

# INDICADORES DE CALIDAD DE LA TIERRA EN DISTINTAS POSICIONES DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA MARÍA

E.A. RIENZI<sup>1</sup>; M. RORIG; STELLA NAVONE; A.E. MAGGI y CLARA P. MOVIA<sup>2</sup>

Recibido: 11/04/01

Aceptado: 27/08/01

## RESUMEN

La posición de los suelos en el paisaje y las diferentes prácticas de manejo se consideran elementos importantes para modificar las propiedades del suelo y la calidad del mismo. En el área en estudio, la cuenca del río Santa María en la provincia de Catamarca, es posible encontrar distintas posiciones del relieve, asociadas con cultivos intensivos a semiintensivos sujetos a prácticas de manejo inadecuadas que provocan procesos de degradación de diversa índole, asociados con la textura diferente de los suelos. El grado de afectación de las propiedades y características de los suelos en el valle no es conocido, pero es posible suponer que, dada la falta de rotaciones y la naturaleza de la producción primaria de la zona, las degradaciones físicas, químicas y biológicas, junto con los procesos erosivos están muy difundidos, por ello el objetivo de este trabajo consistió en determinar el comportamiento de los indicadores de calidad de la tierra ante cambios en la posición en el paisaje, el uso de la tierra y la profundidad de la medición.

Se observó que la conductividad eléctrica (CE) tiene tendencia a disminuir en profundidad y con el uso agrícola en los suelos de la cuenca, mientras que la Relación de Absorción de Sodio (RAS) y el pH no presentaron modificaciones en estas condiciones. Todos los indicadores fueron muy dependientes de la posición en el paisaje, sin embargo este factor no pudo ser diferenciado del uso de la tierra. Se encontró además que los indicadores físicos son muy sensibles al uso agrícola, y que el Diámetro Medio Geométrico (DMG) resulta ser un mejor predictor que el Diámetro Medio Ponderado (DMP) en suelos de textura arenosa. Por último, se observó que el contenido de CO, el DMP, el DMG y la CE se incrementan hacia las posiciones más bajas.

**Palabras clave.** Posición en el paisaje, indicadores de calidad, cuencas semiáridas.

## SOIL QUALITY INDICATORS IN LANDSCAPE POSITION OF SANTAMARIA RIVER BASIN

### SUMMARY

Soil position in the landscape and agricultural practices are considered important in order to modify soil quality. In the area in study, the basin of Santa María river in Catamarca province, is possible find different relief, associates with intensive and semi extensive crops under inadequate management practices that produce diverse degradation processes, associates with different soil texture. Soil degradation degree in the valley is not known, but it is possible suppose that, due to absence of crop rotations and the nature of primary production in this valley, physical chemical and biological degradations and erosive processes is very diffused. The objective of this work was to determine the behavior of land quality indicators due to changes in the landscape position, land use and measure depth.

It was observed that Electric Conductivity (EC) has tendency to diminish in depth and with agricultural use in the soils of the basin, while the RAS and the pH did not present modifications in these conditions. All indicators were very dependent of the landscape position, however this factor could not be discriminate from land use; also was found that physical indicators are very sensitive to the land use, and the Geometric Mean Diameter (GMD) result a better predictor than the Mean Weight Diameter (MWD) in this sandy soils. The CO content, MWD, GMD and EC increases toward the lowest positions.

**Key words.** Landscape position; soil quality indicators, semiarid basin.

<sup>1</sup>Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos; <sup>2</sup>Laboratorio de Fotointerpretación Facultad de Agronomía UBA Av. San Martín 4453 E-mail: rienzi@mail.agro.uba.ar

## INTRODUCCIÓN

La posición de los suelos en el paisaje y las diferentes prácticas de manejo se consideran elementos importantes para modificar las propiedades del suelo y la calidad del mismo. (Boehm y Anderson, 1997; Brubaker *et al.*, 1993)

Brubaker *et al.*, (1993, 1994), comparando las diferentes propiedades del suelo en función de las distintas posiciones en el paisaje, encontraron que el pH, el  $\text{CaCO}_3$ , Ca y Mg intercambiables, y la saturación con bases generalmente se incrementaban en los sitios más bajos, mientras que el contenido de arcilla, materia orgánica, la CIC y la disponibilidad de K disminuían en los mismos sitios. Sin embargo, no pudieron encontrar cambios significativos en  $\text{NO}_3\text{-N}$  y P asimilable.

Asimismo, es conocido que los efectos de las prácticas de manejo provocan la variación de las propiedades y la calidad del suelo (Campbell y Zentner, 1993).

En el área en estudio, la cuenca del río Santa María en la provincia de Catamarca, es posible encontrar distintas posiciones del relieve, con cultivos intensivos a semiintensivos sujetos a prácticas de manejo y de riego que provocan procesos de degradación de diversa índole, asociados con la textura diferente de los suelos.

El grado de afectación de las propiedades y características de los suelos en el valle no es conocido, pero es posible suponer que, dada la falta de rotaciones y la naturaleza de la producción primaria de la zona, las degradaciones físicas, químicas y biológicas, junto con los procesos erosivos están muy difundidos (Rienzi *et al.*, 1999)

-El objetivo de este trabajo consistió en determinar si los indicadores de calidad de la tierra variaban con la posición en el paisaje, el uso de la tierra y la profundidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron para la toma de muestras distintos sitios representativos de las diferentes posiciones del paisaje y del uso de la tierra en una transecta en la cuenca del río Santa María (provincia de Catamarca) sobre suelos Calcicortides típicos; el área de muestreo en cada sitio fue de 50 m<sup>2</sup>, se utilizaron tres áreas por sitio: la A1) Área de valle fluvial actual con vegetación natural inalterada; A2) Lote luego de la cosecha de pimiento, posición inferior de la terraza fluvial; A3) Lote en estadio de cama

de siembra preparado para sembrar cebada, posición media de la terraza fluvial; A4) Lote degradado abandonado, posición superior de la terraza fluvial (Figura 1).

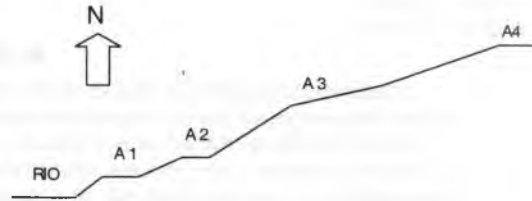


Figura 1. Esquema de las distintas posiciones evaluadas en una ladera de la cuenca del Río Santa María.

Se tomaron 5 muestras compuestas para análisis físicos y el doble de muestras para análisis químicos para cada una de las dos profundidades elegidas (0-10 cm y 10-20 cm) en cada área de muestreo, para comprobar si las labores agrícolas tienen mayor influencia que la posición en el paisaje sobre las características y propiedades de los suelos. Los indicadores elegidos fueron: el diámetro medio ponderado (DMP) y el diámetro medio geométrico (DMG) (Kemper y Rosenau, 1986); pH, la conductividad eléctrica (métodos potenciométricos), la materia orgánica (Walkley y Black), los cationes de intercambio (Ca y Mg por volumetría; Na y K con fotometría de llama).

Los datos se analizaron por medio de análisis de varianzas y para factores principales, comparación de medias y análisis de interacciones para evaluar el grado de modificaciones producidas en las variables (Little y Hills, 1979).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro N° 1 muestra que no hubo diferencias significativas en profundidad ni entre lotes para el pH. Por tratarse de áreas bajo riego, con agua de baja calidad es interesante observar que este indicador no ha sufrido variaciones, contrario a lo mencionado por Brubaker *et al.*, (1993). La conductividad eléctrica (CE) disminuye significativamente con la profundidad a excepción del lote A3. Las posiciones sujetas a uso agrícola presentaron los menores valores probablemente por efecto del riego en exceso.

En el caso de la relación de adsorción de Sodio (RAS), se observó que en las posiciones A1 y A4, disminuye con la profundidad, pero aumenta en el caso de las otras dos.

**Cuadro N° 1. Características físicas y químicas en los posiciones seleccionadas para dos profundidades.**

| POSICION               | DMP<br>(mm)      | DMG<br>(mm)     | pH              | CE<br>(dS.m-1)   | RAS              | CO<br>(g.kg-1)  | Ca<br>(cmol.kg-1) | Mg<br>(cmol.kg-1) | Na<br>(cmol.kg-1) | K<br>(cmol.kg-1) |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| A <sub>1</sub> 0-10 cm | 4,09a<br>(0,02)  | 2,2a<br>(0,06)  | 8,0a<br>(0,07)  | 31,40a<br>(0,11) | 3,07a<br>(0,07)  | 39,0a<br>(0,09) | 312,0 a<br>(0,10) | 727,0 a<br>(0,02) | 70a<br>(0,36)     | 11,02a<br>(0,11) |
| 10-20 cm               | 3,45a<br>(0,03)  | 1,7b<br>(0,03)  | 8,5a<br>(0,02)  | 13,40b<br>(0,09) | 2,82a<br>(0,05)  | 34,0b<br>(0,05) | 191,0b<br>(0,09)  | 315,0 b<br>(0,14) | 45b<br>(0,22)     | 8,12b<br>(0,09)  |
| A <sub>2</sub> 0-10 cm | 2,76b<br>(0,05)  | 1,4 b<br>(0,05) | 9,0a<br>(0,01)  | 3,81c<br>(0,12)  | 11,56b<br>(0,16) | 25,0a<br>(0,04) | 8,8 a<br>(0,08)   | 8,5 a<br>(0,07)   | 34a<br>(0,13)     | 1,07a<br>(0,07)  |
| 10-20 cm               | 3,40 a<br>(0,02) | 1,7 b<br>(0,03) | 8,5a<br>(0,03)  | 1,50d<br>(0,10)  | 14,86c<br>(0,06) | 29,6b<br>(0,05) | 46,6 b<br>(0,11)  | 17,3 b<br>(0,11)  | 84b<br>(0,20)     | 5,05b<br>(0,11)  |
| A <sub>3</sub> 0-10 cm | 2,40 c<br>(0,03) | 1,2 c<br>(0,02) | 9,2a<br>(0,05)  | 2,35e<br>(0,05)  | 2,10d<br>(0,19)  | 26,3*<br>(0,08) | 26,6 a<br>(0,15)  | 153,0 a<br>(0,20) | 20 a<br>(0,15)    | 0,80 a<br>(0,04) |
| 10-20 cm               | 2,50 c<br>(0,05) | 1,3 c<br>(0,04) | 8,7 a<br>(0,03) | 2,60e<br>(0,08)  | 2,63d<br>(0,07)  | 20,0b<br>(0,07) | 33,3 b<br>(0,09)  | 106,7 b<br>(0,15) | 22 a<br>(0,11)    | 0,85 b<br>(0,16) |
| A <sub>4</sub> 0-10 cm | 1,50d<br>(0,05)  | 0,8 d<br>(0,02) | 9,2*<br>(0,05)  | 35,0a<br>(0,14)  | 17,98e<br>(0,11) | 26,3a<br>(0,03) | 26,3a<br>(0,14)   | 84,2 a<br>(0,08)  | 26,8 a<br>(0,20)  | 134a<br>(0,34)   |
| 10-20 cm               | 1,40d<br>(0,015) | 0,9 d<br>(0,05) | 8,1a<br>(0,04)  | 17,7b<br>(0,09)  | 14,73c<br>(0,15) | 17,5b<br>(0,09) | 58,3 b<br>(0,09)  | 13,0 b<br>(0,07)  | 88b<br>(0,25)     | 15,03b<br>(0,09) |

Letras diferentes representan significación con  $p < 0,05$  para  $n=30$  en determinaciones químicas y  $n= 15$  en determinaciones físicas. Entre paréntesis el coeficiente de variación.

El diámetro medio ponderado (DMP) no presenta diferencias significativas en función de la profundidad, pero si se diferencia la posición A1 del resto, lo cual es de esperarse dada su condición inalterada. En el caso del diámetro medio geométrico, que tiende a dar mayor peso a los agregados de menor tamaño, se observó que en el único caso en que aumenta en profundidad es en el A1; en el resto de los casos no hay diferencias, probablemente debido a la labranza que mantiene agregados de pequeño diámetro en superficie (Lal *et al.*, 1994).

El contenido de carbono orgánico se comporta de acuerdo a lo esperado, observándose que en la posición A1 se encuentran los valores más altos, probablemente por representar el sitio inalterado, con gran cobertura de la vegetación. Sin embargo, no es claro el motivo por el cual el porcentaje de carbono orgánico (CO) no disminuya con la profundidad en el caso del A2.

Las Figuras 2 y 3 muestran la variación de los indicadores en función de la posición en el paisaje que ocupan los sitios analizados; en el caso de los indicadores químicos (Figura 2), se observa que sólo el pH se mantiene casi sin cambios en las distintas posiciones. Por el contrario la CE y el RAS disminuyen y vuelven a aumentar a medida que se alejan de la posición A1, que es la más cercana al río.

En la Figura 3 los indicadores físicos (DMP y DMG) muestran comportamientos diferentes; mientras que el DMP disminuye acentuadamente a medida que se aleja de la posición A1, el DMG mantiene sólo una ligera tendencia a disminuir.

El CO acompaña la tendencia del DMP, lo cual hace suponer que en estos suelos se encuentra formando los agregados de mayor tamaño, que tienen un mayor predominio en la determinación del DMP; el DMG en cambio, indica mayor presencia de agregados de menor diámetro.

En el Cuadro N° 2 se encuentran los resultados del análisis de variancia para la posición y la profundidad como factores principales y sus interacciones; en todos los casos, a excepción del pH que no muestra significación, la posición fue altamente significativa para los indicadores evaluados, lo cual sugiere una gran dependencia con la ubicación en el paisaje. La profundidad no fue significativa en el caso de la relación de adsorción de sodio (RAS) y los indicadores físicos, el diámetro medio ponderado (DMP) y el diámetro geométrico medio (DMG); asimismo disminuyó la significación del sodio, aunque todavía continúa siendo significativo.

El uso de la tierra se confunde con las distintas posiciones, superponiendo los efectos por lo que

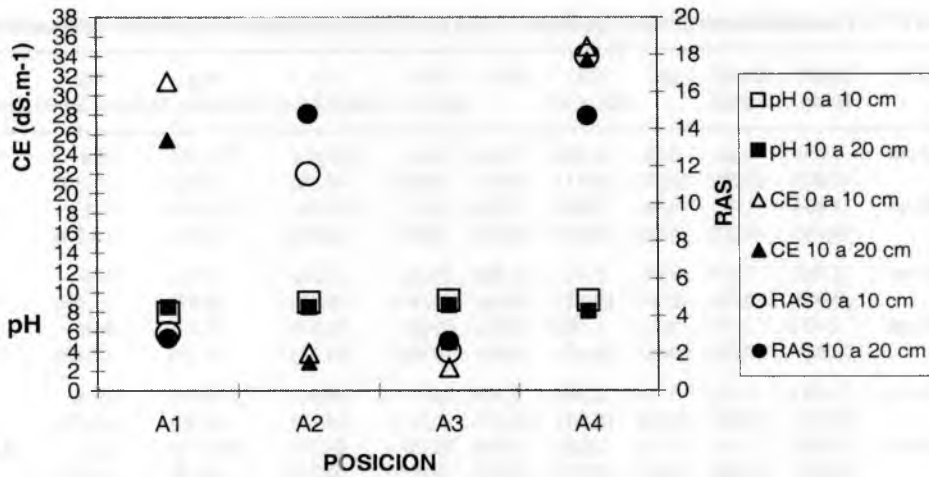


Figura 2. Indicadores químicos de la ladera analizada para dos profundidades.

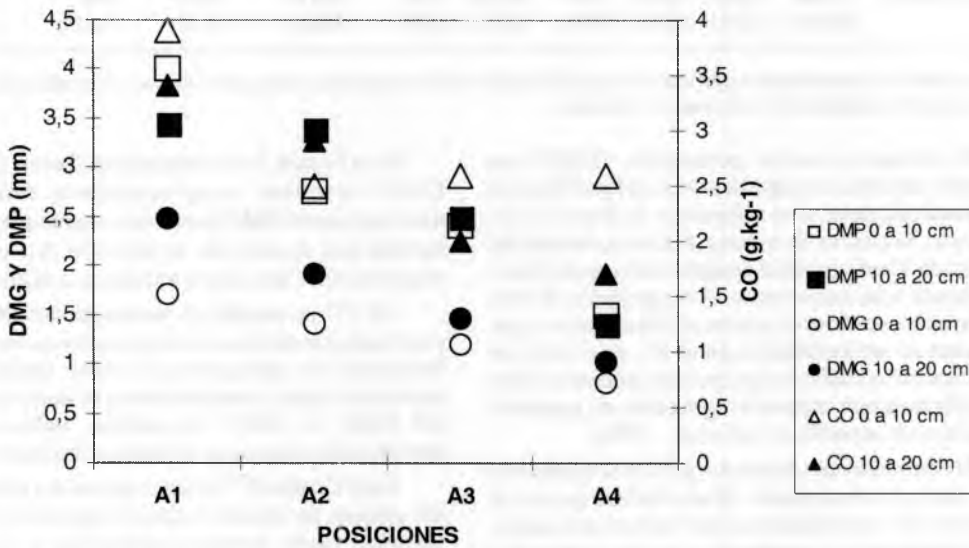


Figura 3. Indicadores físicos y orgánicos de la ladera analizada para dos profundidades.

Cuadro N° 2. Niveles de significación de los efectos debidos a la posición y a la profundidad para los indicadores analizados.

| FACTOR          | g.l. | CE   | pH | RAS  | DMP  | GMD  | CO   | Ca/Mg | Na   | K    |
|-----------------|------|------|----|------|------|------|------|-------|------|------|
| Posición (A)    | 3    | *    | NS | **** | **** | **** | **** | ****  | **** | **** |
| Profundidad (B) | 1    | **** | NS | NS   | NS   | NS   | **** | ****  | ***  | **** |
| A x B           | 3    | **** | NS | **** | **** | **   | **** | ****  | **** | **** |

Referencias: \*\*\*\* Altamente significativo p<0,0001; \*\* muy significativo p<0,001; \* significativo p<0,05; NS No significativo.

no fue posible establecer interacción entre ellos. Sin embargo, la falta de significación de los indicadores físicos con la profundidad sugiere que una de las posibles consecuencias sería el anular la capacidad del indicador para detectar los cambios dentro de la profundidad de evaluación.

Al analizar la interacción, vuelve a ser altamente significativa en todos los casos, confirmando la importancia mencionada de la posición en el paisaje. La falta de significación para el caso del pH puede interpretarse como una consecuencia de la cantidad de sales presentes en toda la cuenca, relacionado con el clima y el material original.

### CONCLUSIONES

Se observó que la conductividad eléctrica tiene tendencia a disminuir en profundidad y con el uso agrícola en los suelos de la cuenca; el comportamiento

de la relación de absorción de sodio (RAS) refleja la generalización de procesos de alcalinización en los suelos de la cuenca, debido al alto contenido de sodio en estos ambientes y la evidencia de valores altos de pH en los suelos que no presentaron modificaciones bajo ninguna de las condiciones medidas.

Los indicadores fueron muy dependientes de la posición en el paisaje. Sin embargo, este factor no pudo ser diferenciado del uso de la tierra por haberse superpuesto sus efectos; la escasa eficacia en el comportamiento de los indicadores físicos parece confirmar este supuesto.

Los indicadores físicos no se comportaron de la misma manera en las distintas posiciones por lo que parecen muy sensibles al uso. Con la utilización del GMD se logró detectar el efecto de las labranzas en la destrucción de los agregados de mayor tamaño, por lo que en suelos de textura arenosa este indicador resulta ser un mejor predictor que el DMP.

### BIBLIOGRAFÍA

- BOEHM, M.M. and D.W. ANDERSON . 1997 A landscape-scale study of soil quality in three prairie farming systems *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 1147-1159
- BRUBAKER, S.C.; A.J. JONES; D.T. LEWIS and K. FRANK. 1993 Soil properties associated with Landscape position *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:235-239.
- BRUBAKER, S.C.; A.J. JONES; K. FRANK and D.T. LEWIS. 1994 Regression models for estimating soil properties by landscape position *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 1763-1767
- CAMPBELL, C.A. and R.P. ZENTNER. 1993 Soil organic matter as influenced by crop rotations and fertilization *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 1034-1040.
- KEMPER, W.D. and R.C. ROSENAU. 1984 Aggregate stability and size distribution. *Methods of Soil analysis: Part 1* Agron. Monogr 9 ASA and SSSA. 2<sup>nd</sup> ed. Madison USA. Klute, A., 425-441.
- LAL, R.; A.A. MAHBOUBI and N.R. FAUSEY. 1994 Long -term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 517-522
- RIENZI, E. A.; A.E. MAGGI; S.M. NAVONE y C. MOVIA. 1999 Factores que regulan la erosión hídrica en la cuenca del Río Santa María, Pcia. de Catamarca, Argentina *Rev. Terra* .17(1):45-50.