

CAMBIOS INDUCIDOS POR LA IMPLANTACIÓN DE OLIVOS SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS EN EL SUR BONAERENSE

MARÍA DEL CARMEN BLANCO¹; NILDA MABEL AMIOTTI² & LOURDES SORIA HERRERA³

¹Depto. de Agronomía. Univ. Nac. del Sur. San Andrés 800. (8000) B. Blanca - Argentina. E-mail: mcblanco@criba.edu.ar;

²Depto. de Agronomía - CERZOS. Univ. Nac. del Sur. San Andrés 800. (8000) B. Blanca. Argentina.

E-mail: namiotti@criba.edu.ar;

³Univ. Inter. de Andalucía. Baeza. España. E-mail: L.Soria@unia.es

Recibido: 12/12/04

Aceptado: 16/12/05

RESUMEN

El reemplazo de la estepa gramínea nativa por montes de olivos (*Olea europaea* L.) en pequeños sectores del sur pampeano afectados al cultivo de trigo ha introducido una modificación drástica en la vegetación como factor pedogenético activo. El impacto de este cambio se evaluó en el horizonte A de los suelos predominantes (Paleustolles Petrocalcicos) bajo montes de olivos (LV2) implantados hace aproximadamente 50 años y se lo comparó con el ocasionado por la rotación tradicional trigo (LV3)-vegetación natural (LV1). Se determinó: textura, densidad aparente (*Da*), pH, carbono orgánico (*CO*), nitrógeno total (*Nt*), fósforo disponible (*Pd*), CIC, bases intercambiables y, además, se estudió la organización micromorfológica. El efecto del cambio de vegetación es notable en las tres situaciones comparadas, no obstante, las variables químicas y la micropedología no reflejan disminución de la calidad del suelo a partir de la introducción de olivos.

Palabras clave. Olivos-rotación trigo/natural, propiedades edáficas, fertilidad, calidad de suelo.

CHANGES INDUCED BY TREE OLIVES IMPLANTATION ON SOIL PROPERTIES IN SOUTHERN BONAERENSE

ABSTRACT

In small sectors of the southern Pampean region affected by wheat cultivation, the native grassland steppe has been replaced by *Olea europaea* L. mounts, which introduced a drastic modification of vegetation as an active factor of pedogenesis. The impact of this change was evaluated in the A horizons of the predominant soils (Petrocalcic Paleustolls) under olives mounts of approximately 50 years (LV2) and has been compared to that derived after the traditional rotation wheat (LV3)-native vegetation (LV1). Chemical analyses were performed to analyze the variables commonly used in the evaluation of soil fertility: bulk density (*Da*), texture, pH, organic carbon (*CO*), total nitrogen (*Nt*), available phosphorus (*Pd*), CIC, exchangeable bases. Moreover, a micromorphological study was done. Increments of 90% magnitude order in *CO* content, 70% in *Nt* and >100% in *Pd* were detected under olive trees cultivation related to a high biomass of olive trees and grass vegetation in the epipedon and to the intense melanization that sustain C/N relationship in acceptable levels. All variables decrease under wheat cultivation (LV3). At microscopic level a higher degree of humic pigmentation, a stronger microstructure (subangular blocky and spongy), darker colors and a higher frequency of excrements were observed under olives compared to grassland and wheat cultivation. The three compared situations denote the notable effect of vegetation change though variables do not reflect a soil quality decrease owed to olive trees introduction. On the contrary, soil physico-chemical properties proved a substantial improvement contrasting with the detrimental effects in soils affected to wheat cultivation under the current management practices in the studied region.

Key words. Olives-wheat/grassland rotation, soil properties, fertility, soil quality.

INTRODUCCIÓN

La ocupación de las tierras y el consecuente uso de los suelos destinados a la producción de alimentos, implica cambios en alguna de sus cualidades originales. La intervención antrópica debe evitar producir modificaciones detrimentales en aquellos atributos vinculados a su capacidad productiva y ambiental. Los cambios degradativos y la pérdida de la calidad del recurso suelo son generalmente graduales e inhiben, en muchos ca-

sos, la evaluación temprana de los riesgos del decaimiento en su potencial productivo.

Los agrosistemas del sur bonaerense, dominantes en el paisaje semiárido y subhúmedo de la Región Pampeana meridional, son habitualmente destinados a la producción triguera. Sin embargo, se identifican pequeños sectores donde la vegetación natural de la estepa gramínea ha sido reemplazada por especies forestales de diferente comportamiento. Este es el caso de la intro-

ducción de cultivares de olivos (*Olea europaea* L.) en la década del 50, los que permanecieron técnicamente improductivos por un período muy prolongado y han reiniciado su producción olivícola en los últimos años. Esta reactivación estuvo ligada a la demanda creciente de aceite de oliva en el mercado interno y a su posibilidad de exportación como consecuencia de una caída en la productividad de los olivares europeos debido a sequías pronunciadas en la cuenca mediterránea (Muñoz Pastor, 1996). En esa región, además, la intensificación de la explotación de los acuíferos subterráneos y la introducción de riego con alta tecnología, reemplazando los sistemas de riego por gravedad por el riego presurizado con construcción de balsas de regulación y de canales de conducción, han sido factores determinantes de un incremento del precio del producto.

Adicionalmente, en nuestro país, la ley de Promoción Agrícola (Ley 22.702), el diferimiento impositivo (Ley 22.021), la regulación de aranceles compensatorios para aceites provenientes de la UE y el lanzamiento del Programa Oliva XXI, contribuyen a mejorar la competitividad del sector oleícola e incentivan la producción olivarera nacional. Durante el transcurso de la última década, a raíz de la producción en contraestación, de la tendencia a la producción de aceites extravirgenes varietales y de las inversiones en instalaciones industriales, la olivicultura argentina ha sido protagonista de un cambio que posiciona al país como principal productor de aceite de América del Sur. Antes de la década del 90, Argentina produjo 6.000-8.000 t de aceite de oliva e incrementó su capacidad productiva hasta 25.000 t durante la campaña 2004/2005, con destino en su mayor parte al mercado externo. En el año 2002, las 5.651 t de aceite de oliva exportadas significó un ingreso de 17.000.000 U\$. La expectativa de evolución, a una tasa de 4,4% de crecimiento anual, proyecta elevar la producción hasta 60.000-70.000 t para el año 2010 y alcanzar un máximo de 80.000 t en el año 2020 (SEGPYA 2003, 2004, 2005). El resultado de esta expansión representa un cambio importante en el posicionamiento de la Argentina como décimo país productor y quinto exportador de aceite de oliva de excelente calidad, además del reconocimiento del olivo como un cultivo significativo en la generación de divisas (Marginet Campos, 2004).

Por otra parte, en los últimos años, la demanda de información referida a este cultivo alternativo se ha incrementado debido a la necesidad de diversificación de los productores de la Región Pampeana sur de Argentina frente a situaciones coyunturales inestables. Este renovado interés por la olivicultura se ha plasmado en el desarrollo de nuevos emprendimientos en la región de Bahía Blanca. La estrategia más común considera la

plantación de olivares en superficies relativamente reducidas y la constitución de cooperativas que intervenirían en las etapas de industrialización y comercialización de los productos obtenidos.

Un cambio drástico en la cobertura vegetal, factor activo en la pedogénesis, produce modificaciones en las propiedades morfológicas y/o químicas de los suelos. La sensibilidad del medio edáfico y el desarrollo de procesos degradativos a partir de la implantación de especies acidófilas como robles, pinos y eucaliptos han sido demostrados en climas templados subhúmedos y húmedos (Calvo De Anta, 1996). El reemplazo de la vegetación gramínea por especies arbóreas ha generado en lapsos de tiempo relativamente cortos, parches antrópicos de degradación bajo la influencia circular de los árboles individuales (Amiotti *et al.*, 2000; Crosara & De León, 2004; Hill *et al.*, 2004) en detrimento de los niveles de fertilidad del suelo.

La introducción de montes de olivos implica un cambio radical en el tipo de vegetación y en el uso de la tierra en Mollisoles del sur bonaerense. La existencia de cultivares antiguos representa una oportunidad para evaluar el impacto en los suelos de la Región Pampeana semiárida. Los objetivos que se han planteado son evaluar el efecto de la introducción de *Olea europaea* L. sobre algunas de las propiedades de los horizontes superficiales de los suelos predominantes y efectuar una comparación con el impacto originado por el uso triguero tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está situada en el partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Está inserta en el sur de la Región Pampeana de Argentina y se caracteriza por un paisaje de interfluvios planos (gradiente <0,5%) del Nivel de Planación General, disectado por los principales ríos que drenan la región. Particularmente, el olivar estudiado (38° 37'56,3" S; 62° 17'01,7" W) está establecido aproximadamente a unos 12 km al NO de la ciudad de Bahía Blanca en un sector de topografía plana (gradiente <0,5%). El clima es semiárido templado con una precipitación media anual (PMA) de 615 mm, una temperatura media anual de 15,5 °C y una evapotranspiración potencial (ETp) de 770 mm. El edafoclima es ústico-térmico. Los materiales parentales dominantes son sedimentos loésicos Holocenos de origen eólico, suprayacentes a un horizonte petrocálcico de edad Plio-Pleistoceno (Gonzalez Uriarte, 1984). Los constituyentes minerales son de origen volcánico, cuya fuente de aporte se sitúa hacia el oeste-sudoeste de la Cordillera y de la región Patagónica Extrandina (Frenguelli, 1925; Teruggi, 1957; Blanco & Sanchez, 1994; Amiotti *et al.*, 2001). La vegetación natural está constituida por una estepa gramínea con alta cobertura de especies del género *Stipa* preponderantes, reemplazada en su mayor parte por cultivo de cereales de invierno (trigo-*Triticum aestivum* L.) como uso preferencial de la tierra, contando sin embargo con pequeños

sectores donde se implantaron especies forestales no tradicionales de diferente comportamiento y consideradas exóticas para la zona. No se observaron rasgos superficiales de erosión hídrica o eólica.

La investigación del efecto del cambio drástico de vegetación sobre algunas propiedades de los suelos, se inició con la cuantificación de su impacto en los horizontes minerales superficiales. Las situaciones contrastadas incluyeron parches de suelos que sostienen vegetación natural (La Vitícola 1-LV1-testigo), suelos bajo cubierta de olivos (La Vitícola 2-LV2) y suelos de lotes adyacentes destinados al cultivo de trigo (La Vitícola 3-LV3). La finca, adquirida en el año 1942 con el olivar implantado, tiene una superficie total de 20 ha de las cuáles solamente 10 ha se han destinado a la olivicultura con un total de 1.200 ejemplares de variedades asociadas (farga, arbequina, nevadillo, pendolino, frantoio, arauca). El marco de plantación es 8x7 y tresbolillo. Los árboles, injertados sobre pie silvestre y cuya altura alcanza hasta 7m en algunos casos, son usualmente de tres y hasta cuatro o más pies ocasionalmente. El promedio de la circunferencia obtenido en el tronco único de algunos ejemplares a la altura del pecho fue de 83 cm, registrándose contornos promedio de 69 cm, 86 cm, 70 cm y 99 cm en plantas de cuatro pies. El área de proyección de la copa promedio es de 12,56 m².

Históricamente, el cultivo se ha efectuado exclusivamente en secano, alcanzando rendimientos de hasta 36.500 kg (100 kg/planta) en años lluviosos y de 16.500 kg (aproximadamente 70-80 kg/planta) en años normales en los que suelen ocurrir mermas de hasta un 30-40% en la producción. La explotación interrumpió sus actividades durante la década pasada, reactivándose durante el último trienio. Durante el lapso de inactividad no se efectuaron labores mecánicas o de poda de los árboles. El manejo actual del olivar es similar al histórico; las labores realizadas han contemplado el rastro grosero entre las calles, la construcción de cortinas rompevientos, así como el aporte de abonos verdes mediante el sepultamiento de la vegetación espontánea y de los residuos de la poda. Las actividades de poda se efectuaron con el propósito de rejuvenecer y ralea los árboles, así como para rebajar su porte hasta aproximadamente 3 m de altura. No se han aplicado riegos eventuales ni fertilizantes, herbicidas o plaguicidas; solamente se ha utilizado sulfato de cobre y cal apagada en el tratamiento de la fumagina y de la cochinilla negra. Entre calles, la introducción de ovinos con baja carga animal ha sido la opción de uso seleccionada a partir de la existencia de una densa cobertura superficial de gramíneas del género *Stipa*.

Los suelos se describieron de acuerdo al Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, 1991) y se clasificaron según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999). Se tomaron muestras compuestas del horizonte superficial mineral en los parches seleccionados para representar las tres situaciones comparadas (n=5 en cada tratamiento). En el olivar, todas las submuestras bajo la copa de los árboles fueron tomadas, a un metro de distancia del tronco, descartando los 2 cm correspondientes al horizonte O. Sobre ellas se efectuaron determinaciones analíticas que incluyeron textura elemental (método de la pipeta de Robinson), pH (1: 2,5 en agua), carbono orgánico (CO, método por combustión seca, LECO-USA), nitrógeno total (Nt orgánico e inorgánico-Kjeldahl), fósforo disponible (Pd - Bray, Kurtz 1), CIC y bases de intercambio (acetato de amonio neutro 1N): sodio y potasio por fotometría de llama, y calcio y magnesio por absorción atómica. Se coleccionaron, además, muestras no disturbadas para la determinación de densidad aparente (Da-técnica del núcleo), así como para el estudio micromorfológico. Las secciones delgadas fueron descriptas de acuerdo a Bullock *et al.* (1985). Los resultados obtenidos para CO, Nt, Pd y Da fueron interpretados mediante el análisis de varianza (ANOVA) aplicándose el test de Tukey para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfológicas de los suelos

Estos suelos, clasificados como Paleustolles Petrocálculos, franco fino, mixto, térmico, tienen una secuencia de horizontes A-AC-Ck-2 Ckm y presentan similitud textural intra e interperfiles (Tabla 1). El clima semiárido, el edafoclima ústico, la estabilidad de la superficie geomórfica y el material parental loésico son los factores formadores determinantes de los procesos de melanización y calcificación. El horizonte A reúne en todos los casos los requerimientos del epipedón mólico. Los suelos bajo montes de olivos presentan un mantillo delgado (2 cm) en su superficie y por debajo se observan abundantes a comunes raíces finas de *Bromus brevis* y de *Stipa* y gruesas de olivos y un fuerte desarrollo de la pedalidad de tipo migajosa y en bloques subangulares moderados en los horizontes A y AC respectivamente. Esta característica es atribuida a un nivel elevado de actividad biológica estimulado por una mayor provisión de biomasa derivada de los residuos orgánicos superficiales aportados por los olivos y por las gramíneas. En esta situación, así como bajo vegetación natural, la decalcificación afecta sólo al horizonte superficial, en tanto progresó hasta el horizonte AC bajo cultivo de trigo. Los rasgos de concentración secundaria de calcita (pseudomicelios, calcitanes hasta nódulos) están fuertemente expresados en los horizontes Ck, desarrollados a profundidades variables entre 30-50 cm. Su génesis se explica a partir del lavado y acumulación de carbonato de calcio bajo la influencia de un edafoclima ústico y su profundidad se vincula a la capa de tosca (horizonte petrocálico), relicto paleoclimático del ciclo de aridización del Pleistoceno Tardío (Markgraf, 1983) que subyace al manto loésico y restringe la libre percolación de la solución del suelo (Tabla 1).

Propiedades físico-químicas de los suelos

La textura es franco arcillo limosa en todos los casos, con contenidos de arcilla oscilantes entre 27 y 31% y con valores de CIC similares en las tres situaciones comparadas (Tabla 2). La reacción del suelo, levemente alcalina en el testigo (LV1) se vuelve neutra en los suelos LV2 y LV3. El valor ligeramente más elevado observado en el pH del suelo que sostiene vegetación gramínea puede estar asociado al entrapamiento y acumulación sobre la superficie del suelo de polvo atmosférico calcáreo.

El efecto del cambio de vegetación sobre el suelo superficial mineral es claramente demostrado por los valores obtenidos para las variables químicas habitualmente utilizadas para cuantificar el nivel de fertilidad. Bajo cubierta de olivos es posible observar un incremento

Tabla 1. Características morfológicas de los suelos estudiados.

Table 1. Morphological characteristics of the studied soils.

HORIZONTE	ESPESOR (cm)	ESTRUCTURA	TEXTURA	COLOR (húmedo)	CaCO ₃
Suelo La Vitícola 1- Bajo vegetación natural (<i>Stipa</i> sp.)					
A	0-12	bs, me/ fi, mo/f	fr arc li	10 YR2/2	-----
AC	12-22	bs, me/ fi, mo/de	fr arc li liviano	10 YR3/3	Ligera
Ck	22-42	bs, me/fi, mo/de	fr arc li pesado	7,5 YR6/4	Fuerte
Suelo La Vitícola 2 - Bajo olivo (<i>Olea europaea</i> L.)					
O	+2-0				
A	0-17	mi, bs, me/fi, mo	fr arc li a fr ar	10 YR2/2	-----
AC	17-33	bs, me/fi, mo	fr arc li	10 YR3/3	Ligera
Ck	33-51	bs, me/fi, de	fr li a fr arc li	7,5 YR6/4	Fuerte
Suelo La Vitícola 3- Bajo cereales de invierno (trigo- <i>Triticum aestivum</i>)					
Ap	0-12	bs, fi/me, mo/de	fr arc li liviano	10 YR3/2	-----
A2	12-18	bs, me, mo/de	fr arc li liviano	10 YR 3/2	-----
AC	18-38	bs, me, mo/de	fr arc li liviano	10 YR3/3	-----
Ck	38-55	bs, me, de	fr arc li	7,5YR6/4	Fuerte

Estructura: Tipo: mi: migajosa, bs: bloques subangulares; Clase: fi: fina, me: media; Grado: de: débil, mo: moderado, f: fuerte; Textura: fr arc li: franco arcillo limoso, fr ar: franco arenoso, fr li: franco limoso; fr arc: franco arcilloso; CaCO₃: reacción al HCl.

significativo del contenido de *CO* y *Nt* cuando se lo compara con el suelo testigo. Los incrementos registrados en los valores promedios, del orden del 90% para el *CO* y 70% para el *Nt*, están directamente relacionados con el aporte de biomasa superficial proveniente de la sección aérea y del sistema radical de los olivos, contribuyentes al desarrollo de una importante actividad biológica que sostiene la relación *C/N* en niveles aceptables

e incorpora la materia orgánica dentro del epipedón estimulando el proceso de melanización. Es de destacar que el aumento en el contenido de *CO* no va, en este caso, acompañado por un incremento importante de la acidez del suelo como sucede con la implantación de otras especies arbóreas (Amiotti *et al.*, 2000).

Contrastando los datos obtenidos para suelos destinados al cultivo de trigo (*LV3*), con aquellos corres-

Tabla 2. Características físico-químicas de los suelos estudiados.

Table 2. Physicochemical characteristics of the studied soils.

Horiz A	CO g kg ⁻¹	Nt g kg ⁻¹	C/N g kg ⁻¹	Pd mg kg ⁻¹	pH	Textura G kg ⁻¹			Da Mg m ⁻³	CIC cmol kg ⁻¹	Cationes Intercambiables cmol kg ⁻¹			
						Ar	L	Arc			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺
LV1	28,7 b ± 0,33	2,45 b ± 0,34	12	8,4 a ± 1,28	7,6	152	542	306	1,32 b ± 0,30	24,83	21,9	2,54	0,06	2,24
LV2	55,9 c ± 0,68	4,20 c ± 0,69	13	22,1 b ± 2,14	6,7	145	570	285	1,06 a ± 0,29	26,21	16,3	3,41	0,13	2,70
LV3	19,1 a ± 0,39	1,56 a ± 0,55	12	10,8 a ± 1,46	6,8	163	539	298	1,10 a ± 0,28	27,59	16,3	2,60	0,19	2,43

LV1-Suelo La Vitícola 1; LV2-Suelo La Vitícola 2; LV3- Suelo La Vitícola 3; Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según Tukey (P<0,01).

pendientes a la situación testigo (*LVI*), puede observarse que el manejo tradicional en la zona de estudio (rotación trigo/natural) ha tenido un efecto detrimental sobre las propiedades químicas, registrándose mermas significativas del orden del 33% para el *CO* y del 36% para el *Nt*. Las diferencias halladas entre el suelo perturbado por la mecanización agrícola (*LV3*) y los suelos menos perturbados (*LVI* y *LV2*) pueden explicarse a raíz de la intervención de las lombrices en la dinámica del carbono orgánico y del nitrógeno, tendiente a la reincorporación en el suelo de compuestos carbonados y nitrogenados con sus deyecciones, su orina (amonio y urea), sus mucoproteínas y sus propios tejidos (Clemente *et al.*, 2003) y, a una pérdida menor de materiales superficiales por procesos erosivos en *LVI* y *LV2*. En lo referente a los contenidos medios de P disponible (*Pd*), se observa similitud entre los suelos *LVI* (8,4 mg kg⁻¹) y *LV3* (10,8 mg kg⁻¹) indicando bajos niveles de provisión. En cambio, es notable el contraste existente en los tenores de *Pd* en el suelo testigo *LVI* (8,4 mg kg⁻¹) y el suelo bajo cultivo de olivos (*LV2*-22,1 mg kg⁻¹), indicando este último un alto valor de disponibilidad que, por otra parte, es muy superior a los niveles de suficiencia del suelo afectado al cultivo de trigo. La abundante porosidad interpedal, producto de la intensa actividad biológica bajo olivos incentivada por el no laboreo y por el aporte de residuos vegetales, se refleja en el bajo valor obtenido para la densidad aparente *LV2* (1,06 Mg m⁻³). En la situación bajo trigo, se obtuvo un valor similar para este parámetro (*LV3* 1,10 Mg m⁻³), el cual se condice con su estado de suelo labrado en el momento del muestreo.

Estos valores difieren significativamente con respecto al testigo (*LV2* 1.32 Mg m⁻³).

Micromorfología

Del análisis micromorfológico surge que los constituyentes gruesos presentan similitud en su composición mineral y diferencias cuantitativas interpedónicas. Consisten en granos detríticos redondeados y subredondeados de fragmentos rocosos de origen volcánico, silicofitolitos, piroxenos (augita, hipersteno), anfíboles (hornblenda verde y escasa hornblenda parda), plagioclasas (andesina y labradorita), vidrio volcánico claro y feldspatos potásicos intensamente meteorizados.

En los tres suelos se observan escasos restos de tejidos y raíces moderadamente transformados, predominando en todas las secciones delgadas los pigmentos orgánicos en una contextura de birrefringencia indiferenciada con zonas isóticas con materia orgánica muy transformada. Las distribuciones relacionadas son porfíricas cerradas, espacio simple (*LVI* y 2) hasta porfíricas abiertas (*LV3*).

Los suelos bajo cobertura de olivos (*LV2*) presentan un mayor grado de desarrollo de la microagregación que aquellos bajo vegetación gramínea y trigo, con construcción de micropeds de tipo granular, finos y medios por coalescencia de pellets fecales de lombrices y en bloques subangulares, medios y finos moderadamente desarrollados (Figura 1). La microestructura del suelo que sostiene vegetación natural (*LVI*) es esponjosa in-

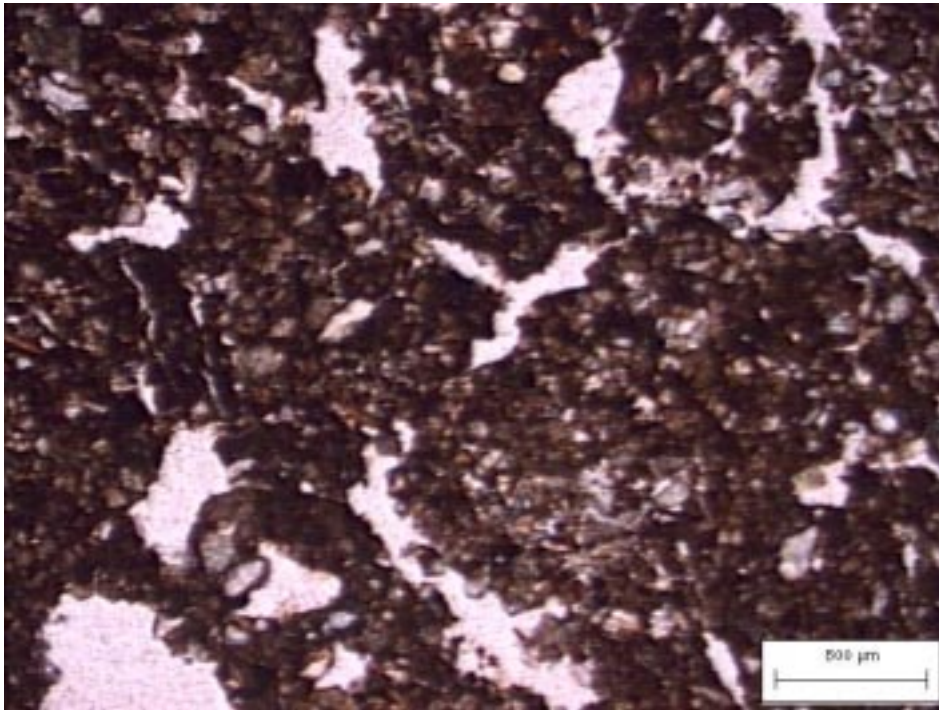


Figura 1. Micropedralidad granular y en bloques subangulares producida por actividad biótica (lombrices). (LV2 - bajo olivos - *Olea europaea* L.).

Figure 1. Granular and subangular blocky microstructure developed by biotic activity (earthworms). (LV2 - olive trees - *Olea europaea* L.).

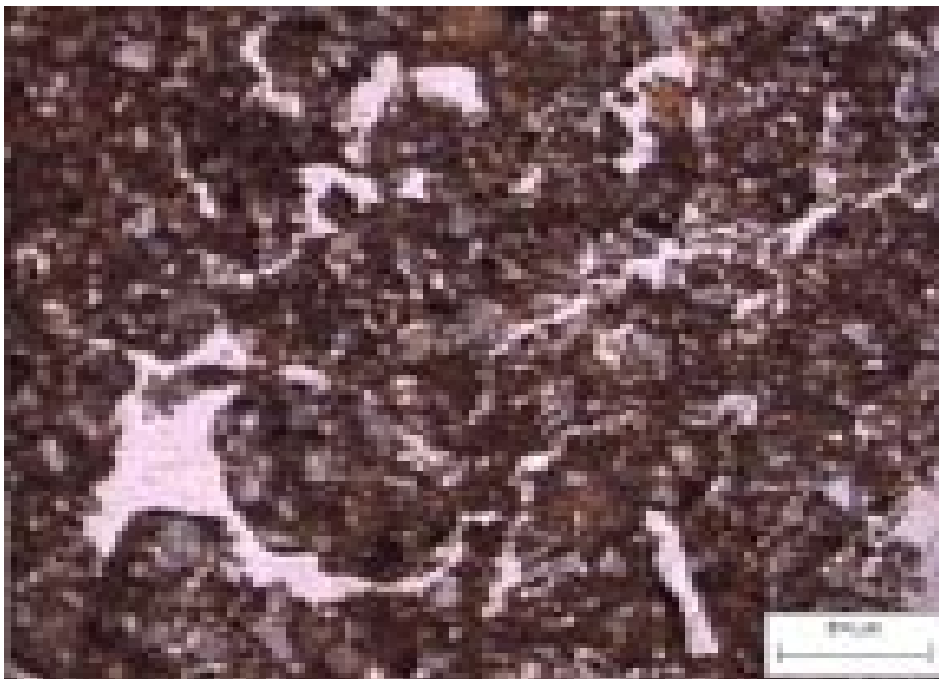


Figura 2. Microestructura intrapedal esponjosa. (LV1 - bajo cobertura de gramíneas- *Stipa* sp.).

Figure 2. Spongy intrapedal microstructure. (LV1 - under *Stipa* sp. cover).

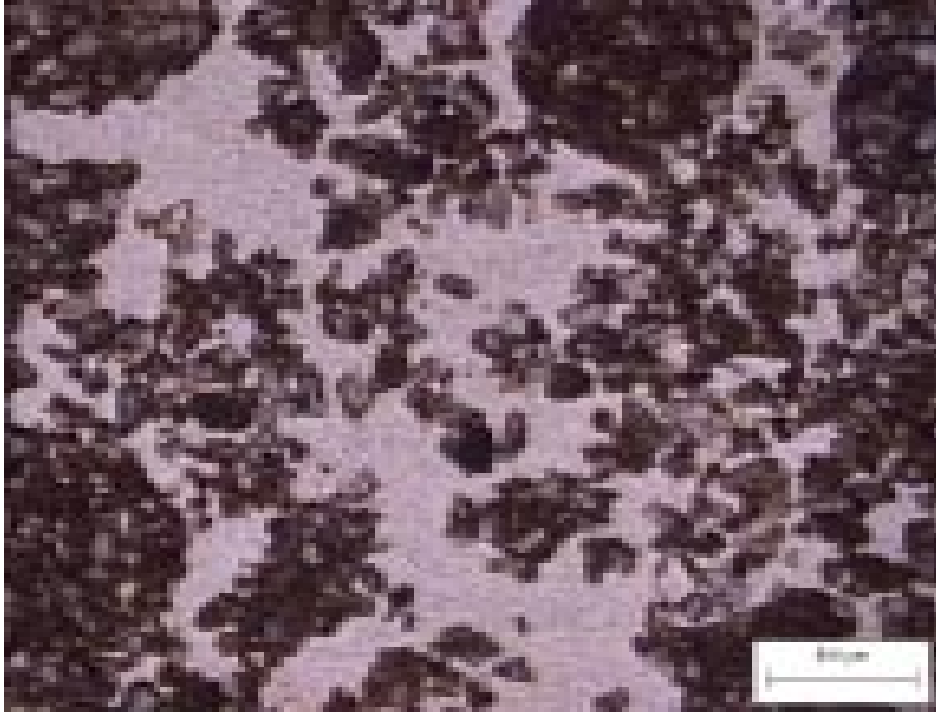


Figura 3. Micropeds en bloques subangulares finos, débiles, con tendencia a grano simple atribuida al laboreo convencional. (LV3 - bajo trigo - *Triticum aestivum*).

Figure 3. Fine, weak, subangular blocky microstructure to single grain owed to conventional management. (LV3 - under wheat - *Triticum aestivum*).

trapedal, porosa y aireada, cuya génesis resulta de la incidencia del sistema radicular de las gramíneas y del tránsito de la mesofauna dentro del suelo (Figura 2). En tanto, el tope del suelo afectado al cultivo de trigo (LV3) presenta peds muy débilmente desarrollados en bloques subangulares, finos y medios con una tendencia a grano simple causada por la desagregación de la micro-fábrica atribuible al laboreo (Figura 3).

El espacio poroso del suelo destinado al cultivo de olivos, está conformado por poros de empaquetamiento complejo, frecuentes canales finos interconectando agregados, cámaras y abundantes vesículas, generados por la acción de las raíces de la vegetación arbórea y la actividad de las lombrices. El suelo testigo no presenta desarrollo de microporos de empaquetamiento. Su microporosidad consiste en numerosas cavidades intrapedales y canales finos poco frecuentes. El suelo labrado adyacente contiene frecuentes cavidades y vesículas y escasos poros de empaquetamiento. Contrasta con

los anteriores por el desarrollo de una porosidad escasamente integrada y de microagregados débiles, indicios de una disminución de su fertilidad física. Observaciones similares han sido presentadas por Blank & Forsberg (1989) y Lighthart (1997) al comparar suelos vírgenes y adyacentes cultivados. El proceso de melanización ha desarrollado los siguientes rasgos pedológicos: a) impregnación de la matriz del suelo por pigmentos húmicos originando colores más oscuros en el material fino de los horizontes bajo olivos que en aquellos con vegetación gramínea y trigo; b) abundantes rasgos excrementales de naturaleza órgano-mineral en rellenos de poros, cuya frecuencia de ocurrencia es olivos > vegetación natural > cultivo de trigo y c) desarrollo de micropeds en el suelo bajo olivos, estructuras esponjosas bajo vegetación natural y en bloques subangulares débiles a muy débiles bajo cultivo de trigo. El impacto mayor de la fauna a través de la ingestión, digestión e intermezcla de la materia orgánica con la fracción mineral

tendiente a la génesis de rellenos en huecos, se observa en las secciones delgadas de los horizontes A que sostienen olivares. El material de relleno en los poros proviene del mismo horizonte. No se ha observado retransporte de material desde los horizontes inferiores hacia el tope de suelo, denotando la preferencia del horizonte A como hábitat de las lombrices.

Valoración del impacto originado por la sustitución de la vegetación natural

La transformación de los ecosistemas naturales en tecnosistemas a partir del reemplazo de la vegetación virgen por cultivos de cereales o especies forestales inicia cambios en las propiedades macro, micromorfológicas y físico-químicas de los suelos, cuyo impacto resulta especialmente notable en los horizontes superficiales. Los resultados obtenidos al comparar situaciones de uso de la tierra contrastante, indican que la introducción del cultivo del olivar no ha resultado en una pérdida de la calidad del recurso suelo. Por el contrario, las variables analizadas reflejan una mejora sustancial en sus propiedades físico-químicas y en sus características estructurales. En contraste, los suelos que sostienen cultivo de trigo manifiestan claros efectos detrimentales en sus características físicas y químicas bajo las condiciones de manejo habituales en la región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones: a la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) por permitir el intercambio educativo entre las instituciones intervinientes en este proyecto, a los Sres. A. Gonzalez, A. Rodríguez Perez y al Ing. O. Elía vinculados al establecimiento olivícola, al Ing. Mg. O. Bravo por su colaboración en las tareas de campo, al Dr. J. Aguilar Ruiz por la preparación de las secciones delgadas y a la Dra. S. Marfil por facilitar el uso del microscopio.

BIBLIOGRAFÍA

Amiotti, N; P Zalba; LF Sanchez & N Peinemann. 2000. The impact of single trees on properties of loess-derived grassland soils in Argentina. *Ecology* 81 (12): 3283-3290.

Amiotti, N; MdelC Blanco & LF Sánchez. 2001. Complex pedogenesis related to differential aeolian sedimentation in microenvironments of the southern part of the semiarid region of Argentina. *Catena* 43: 137-156.

Blanco, MdelC & LF Sanchez. 1994. Mineralogía de arenas en suelos loessicos del sudoeste Pampeano, Argentina. *Turrialba* 44 (3): 147-159.

Blank, R & MA Forsberg. 1989. Cultivated and adjacent virgin soils in north central South Dakota: II Mineralogical and micromorphological comparisons. *Soil Sc. Soc. of Am. J.* 53 (5): 1490-1499.

Bullock, P; N Fedoroff; A Jongerious; G Stoops; T Tursina & U Babel. 1995. Handbook for soil section description. Waive Research Publications, Wolverhampton. 150 pp

Calvo De Anta R. 1996. Manejo de suelos en cultivos de Eucalyptus. Un ejemplo de estudio de la influencia de la vegetación sobre las propiedades del suelo. 181-193 Pp. *En: Evaluación y manejo de suelos.* J Aguilar Ruiz; RA Martinez & A Roca. (Eds). Granada, España.

Clemente, NL; AN López; AM Vincini; HA Castilla; DM Carmoña & PL Manetti. 2003. Abundancia de megadrilos (Annelida: Oligochaeta) en diferentes sistemas de producción. *Ciencia del Suelo* 21 (2): 35-43.

Crosara, A & L De Leon. 2004. Identificación de indicadores de sustentabilidad bajo forestación. *Actas: XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.* 404p. AACs (Eds) Paraná, Argentina.

Freguelli, J. 1925. Limos y loess pampeanos. Universidad Nacional de La Plata. Serie Técnica y Didáctica 7, La Plata, Argentina. 1-88 p.

Gonzalez Uriarte, M. 1984. Características geomorfológicas de la porción continental que rodea a la Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. *Actas: IX Congreso Geológico Argentino.* AACs (Eds). Bariloche, Argentina. Vol. III: 556-576.

Hill, M; S Delgado; L Salvo; P Amarante; C Clerici; F Garcia Prechac & J Hernandez. 2004. Cambios en la calidad de suelos con plantaciones de tres años de edad de eucaliptos y pinos en Uruguay. *Actas: XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.* Paraná, Entre Ríos. AACs (Eds). 296 pp.

Lighthart, T. 1997. Thin section analysis of earthworm burrows disintegration in a permanent pasture. *Geoderma* 75 (1-2): 135-148.

Markgraff, V. 1983. Late and post-glacial vegetational changes in subarctic, temperate and arid environment in Argentina. *Palinology* 7: 43-70.

Marginet Campos, J. 2004. Olivicultura: una nueva plataforma. Dir. Nac. de Alimentación, Dir. de Ind. Alimentaria. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/Revistas/r_23/Foro/htm.

Muñoz, PM. 1996. Manejo de Suelos de olivar. *En: Evaluación y Manejo de Suelos.* Aguilar RJ, Martinez RA, Roca RA (Eds). 273-282 pp.

Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentos (SEGPyA). 2003. Boletín Oleícola N° 10, 12 p.

Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentos (SEGPyA). 2004. Boletín Oleícola N° 12, 16 p.

Dirección de Industria Alimentaria (SEGPyA). 2005. Informe del Sector olivarero-Subsector aceite de oliva. 97 p.

Soil Survey Staff - USDA. 1991. Soil Survey Manual 1991. Handbook 18, 437 p.

Soil Survey Staff-USA. 1999. Soil Taxonomy. A Basic System for Classifying Soils Agriculture Handbook 436, 863 p.

Teruggi, M. 1957. The nature and properties of Argentinian loess. *J. Sedim. Petrology* 27 (3): 322-332.