

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE SUELOS CULTIVADOS CON TOPINAMBUR INOCULADOS CON *Azospirillum brasilense* Y HONGOS MICORRÍDICOS

DI BARBARO, G.¹; ANDRADA, H.¹;

DEL VALLE, E.^{2,3} & BRANDÁN DE WEHT, C.⁴

RESUMEN

Muestras de suelo fueron colectadas en la provincia de Catamarca en lotes cultivados con topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) al momento de implantación y cosecha durante cuatro ciclos agrícolas. Los tubérculos fueron tratados con *Azospirillum brasilense*, hongos micorrícicos o ambos microorganismos. Tubérculos correspondientes a los testigos no se inocularon con estos microorganismos. Se determinó la Actividad Biológica Total (ABT) por Hidrólisis del Diacetato de Fluoresceína a las muestras colectadas. La ABT del suelo fue afectada por los diferentes tratamientos del cultivo. La inoculación microbiana elevó la ABT de los suelos estudiados, difiriendo estadísticamente con los testigos. También se observaron diferencias significativas entre la ABT de los suelos al inicio del cultivo con los valores registrados a la cosecha de los mismos. La inoculación de tubérculos de topinambur con *A. brasilense* y hongos micorrícicos afecta la ABT de los suelos cultivados.

Key words: *Helianthus tuberosus*, actividad biológica, suelos, Catamarca.

1.- Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Avda. Belgrano y Maestro Quiroga. (4700) Catamarca, Argentina.

2.- Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe, Argentina.

3.- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

4. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

Manuscrito recibido el 23 de diciembre de 2019 y aceptado para su publicación el 3 de marzo de 2020.

Di Barbaro, G.; Andrada, H.; Del Valle, E.; Brandán de Weht, C. Actividad biológica de suelos cultivados con topinambur inoculados con *azospirillum brasilense* y hongos micorrícicos. FAVE - Ciencias Agrarias 18 (1): 33-41. CC BY-NC-SA 4.0



ABSTRACT

Biological activity of soils cultivated with topinambur inoculated with *Azospirillum Brasilense* and micorrícic fungi.

Soil samples were collected in the province of Catamarca in lots grown with topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) at the time of implantation and harvest during four agricultural cycles. The tubers were treated with *Azospirillum brasilense*, mycorrhizal fungi or both microorganisms. Tubers corresponding to the controls were not inoculated with these microorganisms. Total Biological Activity (ABT) was determined by Fluorescein Diacetate Hydrolysis to the collected samples. The ABT of the soil was affected by the different treatments of the crop. Microbial inoculation raised the ABT of the studied soils, differing statistically with the controls. Significant differences were also observed between the ABT of the soils at the beginning of the crop with the values recorded at their harvest. The inoculation of topinambur tubers with *A. brasilense* and mycorrhizal fungi affects the ABT of cultivated soils.

Key words: Helianthus tuberosus, biological activity, soils, Catamarca.

INTRODUCCIÓN

El suelo alberga una gran cantidad y diversidad de microorganismos responsables de la actividad biológica de éste. La calidad y cantidad de material vegetal aportado al mismo y las características climáticas afectan la abundancia microbiana, la biodiversidad y sus relaciones tróficas (Wright y Coleman, 2000). La actividad microbiana del suelo constituye una medida de importancia ecológica, puesto que por una parte representa el nivel de la actividad biológica involucrando el componente lábil de la materia orgánica y, por otra, integra los factores del medio ambiente y su influencia sobre la misma (Zagal *et al.*, 2002; Wing-Ching-Jones y Uribe Lorío, 2016).

El reciclaje de nutrientes está influenciado por la calidad y cantidad de material vegetal que ingresa al suelo y por las características climáticas y edáficas que también afectan la abundancia microbiana, las especies involucradas y su composición trófica

(Wright y Coleman, 2000; Di Ciocco *et al.*, 2014), por lo que las actividades biológicas son bioindicadores de la calidad del suelo (Alvear *et al.*, 2007; Jaurixje *et al.*, 2013).

El suelo es un recurso natural no renovable, expuesto a factores bióticos y abióticos. La actividad biológica de los suelos está regulada por numerosas enzimas y el hábitat microbiano y de las raíces de las plantas se ve afectado por las mismas (Makoi y Nda-kidemi, 2008). Las enzimas proceden de organismos vivos, una vez que estos mueren, algunas resisten y conservan su actividad en el suelo por períodos prolongados. Las enzimas del suelo no solo desempeñan un papel importante en el entorno químico y bioquímico, sino que también afectan la rapidez de la disponibilidad de nutrientes a las plantas (Kannaiyan y Kumar, 2009).

Todos los procesos biológicos que tienen lugar en el suelo son reacciones enzimáticas (mineralización, inmovilización, fijación del nitrógeno, nitrificación, etc.), por lo cual se considera a la Actividad Bio-

lógica Total (ABT) como un índice de la fertilidad de los suelos (Burns, 1982; Alvear *et al.*, 2007).

Para evaluar las cualidades del suelo existen diversos parámetros físicos, químicos, biológicos o bioquímicos que actúan como indicadores de su calidad. Uno de los parámetros bioquímicos que permite evaluar la actividad biológica del suelo es la hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA) (Alvear *et al.*, 2007; Perez *et al.*, 2015). Esta medida de la actividad enzimática, permite inferir la actividad microbiológica en un determinado suelo (Lillo *et al.*, 2011), y a su vez, es un parámetro sensible a las prácticas de manejo del recurso (Makoi y Ndakidemi, 2008).

El FDA es degradado por numerosas enzimas, tales como proteasas, lipasas y esterases. Por lo tanto, su hidrólisis se considera como un indicador general, o de amplio espectro, de la actividad biológica del suelo (Bandick y Dick, 1999). El producto de la reacción enzimática es la fluoresceína, la cual se puede observar en un microscopio de fluorescencia, o bien, puede ser medida utilizando un espectrofotómetro (Green *et al.* 2006). Desde hace algún tiempo, se viene utilizando la hidrólisis del FDA como un indicador de la actividad microbiana global activa de los suelos sometidos a distintos tipos de manejo, con el fin de determinar cuál sistema favorece la actividad microbiana global (Alvear *et al.*, 2007).

El cultivo de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) se remonta a épocas precolombinas y está adaptado a las condiciones ecológicas andinas, encontrándose ligado a las tradiciones de los pueblos que allí habitan (Mansilla *et al.*, 2010). En los últimos años ha cobrado interés por sus propiedades nutracéuticas y ser un prebiótico natural y por poseer tubérculos ricos en inulina (Ni-

ziol-Lukaszewska *et al.*, 2010; Bach *et al.*, 2013; Yuan *et al.*, 2013; Ibarguren, 2015; Lv *et al.*, 2019). En el país existen pequeños productores en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Mendoza, Río Negro, Chubut y San Luis, que le han otorgado a esta especie un uso forrajero con la comercialización de tubérculos. En la provincia de Catamarca su cultivo es limitado a fines forrajeros (Andrada *et al.*, 2012).

El objetivo de la investigación fue evaluar la actividad microbiana en suelos donde se ha cultivado topinambur inoculado con microorganismos promotores del crecimiento de las plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en las localidades de Colonia del Valle y Miraflores (Valle Central de la Provincia de Catamarca) utilizándose tubérculos de topinambur (*Helianthus tuberosus* variedad topianka). *Azospirillum brasilense*, aislamiento Pi8 fue obtenido de la endorrizósfera de pimiento pimentonero (*Capsicum annum* var, trompa de elefante). Cepas nativas de hongos micorrízicos se obtuvieron de especies forrajeras colonizadas que actuaron como trampas.

Se establecieron 4 tratamientos de inoculación microbiana de tubérculos de topinambur en el momento de la plantación de los cultivos. Éstos se detallan a continuación: T1: testigo sin inocular; T2: inoculación con *A. brasilense*; T3: inoculación con hongos micorrízicos (HM) y T4: co-inoculación con *A. brasilense* y HM.

Se colectaron muestras de suelo antes de realizar la plantación de cada cultivo (T0) y al momento de la cosecha. Estas últimas se colectaron de la rizósfera de las plantas con

los tratamientos establecidos. Las muestras colectadas fueron refrigeradas a 4°C y transferidas al laboratorio de Microbiología Agrícola de la Universidad Nacional de Catamarca para la determinación de la Actividad Biológica Total por hidrólisis de diacetato de fluoresceína (FDA).

Las muestras al inicio del cultivo (T0) fueron obtenidas entre los meses de octubre y noviembre, mientras que las de las cosechas, entre mayo y julio de cada año evaluado. Las evaluaciones de esta investigación se llevaron a cabo durante 5 años consecutivos, desde el 2014 al 2018, en diferentes lotes en producción.

La actividad biológica fue determinada por el método de hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA) de acuerdo a Schnürer y Roswall (1982). Brevemente, se adiciona en un Erlenmeyer, 5 g del suelo a evaluar y 20 ml de solución buffer de fosfato de potasio 60 mM (pH 7,6). Luego, se agregan 0,2 ml de solución stock de FDA (2 mg/ml de acetona) y se incuba 20 minutos con agitación (200 rpm) a 25 °C. A continuación, se interrumpe la reacción agregando 20 ml de acetona al Erlenmeyer, se filtra y se procede a la lectura en espectrofotómetro a una absorbancia de 490 nm.

Para obtener la concentración de FDA, previamente se determinó la curva patrón. Para ello, se prepararon soluciones de concentración conocida de FDA (0 µg; 100 µg; 200 µg; 300 µg y 400 µg) y se sometieron para su hidrólisis completa. En mediciones con el espectrofotómetro se obtuvo la relación entre Absorbancia (A°) y concentración ([C]) de FDA. Luego, los datos de absorbancia obtenidos a partir de las diferentes muestras de suelo tomadas de los cultivos fueron ajustados de acuerdo a la curva patrón.

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANAVA) y las medias fueron comparadas mediante Test de Tukey a un nivel de significancia de $\alpha \leq 0,05$. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que la actividad biológica de los suelos fue influenciada por la inoculación microbiana. La mayor actividad enzimática global, medida como hidrólisis de FDA, presentó diferencias estadísticas al aplicar microorganismos promotores del crecimiento vegetal (Tabla 1).

La mayor ABT por hidrólisis del FDA se registró en los suelos cultivados con topinambur inoculados con el consorcio microbiano de *A. brasilense* y hongos micorrízicos. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) entre los valores de AB del T4 con respecto a las muestras de suelo procedentes al momento de la plantación del cultivo y a las muestras del suelo cultivado con topinambur correspondiente al tratamiento testigo sin inoculación microbiana (T1) (Tabla 1).

El suelo cultivado con topinambur generó diferencias en cuanto a la actividad biológica, registrándose los mayores valores de AB en el momento de la cosecha, mientras que los menores valores de AB se determinaron en el momento de la implantación del cultivo de topinambur (T0).

Al comparar los cuatro tratamientos aplicados al cultivo de topinambur, se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos con la

Tabla 1. Hidrólisis del FDA (μg) en suelos cultivados con topinambur en cuatro ciclos del cultivo en la provincia de Catamarca.

Momento de evaluación del cultivo	Tratamiento	FDA hidrolizado (μg)			
		2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Implantación	Sin inoculación	0,052 \pm 0,009 a	0,025 \pm 0,005 a	0,029 \pm 0,012 a	0,045 \pm 0,004 a
Cosecha	Sin inoculación	0,117 \pm 0,018 b	0,039 \pm 0,005 b	0,040 \pm 0,002 a	0,066 \pm 0,003 b
	<i>A. brasilense</i>	0,182 \pm 0,034 cd	0,052 \pm 0,002 c	0,072 \pm 0,015 b	0,091 \pm 0,007 c
	H. micorrícicos	0,146 \pm 0,033 bc	0,046 \pm 0,006 bc	0,080 \pm 0,002 b	0,096 \pm 0,012 c
	<i>A. brasilense</i> + H. micorrícicos	0,216 \pm 0,016 d	0,054 \pm 0,006 c	0,099 \pm 0,017 b	0,118 \pm 0,001 d

Los resultados se expresan como la media \pm su error estándar. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos llevados a cabo en el mismo ciclo agrícola según el test de Tukey ($p < 0.05$).

inoculación de consorcios microbianos (*A. brasilense* y hongos micorrícicos ó T4) y el testigo no inoculado (T1).

La mayor actividad biológica observada con la co-inoculación microbiana (T4) se explica debido a que cuando se forma la micorriza se altera la fisiología radical y los exudados que estas generan. Consecuentemente, se modifica la población microbiana circundante. Lo anterior contribuye en la nutrición de la planta al explorar un volumen de suelo mayor e incrementa la actividad microbiana (Blanco y Salas, 1997; Brundrett, 2009). Por otra parte, *Azospirillum* es un género bacteriano ampliamente conocido por su capacidad de promover el crecimiento de las plantas, debido a que produce sustancias promotoras que estimulan el crecimiento radical, lo que permite que el potencial de absorción de nutrientes y agua se eleve, beneficio clave en cultivos de zonas áridas y semiáridas (Bashan *et al.*, 2007).

En los tratamientos inoculados con *A. brasilense* (T2) y con hongos micorrícicos (T3) se obtuvieron una mayor AB que en los tratamientos sin inoculación (T1). Sin embargo, no siempre las diferencias fueron

estadísticamente significativas (Tabla 1).

Por lo tanto, el mejoramiento en la calidad de la microflora de suelos agrícolas a partir de la incorporación de organismos seleccionados por sus funciones que contribuyan en el desarrollo y producción de los cultivos es una alternativa que incidiría en el logro de mejores cultivos, al mejoramiento de los rendimientos y a la fertilidad de los suelos (Caballero-Mellado, 2001).

Una de las variables ambientales que más influyen en la actividad biológica del suelo es la temperatura (Rodríguez Gutiérrez, 2014), aumentando el crecimiento microbiano en el rango mesófilo (entre los 15 y 45 °C, con un óptimo entre los 30 y 40 °C), las cuales se registran básicamente en las estaciones de primavera y verano. Sin embargo, la AB de las muestras suelos obtenidas durante los meses donde se observaron las temperaturas más bajas en el Valle Central de la Provincia de Catamarca (fines de otoño e inicio de invierno) fueron mayores a las registradas durante la primavera, fundamentalmente en los tratamientos con inoculación microbiana (Tabla 1).

La AB de los suelos antes de la implantación del cultivo de topinambur (T0) en primavera y la AB al finalizar el cultivo (T1) en el otoño/invierno son similares, a pesar de la diferencia de temperaturas en cada estación, por lo que se estima que el efecto del cultivo de topinambur fue lo que incrementó la actividad microbiana a niveles comparables y levemente superiores a los registrados durante la primavera, antes de iniciar la implantación (Tabla 1). Lo anterior puede deberse a las interacciones que ocurren en la rizósfera y el aumento del crecimiento de raíces que generan una mayor actividad enzimática y contenido de materia orgánica.

La vegetación, así como los exudados que producen algunas raíces, cambian las propiedades físicas y químicas de los suelos; en particular, la estructura, la porosidad, el pH y el potencial redox, factores que en su conjunto actúan sobre la densidad y la actividad de los microorganismos (IGAC, 1993; Sánchez de Prager, 2007). Esto explica la mayor actividad biológica al final del cultivo a pesar de que la evaluación se realizó a finales del otoño e inicio del invierno, cuando la temperatura del suelo es baja ($< 7\text{ }^{\circ}\text{C}$) y las poblaciones microbianas disminuyen. La temperatura del suelo influye en la exudación radical lo cual afecta las condiciones de la rizósfera. Fuera del rango óptimo ($25 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$) se altera la permeabilidad y reduce el metabolismo y la exudación (Sánchez de Prager, 2007), alterando la actividad biológica del suelo.

Estudios realizados por Wielgosz (2010) determinaron que el topinambur tuvo un efecto positivo sobre la actividad enzimática de los suelos, fundamentalmente de la actividad de fosfatasas y deshidrogenasas. También observó diferencias estacionales

significativas en la actividad de las enzimas del suelo en estudio. Además, comparó las actividades enzimáticas de los microorganismos del suelo que residen en la rizósfera de *Helianthus tuberosus* (Wielgosz, 2010). Los valores obtenidos revelaron un efecto positivo en la actividad de las enzimas del suelo, lo cual explica los resultados observados en este trabajo. Además, señalan que, en la mayoría de los suelos, los microorganismos dominan el componente biológico de los mismos y responden rápidamente a los cambios del ambiente (Sánchez de Prager, 2007; Rivero Herrada *et al.*, 2016; Gómez Fernández *et al.*, 2017). Ellos son esenciales en las múltiples funciones del suelo, participan en casi todas las reacciones metabólicas conocidas y constituyen las fuerzas motrices del suministro de energía y nutrientes (Paolini Gómez, 2017).

Concluimos que la inoculación microbiana con *A. brasilense* y hongos micorrízicos en topinambur incrementa la AB de los suelos cultivados, lo cual constituye una estrategia de manejo para mejorar la fertilidad de los suelos cultivados.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **ADAM, G. & DUNCAN H.** 2001. Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 33: 943-951.
- 2.- **ALVEAR, M.; REYES, F.; MORALES, A., ARRIAGADA, C. & REYES, M.** 2007. Actividad biológica y agregados estables al agua en dos tipos de formaciones vegetales de un bosque templado del Centro-Sur de Chile con perturbación antrópica. *Ecología Austral*. 17: 113-122.
- 3.- **ANDRADA, H.; DI BARBARO, G.; PAZ, I. & CLÉRICI, S.** 2012. Evaluación productiva del cultivo de *Helianthus tuberosus* para las condiciones agroclimáticas de Catamarca. *ReBeA- Revista Biología en Agronomía*. 2 (2): 42-54.
- 4.- **BACH, V.; JENSEN, S.; KIDMOSE, U.; SORENSEN, J.N. & EDELENBOS, M.** 2013. The effect of culinary preparation on carbohydrate composition, texture and sensory quality of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). *LWT - Food Science and Technology* 54 :165-170.
- 5.- **BANDICK, A.K. & DICK, P.R.** 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.* 31: 1471-1479.
- 6.- **BASHAN, L.; HOLGUIN, G.; GLICK, B. & BASHAN, Y.** 2007. Bacterias promotoras del crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. En: Ronald Ferrera-Cerrato, A. Alarcon y C.A. Champer editores. *Microbiología Agrícola: Hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, plantas-microorganismos*. Editorial Trillas. México. Capítulo 8. Pp. 170-224.
- 7.- **BLANCO, F.A. & SALAS, E.A.** 1997. Micorrizas en la agricultura: Contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21(1): 55-67.
- 8.- **BRUNDRETT, M.** 2009. Mycorrhizas in Natural Ecosystems. In Begon, M, Fitter, A. H. & Macfadyen, A. editores. "Advances in ecological research". Academic Press Limited. 21: 171-313.
- 9.- **BURNS, R.C.** 1982. Enzyme activity in soil. Location and possible role in microbial ecology. *Soil Biol. Biochem.* 14: 107-108.
- 10.- **CABALLERO-MELLADO, J.** 2001. El género *Azospirillum*.: 177-198. In E. Martínez-Romero y J. Martínez-Romero editores. "Microbios en línea". Universidad Nacional Autónoma de México. Versión electrónica en: <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/microbios>.
- 11.- **DI CIOCCO, C.A.; SANDLER, R.V.; FALCO, L.B. & COVIELLA, C.E.** 2014. Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico-químicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, vol. 46, núm. 1, pp. 73-85 Universidad Nacional de Cuyo Mendoza, Argentina. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6420/cp06-diciocco.pdf].
- 12.- **DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M. & ROBLEDO, C.W.** 2018. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- 13.- **GREEN, V.; STOTT, D. & DIACK, M.** 2006. Assay for fluorescein diacetate hydrolytic activity: Optimization for soil sample. *Soil Biology and Biochemistry*. 38: 693-701.
- 14.- **GÓMEZ FERNÁNDEZ, E.J.; DELGADO ROMERO, J.A. & GONZÁLEZ GRAU, J.M.** 2017. Actividad microbiana del suelo: temperatura y contenido hídrico. XIV Reunión de la Red Nacional de Microorganismos Extremófilos, Ourense (Vigo), REDEX 2017. 3 y 4 de noviembre de 2017 Balneario de Laias (Ourense).

- 15.- **IBARGUREN, L.** 2015. Efecto del momento de cosecha sobre la calidad hortícola del topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) conservado en cámara frigorífica. Tesis de maestría de Horticultura. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. : 87p.
- 16.- **I.G.A.C.** 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá. Bogotá: INPA-IGAC.
- 17.- **Jaurixje, M.; Torres, D.; Mendoza, B.; Henríquez, M. & Contreras, J.** 2013. Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, estado Lara. Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela. Bioagro, vol. 25, núm. 1, : 47-56. [<https://www.redalyc.org/pdf/857/85726736002.pdf>].
- 18.- **Kannaian, S. & Kumar, K.** 2009. Biological Fertilizers for Sustainable Rice Production. En: M.K. Rai editor. Chapter 4. Handbook of Microbial Biofertilizers: 89-115.
- 19.- **Lillo, A.; Ramírez, H.; Reyes, F.; Ojeda, N. & Alvear, M.** 2011. Actividad biológica del suelo de bosque templado en un transecto altitudinal, Parque Nacional Conguillío (38° S), Chile. *Bosque (Valdivia)* [online]. vol.32, n.1, :46-56. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002011000100006>.
- 20.- **Lv, S.; Wang, R.; Xiao, Y.; Li, F.; Mu, Y.; Lu, Y.; Gao, W.; Yang, B.; Kou, Y.; Zeng, J. & Zhao, C.** 2019. Growth, yield formation, and inulin performance of a non-food energy crop, Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), in a semi-arid area of China. *Ind. Crops Prod.* 134: 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.03.064>.
- 21.- **Makoi, J. & Ndaikidemi, P.** 2008. Selected soil enzymes: Examples of their potential roles in the ecosystem. *African Journal of Biotechnology* 7(3): 181-191.
- 22.- **NanniPieri, P.; Ascher, J.; Ceccherino, M.T.; Landi, L.; Pietra-Mellara, G. & Renella, G.** 2003. Microbial diversity and soil functions. *Eur. J. Soil Sci.* 54 (4): 655-670.
- 23.- **Nizioł-Lukaszevska, Z.; Bujak, T.; Wasilewski, T. & Szmuc, E.** 2010. Inulin as an effectiveness and safe ingredient in cosmetics. *Pol. J. Chem. Technol.* 21 <https://doi.org/10.2478/pjct-2019-0008>. 44-40.
- 24.- **Paolini Gómez, J.E.** 2017. Actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros de los Andes venezolanos. *Terra Latinoamericana.* 36: 13-22. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i1.257>
- 25.- **Perez, M.M.; Masseroni, M.L.; Sartor, P.D. & Merini L.** 2015. Actividad biológica en suelos con diferentes prácticas agrícolas bajo riego en Colonia 25 de Mayo, La Pampa. Asociación Argentina de Suelos. :7p. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-actividad_biologica_en_suelos_con_diferentes_practicas_agricilas_bajo_riego_en_colonia_25_de_mayo_2.pdf].
- 26.- **Rivero Herrada, M.; Gaibor Fernández, R.R.; Mozena Leandro, W.; De Brito Ferreira, E.P.; Ferraresi, T.M. & Reyes Pérez, J.J.** 2016. Evaluación de atributos biológicos de un suelo latosol bajo producción agroecológica. *Centro Agrícola*, 43 (4): 14-20; [<http://cagricola.uclv.edu.cu>].
- 27.- **Rodríguez Gutiérrez, N.M.** 2014. Evaluación de la actividad microbiana global de un suelo bajo dos sistemas de manejo, orgánico y convencional. Tesis. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. Santiago - Chile. : 44p. [<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148408>].

- 28.- SÁNCHEZ DE PRAGER, M.** 2007. La rizósfera: estrategia de colonización del suelo. Capítulo 3. En: Sánchez de Prager M. editora. Las Endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pp. 84-114.
- 29.- SCHNÜRER, J. & ROSSWALL, T.** 1982. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Appl. Environ Microbiol.* 43: 1256-1261.
- 30.- WIELGOSZ, E.** 2010. Effect of selected plant species on enzymatic activity of soil microorganisms. *Polish Journal of Soil Science.* XLIII/1: 73-79. [http://www.pjss.org/artykuly/pjss/Polish_Journal_of_Soil_Science_2010_43_1_73.pdf].
- 31.- WINGCHING-JONES, R. & URIBE LORÍO, L.** 2016. Biomasa y actividad microbiana en suelos de uso ganadero y en regeneración de bosque. *Cuadernos de Investigación de Costa Rica UNED*, Vol. 8(1): 107-113. [<https://pdfs.semanticscholar.org/ee53/e2a53e0379c6c7f343c98ca1310c8a51a746.pdf>].
- 32.- WRIGHT, C.J. & COLEMAN, D.C.** 2000. Cross-site comparasion of soil microbial biomass, soil nutrient status, and nematode trophic groups. *Pedobiología.* 44: 2-23.
- 33.- YUAN, X.; CHENG, M.; GAO, M.; ZHUO, R.; ZHANG, L. & XIAO, H.** 2013. Cytotoxic constituents from the leaves of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and their structure–activity relationships. *Phytochemistry Letters* 6 :21–25.
- 34.- ZAGAL, E.; RODRÍGUEZ, N.; VIDAL, I. & QUEZADA, L.** 2002. Actividad microbiana en un suelo de origen volcánico bajo distinto manejo agronómico. *Agricultura Técnica*, 62 (2): 297-309. <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072002000200012>