



**EFFECTO DEL RIEGO POR GOTEO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO
EN OLIVO**

de Bustos, M.E.¹; Allurralde, A.L.^{2,3}; Curchod, C.³

¹EEA-Catamarca (INTA). ✉ debustos.maria@inta.gov.ar; ²Cátedra de Edafología - Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Catamarca. ✉ ani_animal@hotmail.com; ³ Dirección Provincial de Agricultura - Dpto. Suelo (MPD). ✉ carloscurchod_@hotmail.com

Recibido: 25/08/2014

Aceptado: 03/10/2014

RESUMEN

El objetivo de éste trabajo fue evaluar el efecto del riego por goteo sobre las propiedades de un suelo cultivado con olivo en diferentes posiciones del terreno y comparar con condiciones de referencia. Se colectaron muestras de suelo en un lote con olivo de 13 años de implantación. Las posiciones de muestreo fueron: 0.5 , 1.5 y 3.5 m del tronco del árbol hacia la trocha; 0.5 y 2 m del tronco del árbol sobre la línea de riego; tomando como testigo el monte próximo al lote. Las profundidades exploradas fueron 0-10 cm y 10-30 cm. Las variables de suelo analizadas fueron, resistencia a la penetración, densidad aparente, humedad, materia orgánica total, carbono oxidable total, nitrógeno total, fósforo extractable, potasio intercambiable; potasio soluble; calcio + magnesio soluble; sodio soluble; potencial hidrógeno, conductividad eléctrica, relación absorción sodio y carbonatos. Los resultados muestran que con 13 años de olivicultura intensiva existen incrementos en el contenido orgánico y de nutrientes del suelo en todos los sitios del terreno explorado, en comparación al monte. Además, dentro del sistema olivícola aumentaron los valores de CO_3^{3-} , pH, CE y RAS en los sitios más próximos a los goteros, enriqueciéndose de algunos cationes y aniones las zonas periféricas al bulbo húmedo;

con estos resultados, se identificó la periferia a la distancia 0.5 m del árbol hacia la trocha y en la línea de riego a 2 m del árbol, siendo mayor a 10 cm la profundidad del límite vertical bajo el gotero. Las propiedades físicas evaluadas, estuvieron condicionadas por la diferencia en el contenido de humedad de los sitios y el efecto del tránsito de maquinaria, provocando situaciones diferenciales dentro del cultivo respecto al monte.

PALABRAS CLAVE: Calidad del suelo; Olivicultura; Bulbo húmedo.

EFFECT OF DRIP IRRIGATION ON SOIL PROPERTIES IN OLIVE

The objective of this study was to evaluate the effect of drip irrigation on the properties of a soil cultivated with olive terrain in different positions and compared to reference conditions. Soil samples were collected in a lot with olive 13 years of implantation. Sampling positions were 0.5, 1.5 to 3.5 m of the tree trunk to the gauge; 0.5 and 2 m from the tree trunk on the irrigation line; taking as a witness to the lot next mountain. Scanned depths were 0-10 cm and 10-30 cm. Soil variables were analyzed, penetration resistance, bulk density, moisture, total organic matter, total oxidizable carbon, total nitrogen, available phosphorus, exchangeable potassium; soluble potassium; soluble calcium + magnesium; soluble sodium; hydrogen potential, electric conductivity, and sodium carbonate absorption ratio. The results show that with 13 years of intensive olive growing there increases in organic content and soil nutrient everywhere explored terrain, compared to the mountain. Furthermore, within the olivícola system increased values CO_3 , pH, CE and RAS in closer to the droppers, enriched with some cations and anions outlying areas to wet bulb sites; with these results, the periphery at a distance 0.5 m from the tree to the trail and in the irrigation line 2 m tree was identified, being higher at 10 cm depth vertical limit under the dropper. The physical properties evaluated were conditioned by the difference in the moisture content of the sites and the effect of passing machinery, causing differential situations within the cotton on the mountain.

KEYWORDS: Soil quality; Olivicultura; Wet bulb.

INTRODUCCIÓN

La olivicultura es una de las principales actividades con mayor superficie destinada

en Catamarca. A partir de los años 90' el sistema experimentó una fuerte expansión y reestructuración tecnológica y organizativa basada en el desarrollo de sistemas de producción intensivos (Fernández & Cáseres, 2007; Cáseres et al., 2009). La olivicultura intensiva se caracteriza por poseer grandes plantaciones de alta densidad y riego por goteo (Caeiro, 2009).

Existen trabajos que exponen sobre el efecto de salinización y/o sodificación en suelos con riego por goteo (Gaviola et al., 2004; Aguirre et al., 2011; Alderete Salas, 2011). Al respecto, es conocido que el riego por goteo genera un bulbo húmedo con acumulación de sales en la periferia del mismo, lixiviado cationes y aniones en el centro (Hidalgo et al., 2003; Salas et al., 2009). Por otra lado, Tan et al. (2009) expresa que el riego por goteo es una alternativa de mitigación para los suelo salinizados de China, demostrando en su trabajo mejoras en las características físicas, químicas y biológicas del mismo.

La mayoría de los estudios, han tomado un sitio de muestreo específico en relación a la posición del árbol o del gotero. Sin embargo, hasta el momento no se ha evaluado lo que ocurre con las propiedades físicas y químicas del suelo explorando de manera horizontal a profundidades definidas, la superficie cultivada con olivo. Partiendo de la hipótesis de que el agua es un recurso limitante en el Chaco árido de Catamarca; el riego por goteo sería la manera de proveer este recurso al sistema para el desarrollo vegetal, lo que llevaría al aumento de la materia orgánica aportada al suelo y como consecuencia mejoras de las propiedades del mismo. Bajo esta hipótesis, solo la porción de la periferia del bulbo húmedo sería la afectada negativamente en el proceso de riego, dependiendo principalmente de la calidad del agua suministrada.

Por lo expuesto el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del riego por goteo en las propiedades de un suelo cultivado con olivo en diferentes posiciones del terreno, para luego contrastar los valores obtenidos con condiciones de referencia (suelo de monte).

MATERIAL Y MÉTODO

En mayo del 2013, se colectaron muestras de suelo de un lote con olivo (*Olea europea* L.), con 13 años de implantación. La finca donde se realizó el muestreo se denomina Cerro Guacho y está ubica sobre la ruta Nac. 33, km 10, en el Dpto. Valle Viejo, en la provincia de Catamarca. El sistema de manejo del cultivo es de tipo intensivo, existiendo 1.200 plantas en 4 has, bajo un marco de plantación de 4 x 8 (m), multivarietal (predominando la variedad Coratina), con orientación este-oeste e implantación de buffel grass interfilar.

El sistema de riego de las plantas es por goteo a una línea; los goteros están

distanciados a 0.5 m del tronco del árbol hacia ambos costados (dos goteros por planta), efectuándose los riegos cada 18 horas a razón de 4 l.ha⁻¹.planta⁻¹. La parcela fue fertilizada con *Stoller*® (*Nitroplus 18*) en Agosto del 2012.

El suelo muestreado fue clasificado en el Orden Entisol, Suborden Fluventes, Grandes Grupos Torrifluventes y Subgrangrupo típico, caracterizando al mismo una textura franco-arenosa. El agua de riego utilizada fue extraída de pozo y se clasificó como medianamente salina y de baja peligrosidad sódica (C3S1) (Ayers & Westcot, 1977).

Los tratamientos (sitios de muestreo) para la evaluación fueron determinados por distancias del tronco del árbol en línea de riego o hacia la trocha. Los sitios de muestreo fueron: 0.5, 1.5 y 3.5 m del tronco del árbol hacia la trocha; 0.5 y 2 m del tronco del árbol sobre la línea de riego (correspondiendo a la zona bajo el gotero y mitad de dos goteros sucesivos entre planta y planta respectivamente). Además, se muestreo el monte natural próximo, el cual permitió obtener valores de referencia en relación al sistema prístino. Las profundidades de evaluación fueron: 0-10 cm y 10-30 cm.

Las variables físicas de suelo valoradas fueron resistencia a la penetración (RP; MPa), densidad aparente (DA; gr/cm³), humedad (H°; %) (USDA, 2001; Alvarez *et al.*, 2012). Siendo las químicas, materia orgánica total (MO; %), carbono oxidable total (COT; gr/kg), nitrógeno total (NT; %), fósforo extractable (Pe; ppm), potasio intercambiable (Ki; meq/100 gr); potasio soluble (Ks; meq/l); calcio + magnesio soluble (Ca+Mg; meq/l); sodio soluble (Na; meq/l); potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE; dS/m), relación absorción sodio (RAS) y carbonatos (CO³⁻; %) (Chapman & Pratt, 1982).

Con las variables relevadas se realizó un análisis multivariado de componentes principales (ACP), considerando los diferentes sitios de muestreo el criterio de clasificación. La unidad muestral fue 30 por variable a cada profundidad. El software utilizado para el análisis de los datos fue Infostat (Infostat, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el ACP explicó el 68,2 de la variabilidad total en las dos primeras componentes para las propiedades de suelo analizadas en los diferentes sitios a 0-10 cm de profundidad.

La componente principal 1 (PC1, eje vertical), explicó el 46,3 % de la variación, observándose (Figura 1) asociación positiva (hacia la derecha) entre los sitios con cultivo de olivo y el contenido orgánico (COT y MO) y de nutrientes del suelo (Pe, Ki, Ks, Ca+Mg y Na). Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Tan *et al.* (2009), en el cultivo de maíz bajo riego por goteo. En oposición a esto disminuyó el NT en el olivar, aumentando en el monte.

La RP aumento a 3.5 m del árbol a la trocha y en el monte, esto probablemente sea explicado al menor contenido de humedad en estos sitios como se observa en la figura 1. Así mismo, la RP estuvo asociado a una mayor DA; ésta situación es asociada al tránsito de maquinaria en el lote con cultivo de olivo (3.5 m del árbol) (Cuevas, 2002), mientras que en el monte podría deberse a la pobre estructura del suelo asociada al menor contenido de materia orgánica.

La componente principal 2 (CP2, eje horizontal), explicó el 21,9 % de la variabilidad (Figura 1). Al respecto, en el cultivo con olivo la RP fue mayor a 3.5 m y a 1.5 m del árbol, respecto a la mitad entre goteros sucesivos y a 0.5 m del árbol hacia la trocha; esto debido al tránsito agrícola antes mencionado, lo que también explica la mayor DA de éstos sitios, respecto a zonas próximas a la planta. Sin embargo, bajo el gotero el aumento de la RP se asoció a la concentración de raíces del olivo, por la mayor humedad.

Por otra parte, aumentaron los contenidos de CO_3^{3-} , e incrementaron los valores de pH, CE y RAS en los sitios más próximos a los goteros (0.5 m hacia la trocha y mitad entre goteros) considerando por esta razón, que esas distancias corresponden a la periferia horizontal del bulbo húmedo, siendo el límite vertical en esta zona no mayor a 10cm de profundidad. Al respecto, Ayers & Westcot (1977), expresan que el riego por goteo provoca acumulación de sales en superficie y en bordes exteriores de áreas mojadas por emisores, si las lluvias de temporada no son suficiente para eliminarlas. Sin embargo, después de 13 años de cultivo, los valores medios de las variables mencionadas no acusan hasta el momento problemas de salinidad o sodicidad en el sistema. Existen cambios considerables del pH, pasando a ser de ligeramente ácidos o neutros a ligeramente o moderadamente alcalinos (datos no publicados). En el mismo sentido, algunos autores observaron incrementos del pH y CE en los sistemas olivícolas de Tunisia (Gargouri *et al.*, 2013); situación que provocará inmovilización de algunos nutrientes (González *et al.*, 2005).

El ACP de las variables físicas y químicas de suelo a 10-30 cm de profundidad, para los diferentes sitios estudiados mostró (Figura 2), que la CP1 explicó el 56,4 % de la variabilidad total. Al igual que para los 0-10 cm, el contenido orgánico del suelo y de nutrientes aumentaron en el sistema con cultivo de olivo (inclusive el NT), independientemente del sitio muestreado. Esto se explica porque en zonas áridas el agua juega un papel fundamental en el desarrollo del suelo ya que el factor climático (bajas precipitaciones) es el factor limitante (Pascale, 2005).

La RP fue mayor en el cultivo respecto al monte, relacionándose positivamente éste valor con la humedad del suelo. El resultado obtenido, es contrario a lo expresado por algunos autores que trabajan en sistemas de cultivos con menor exploración radicular al del olivo (Alvarez *et al.*, 2012). Las variables RAS, Na, CO_3^{3-} , CE y pH, aumentaron en el sistema

olivícola respecto al monte, siendo los sitios bajo el gotero, mitad entre goteros y 0.5 m del tronco del árbol hacia la trocha donde la relación fue positiva para el análisis de la CP2, que explicó el 16,9 % de la variabilidad. A diferencia de la profundidad 0-10 cm, las variables indicadoras de sodicidad y salinidad aumentaron en el sitio bajo el gotero, esto estaría mostrando el comienzo del límite inferior del bulbo húmedo en esa posición. Probablemente, los riegos no son prolongados para provocar el lavado de sales a profundidad, o la frecuencia es menor a la demanda evapotranspiratoria del cultivo, lo que provoca el acenso de las sales y su acumulación a partir de los 10-30 cm. Sin embargo, los valores de CE y RAS, no acusan hasta el momento problemas actuales de sodicidad o salinidad para esa profundidad. Al igual que para la profundidad anterior los carbonatos y el pH aumentaron pasando el suelo de clasificarse neutro o ligeramente alcalino a ser medianamente o fuertemente alcalino (González *et al.*, 2005) (datos no publicados). Como en otro estudios, los cationes solubles (K^+ , Ca^{++} y Mg^{++}) disminuyeron en la zona del bulbo húmedo, respecto a la trocha, debido al agotamiento de estos nutrientes en ese sector (Hidalgo *et al.*, 2003; Salas *et al.*, 2009).

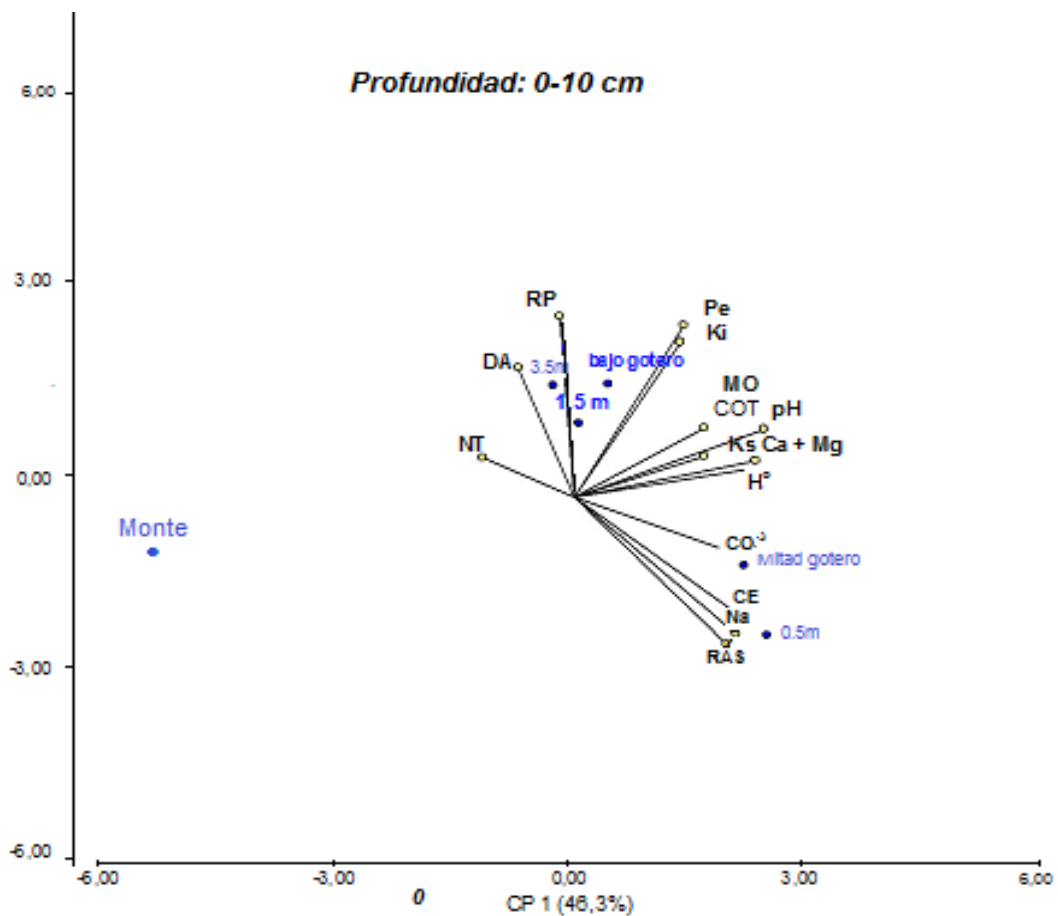


FIGURA 1: Análisis de componentes principales de variables físicas y químicas de suelo a 0-10 cm de profundidad en monte y cultivo de olivo (bajo el gotero, mitad de dos goteros sucesivos de plantas diferentes, 0.5, 1.5 y 3.5 m del tronco del árbol hacia la trocha). Donde MO: materia orgánica total (%); COT: carbono oxidable total (gr/kg); NT: nitrógeno total (%); Pe: fósforo extractable (ppm); Ki:

potasio intercambiable (meq/100 gr); Ks: potasio soluble (meq/l); Ca+Mg: calcio + magnesio soluble (meq/l); Na: sodio soluble (meq/l); pH: potencial hidrógeno; CE: conductividad eléctrica (dS/m); RAS: relación absorción sodio; CO_3^- : carbonatos (%); H° : humedad (%); RP: resistencia a la penetración (MPa); DA: densidad aparente (gr/cm^3).

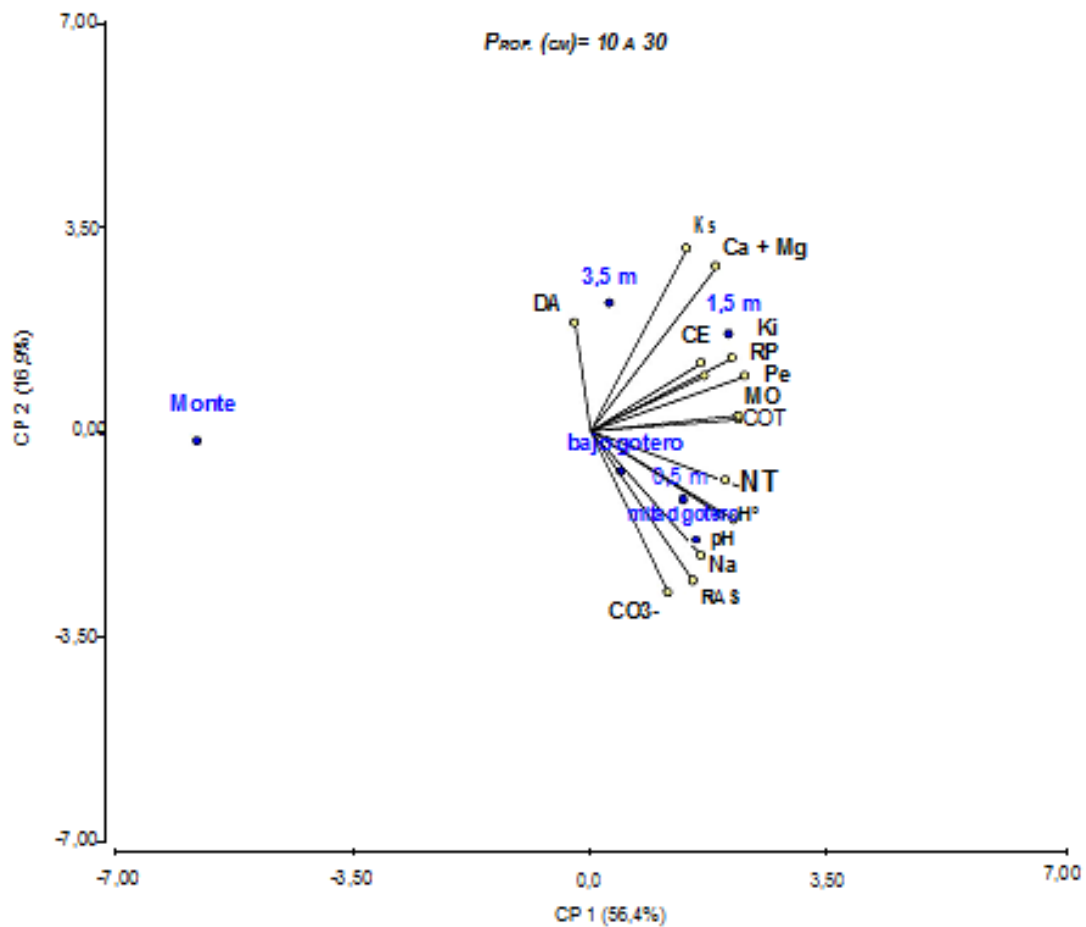


FIGURA 2: Análisis de componentes principales para variables físicas y químicas de suelo relevadas a 10-30 cm de profundidad de profundidad en monte y cultivo de olivo (bajo el gotero, mitad de dos goteros sucesivos de plantas diferentes, 0,5 m, 1,5 m y 3,5 m del tronco del árbol hacia la trocha). Siendo MOT: materia orgánica total (%); COT: carbono oxidable total (gr/kg); NT: nitrógeno total (%); Pe: fósforo extractable (ppm); Ki: potasio intercambiable (meq/100 gr); Ks: potasio soluble (meq/l); Ca+Mg: calcio + magnesio soluble (meq/l); Na: sodio soluble (meq/l); pH: potencial hidrógeno; CE: conductividad eléctrica (dS/m); RAS: relación absorción sodio; CO_3^- : carbonatos (%); H° : humedad (%); RP: resistencia a la penetración (MPa); DA: densidad aparente (gr/cm^3).

CONCLUSIÓN

Respondiendo a la hipótesis planteada se observa que en el sistema olivícola estudiado, existe un aumento del contenido orgánico en el suelo y de la fertilidad del mismo en ambas profundidades evaluadas, por el efecto del riego por goteo. Con este trabajo, se puede comenzar a delimitar la periferia del bulbo húmedo a 0,5 m del árbol hacia la trocha y a 2 m en la línea de riego, siendo mayor a 10 cm la profundidad del límite vertical bajo el

gotero, ya que en esa área se observa la acumulación de los cationes y aniones evaluados.

Las propiedades físicas evaluadas estuvieron afectadas por el contenido de humedad del suelo y por el tránsito de maquinaria, lo que provocó diferencial de situaciones dentro del cultivo respecto al monte.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. J. Cano (jefe de campo) y al Ing. F. Alonso (Asesor) de la empresa Cerro Guacho por la buena disposición para realizar el trabajo en la empresa.

A R. Ávalos, A. Rojas, A. Arévalo, J. Aguirre, E. Vaca, J. Barros, por la colaboración en actividades de campo y laboratorio.

El trabajo fue financiado con fondos del proyecto territorial de INTA "Aportes para el desarrollo sustentable del área geográfica Valle Central y Este de la provincia de Catamarca".

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, ME; VR ELISEI; MA COMMEGNA & RM SANTAMARIA. 2011. Evolución de la salinidad en un suelo irrigado del sudoeste bonaerense. *Cienc. Suelo*. 29(2): 265-276. (En:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672011000200015&Ing=es&nrm=iso) 17-12-2013.
- ALDERETE SALAS, S. 2011. Producción de olivos en el Valle Central de Catamarca. Determinación y valorización económica del impacto sobre el recurso suelo, por efecto de las prácticas de producción. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. :306p.
- ALVAREZ, C; J ANDREANI; A ANDRIULO; M BASANTA & col. 2012. Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo. Protocolos básicos comunes. INTA (eds). :67 p.
- AYERS RS & DW WESTCOT. 1977. Calidad de agua para la agricultura. Estudio FAO: riego y drenaje. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia. : 85p.
- CAEIRO, R. 2009. Identificación y caracterización de los principales sistemas agropecuarios de la provincia. En Análisis de las transformaciones del sector agropecuario de la provincia de Catamarca (Argentina) a raíz de la implementación de la ley 22.702 de Desarrollo económico: Efectos territoriales e industriales en el sistema olivar. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos y de montes, departamento de economía, sociología y políticas agrarias. España. Capítulo VII, : 133-167.

- CHAPMAN, H. & P PRATT. 1982. Methods of analysis for soils, plants and water. Chapman Pub., Riverside, CA. :60-193.
- CÁSERES, R; R NOVELLO & M ROBERT. 2009. Análisis de la cadena de olivo en Argentina. Área estratégica de economía y sociología. Proyecto específico 2742: Economía de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales. INTA (ed). N° 2. :101 p. ISSN 1852-4605.
- CUEVAS B, JE. 2002. Cambios físicos y mecánicos en tres suelos bajo tránsito con distintas humedades. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* 2(2):25-36. ISSN 0718-2791.
- DI RIENZO, JA; F CASANOVES; MG BALZARINI; L GONZÁLEZ; M TABLADA & CW ROBLEDO. 2012. Infostat. Versión (2012). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL. <http://www.infostat.com.ar>
- FERNÁNDEZ, A & R CÁCERES. 2007. La demanda de mano de obra de los establecimientos olivícolas por perfil tecnológico. INTA, Centro regional Catamarca-La Rioja (ed). :19 p. ISSN 1852-4605.
- GARGOURI, K; H RIGANE; I AROUS & F TOUIL. 2013. Evolution of soil organic carbon in an olive orchard under or arid climate. *Sci. Hort.* 152:102-108.
- GAVIOLA, S & V. LIPINSKI. 2004. Evaluación de rendimiento y nitratos en ajo cv. Nieve INTA con riego por goteo. *Agric. Téc.* 64(2): 172-181. (En: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072004000200006&lng=es&tlng=es.10.4067/S0365-28072004000200006 15/12/13).
- GONZÁLEZ, M; A SEGAT & M CONTI. 2005. Reacción del suelo. En: AJ Pascale (ed.). Principios de edafología con énfasis en suelos argentinos. Vol. 1. 2da edn Pp 215-228. Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina. 430 pp. Hidalgo, JC; M Pastor; P González; R Ordoñez & J Hidalgo. 2003. Resultados preliminares de la distribución del potasio extraíble en el bulbo húmedo en un olivar en el que se aplicó fertilización potásica. En: Álvarez-Benedí & P Marinero (eds). Estudios de la zona no saturada del suelo. : 59-63.
- PASCALE CP. 2005. Factores formadores de suelos. En: AJ Pascale (ed.). Principios de edafología con énfasis en suelos argentinos. Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina. Vol. 1. 2da edn : 117-132.
- SALAS, M; O PERNASSETI & P WATKINS. 2009. Variación del pH y la Salinidad en la zona del bulbo Húmedo del Suelo en una Plantación de Olivos con Riego por Goteo. Actas del I Congreso de la Red Argentina de la Salinidad. Córdoba.
- TAN, J & Y KANG. 2009. Changes in soil properties under the influences of cropping and drip irrigation during the reclamation of severe salt-affected soils. *Agricultural Sciences in China* 8(10) : 1228-1237.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2001. Soil Quality Test Kit Guide. Agricultural Research Service. Natural Resources Conservation Service, Soil Quality Institute. :82p.