



## CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

### INVESTIGACIÓN

# Evaluación de perfiles culturales en ambientes degradados por erosión hídrica

*Montico, Sergio; Di Leo, Néstor*

### Resumen

La erosión hídrica posee alta incidencia en la producción agropecuaria. En este trabajo se propone un método cualitativo-cuantitativo para la valoración de la calidad del perfil cultural en ambientes degradados por erosión hídrica. El método se aplicó en diez ambientes de un establecimiento del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. El suelo es un Argiudol Típico y las precipitaciones medias anuales oscilan en 980 mm, siendo el valor R de la EUPS de 550 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Se relevaron los signos de erosión hídrica y se realizaron pozos de observación en cada ambiente. Las categorías de valoración de la calidad del perfil cultural (vcPC) fueron: Malo, Regular, Bueno y Muy Bueno. No se hallaron perfiles culturales muy buenos y el 60 % de la superficie evaluada presentó perfiles culturales entre malo y regular. El método resultó efectivo para discriminar entre diferentes situaciones afectadas por el proceso de erosión hídrica.

**Palabras clave:** erosión hídrica; perfil cultural; método cualitativo-cuantitativo

---

Artículo presentado el 15/08/2014 y admitido el 01/07/2015.

Autores: Cátedra de Manejo de Tierras, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina.

Contacto: [smontico@unr.edu.ar](mailto:smontico@unr.edu.ar)



## **Evaluation of cultural profiles in degraded environments by water erosion**

### **Abstract**

Water erosion has high incidence in agricultural production. In this work, a qualitative-quantitative method for assessing the quality of the cultural profile in environments degraded by water erosion is proposed. The method was applied in ten environments within a farm of the southern of Santa Fe, Argentina. Soil is a Typic Argiudoll and average annual rainfall is about 980 mm, the R value of the USLE is 550 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Signs of water erosion were surveyed and observation wells were made in each environment. The categories for assessing the quality of the cultural profile (VCPC) were: Poor, Fair, Good and Very Good. No Very Good cultural profiles were found and 60 % of the evaluated area show cultural profiles between Poor and Fair. The method was effective to discriminate between different situations affected by water erosion process.

**Keys Words:** water erosion; cultural profile; qualitative-quantitative method

## **Avaliação dos perfis culturais em ambientes degradados pela erosão hídrica**

### **Resumo**

A erosão hídrica tem alto impacto na produção agropecuária. Neste trabalho propõe-se um método qualitativo-quantitativo para avaliar a qualidade do perfil cultural em ambientes que são degradados pela erosão hídrica. O método foi aplicado em dez ambientes de um estabelecimento rural do sul da província de Santa Fe, Argentina. O solo é um Argiudol típico e a precipitação média anual é ao redor de 980 mm, o valor R da EUPS é 550 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Sinais de erosão hídrica foram pesquisados e poços de observação foram feitos em cada ambiente. As categorias para avaliar a qualidade do perfil cultural (VCPC) foram: Ruim, Regular, Bom e Muito Bom. Não foram encontrados perfis culturais Muito Bons e 60% da área avaliada apresentou perfis culturais entre Ruim e Regular. O método foi eficiente para discriminar entre diferentes situações afetadas pelo processo de erosão hídrica.

**Palavras chave:** erosão hídrica; perfil cultural; método qualitativo-quantitativo

## I. Introducción

Determinar la calidad de los suelos ha sido y sigue siendo un objetivo primordial para muchos investigadores. La bibliografía es pródiga en trabajos científicos que definen indicadores relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas edáficas, muchos de ellos logrados luego del desarrollo de metodologías minuciosamente elaboradas (Chatterjee y Lal, 2009; Carrizo *et al.*, 2012).

El diagnóstico del perfil cultural consiste en una descripción cualitativa de atributos presentes en un espesor de suelo (Montico y Di Leo, 2010). Es una herramienta auxiliar muy valiosa para la caracterización y el diagnóstico edáfico en un sistema de producción agropecuaria. Su importancia en la detección y jerarquización de limitantes a la productividad de origen edáfico es indiscutible (Montico y Di Leo, 2012). Las limitantes condicionan la expresión del potencial productivo del suelo, por lo que resulta importante detectarlas, identificarlas, describirlas e interpretarlas.

La erosión hídrica es el proceso de pérdida de espesores de suelo que altera su funcionalidad, generando limitantes que alteran severamente la productividad (Bestelmeyer, 2006).

Es importante disponer de herramientas de diagnóstico que permitan evaluar los cambios que ocurren en los perfiles culturales cuando son condicionados por la erosión hídrica. Se propone aquí un método cualitativo-cuantitativo para la evaluación de la calidad del perfil cultural en ambientes que se encuentran degradados por erosión hídrica, y contribuir a la toma de decisiones de manejo tecnológico de los diferentes ambientes.

## II. Materiales y Métodos

En el sitio de trabajo, el clima es subhúmedo húmedo mesotermal con escaso o nulo déficit hídrico. Las lluvias anuales promedio son del orden de los 973 mm y la temperatura media anual es de 17 °C con una mínima de 10,8 °C y una máxima de 23,1 °C. El período libre promedio de heladas comprende 266 días. El suelo es un Argiudol típico, siendo el valor R de la Ecuación Universal de Pérdida de suelos de 550.

Se aplicó el método cualitativo-cuantitativo para la evaluación de la calidad del perfil cultural, en diez ambientes de un establecimiento de 280 ha del sur de la provincia de Santa Fe (61° 24' long. O, 32° 49' lat. S) dedicado a la agricultura desde 1992, los últimos doce años con siembra directa y una

proporción de uso de soja (70%), trigo (20%) y maíz (10%). Cada ambiente es un lote que posee una superficie de 28 has.

Mediante transectas lineales desde los sectores más elevados topográficamente a los más deprimidos, se relevaron los signos de erosión hídrica: tipo de proceso (laminar, surco o cárcava), disminución del espesor superficial del suelo (hasta un horizonte subsuperficial no afectado), corrimiento de rastrojo y deterioro de estructuras fijas (alambrados).

Se realizaron cinco pozos de observación de 40 cm x 40 cm x 40 cm por ambiente (n=5) en dirección y sentido de la pendiente (homogénea y con un gradiente de 0,85%). En cada uno de ellos se evaluaron mediante apreciación visual, ocho atributos: rugosidad (R), encostramiento superficial (Es), espesor superficial (Ehs), actividad biológica (Ab), calidad de la estructura superficial (Ces), infiltración potencial (Ip), tipo de grietas (Tg) y desarrollo radical (Dr) (**Tabla 1**).

Para la valoración de la calidad del perfil cultural (VCPC) se elaboró una escala cualitativa-cuantitativa que varía según la manifestación del atributo en cada sitio.

Dada la naturaleza de los datos –descripciones cualitativas transformadas en medidas cuantitativas–, se recurrió en cada ambiente a la moda sin agrupamiento, mediante la función estadística de Excel. Esta medida estadística posibilita utilizar el valor más frecuente del conjunto de observaciones realizadas, y en este caso optimiza la evaluación de los atributos.

En todos los atributos la frecuencia de la moda estuvo comprendida entre 0,6 y 1, indicando que al menos tres de cada cinco repeticiones por sitio tuvo el mismo valor.

En la **Tabla 2** se indican los valores de cada atributo en los diez ambientes relevados.

**TABLA 1.** Valoración cualitativa y cuantitativa de los atributos de los perfiles culturales

| Atributo                                    | Descripción   | Valoración Cualitativa | Valoración Cuantitativa |
|---|---|------------------------|-------------------------|
| <b>Rugosidad</b>                            | Modificación de la linealidad superficial por presencia de cobertura de rastros, broza, malezas o terrones  | muy baja               | 1                       |
|   |   | baja                   | 2                       |
|   |   | media                  | 3                       |
|   |   | alta                   | 4                       |
| <b>Encostramiento superficial</b>           | Espesor de la costra superficial de origen natural, mecánica o por pisoteo animal (habitualmente de tipo laminar)   | > 3 cm                 | 1                       |
|   |   | de 2 a 3 cm            | 2                       |
|   |   | de 1 a 2 cm            | 3                       |
|   |   | sin                    | 4                       |
| <b>Espesor superficial</b>                  | Profundidad que posee el/los horizontes superficiales hasta aquel no afectado por la erosión hídrica  | < 5 cm                 | 1                       |
|   |   | de 5 cm a 15 cm        | 2                       |
|   |   | de 15 a 25 cm          | 3                       |
|   |   | > 25 cm                | 4                       |
| <b>Actividad biológica</b>                  | Presencia de canalículos, deyecciones y agregados de partículas producidas por macro y mesofauna  | baja                   | 1                       |
|   |   | media                  | 2                       |
|   |   | alta                   | 3                       |
| <b>Calidad de la Estructura Superficial</b> | Identificación de unidades estructurales anidadas en niveles crecientes de complejidad: agregados y terrones  | mala                   | 1                       |
|   |   | regular                | 2                       |
|   |   | buena                  | 3                       |
|   |   | muy buena              | 4                       |
| <b>Infiltración potencial</b>               | Condición que promueve el ingreso de agua al perfil debido a la presencia de rugosidad y cobertura, porosidad superficial y ausencia de impedancias mecánicas de relevancia | muy baja               | 1                       |
|   |   | baja                   | 2                       |
|   |   | media                  | 3                       |
|   |   | alta                   | 4                       |
|   |   | muy alta               | 5                       |
| <b>Tipo de grietas</b>                      | Presencia de fisuras de diferente desarrollo que facilitan el ingreso del agua y las raíces en el perfil  | sin grietas            | 1                       |
|   |   | grietas discontinuas   | 2                       |
|   |   | grietas continuas      | 3                       |
| <b>Desarrollo radical</b>                   | Abundancia (cantidad por volumen de suelo) y exploración (recorrido de la masa del suelo) de las raíces de cultivos y/o malezas   | muy baja               | 1                       |
|   |   | baja                   | 2                       |
|   |   | media                  | 3                       |
|   |   | buena                  | 4                       |
|   |   | muy buena              | 5                       |

FUENTE: elaboración propia

**TABLA 2.** Valor de la moda de los atributos de los perfiles culturales en cada ambiente.

|           |     | Ambiente |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-----------|-----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|           |     | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Atributos | R   | 4        | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4  |
|           | Es  | 3        | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3  |
|           | Ehs | 4        | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4  |
|           | Ab  | 2        | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3  |
|           | Ces | 3        | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3  |
|           | Ip  | 4        | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4  |
|           | Tg  | 3        | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3  |
|           | Dr  | 3        | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3  |

REFERENCIAS: rugosidad (R), encostramiento superficial (Es), espesor superficial; (Ehs), actividad biológica (Ab), calidad de la estructura superficial (Ces), infiltración potencial (Ip), tipo de grietas (Tg) y desarrollo radical (Dr).

El valor de la moda por atributo se pondera según la incidencia que posee sobre el resultado final de la valoración, construyéndose una suma polinómica para obtener el valor final de la calidad del perfil cultural en los diferentes ambientes. El peso ponderado de cada atributo se calculó a partir de información de Zerpa (2007) e INTA (2009). En la siguiente ecuación se articulan los atributos y las ponderaciones relativas:

$$VCPC = R*0,05 + Es*0,10 + Ehs*0,20 + Ab*0,05 + Ces*0,20 + Ip*0,10 + Tg*0,10 + Dr*0,20$$

La clasificación del vcpc se obtuvo a partir de la segmentación en cuartiles de la escala de mínimo a máximo valor posible, según las categorías: 1,00-1,80 Malo; 1,80-2,60 Regular; 2,60-3,40 Bueno; 3,40-4,20 Muy Bueno.

Para la valoración se recurre al juicio experto de quien realiza el diagnóstico, por lo que es sumamente relevante que sea llevada a cabo siempre por el mismo operador, el que debe adiestrarse convenientemente para desarrollar la tarea tal como plantea Ball *et al.* (2007) en su propuesta metodológica de evaluación de calidad estructural.

### III. Resultados y discusión

A partir del relevamiento realizado se clasificaron tres ambientes con erosión hídrica severa, tipo laminar y carcávica (3, 6 y 7), tres con erosión moderada tipo laminar (4, 8 y 9) y cuatro con erosión laminar leve (1, 2, 5 y 10).

En la **Tabla 3**, se indican los vcpc obtenidos en los ambientes relevados.

**TABLA 3.** Valoración de la calidad del perfil cultural (vcPC) de los ambientes evaluados

| Ambiente | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| VCPC     | 3,3 | 3,25 | 1,40 | 1,95 | 3,00 | 1,55 | 1,25 | 2,20 | 2,45 | 3,35 |

El método de valoración permitió discriminar diferentes calidades de perfiles culturales según: 112 ha, Bueno; 84 ha, Regular; 84 ha, Malo. No se hallaron perfiles culturales muy buenos, y el 60% de la superficie evaluada presentó perfiles culturales entre malo y regular.

Los ambientes con mayores signos de erosión hídrica (importante pérdida de espesor superficial en lámina, con cárcavas, rastrojo desplazado hacia sectores más deprimidos y estructuras fijas deterioradas por la acción de los escurrimientos de agua y sedimentos), tuvieron menor calidad de perfiles culturales (3, 4, 6, 7, 8 y 9). Los ambientes con mayor calidad fueron el 1, 2, 5 y 10.

Respecto a los atributos, la desagregación del vcPC en un trayecto inverso al de su construcción, brinda la posibilidad de detectar aquellos que obran como limitantes, y con ello, elaborar las estrategias de neutralización y mejora.

En este sentido, las situaciones más erosionadas mostraron los valores más bajos de espesor del horizonte superficial, calidad de la estructura superficial, infiltración potencial y desarrollo radical, mientras que en los lotes menos erosionados estos valores fueron los más altos.

En todos los ambientes, rugosidad, actividad biológica y tipo de grietas, tuvieron valores medios de acuerdo a la escala utilizada.

Para la valoración de la calidad del perfil cultural (vcPC) en ambientes que se encuentran sometidos a grandes impactos degradantes, como aquellos afectados por erosión hídrica, la aplicación de este método cualitativo-cuantitativo brinda ventajas por su rapidez de ejecución, sencillez aplicativa y contundencia de los resultados.

Doran y Parkin (1996) y Hussain *et al.* (1999), plantean la necesidad de disponer de valoraciones de calidad de suelos a partir del procesamiento de información de rutina, con el objetivo de realizar diagnósticos con relativa exactitud para la toma de decisiones, a partir de la puntuación de las variables intervinientes en el mismo. El método propuesto aquí reúne esas características, además su implementación es muy simple.

Canillas y Salokhe (2002) y Shukla *et al.* (2006), también reconocen las ventajas de este tipo de método, dado que brindan a los decisores seguridad en la aplicación de las prácticas de manejo.

La asociación de las categorías de VCPC a una escala cromática, puede resultar útil para lograr mapas en ambientes erosionados por lote. Esto es, constituirse en el marco de la agricultura de precisión, una herramienta para ambientar y vincularla con otras variables georreferenciadas relacionadas con la productividad.

#### IV. Conclusiones

El método que valora el estado de perfiles culturales resultó efectivo para discriminar entre diferentes ambientes afectados por el proceso de erosión hídrica.

El recurso propuesto es una herramienta de apoyo al decisor en las instancias de gestión de manejo de los suelos, que brinda la posibilidad de articular una valoración a campo de los atributos que influyen en la funcionalidad edáfica y con ello en la productividad de los agroecosistemas.

#### Referencias bibliográficas

- BALL, B. C.; BATEY, T; MUNKHOLM, L. J. (2007). Field assessment of soil structural quality -a development of the Peerkamp test, en: *Soil Use and Management*, 23:329-337.
- BESTELMEYER, B. T. (2006). Threshold concepts and their use in rangeland management and restoration: The good, the bad, and the insidious, en: *Restoration Ecology*. 14: 325-329.
- CANILLAS, E. C.; SALOKHE, V. M. (2002). A decision support system for compaction assessment in agricultural soils, en: *Soil y Tillage Research*, 65 (2): 221-230.
- CARRIZO, M. E.; PILATTI, M. A.; ALESSO, C. A.; IMHOFF, S. (2012). Atributos químicos de suelos argiudoles cultivados y no cultivados del departamento Las Colonias (Santa Fe) , en: *Ciencia del Suelo*, 29: 173-179.
- CHATTERJEE, A.; LAL, R. (2009). On farm assessment of tillage impact on soil carbon and associated soil quality parameters, en: *Soil y Tillage Research*, 104(2): 270-277.
- DORAN, J. E.; PARKIN, T. B. (1996). Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. In: Doran, J. W. & Jones, A. J. (eds.) , en: *Methods for assessing soil quality*. SSSA Spec. Publ. n.º 49, 25-37. Madison, USA.
- HUSSAIN, I.; OLSON, K. R.; WANDER, M. M.; KARLEN, D. L. (1999). Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois, en: *Soil y Tillage Research*, 50(3): 237-249.
- INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2009). *Indicadores de calidad ambiental para el manejo sustentable de los agroecosistemas*. Primer Documento

- Base de Trabajo Taller. Buenos Aires, Argentina. 121 p.
- MONTICO, S.; DI LEO, N. (2010). Desarrollo de un método simplificado para la valoración del estado edáfico superficial en agricultura. En: *Actas CD XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Rosario, Argentina.
- MONTICO, S.; DI LEO, N. (2012). Clasificación de ambientes erosionados para la aplicación de tecnologías de agricultura de precisión. En: *Actas VI Jornada de Ciencia y Tecnología UNR*. Rosario, Argentina.
- SHUKLA, M. K.; LAL, R; EBINGER, M. (2006). Determining soil quality indicators by factor analysis, en: *Soil y Tillage Research*, 87: 194-204.
- ZERPA, G. (2007). *Degradación de suelos en uso pasturil*. Tesis para el grado de Magister en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR, Rosario, Argentina.