



CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL AMBIENTE EDÁFICO EN DOS LOCALIDADES DEL INTERFLUVIO TEUCO-BERMEJITO, PROVINCIA DEL CHACO (ARGENTINA)

VARIABILITY CHARACTERIZATION OF EDAFIC ENVIRONMENT IN TWO LOCALITIES OF THE TEUCO-BERMEJITO INTERFLUVIAL SYSTEM, PROVINCE OF CHACO (ARGENTINA)

MARCOS. S. KARLIN ¹, R. COIRINI ², A. ROLLÁN ¹ Y O. BACHMEIER

¹ Cátedra de Edafología. 2- Cátedra de Manejo de Agrosistemas Marginales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. C.C. 509, C.P. 5000, Córdoba, Argentina. mam@agro.uncor.edu

RESUMEN

Se cuantificó en dos localidades de la Provincia del Chaco, la variación espacial edáfica y sus causas, a los efectos de elaborar estrategias diferenciadas de desarrollo local. Se muestrearon, de 0-20 cm, parcelas de 1 ha. Se analizaron: densidad aparente (Dap), materia orgánica (MO), fósforo extractable, pH 1:1 y salinidad. El efecto topográfico genera mayor variabilidad en Cabeza de Buey que en Nueva Pompeya, debido a la mayor influencia de los interfluvios en el primero. Existen diferencias significativas en los valores MO entre localidades. No se observó correlación entre MO y Dap con el tipo de vegetación. No se detectó salinidad en superficie. Esta determinación y el pH contradicen lo que indica la bibliografía en cuanto a la presencia de sales y sodio en estos suelos. La variabilidad edáfica sería consecuencia de la heterogeneidad de los materiales originarios, estando influenciada por la topografía, no así tanto por la vegetación.

Debido a la gran heterogeneidad del sistema no se recomienda un manejo generalizado, sino que deben elaborarse estrategias particulares para cada campo ya que las posibilidades de desarrollo pueden hallarse en algunos casos más limitadas por la naturaleza de los recursos que por la idiosincrasia o capacidad de cada individuo.

Palabras clave: Interfluvio Teuco-Bermejito, variabilidad espacial, manejo sustentable

SUMMARY

Spatial edafic variation and its causes, has been quantified in two localities of the Province of Chaco, to elaborate differentiated strategies of local development. Parcels of 1 ha has been sampled at 0-20 cm. Apparent density (Dap), organic matter (MO), extractable phosphorous, pH 1:1 and salinity has been analyzed. The topographic effect generates higher variability in Cabeza de Buey than

in Nueva Pompeya, due to a major influence of the interfluvial system at the first locality. Significant differences exist in MO values between localities. There has not been correlation between MO and Dap with vegetation types. There has not been detected salinity at surface. This determination and pH contradict what the bibliography indicates referring to the presence of salts and sodium in these soils. Edafic variability would be consequence of the heterogeneity of original materials, being influenced by topography, not so by vegetation. Due to the great system heterogeneity, it is recommended a generalized management, but to elaborate particular strategies for each field because development possibilities can be found in some cases limited more by the nature of the resources than by the idiosyncrasy or capacity of each individual.

Key words: *Teuco-Bermejito interfluvial system, spatial variability, sustainable management*

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de desarrollo local constituyen un medio para el desenvolvimiento social y económico de comunidades marginales. Para los campesinos y pequeños productores rurales, la necesidad de reorganizar el sistema de modo que permita revitalizar la producción de los agroecosistemas, es hoy una cuestión de supervivencia. Aumentar la capacidad de soporte de los sistemas es, por lo tanto, un paso importante y un camino necesario para el desarrollo rural sustentable. Promover esa recuperación con un mínimo

de insumos externos es una condición indispensable para su viabilidad (Chiarulli *et al.*, 2003).

En términos generales, los proyectos de desarrollo se caracterizan por centrar su atención en la racionalidad socio-económica, descuidando con frecuencia el entorno ambiental en el cual están insertos.

No resulta posible manejar sustentablemente un área determinada sin un conocimiento general de la zona, de sus diversos recursos y usos de la tierra, como también de las características cuali-cuantitativas de la estructura y dinámica de los recursos naturales sujeto de manejo. El manejo sitio-específico se fundamenta en la capacidad de reconocer niveles de heterogeneidad dentro del área de estudio y adecuar las recomendaciones agronómicas a cada unidad reconocida (Booltink *et al.*, 2001).

Las localidades de Cabeza de Buey y Nueva Pompeya se encuentran ubicadas al norte de la Provincia del Chaco, ambas bajo la influencia de un sistema interfluvial muy complejo. Esta extensa área se caracteriza por poseer un ambiente con marcados cambios espacio-temporales en lo que respecta a clima, vegetación y suelo dominante. A esto debe sumársele la acción antrópica que provoca un fuerte impacto sobre el sistema.

Caracterizando esta variabilidad, Cabeza de Buey presenta un promedio anual de 875 mm de precipitación, mientras que Nueva Pompeya de 700 mm. Los montos pluviométricos son principalmente estivales, con marcada estación seca en invierno, aunque la primera presenta mayor dispersión temporal, observándose además, una disminución gradual hacia el

occidente, con un gradiente de aproximadamente 1,5 mm/km. El análisis de los registros térmicos indican que Cabeza de Buey presenta una temperatura media anual de 22°C, mientras que en Nueva Pompeya es de 22,5°C, registrándose mayores temperaturas hacia el Oeste (Ledesma *et al.*, 1973).

Debido a la baja pendiente del terreno (2 a 3‰), los cursos de agua formaron un complicado sistema de meandros que produjo el movimiento permanente de los cauces, generando deposiciones fluviales. La bibliografía consultada coincide con que este proceso engendró una característica común en estos suelos: erosión, sales, buena infiltración, horizontes ligeramente ácidos a neutros, de texturas sueltas a francas en las planicies fluviales y franco limosas a franco arcillosas en los interfluvios (Ledesma *et al.*, 1973; Gómez *et al.*, 1998). Sin embargo, no existe bibliografía que detalle en profundidad la rica diversidad geomorfológica de la zona.

Los factores formadores del suelo se encuentran interrelacionados entre sí, provocando a través del tiempo cambios importantes tanto en la apariencia externa como interna del perfil. La ubicación de estas dos localidades es bastante particular a la hora de realizar estudios edáficos. La influencia de los interfluvios, el bosque y las altas temperaturas, coincidentes con los picos de precipitaciones, generan una marcada variabilidad ambiental, la cual obliga a que los técnicos extensionistas deban replantear sus programas de desarrollo local, relacionados con la actividad agrícola y ganadera, incluyendo en su análisis todos aquellos factores cuya alteración pueda generar

efectos no deseables o incontrolables como consecuencia de la modificación del ecosistema natural.

En este marco, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar la variación espacial edáfica de los suelos del interfluvio Teuco-Bermejito y determinar sus causas a los efectos de precisar elementos básicos para su uso y manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica en el centro-norte de la Provincia del Chaco, República Argentina. Cabeza de Buey (CB) está situada cerca de la confluencia de los ríos Teuco y Bermejito (25° 35' S; 60° 17' O), y Nueva Pompeya (NP), emplazada hacia el noroeste de la anterior, está influenciada por el río Bermejito (24° 50' S; 61° 29' O). Ambas zonas se encuentran en un sistema de paleocauces, por lo que la topografía observada es irregular. En las Figuras 1 y 2 se muestra la gran heterogeneidad del área.

Unidades de muestreo

Se muestreó en cerramientos de 1 ha, totalizando un número de 20 parcelas en CB y 17 en NP. En todos los casos se procedió a la georreferenciación de cada unidad de muestreo. A las parcelas estudiadas, que correspondían a bosque "virgen", se les había eliminado previamente el estrato arbustivo, quedando sólo el estrato arbóreo. En cada una de ellas se identificaron las especies vegetales leñosas predominantes, con el fin de tratar de establecer relaciones entre suelo y vegetación.

Muestreo de suelo

Se procedió según un plan de muestreo estratificado al azar (Black, 1986). En cada una de las parcelas (unidad de estratificación) se tomaron 15 submuestras en forma aleatoria de 0 a 20 cm de profundidad, con las cuales se formó una muestra compuesta a fin de absorber la variabilidad espacial horizontal intra-parcela.

Se tomaron muestras sin disturbar para evaluar densidad aparente (Dap), con cilindro de volumen conocido (7 cm de diámetro x 7 cm de altura), bajo un árbol adulto que fuera el de mayor frecuencia y representativo de la parcela. En el lugar de extracción de la muestra de densidad aparente se identificaron los horizontes principales hasta los 50 cm de profundidad, corroborándose la ausencia de carbonato de calcio con ácido clorhídrico al 30% (Etchevere, 1976).

Con el fin de evaluar la practicidad de la medición de materia orgánica a campo, se efectuó su estimación cualitativa por medio de agua oxigenada al 30% (Nicholls *et al.*, 2004).

Las muestras sin disturbar se secaron y se pesaron, calculándose la densidad aparente. Las muestras compuestas fueron secadas al aire y se tamizaron por malla de 2 mm. Se midieron los siguientes parámetros edáficos: materia orgánica (MO) por el método de Walkley & Black (Nelson and Sommers, 1996), fósforo extractable por el método Bray & Kurtz N° 1 (Kuo, 1996), pH en relación suelo-agua 1:1 (Thomas, 1996), conductividad eléctrica (CE) y se estimó (al tacto) la clase textural.

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza por el test de Tukey y análisis de regresión lineal por medio del programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2004).

Resultados y Discusión

Ambas localidades están ubicadas sobre paleocauces, de allí que los coeficientes de variación de los resultados obtenidos (Tabla 1) sean ilustrativos de la heterogeneidad del área, justificada por las diferencias topográficas observadas. La variabilidad espacial de los suelos es inherente a la complejidad del relieve (Gerrard, 1990). El efecto topográfico sobre los factores formadores de suelo es tal que en las parcelas ubicadas en CB, a pesar de estar distanciadas entre sí en menor medida, en comparación a las ubicadas en NP (Fig. 1 y 2), presentaron mayores coeficientes de variación entre ellas, debido a que los interfluvios son más marcados y numerosos. En NP ocurrió lo contrario.

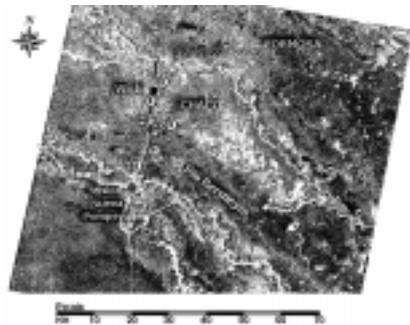


Figura 1. Imagen satelital del área de influencia de Nueva Pompeya

Figure 1. Satellite image of Nueva Pompeya influence area

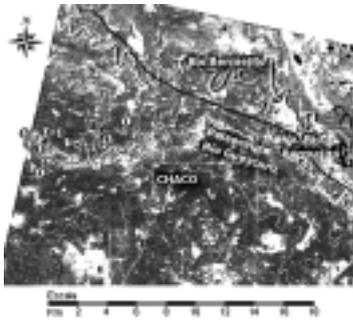


Figura 2. Imagen satelital del área de influencia de Cabeza de Buey

Figure 2. Satellite image of Cabeza de Buey influence area

Considerando la descripción a campo de los horizontes principales y su correspondiente epipedón, habría sido esperable encontrar, según Ledesma *et al.* (1973), un dominio de al menos cuatro órdenes de suelo: Molisoles, Alfisoles, Inceptisoles y Entisoles. Asimismo, la ubicación en el Mapa de Suelos de la República Argentina (CIRN – INTA, 1995) de la posición georreferenciada de los sitios de muestreo, no permitió relacionar la información relevada con la descrita en dicho mapa. Al delimitar tipos de suelo a nivel de parcelas, las escalas muy grande del mapa y la complejidad del ambiente (interfluvios) obligan a la descripción *in situ* del perfil.

Se realizaron calicatas en campos representativos para la identificación de perfiles. En cada parcela se realizaron chequeos a partir de los cuales se observó un predominio de horizontes A incipientes (entre 4 y 6 cm de espesor). Por debajo, se observaron en algunos casos horizontes Bt de estructura en bloques subangulares, finos y moderados, y en

otros casos transiciones AC u horizontes C. Esto indicó la existencia de diversos perfiles, confirmando la heterogeneidad de los suelos en las áreas estudiadas.

La presencia del horizonte Bt sugiere condiciones de impermeabilidad, a diferencia de lo citado por Ledesma *et al.* (1973) y Gómez *et al.* (1998), quienes indican condiciones de buena infiltración para esta área. Además de existir una remoción del suelo, habría una mezcla de horizontes, dado el reducido espesor del horizonte A (4 a 6 cm). Estos aspectos condicionan *per se* la naturaleza, la respuesta y el impacto (positivo o negativo) de cualquier sistema agrícola que se desee implementar.

El análisis de los datos de densidad aparente (Dap) contrastados con la presencia del estrato arbóreo, mostraron que no hay relación entre éstos. Lo observado coincide con lo citado por Fisher (1995), quien concluye que, a pesar del incremento de materia orgánica edáfica inducido por el árbol, la disminución de Dap (en los casos en que se observó dicho fenómeno), se debe más a un efecto de la actividad de la mesofauna y al crecimiento de las raíces, formando microtúneles, que a una acumulación de material orgánico.

Por otra parte, la densificación superficial no ejercería influencia en el desarrollo del estrato arbóreo, dado que no hubo correlación entre ambas variables. Esto puede deberse a la capacidad que el estrato arbóreo tiene para atravesar capas “densas”, lo que pone de manifiesto la fragilidad del sistema en el caso de reemplazarse por especies herbáceas sin la protección de dicho estrato. La presencia del árbol actuaría como regulador del

sistema frente a efectos erosivos permitiendo la implantación de especies herbáceas económicamente aprovechables. Además, de eliminarse el monte es posible esperar falta de reciclaje de nutrientes por bombeo de las raíces (Karlin, 1985; Fisher, 1995).

En la Tabla 2 se presentan los resultados del contenido en materia orgánica (MO) y las clases texturales estimadas. Para nuestras condiciones de estudio, se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los valores promedio de MO por localidades (Tabla 1). Entendemos que las diferencias observadas se deben a la calidad del material aportado, como consecuencia de la existencia de distintas especies dentro y entre áreas. Zalba y Peinemann (1987), al estudiar el efecto de la vegetación arbórea y herbácea sobre el porcentaje de materia orgánica del horizonte superficial, señalan a la relación carbono / nitrógeno como índice para caracterizar su grado de descomposición. Así, las mayores relaciones carbono / nitrógeno correspondían a la vegetación arbórea y variaban según el tipo de especie.

Con relación a la textura (Tabla 2), se observó que aquellas clases texturales con predominio de la fracción arcilla y limo, se corresponden con los mayores valores de MO, coincidiendo con otros autores. Quiroga y Funaro (2004), al estudiar el fraccionamiento de la MO y su dependencia con la granulometría del suelo, observaron que la fracción MO *vieja* está estrechamente relacionada con el contenido de arcilla. Dichos autores concluyen que posiblemente el mayor contenido de arcilla y una estructura más desarrollada, determinan una mayor protección física de la MO total en suelos de granulometría fina.

Nicholls *et al.* (2004) mostraron que es posible la evaluación cualitativa en campo del contenido de MO, al aplicar agua oxigenada a una muestra de suelo, observando el grado de efervescencia. Para nuestras condiciones, la utilización de agua oxigenada para establecer una escala cualitativa en relación a la MO presente, no fue posible, y sólo funcionó como indicador grosero de presencia puntual de materia orgánica en el perfil, es decir, restos de raíces, insectos, deposiciones en descomposición.

Los bajos valores de pH (Tabla 1) no se correlacionaron con los contenidos de MO, ya que se esperaba que el elevado contenido de compuestos orgánicos fuera responsable de la acidez observada, debido a la presencia de los grupos funcionales activos, por lo que puede existir algún otro factor responsable de la marcada acidez detectada.

Los niveles de fósforo extractable (Tabla 1) indican que el reservorio edáfico es rico en este nutriente con contenidos promedio de 66,6 ppm para CB y 101,0 ppm para NP. Esta afirmación se centra en el hecho de que el método analítico utilizado (Kuo, 1996) fue seleccionado en virtud de la reacción del suelo, por lo cual los niveles de P-extractable reflejaron con certeza el factor cantidad de este elemento y, en menor medida, el factor intensidad del nutriente. Sin embargo, la disponibilidad del fósforo se vería limitada, debido a que la acidez puede generar un incremento de la solubilidad e intercambio del aluminio, fijando el fósforo a este metal (Sloan *et al.*, 1995).

Los datos obtenidos de conductividad eléctrica, como medida del nivel de

salinidad (0,65 dS/m en NP y 1,1 dS/m en CB), no calificaron a los suelos como salinos. Esta determinación y el pH contradicen (por lo menos a nivel superficial)

lo que indica la bibliografía (Ledezma *et al.*, 1973 y Gómez *et al.*, 1998) en cuanto a que los suelos de estas localidades presentan problemas de salinidad y/o sodicidad.

Tabla 1. Medias y coeficientes de variación (CV) de los datos obtenidos para las variables salinidad, fósforo, materia orgánica, densidad aparente y pH. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P>0,05$)

Table 1. Means and variation coefficients (CV) of the obtained data for salinity, phosphorous, organic matter, apparent density and pH variables. Different characters indicates significant differences ($P>0,05$)

Localidad	Variable	n	Media	CV (%)
Cabeza de Buey	Salinidad (dS m ⁻¹)	20	1,1	57,4
	Fósforo (ppm)		66,6	35,2
	Materia orgánica (%)		7,6 ^a	35,4
	Densidad aparente (Mg m ⁻³)		1,16	13,8
Nueva Pompeya	pH	17	5,6	8,8
	Salinidad (dS m ⁻¹)		0,65	36,6
	Fósforo (ppm)		101,0	27,6
	Materia orgánica (%)		4,4 ^b	29,8
	Densidad aparente (Mg m ⁻³)		1,37	6,2
	pH		5,5	5,2

Tabla 2. Datos de materia orgánica (MO) y clase textural de la localidad de Cabeza de Buey y Nueva Pompeya

Table 2. Organic matter data (MO) and textural class of Cabeza de Buey and Nueva Pompeya localities

Parcela N°	Cabeza de Buey		Nueva Pompeya	
	MO (%)	Clase Textural ¹	MO (%)	Clase Textural ¹
1	13,3	Fr arc	3,7	Fr
2	5,2	Fr arc lim	4,4	Fr lim
3	6,1	Fr arc lim	2,9	Fr lim
4	8,4	Fr arc lim	3,9	Fr lim
5	9,1	Fr lim are	3,9	Fr arc lim
6	4,9	Fr arc lim	3,3	Fr arc
7	6,4	Fr lim	3,8	Fr
8	8,3	Fr lim	3,8	Fr
9	8,1	Fr lim	4,2	Fr lim
10	9,4	Fr lim	3,7	Fr lim
11	9,4	Fr lim	5,8	Fr arc
12	13,7	Fr lim are	8,4	Fr arc lim
13	8,0	Fr lim	5,0	Fr
14	5,1	Fr lim	4,8	Fr arc lim
15	6,8	Fr lim	3,8	Fr lim
16	7,4	Fr arc lim	6,1	Arc lim
17	7,6	Fr arc lim	3,7	Fr lim
18	4,8	Fr arc lim		
19	6,6	Fr arc lim		
20	4,1	Fr		

¹ Fr: Franco; Arc: Arcilloso; Lim: Limoso; Are: Arenoso

CONCLUSIONES

La falta de una clara correlación entre las variables medidas y los altos coeficientes de variación de los parámetros edáficos, indican que existen múltiples factores que influyen en la determinación de sus valores, evidenciando que los sistemas agroforestales constituyen ámbitos de estudio mucho más complejos que los agrícolas netos, en los cuales el paradigma del *equilibrio del ecosistema* debe ser sustituido por una concepción de cambio continuo.

Los permanentes cambios de los cursos de agua, que conllevan a su vez a cambios de vegetación, topografía y suelo, obligan a los técnicos a realizar diagnósticos en forma periódica.

No se recomienda un manejo generalizado para los campos, sino atendiendo a las características propias de cada ambiente, aunque con estrategias de manejo similares. Las posibilidades de desarrollo pueden hallarse en algunos casos más limitadas por la naturaleza de los recursos que por la idiosincrasia o capacidad de los individuos. El manejo agronómico recomendado para otras áreas muy diferentes, como la región pampeana, no es aplicable a este tipo de sistemas, ya que la vegetación arbórea cumple un rol fundamental en el mantenimiento del ecosistema.

Con el fin de obtener mejor información sobre las áreas de estudio referidas y poder hacer proyectos de extensión más comprometidos, se recomienda a futuro obtener datos de fraccionamiento de materia orgánica (nueva y vieja) y su vinculación con la vegetación presente, dado que aporta material vegetal de distinta

calidad; estudios de granulometría para poder realizar las correspondientes relaciones con materia orgánica y evaluar eventuales efectos de protección física; además se podrá conocer la tendencia a la compactación subsuperficial y el impacto que ejercería la mezcla de horizontes. Se insiste con la búsqueda de técnicas semi-cualitativas sencillas a ofrecer a los productores locales, para brindarles los medios para controlar la evolución edáfica de su sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- BLACK, C. A. (Ed.). 1986. *Methods of Soil Analysis, (Part I, Physical Methods)*. American Society of Agronomy, Soil Sci. Soc. A., Madison, Wisconsin, USA.
- BOOLTINK, H.W.G., B. J. VAN ALPHEN, W.D. BATCHELOR, J.O. PAZ, J. J. STOORVOGEL, & R.VARGAS, 2001. Tools for optimizing management of spatially-variable fields, *Agricultural Systems* 70: 445-476.
- CHIARULLI, C. A., M. SIMÓN, H. MACHADO, G. SOTO y C. J. VIGIL, 2003. *Cambiando de Rumbo*. Ed. Nuestro Trabajo. INCUPO – FUNDAPAZ – BePe – RAFChaco – SUR. 146 pg.
- CIRN-INTA, 1995. *Atlas de Suelos de la República Argentina* (En CD-ROM). Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Aeroterra S.A. Buenos Aires, Argentina.
- DI RIENZO, J. A., C. W. ROBLEDO, M. G. BALZARINI, F. CASANOVES, L. GONZALEZ y M. TABLADA. 2004. *Software Estadístico Versión 2004.1*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

- ETCHEVERE, P. 1976. *Normas de Reconocimiento de Suelos*. Pub. INTA. Castelar. 97 pg.
- FISHER, R. F. 1995. Amelioration of degraded rain forest soils by plantation of native trees. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59-2: 544-549.
- GERRARD, J. 1990. Soil variations on a hillslope in humid temperate climates. In: P.L. Kneufer & L. Mc Fadden (Eds.), *Soils and landscape evolution. Geomorphology*, 3: 225-244.
- GÓMEZ, C., A. KEES y R. OLIVARES. 1998. Evaluación de los recursos forestales asociados a características ambientales. En: *Alternativas productivas para el desarrollo sustentable de 150.000 has del Teuco Bermejito, Provincia del Chaco*. Informe final. Pp.: 67-106.
- KARLIN, U. O. 1985. *Importancia del árbol en la producción animal*. En: IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Salta, Argentina. Tomo I: 141-180.
- KUO, S. 1996. Phosphorous. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of Soil Analysis*. Part 3-Chemical Methods. Chapter 32. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 869-920.
- LEDESMA, L. L., S. A. BARBONA, M. R. MELGRATTI de INALBON, J. M. SAYAGO, L. A. MARGOSA, F. J. RODRIGUEZ, O. ENRIQUEZ y L. M. de FANTIN. 1973. *Introducción al conocimiento de los suelos del Chaco*. Convenio INTA-MAG. 158 pp.
- NELSON, D.W. & L.E. SOMMERS. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of Soil Analysis*. Part 3 - Chemical Methods. Chapter 34. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 961-1010.
- NICHOLLS, C.I., M.A. ALTIERI, A. DEZANET, M. LANA, D. FEISTAUER, & M. OURIQUES, 2004. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. *Biodynamics*, 250: 33-40.
- QUIROGA, A. y D. FUNARO. 2004. Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. *XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Actas: 476.
- SLOAN, J. J., N. T. BASTA & R. L. WASTERMAN. 1995. Aluminium transformation and solution equilibrium induced by banded phosphorous fertilizer in acid soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59-2: 357-364.
- THOMAS, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: D.L. Sparks (Editor), *Methods of Soil Analysis*. Part 3 - Chemical Methods. Chapter 16. ASA, SSSA, CSSA, Madison WI, pp. 475-490.
- ZALBA, P. y N. PEINEMANN. 1987. Efecto de algunas especies forestales sobre ciertas propiedades fisicoquímicas del suelo. *Ciencia del Suelo* 5-1: 71-76.

Recibido: 06/2005

Aceptado: 10/2005

