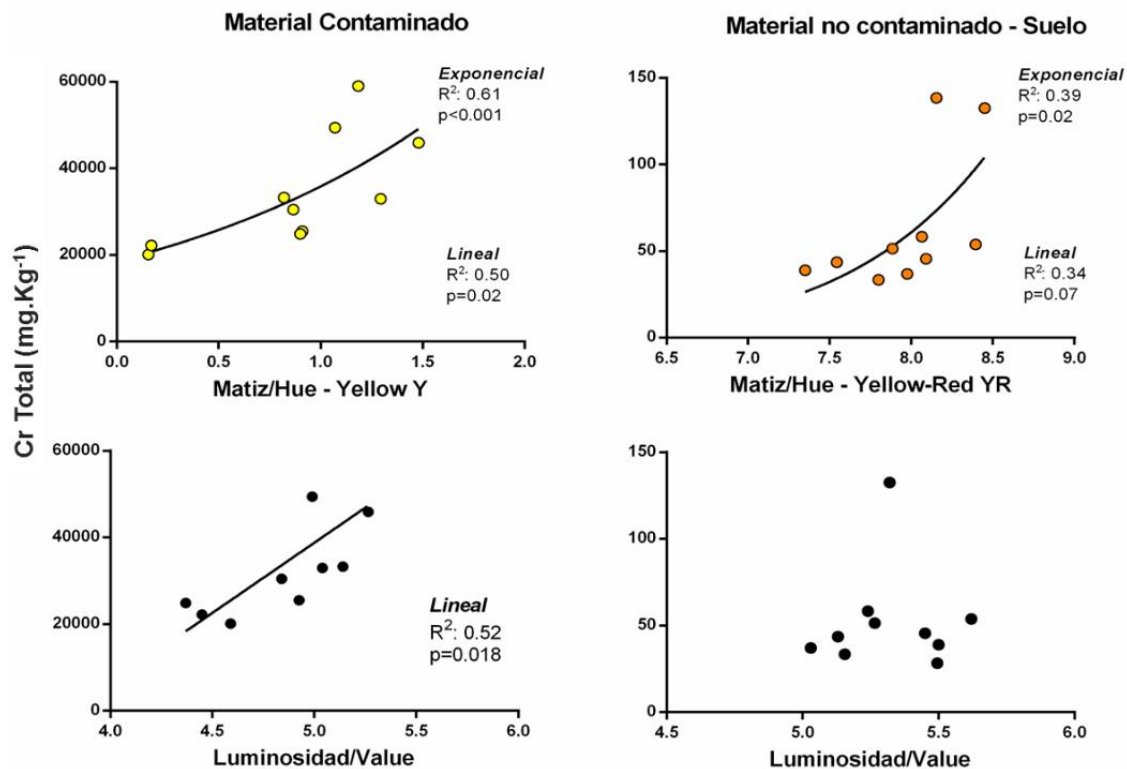


Figura 2. Asociación entre parámetros de color Munsell (Matiz y Luminosidad) y el contenido de cromo total (mg Kg^{-1}) para materiales contaminados y no contaminados de la Localidad de Nonogasta, La Rioja.

Conclusiones

Los resultados presentados en este trabajo muestran una fuerte asociación entre los parámetros de color de Munsell y el contenido de Cromo, permitiendo avanzar en la exploración de estas metodologías para la estimación y monitoreo de metales pesados en suelos afectados por contaminación. De la misma forma que lo encontrado por Bavaresco et al. (2017), el cromo se asoció con la materia orgánica y el pH aumentado el coeficiente de determinación cuando se incluyeron estas variables principalmente en los suelos no contaminados. Estudios adicionales se están realizando para evaluar el efecto de los óxidos y los carbonatos en la eficiencia de predicción del cromo por métodos de reflectancia difusa.

Bibliografía

- Bavaresco, J., Fink, J.R, Rodrigues, M.L.K, Gianello, C., Barrón, V. y Torrent, J., 2017.** Chromium adsorption in different mineralogical fractions from subtropical soils. *Pedosphere*. 27(1): 106–111.
- Dean, W. E., 1974.** Determination of Carbonate and Organic Matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *J. Sedim. Petrol.* 1974, 242-248.
- McBratney, A., Minasny, B. y Viscarra-Rossel, R., 2006.** Spectral soil analysis and inference systems: a powerful combination for solving the soil data crisis. *Geoderma*. 136: 272–278.



- Moreira, C.J., Rearte, A., Meizoso, M.E., Sánchez de Ángelis, G., Martínez de Zorzi, V., Aguirre M., Barberena, D., Behrends Kraemer, F.,** 2018. Aportes de un enfoque interdisciplinario para el abordaje de conflictos ambientales en la localidad de Nonogasta, provincia de La Rioja. IX Jornada de Difusión de Actividades de Extensión en la FAUBA "Reflexiones sobre nuestras prácticas en el marco de la extensión universitaria" Facultad de Agronomía UBA, 15 de noviembre de 2018.
- Pareja Serrano, E.,** 2018. La espectroscopía de reflectancia difusa en el espectro VIS-NIR como herramienta para el análisis de las propiedades y variabilidad espacial de un suelo agrícola de albacete. Tesis de Master en Producción, Protección y Mejora Vegetal. Universidad de Córdoba, España.
- Viscarra Rossel, R.A., Walvoort, D.J.J., McBratney, A.B., Janik L.J. y Skjemstad, J.O.,** 2006. Visible, near-infrared, mid-infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma*, 131: 59-75.
- Torrent, J. y Barrón, V.,** 1993. Laboratory measurement of soil color: Theory and practice. In *Soil Color*, Ed. Bigham JM and Ciolkosz EJ, pp. 21–34. SSSA. Spec. Publ. 31. SSSA, Madison, WI.