

VARIACIÓN DEL pH EN EL HORIZONTE LABRADO DE UN SUELO ÁCIDO CULTIVADO DE FORMA INTENSIVA

P. González-Fernández¹, R. Ordóñez-Fernández¹, F. Peregrina-Alonso², R. Espejo-Serrano².

¹ C.I.F.A. "Alameda del Obispo". Apartado 3092, 14080 Córdoba. pedro.gonzalez.fernandez@juntadeandalucia.es

² E.T.S.I.Agrónomos. Univ. Politécnica. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

RESUMEN. Se ha estudiado la evolución del pH de un suelo ácido de raña (Plinthic Palexerult) cultivado durante nueve años y se ha comparado con la variación experimentada por el mismo suelo en una pradera inalterada.

El pH se ha medido en suspensiones 1:2.5 de suelo en agua y en Cl_2Ca 0.01M en muestras compuestas tomadas en cada una de las cuatro parcelas repetidas en cada tratamiento. Con los fertilizantes no se ha aportado calcio ni magnesio alguno.

El valor medio de los pH correspondientes al horizonte labrado es de 4.88 unidades en agua y 4.14 en Cl_2Ca y sufren importantes oscilaciones relacionadas con la fertilización, el laboreo y la escasez o exceso de lluvia. Las mediciones de los suelos cultivados en Cl_2Ca , no presentan una mayor estabilidad que las efectuadas en agua. La magnitud de las oscilaciones puntuales detectadas en los suelos labrados alcanzan los 1.29 unidades en agua y 1.06 unidades en Cl_2Ca , y puede enmascarar los efectos a largo plazo del cultivo intensivo e inducir a error sobre las necesidades reales de encalado. Por tanto, se hace necesario un buen conocimiento de las circunstancias previas sufridas por el suelo antes del muestreo para interpretar la información suministrada por este análisis.

Los suelos inalterados de las praderas naturales presentan unos valores del pH menos variables. Sus medias son: 5.24 en agua y 4.27 en Cl_2Ca con unos coeficientes de variación respectivos del 4.1 y 2.8 %.

Los ensayos demuestran que el suelo estudiado es proclive a sufrir un grave proceso de acidificación. Se comprueba la necesidad de recurrir a encalados para compensar el efecto acidificante tanto del laboreo como de los fertilizantes nitrogenados y la exportación de bases originada por las cosechas.

ABSTRACT. The changes in the pH of an acid *raña* (Plinthic Palexerult) soil intensively cultivated during nine years have been studied and compared with the variations occurring in the same soil in a non cultivated field.

The pH was measured in 1:2.5 suspensions of soil in water and Cl_2Ca 0.01M in composed samples taken in each of the four land plots repeated in each treatment. No calcium or magnesium was added with the fertilizers.

The mean value of the pH's corresponding to the tilled surface was 4.88 units in water and 4.14 in Cl_2Ca , and they underwent important fluctuations related to fertilization, tillage and the shortage or excess of rain. The cultivated soil pH measurements in Cl_2Ca did not show any greater stability than those carried out in water. The magnitude of the specific variations detected in the tilled soils reached 1.22 units in water and 1.06 units in Cl_2Ca and this could mask the long-term effects of intensive cultivation and lead to errors in assessing real liming needs. A good knowledge of the previous circumstances endured by the soil before sampling it is therefore required in order to interpret the information supplied by this analysis.

The non cultivated soils in natural fields gave less variable pH values. Their means were: 5.24 in water and 4.27 in Cl_2Ca with variation coefficients of 4.1 and 2.8 %, respectively.

The trials demonstrated that the soil studied was prone to suffering a serious acidification process. The need to resort to liming to compensate for the acidifying effect both of the tillage and of the nitrogenous fertilizers and the exportation of bases originated by the harvests was verified.

1.- Introducción

La concentración de hidrogeniones en la solución del suelo se estima usualmente mediante medidas electroquímicas en una suspensión suelo/agua o suelo/solución salina. Constituye quizás el parámetro más usado para caracterizar el suelo y es un útil indicador de su fertilidad.

La solución se supone en equilibrio con los coloides del suelo; pero la no uniformidad del suelo hace que este valor fluctúe con la posición y con otros factores tales como el manejo, profundidad y contenido en humedad. Esta circunstancia añade un grado de incertidumbre importante a este parámetro. La cuantía de las fluctuaciones han sido descritas en varios ambientes y suelos con resultados muy variables. En general los suelos no cultivados experimentaron variaciones menores que en los cultivados. En estos, se han llegado a describir variaciones de 2.0 unidades (Hester y Shelton, 1933) y 2.9 (Fehér, 1936).

En 1955 Schofield y Taylor recomendaron el uso de una solución 0.01 M de Cl_2Ca que tiene un contenido salino y presenta una concentración de calcio similar a la presente en

los suelos normales no salinos. Con esta solución se evitan las alteraciones del pH originadas por las sales solubles del suelo y se minimizan los errores debidos al potencial de contacto sin causar los intensos desplazamientos de cationes característicos de otras soluciones salinas más concentradas.

En nuestras condiciones no hay información sobre la magnitud y evolución de la variación de la reacción del suelo con el tiempo y manejo. Información necesaria en los suelos ácidos para realizar una correcta estimación de la necesidad y dosis de materiales encalantes.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la evolución del pH en un suelo ácido cultivado y compararla con las oscilaciones sufridas por este parámetro en un inalterado pastizal sobre el mismo suelo.

2.- Materiales y Métodos

Para el estudio de la evolución del pH con el tiempo y el manejo, se ha utilizado un campo de ensayo de larga duración establecido sobre una típica raña con un suelo muy uniforme. El suelo se ha clasificado como “Plinthic Palexerult” (Soil Survey Staff, 1999). Su horizonte más superficial presenta unos 33 cm de profundidad con una media de 3.9 % de materia orgánica, 5.8 % de arcilla.- en su casi totalidad caolinita (Espejo, 1978) y un contenido inicial de Al extractable de 0.93 cmolc/kg.

El campo de ensayo se sitúa en la raña de Cañamero, en la provincia de Cáceres tal como se indica en la figura 1.

Las muestras compuestas utilizadas para medir el pH proceden de unas parcelas control de 5 x 8 m² repetidas cuatro veces en un ensayo de larga duración con encalantes. Cada una estaba constituida por la mezcla de 2 ó más submuestras de 0 a 18 cm. Las muestras se desecaron al aire, se pasaron por un tamiz de 2 mm y las mediciones, por duplicado, se realizaron en suspensiones de 1:2.5 en agua y en una solución 0.01 M de Cl₂Ca. Para ello, se utilizó un pHmetro CRISON provisto de un electrodo combinado de vidrio con sensor de temperatura modelo CRISON 52-01 calibrado cada medición con soluciones amortiguadoras de pH 4.01 y 7.00..

Durante los 3310 días desde el inicio del estudio (dde) - algo más de nueve años - las parcelas se han cultivado anualmente y el suelo del pastizal ha permanecido inalterado y no ha recibido abono alguno. El fertilizante aplicado no ha aportado Calcio ni Magnesio alguno y han sumado 985 Kg de N, 711 P₂O₅ y 799 K₂O. La paja, los restos de las cosechas y pastos se han retirado siempre de las parcelas. Los muestreos de las parcelas con pastizal comenzaron el día 2092 dde.

La raña de Cañamero se localiza entre las poblaciones de Cañamero y Valdecaballeros. En las provincias de Cáceres y Badajoz. Su pluviometría es elevada; con una media de 783 mm. Durante los ensayos se han registrado precipitaciones anuales de hasta 1262 mm. Los datos de lluvias disponibles finalizaban en Abril de 2005.

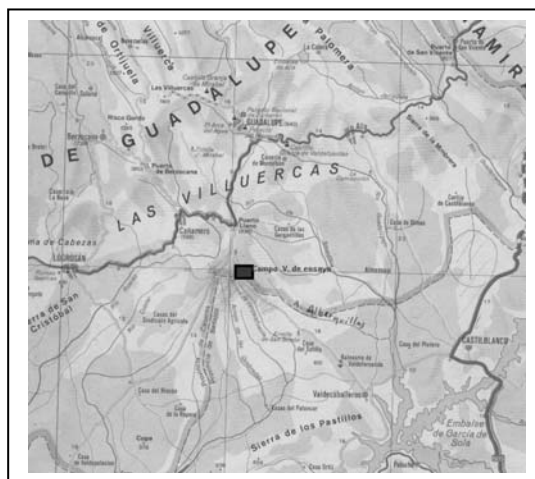


Fig. 1. Localización del campo de ensayo de Cañamero (Cáceres).

3.- Resultados y Discusión

Las fluctuaciones del pH debidas a la distinta posición fisiográfica o heterogeneidad del suelo se han evitado al circunscribir el estudio a unas pequeñas parcelas situadas en un suelo uniforme y al realizarse el muestreo aproximadamente en los mismos puntos (interior y centro de las parcelas).

En el curso del ensayo se han observado importantes variaciones en el pH medido en los suelos cultivados, cuya cuantía asciende a 1.29 unidades en el pH medido en agua (figura 2) y 1.06 en el pH medido en una solución de cloruro cálcico 0.01 M (figura 3).

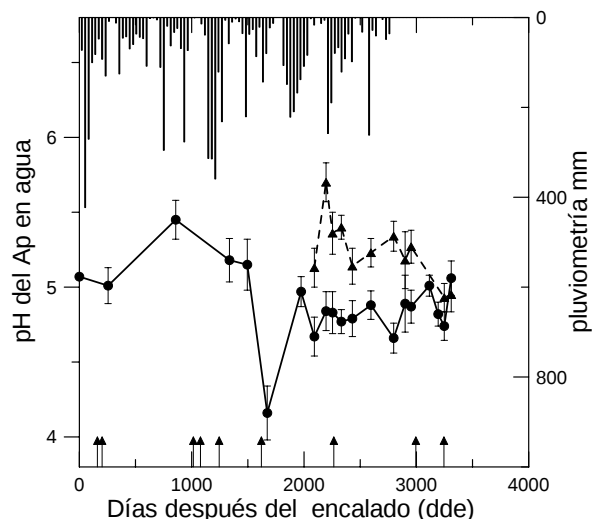


Fig. 2. Oscilaciones estacionales del pH medido en una suspensión 1:2.5. suelo: agua. Los puntos marcados con un círculo corresponden al suelo labrado y con un triángulo al pastizal. Cada punto es la media de cuatro parcelas y las barras verticales muestran la mínima diferencia significativa ($P<0.05\%$). Las flechas indican los momentos en que se efectuaron las fertilizaciones.

En los suelos cultivados se observa un lento y paulatino descenso en los valores del pH. Motivado, presumiblemente en su mayor parte, por la adición de los fertilizantes nitrogenados. En gran proporción en formas amoniacales que al oxidarse provocan la necesidad de periódicas aplicaciones de bases para neutralizar su poder acidificante (Adams, 1984). Puesto que un prolongado e intenso proceso de acidificación puede causar daños irreversibles en el suelo (Barak y col., 1997).

Cuando los muestreos se efectúan en los suelos saturados o tras unos períodos de encharques, los valores tienden a ser mayores.

En el suelo cultivado, los valores más bajos se encuentran en el muestreo del día 1673 dde, que se realiza en un suelo abonado en sementera con 56 unidades de N y en cobertera con 70 unidades de N en forma de nitrato amónico. Sobre el que se depositó una lluvia muy inferior a la normal. Otros descensos menos notorios, pero claramente detectables, se registraron después de sendos periodos de sequía; tales como los señalados en los días 2092, 2595 y 3248 dde. Lo que demuestra una cierta periodicidad estacional en las fluctuaciones del pH. Sin embargo, en los suelos de pastizal que no se labran ni se fertilizan las fluctuaciones de la reacción del suelo son algo menores y no siempre coincidente con los suelos cultivados.

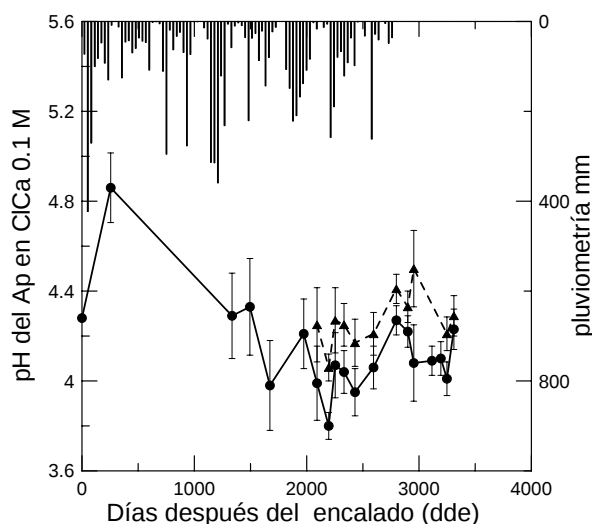


Fig. 3. Oscilaciones estacionales del pH medido en una suspensión 1:2.5, suelo: solución 0.01 M de Cl_2Ca . Los puntos marcados con un círculo corresponden al suelo labrado y con un triángulo al pastizal. Cada punto es la media de cuatro parcelas y las barras verticales muestran la mínima diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

Este modelo de variación de los suelos cultivados coincide con los encontrados por Swanback y Morgan (1930), que observaron como los máximos pH se daban en las estaciones más húmedas y los mínimos en las estaciones secas.

Conyers y col. (1997) asocian los mayores cambios estacionales del pH a condiciones climáticas extremas y fuera de lo normal.

Los valores medios de los pH en agua registrados en las parcelas cultivadas presentan un mínimo de 4.16 y un máximo de 5.45, con un coeficiente de variación del 5.3 %. Las medidas en una suspensión suelo/solución de cloruro cálcico oscilan entre 3.80 y 4.86 con un coeficiente de variación del 5.4 %. Sus rangos son respectivamente 1.29 y 1.06 unidades (Tabla 1).

En el caso de los suelos de pastizal, los pH en agua varían de 4.93 a 5.70 unidades y en solución salina de cloruro cálcico van desde un mínimo de 4.06 a un muestreo de 4.5 unidades. Presentando unos rangos y coeficientes de variación de 0.77 y 4.1 % en agua y 0.44 y 2.8 % en cloruro cálcico (Cuadro 1).

La variación del pH en los suelos labrados y cultivados es por tanto mayor que la experimentada en los pastizales.

Tabla 1. Medias, medianas, rangos y coeficientes de variación de las mediciones de pH efectuadas a lo largo del tiempo en las parcelas control cultivadas y pastizales de la raña de Cañamero (Cáceres).

	Suelos cultivados		Suelos de pastizal	
	agua	0.01M Cl_2Ca	agua	0.01M Cl_2Ca
Media	4.88	4.14	5.24	4.27
Máximo	5.45	4.86	5.70	4.50
Mínimo	4.16	3.80	4.93	4.06
Rango	1.29	1.06	0.77	0.44
Mediana	4.87	4.09	5.23	4.25
Coef. Var %	5.3	5.4	4.1	2.8

El pH medido en la solución 0.01 M de Cloruro Cálcico propuesto por Schofield y Taylor (1955) se supone que debe ser más constante al eliminar su dependencia de la variación natural del contenido salino de la solución del suelo. En nuestro caso, la concentración salina utilizada en este método, aunque refleja el contenido salino medio de la mayoría de los suelos, es alta para nuestro suelo de raña, muy meteorizado y avado. Su uso, reduce algo la variación de las mediciones efectuadas en los suelos de pastizal pero es indiferente en los cultivados; tal como se puede apreciar en las figuras 1 y 2 y en el cuadro 1.

4.- Conclusiones

Los suelos de raña cultivados y fertilizados sin añadir bases o productos encalantes sufren una paulatina acidificación. En ocasiones se alcanzan valores inferiores a 4.5 lo que puede causar un grave deterioro de su calidad y fertilidad y hacer inviables los cultivos.

Los valores del pH en los suelos cultivados sufren importantes oscilaciones. Con un rango de 1.29 en las mediciones en suspensiones en agua y de 1.06 en suspensiones en solución del 0.01 M de Cl_2Ca .

Las oscilaciones del pH en los pastizales son menores y no siempre coincidentes con las sufridas en los suelos labrados. Las mediciones en la solución salina de cloruro cálcico son algo más estables que las efectuadas en agua.

Los pH más altos se dan en los períodos de saturación y los más bajos en los períodos secos.

El seguimiento de las variaciones del pH en los diversos tratamientos nos muestra que la medición del pH en los suelos de raña constituye una eficaz herramienta para evaluar y mantener las mejoras en la fertilidad de los suelos corregidos con las enmiendas. Siempre que se conozcan las circunstancias previas a la toma de muestras.

Agradecimientos. Los autores agradecen al MCYT por la financiación del proyecto AGL2005-07017-C03-02 y a Don Matías Rodríguez Pazos y Don Miguel Valle por su valiosa y desinteresada colaboración que han hecho posible esta investigación.

Bibliografía.

- Adams, F. 1984. Crop response to lime in the Southern United States. 211-265. En: F. Adams (Ed.). Soil Acidity and Liming. ASA. Madison.
- Barak, F., Jobe, B. O., Krueger, A. R., Peterson, L. A. y Laird, D. A.. 1997. Effects of long-term soil acidification due to nitrogen fertilizer inputs in Wisconsin. Plant and Soil. 197: 61-69.
- Conyers, M. K., Uren, N. C., Helyar K. R., Poile, G. J. y Cullis B. R. 1997. Temporal variation in soil acidity. Aust. J. Soil Res. 35: 1115-1130.
- Espejo, R. 1978. Estudio del Perfil Edáfico y Caracterización de las superficies tipo Raña del Sector Cañamero-Horcajo de los Montes. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. ETSIA.
- Fehér, D. 1936. En: Raupach, M. 1951. Studies in the variation of soil reaction. II Seasonal variations at Barooga, N. S. W. Austr. J. Soil Res. 2: 73-82.
- Hester, J.B., and Shelton, F.A. 1933. Seasonal variation of pH in field soils a factor in making lime recommendations. J. Amer. Soc. Agron. 25: 299-300.
- Schofield R. K. y Taylor, A. W. 1955. The measurement of soil pH. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 164-169.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA handbook 436. U. S. Govern. Printing Office. Washington.
- Swanback, T.R. and Morgan, M.F. 1930. Seasonal fluctuations in soil reaction. Conn. Agric. Exp. Sta. (New Haven) Bull. No. 311: 264-S. En: Raupach, M. 1951. Studies in the variation of soil reaction. II Seasonal variations at Barooga, N. S. W. Austr. J. Soil Res. 2: 73-82.