



“Suelo, recurso clave para la soberanía alimentaria y calidad del ambiente”

XX CONGRESO VENEZOLANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

San Juan de Los Morros, 25 al 29 de noviembre de 2013.
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos

SUELOS DE OLIVARES: ASPECTOS FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Rossi, M.S.; Pérez, B.; Mon, R.

INTA. Instituto de Suelos. De los Reseros y Las Cabañas, Castelar, B.A. (1712) Argentina.

* Autor de contacto: mrossi@cni.inta.gov.ar; Instituto de Suelos-INTA Castelar (1712) Argentina; 541146211448 int 143

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar suelos de olivares en dos regiones definidas de Argentina como son el noroeste y la pampa ondulada. Para ello se evaluaron las principales características fisicoquímicas, bioquímicas y biológicas del suelo proveniente de cultivos de olivos. Se encontró que el perfil bioquímico del suelo mostró que la actividad deshidrogenasa explicó la máxima sensibilidad frente al contenido de materia orgánica. El coeficiente metabólico del suelo fue superior en POA que en NOA.

PALABRAS CLAVE *(Hasta tres (separadas por punto y coma (;))*

coeficiente metabólico deshidrogenasa materia orgánica

INTRODUCCIÓN

El cultivo de olivo ocupa sesenta y cinco mil hectáreas en Argentina con una producción de cien mil toneladas de aceitunas y veinticinco mil toneladas de aceite de oliva. Los productos y subproductos aportan un 4% a la producción mundial y aportan a la producción nacional 45 millones de pesos por tonelada. Además la superficie productiva se encuentra en plena expansión. La provincia de La Rioja en la región del Noroeste Argentino (NOA) es la segunda productora de aceite de oliva del país. La producción olivícola en esta provincia es muy reciente. La edad de las plantaciones de olivares promedia los 10 años. La producción se localiza en las regiones del Valle Central (Capayán y Valle Viejo), el Bolsón de Pipanaco (Pomán) y las zonas de altura (Tinogasta). Alrededor del 80% de las variedades cultivadas son aceiteras, entre las que se destacan Arbequina, Frantoio, Barnea y Coratina. El 20% restante corresponde a las de doble propósito, como Manzanilla y Empeltre. El suelo de estudio está ubicado a 8 km de la localidad de Aimogasta. Es principalmente de uso hortícola con explotaciones de olivos. En cambio, en la pampa ondulada (POA) las condiciones edáficas y climáticas permiten desarrollar dos cultivos en la misma estación de crecimiento por ésto es una región eminentemente agrícola. Las áreas utilizadas para la ganadería se encuentran adyacentes a los cursos de agua y en zonas cóncavas anegables (Mon, R. 2007). En la provincia de Buenos Aires la zona olivícola se encuentra en el sudeste, donde la superficie implantada supera las 3.000 hectáreas, con olivares de 40 años de edad en el partido de Coronel Dorrego donde se elabora aceite de oliva orgánico certificado. El 80% de dicho aceite se destina a exportación y el resto se comercializa en el mercado interno. La variedad Arbequina es la más abundante. El objetivo de este trabajo es caracterizar los suelos de olivares desde el punto de vista fisicoquímico y biológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sítios de estudio

Los sitios de muestreo fueron dos: olivar situado en un predio de 4 hectáreas ubicado a 8 km de la localidad de Aimogasta, La Rioja (28.5°S, 66.8°O) y olivar situado en un predio de 4 hectáreas ubicado en Castelar, Buenos Aires (34°36'S, 58°40'O). El muestreo de suelos en ambos sitios se realizó en las siguientes profundidades: 0 a 5 cm, 5 a 20 cm, y 20-40 cm.

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LOS SUELOS DE OLIVARES.

Se analizaron las siguientes características fisicoquímicas de los suelos cultivados con olivares de La Rioja y de Buenos Aires: humedad, pH, capacidad de intercambio (CIC), saturación de bases, nitrógeno, relación

carbono y nitrógeno (C/N), fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, contenido de materia orgánica (MOS) y carbono orgánico total.

Evaluación de CIC

La CIC es una medida de cationes intercambiables que neutralizan la carga negativa del suelo y para su determinación se utilizó la saturación con acetato de amonio a pH 7 como método estándar según Summer and Miller (1996).

Determinación de Bases Intercambiables en Acetato de Amonio 1N (K, Ca, Mg, Na)

La determinación de las bases (K, Ca, Mg, Na) se fundamenta en el equilibrio que se establece entre una solución extractora de Acetato de Amonio y la muestra del suelo donde se efectúa el intercambio utilizando acetato de amonio 1N y neutro. Los cationes K, Ca, Mg, Na, se determinaron en la solución extractora por espectrofotometría de absorción atómica.

Determinación de Nitrógeno total

Se utilizó el método de Kjeldhal según Bremner *et al.*, (1982).

Evaluación del Contenido de materia orgánica del suelo y Carbono orgánico total.

La evaluación del contenido de materia orgánica (MOS) y carbono orgánico total (C-CO₂) se realizó según el método de Walkley-Black, (1972). Se basa en la oxidación de la materia orgánica del suelo por vía húmeda, con dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) en medio ácido, usando ácido sulfúrico (H₂SO₄). La valoración del agente oxidante consumido (K₂Cr₂O₇) se realizó con sulfato ferroso amónico 6-hidrato (sal de Mohr). Se trata de una valoración por retroceso, ya que se valora con sal de Mohr el exceso de K₂Cr₂O₇ que no fue necesaria para oxidar la materia orgánica del suelo según Mon (2007).

CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LOS SUELOS DE OLIVARES.

Evaluación de la Actividad Biológica Global

La actividad biológica global se determinó mediante la respiración del suelo (RES) empleando la técnica de valoración del NaOH luego de un tiempo de incubación de 72 h a 25°C según el método descrito por Alef and Nannipieri, (1995). Esta evaluación se realizó con el objeto de estimar la actividad biológica a diferentes profundidades del suelo influidas por las raíces del cultivo.

Evaluación del Carbono proveniente de la biomasa microbiana

La determinación del carbono proveniente de la biomasa microbiana (Cmic) brinda información directa sobre la cantidad de organismos viables que se encuentran presentes en la muestra de suelo. La importancia de esta determinación radica en que permite conocer el pool de carbono proveniente de dichos organismos y relacionarlo con el carbono evaluado en la determinación de materia orgánica. Se utilizó la técnica de fumigación con cloroformo de Jenkinson and Polwson, (1976). El carbono proveniente de la biomasa microbiana se obtuvo por diferencia en el análisis volumétrico de la cuantificación del CO₂ liberado por el suelo no fumigado luego de un tiempo de incubación de 24 h a 25°C.

Determinación de la actividad de la enzima fosfatasa ácida

La determinación se realizó utilizando p-Nitrofenil fosfato (pNPP) como un sustrato análogo del ortofosfato monoéster (Tabatabai (1994)). Se siguió el método de Tabatabai modificado en ciertos puntos de acuerdo con Schinner *et al.*, (1996). La actividad fosfomonoesterasa se expresó como mg de pNP por gramo de suelo seco y tiempo de incubación ($\mu\text{g pNP.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$).

Determinación de la actividad de la enzima fosfatasa alcalina

La determinación se realizó utilizando pNPP como un sustrato análogo del ortofosfato monoéster. Se siguió el método de Tabatabai modificado en ciertos puntos de acuerdo con Schinner (1996). La actividad fosfomonoesterasa se expresó como mg de pNP por gramo de suelo seco y tiempo de incubación ($\mu\text{g pNP.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$).

Determinación de la actividad de la enzima ureasa

La determinación se realizó utilizando Salicilato de sodio con NH₄⁺ en presencia de Dicloroisocianurato de sodio que forma un complejo color verde en condiciones de pH alcalino. Se siguió el método de Kandeler and Gerber (1988), Sardans *et al.*, (2008), Fioretto *et al.*, (2009), Rossi (2008).

Determinación de la actividad de la enzima β -glucosidasa

La determinación se realizó utilizando β -glucósido-saligenina. Se siguió el método de Tabatabai (1994); Sardans and Peñuelas, (2005); Rossi (2008); Fioretto *et al.*, (2009). La actividad de β -glucosidasa se expresó como la cantidad de saligenina liberados por gramo de materia seca y tiempo de incubación ($\text{mg saligenina.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$).

Determinación de la actividad de la enzima deshidrogenasa

Esta determinación se realizó según Nannipieri *et al.*, (2002). Se utilizó un buffer de sustrato contentiendo cloruro de trifetil tetrazolio y se midió el producto final de reacción, trifetil-formazán (TFF) a 546 nm. La actividad deshidrogenasa se calculó por comparación con valores de absorbancia de las muestras con

estándares dentro del rango 0 a 300 $\mu\text{g TFF}$ y se expresó en [$\mu\text{g TFF kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$].

Determinación de comunidades microbianas

Para el análisis funcional de las comunidades microbianas se utilizó el sistema de placas Biolog EcoPlatesTM según Garland (1997). Se realizó con diluciones de suelo fresco en la profundidad de 0 a 5 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo de estudio en NOA está clasificado como Entisol Torripsamente típico, suelo poco desarrollado y predominantemente arenoso. El suelo de estudio en POA está clasificado como Natracualf típico según el Atlas de Suelos de la República Argentina editado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

El cuadro 1 muestra las características fisicoquímicas de los suelos cultivados con olivares de La Rioja y de Buenos Aires, en cuanto a las variables humedad, pH, capacidad de intercambio (CIC), saturación de bases, nitrógeno, relación carbono y nitrógeno (C/N), fósforo, potasio, calcio, magnesio, contenido de materia orgánica (MOS), contenido de carbono total (C-CO₂), contenido de carbono proveniente de la materia orgánica (C-MOS).

Cuadro 1: características fisicoquímicas de los suelos estudiados

Variables	NOA	NOAt	POA	POAt
Humedad (%)	20,2±0,2	20,8±0,2	24,9±0,2	24,3±0,3
pH(%)	6,6±0,2	6,7±0,2	3,9±0,2	4,6±0,3
CIC (cmol.kg ⁻¹)	10,9±0,2	10,4±0,5	16,3±0,2	17,6±0,2
Saturación de bases(%)	20,1±0,2	21,3±0,2	38,5±0,2	35,1±0,2
N(g.Kg ⁻¹)	1,8±0,2	1,7±0,2	2,21±0,2	2,22±0,2
C/N	10,0±0,2	11,1±0,2	8,20±0,2	8,50±0,2
P(mg.Kg ⁻¹)	0,35±0,2	0,41±0,2	0,71±0,2	0,75±0,2
K(cmol.Kg ⁻¹)	0,30±0,2	0,37±0,2	1,30±0,2	1,35±0,2
Ca(cmol.Kg ⁻¹)	1,90±0,2	1,93±0,2	3,45±0,2	3,52±0,2
Mg(cmol.Kg ⁻¹)	1,20±0,2	1,21±0,2	1,24±0,2	1,24±0,2
Na(cmol.Kg ⁻¹)	0,60±0,2	0,87±0,2	0,71±0,2	0,95±0,2
MOS (%)	3,01±0,5	3,11±0,5	4,89±0,5	4,91±0,5
C-CO ₂ (mg.100gss ⁻¹)	22,4±0,3	23,4±0,3	22,5±0,3	22,7±0,3
C-MOS (mg.100gss ⁻¹)	18,0±0,3	19,0±0,3	18,2±0,3	18,9±0,2

NOA: suelo de olivar situado en La Rioja; NOAt: suelo testigo sin cultivar lindero a olivar situado en La Rioja; POA: suelo de olivar situado en Buenos Aires; POAt: suelo testigo sin cultivar lindero a olivar situado en La Rioja. Los datos mostrados representan la media de tres repeticiones (n=3) seguida de su desvío estándar para cada suelo.

Los datos de pH y C/N resultaron significativamente superiores ($p < 0.05$) en NOA que en POA. En tanto, los datos de C-CO₂, Mg y C-MOS no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre ambos sitios de muestreo. En cambio los datos observados en las variables humedad, MOS, CIC, Na, Ca, bases, N, P y K presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) siendo superiores en POA que en NOA (cuadro 1). El cuadro 2 muestra los resultados de las variables biológicas globales medidas en las muestras de suelo correspondientes a los olivares de los sitios de La Rioja y de Buenos Aires. El coeficiente metabólico del suelo fue significativamente superior ($p < 0.05$) en POA que en NOA.

Cuadro 2: Características biológicas de los suelos estudiados

Profundidad Suelo	RES (mgCO ₂ .100gss ⁻¹)	Cmic (mgCO ₂ .100gss ⁻¹)	C-CO ₂ /C-MOS	Cmic/C-MOS
POA				
0-5cm	37,1±0,2a	20,9±0,2a	1,24a	1,16a
5-20cm	25,8±0,2b	18,6±0,2b	1,24a	1,16a
20-40cm	20,1±0,2b	17,1±0,2b	1,24a	1,16a
POAt				
0-5cm	39,1±0,2a	23,9±0,2a	1,23a	0,94b
5-20cm	32,3±0,2b	21,0±0,2a	1,23a	0,94b
20-40cm	24,1±0,2b	19,6±0,2b	1,23a	0,94b
NOA				
0-5cm	45,7±0,2a	21,3±0,2a	1,02b	1,15a
5-20cm	39,1±0,2a	20,6±0,2a	1,02b	1,15a
20-40cm	25,8±0,2b	18,1±0,2b	1,02b	1,15a
NOAt				
0-5cm	46,0±0,2a	23,3±0,2a	1,02b	1,12a
5-20cm	41,5±0,2a	22,6±0,2a	1,02b	1,12a
20-40cm	37,0±0,2a	19,1±0,2b	1,02b	1,12a

POA: suelo de olivar situado en Buenos Aires; **POAt:** suelo testigo sin cultivar lindero a olivar situado en La Rioja; **NOA:** suelo de olivar situado en La Rioja; **NOAt:** suelo testigo sin cultivar lindero a olivar situado en La Rioja. Los datos representan la media de tres repeticiones (n=3) seguida de su desvío estándar para cada suelo y profundidad. Valores medios con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes al test de diferencia de medias de Duncan (p=0.05).

Las unidades de expresión de las actividades enzimáticas determinadas son las siguientes para la actividad fosfatasa ácida y alcalina es [$\mu\text{g pNP.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$], para ureasa [$\mu\text{g NH}_4^+ -\text{N gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$], para β -glucosidasa es [$\text{mg saligenina.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$] y para deshidrogenasa es [$\mu\text{g TPF kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$].

Los valores observados en el cuadro 3 muestran las actividades enzimáticas encontradas en los suelos de los diferentes sitios de muestreo. El rango de actividad de la enzima fosfatasa ácida es 3.9 a 4.9 $\mu\text{g pNP.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$. El rango de actividad de la enzima fosfatasa alcalina es 1.1 a 1.9 $\mu\text{g pNP.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$. El rango de actividad de la enzima ureasa medida es 23.3 a 33.1 $\mu\text{g NH}_4^+ -\text{N gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$. El rango de actividad de la enzima β -glucosidasa es 16.4 a 19.7 $\text{mg saligenina.gss}^{-1}.\text{h}^{-1}$. El rango de actividad deshidrogenasa medida es de 2.1 a 6.7 $\mu\text{g TPF kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$.

Cuadro 3: Actividades enzimáticas de los suelos estudiados

Suelo	Fosfatasa ácida	F. alcalina	Ureasa	β -glucosidasa	Deshidrogenasa
NOA 0-5 cm	2,1±0,3a	1,9±0,3a	32,1±0,3a	18,3±0,2b	3,4±0,4b
NOA 5-10 cm	2,3±0,5a	1,4±0,1b	23,3±0,1b	19,3±0,3a	3,1±0,1b
NOAt 0-5 cm	2,1±0,3a	1,5±0,3b	30,1±0,3a	18,2±0,2b	2,7±0,4c
NOAt 5-10 cm	2,4±0,5a	1,3±0,1b	29,2±0,1a	19,1±0,3a	2,1±0,1c
POA 0-5 cm	4,5±0,1b	1,1±0,2c	32,5±0,3a	18,7±0,2b	6,4±0,4a
POA 5-10 cm	4,9±0,4b	1,3±0,2b	33,1±0,1a	19,7±0,3a	6,1±0,1a
POAt 0-5 cm	4,5±0,1b	1,4±0,2c	32,1±0,3a	18,1±0,2b	6,5±0,4a
POAt 5-10 cm	3,9±0,4b	1,1±0,2b	31,3±0,1a	16,4±0,3b	6,7±0,1a

NOA: suelo de olivar situado en La Rioja; **NOAt:** suelo testigo sin cultivar lindero a olivar situado en La Rioja; **POA:** suelo de olivar situado en Buenos Aires; **POAt:** suelo testigo sin cultivar lindero a olivar situado en La Rioja. Los datos representan la media de tres repeticiones (n=3) con su desvío estándar para cada suelo y profundidad. Valores medios con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes al test de diferencia de medias de Duncan (p=0.05).

La determinación de actividad deshidrogenasa en el suelo y el análisis de comunidades microbianas basado en fuentes únicas de carbono se comportaron como indicadores sensibles al tipo de suelo. Con respecto al análisis funcional de las comunidades bacterianas de cada suelo medido por utilización de fuentes únicas de carbono, se registraron diferencias estadísticamente significativas con mayor variabilidad en los perfiles del suelo POA frente al NOA. Este resultado se observa en la Fig. 1 que muestra el gráfico de componentes principales. La componente principal 1 explica el 40 % de la máxima variabilidad de las comunidades bacterianas presentes en los suelos estudiados. La longitud de los vectores representa la magnitud de cada variable para cada componente y los ángulos entre variables indican la correlación entre ellos.

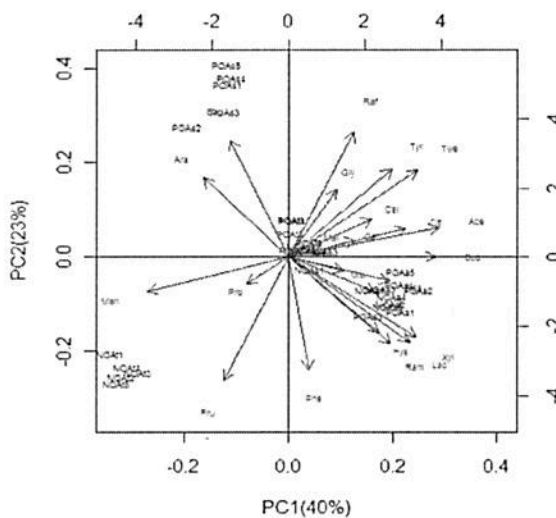


Figura 1. Componentes principales de los perfiles de utilización de fuentes carbonadas únicas de los suelos, **NOA:** suelo de olivar situado en La Rioja; **POA:** suelo de olivar situado en Buenos Aires.

CONCLUSIÓN

Las características fisicoquímicas, bioquímicas y biológicas globales de los suelos cultivados con olivares de La Rioja y de Buenos Aires mostraron diferencias funcionales. El análisis funcional de las comunidades bacterianas de cada suelo mostró mayor variabilidad en los perfiles del suelo POA frente al NOA. La actividad deshidrogenasa en el suelo y el análisis de comunidades microbianas basado en fuentes únicas de carbono se comportaron como indicadores sensibles al tipo de suelo. Los resultados del ensayo Biolog mostraron que en el suelo testigo en ambos sitios (NOAt y POAt) el valor de diversidad metabólica fue más alto en contraste con los sitios de olivares que mostraron el valor mínimo índice de diversidad. Por otro lado con los resultados obtenidos se aprecian cambios en las comunidades microbianas del suelo cultivado con olivares y sugieren que hay una reducción de la capacidad funcional.

BIBLIOGRAFÍA

- Alef, K and P Nannipieri. (1995). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press Harcourt Brace and Company Publishers Great Britain.
- Bremner, J. M., and S. Mulvaney C.(1982). Nitrogen total. *In: Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds). Methods of Soil Analysis. Part II. Am. Soc. Agron. No 9 in Agronomy Series. Madison, Wisconsin. USA. pp: 595–624.*
- Fioretto A, S Papa, A Pellegrino, A Ferrigno. (2009). *Microbial activities in soils of a mediterranean*

- ecosystem in different successional stages. *Soil Biology and Biochemistry*, 41:2061-2068.
- Garland, JL.1997. Analysis and interpretation of community-level physiological profiles in microbial ecology. Federation of European Microbiological Societies, *Microbiology Ecology*, 24: 289-300.
 - Godagnone R y C De la Fuente. (2012). Regionalización ecológica del NOA. Ed. Instituto de Suelos, INTA. Argentina, 1-22.
 - Jenkinson DS, DD Harkness, ED Vance, DE Adams, AF Harrison. (1992). Calculating net primary production and annual input of organic matter to soil from the amount and radio carbon content of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 24:295-308.
 - Kandeler E and H Gerber. (1988). Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and Fertility of Soils*, 1:68-72.
 - Mon R. (2007). Ampliación del perfil de los Suelos erosionados y compactados mediante subsolado con enmienda cálcica profunda. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Área de Edafología y Química Agrícola. Universidade da Coruña, 1-174.
 - Nannipieri P, E Kandeler, P Ruggerio. (2002). *Enzymes in the Environment: Activity, Ecology and Applications*. Marcel Dekker, N.Y.
 - Rossi MS. (2008). Aspectos bioquímicos y microbiológicos como indicadores del estado de salud del suelo. Tesis Magister. Ed. UNSAM, 1-156.
 - Sardans J and J Peñuelas. (2005). Drought decreases soil enzyme activity in a mediterranean *Quercus ilex* l. forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 37:455-461.
 - Sardans J, J Peñuelas, R Ogaya. (2008). Experimental drought reduced acid and alkaline phosphatase activity and increased organic extractable P in soil in a *Quecus ilex* mediterranean forest. *European Journal of Soil Biology*, 44:509-520.
 - Schinner F, R Ohlinger, E Kandeler, R Margesin. (1996). *Methods in Soil Biology*. Springer, New York.
 - Summer ME, Miller WP. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. Chapter 40.pp1201-1229. In: JM Bartels (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. SSSA and ASA Madison.WI.
 - Tabatabai MA. (1994). En: *Soil enzymes*. Capítulo: *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties*:775-833. Mickelson, S H and Bigham, J M (eds) SSSA Book Series, n5, Madison, W.I.