

RESPUESTA DE ALGUNOS INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO BAJO MANEJOS DIFERENCIALES EN EL CULTIVO DE TABACO (*Nicotiana tabacum*)

RESPONSE OF SOME SOIL QUALITY INDICATORS UNDER DIFFERENTIAL MANAGEMENT IN TOBACCO CULTURE (*Nicotiana tabacum*)

José Miguel Mendoza^{1*} y Raúl Armando Colque²

^{1,2}Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJU). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
jmiguelmendoza17@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2022

Historial:
Recibido: 29/09/2021
Aceptado: 14/11/2021

RESUMEN

El cultivo de tabaco requiere numerosas labores para su implantación, lo que sumado al poco volumen de rastrojos que deja sobre la superficie del suelo, provoca un deterioro físico, químico y biológico del suelo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar en una serie de suelo característico del Valle de los Pericos (Valles Templados, Provincia de Jujuy), el efecto que ejercen sobre distintos parámetros químicos, diferentes prácticas de manejo realizadas en el cultivo de tabaco: monocultivo (TM), rotación con gramíneas (TG), incorporación de abonos verdes (TV), contrastando a su vez dichos resultados con una situación de bajo disturbio (T). El muestreo se realizó a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm) con tres repeticiones de muestras compuestas para cada tratamiento. Se evaluó la respuesta de las siguientes variables: contenido de carbono orgánico total (COT), contenido de carbono orgánico particulado de las fracciones >200µm (COPG), entre 53-200 µm (COPF) y carbono orgánico asociado <53 µm (COA), nitrógeno total (NT), reacción del suelo (pH), conductividad eléctrica (CE), cationes intercambiables (Na, Ca, K, Mg) y el fósforo extractable (PE). Los niveles de COT y NT disminuyeron en los diferentes tipos de manejo agrícolas en relación a los suelos de referencia, principalmente en las fracciones lábiles del carbono orgánico particulado total (COPT). Entre los sistemas agrícolas el COT y COA fueron buenos indicadores que respondieron favorablemente a la inclusión de gramíneas o a la incorporación de abonos verdes en la rotación agrícola, mientras que el COPT no fue un parámetro sensible para diferenciar distintos usos del suelo. El pH, PE y la CE mostraron el efecto de la fertilización y/o del riego sobre el suelo.

Palabras clave: mono cultivo de tabaco, rotación, gramíneas, verdeo, variables químicas.

SUMMARY

The cultivation of tobacco requires numerous tasks for its implantation,

which added to the low volume of stubble that it leaves on the soil surface, causes its physical, chemical and biological deterioration of the soil. The objective of this work was to evaluate in a series of characteristic soil from the Valle de los Pericos (Temperate valleys, Jujuy province), the effect that different management practices carried out in tobacco cultivation exert on different chemical parameters: monoculture (TM), rotation with grasses (TG), green manures incorporation (TV), contrasting in turn these results with a low disturbance situation (T). Sampling was carried out at two depths (0-20 and 20-40 cm) with three repetitions of composite samples for each treatment. The response of the following variables was evaluated: total organic carbon content (TOC), particulate organic carbon content of the fractions > 200 μ m (COPG), between 53-200 μ m (COPF) and associated organic carbon <53 μ m (COA), total nitrogen (NT), soil reaction (pH), electrical conductivity (EC), exchangeable cations (Na, Ca, K, Mg) and extractable phosphorus (PE). The TOC and NT levels decreased in the different types of agricultural management in relation to the reference soils, mainly in the labile fractions of total particulate organic carbon (COPT). Among the agricultural systems, TOC and COA were good indicators that responded favorably to the inclusion of grasses or the incorporation of green manures in the agricultural rotation, while the COPT was not a sensitive parameter to differentiate different land uses. The pH, PE and EC showed the effect of fertilization and / or irrigation on the soil.

Keywords: chemical variables, grasses, greening, rotation, tobacco monocropping.

INTRODUCCIÓN

En el presente siglo, la degradación del recurso suelo constituye uno de los principales problemas medioambientales que afecta a la humanidad, impactando en la capacidad productiva y en la calidad ambiental (Reicosky, 2007). Lal (2015), mencionó que el 33 % de la superficie de la tierra está afectada por algún proceso de degradación que deteriora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El uso del suelo en Argentina, ha mostrado una reducción general en el contenido de materia orgánica, en la estabilidad de agregados y un incremento en la densidad aparente (Wingeyer et al., 2015). En la provincia de Jujuy también se

han acelerado los procesos de degradación de suelos por mal manejo de la cubierta vegetal y la realización de un excesivo número de labranzas en las áreas agrícolas (Torres et al., 2019). En el monocultivo de tabaco, en los valles templados, se realiza un gran número de labores mecánicas, este tipo de labranza (convencional), según Hernández (1980), tiene un efecto ecológico y económico negativo, elevado número de labores, altos gastos de energía y mano de obra acentuando los procesos de degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Hoy existe una nueva tendencia al uso de abonos verdes, León González et al. (2007), Collinet,

J. y M. Casariego (1996), recomendaron la rotación de cultivos para evitar el deterioro de fertilidad del suelo. Por su parte, Llanes et al. (2013), demostraron que la incorporación de abonos verdes y abonos orgánicos en el cultivo de tabaco pueden mejorar las propiedades químicas, físicas y el balance nutricional del suelo. Quiroga y Funaro, (2004) sostienen que el uso de los suelos y las prácticas de manejo marcan el grado y la dirección de los cambios.

Para poder cuantificar el efecto que causa un manejo agrícola, se plantea la utilización de indicadores de la calidad, estos son variables físicas, químicas y biológicas, que sirven para indicar la salud del suelo, representan una condición y conllevan información acerca de los cambios o tendencias de esa condición (Dumansky et al., 1998). En la búsqueda de indicadores de calidad, surge la importancia de estudiar la materia orgánica (MO), ya que es el principal factor en el control de la capacidad del recurso suelo para mantener la productividad agrícola y la calidad ambiental (Manlay et al., 2007). Sin embargo, la MO es muy estable a corto plazo, por eso se recurre a la evaluación de sus fracciones que son más sensibles a los diferentes usos de los suelos y pueden ser usados como indicadores tempranos de la dirección de esos cambios (Six et al., 2002). Galantini & Rosell (1997) propusieron una subdivisión de MO en dos: el carbono orgánico particulado grueso, que representa a la fracción más activa y con un tiempo de ciclado de 1 a 5 años (Anderson & Ingram, 1989), y el carbono orgánico particulado fino que es la fracción más estable y que presenta un tiempo de ciclado de 10 a 20 años (Galantini & Suñer, 2008). La fracción de carbono inferior a los 53 micrones, es la más estable de la materia orgánica y que está asociada a las arcillas, siendo en parte sus constituyentes las huminas y los ácidos fúlvicos (Beltrán et al., 2018).

Por ello es importante la evaluación de la calidad del suelo, para lo cual se debería identificar y seleccionar un número mínimo de propiedades químicas, que sirvan como indicadores para conocer su estado de degradación y también para monitorear su evolución, con el fin de poder valorar el efecto de diferentes prácticas de manejo (Navarrete Segueda et al., 2011) y de esta manera delinear pautas de manejo que tiendan a mitigarlos o revertirlos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar en una serie de suelo característico del Valle de

los Pericos, el efecto que ejercen sobre distintos parámetros químicos, diferentes prácticas de manejo realizadas en el cultivo de tabaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y ambiente

El trabajo se realizó, en el departamento del Carmen en una zona comprendida dentro del Valle de los Pericos provincia de Jujuy, se estudiaron muestras de la serie de suelo Perico, los muestreos se realizaron a mediados de noviembre de la campaña 2014/15, 80 días después del trasplante. Se tomaron muestras en 9 establecimientos, estas se dividieron entre los tres tratamientos, de tal manera que cada tratamiento incluía tres fincas diferentes. Para el muestreo, se tomó una muestra compuesta por 8 submuestras dentro de un área representativa de 2 hectáreas y a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm).

Descripción de los tratamientos

Se seleccionaron nueve establecimientos de productores de tabaco con un historial de más de 30 años en la actividad, ubicados dentro del área que corresponde a la Serie Perico.

Monocultivo de tabaco bajo labranza convencional (MT): el productor realiza el cultivo anualmente, al finalizar la campaña inmediatamente incorpora el rastrojo restante e inicia nuevamente con las labranzas del suelo a principio de junio. Cultivo de tabaco bajo labranza convencional continua, con incorporación de abono verde de invierno durante los últimos 10 años (TV): el productor finaliza la campaña de tabaco durante los meses de febrero - marzo e inicia con la siembra de un abono verde (avena, trigo, centeno o sorgo) para luego a principios de mayo incorporarlo e iniciar nuevamente con las labranzas correspondientes a partir del mes de junio.

Cultivo de tabaco bajo labranza convencional continua, con rotación tabaco/gramíneas durante los últimos 10 años (TG): en este caso el productor al finalizar la campaña, siembra un abono verde (trigo, cebada u sorgo) y deja descansar el suelo durante 1 año, donde nuevamente inicia la preparación del suelo.

Situación Testigo (T): Para la Serie de suelo bajo estudio, se localizó un sitio con bajo disturbio,

cuyas propiedades fueron evaluadas y tomadas como referencia o testigo, el muestreo se realizó bajo cortinas forestales de *Grevillea robusta* y *Casuarina* sp. que representan la situación más próxima a un suelo cuasi prístino, no alterado desde hace 30 años.

Determinaciones Analíticas

pH actual: se efectuó mediante la utilización de un electrodo de vidrio pre calibrado sobre una suspensión suelo: agua de 1:2,5

Conductividad eléctrica: se determinó potenciométricamente sobre el extracto de saturación de las muestras de suelo (Rhoades, 1982).

Nitrógeno total: se realizó según el método de Kjeldahl (Bremner y Mulvaney, 1982).

Fósforo extractable: se determinó según la metodología propuesta por Bray y Kurtz (1945).

Carbono orgánico total (COT): se evaluó utilizando el método de oxidación húmeda de Walkley y Black (Nelson y Sommers, 1982).

Carbono orgánico particulado: Para su cálculo se siguió la metodología propuesta por Cambardella & Elliott (1992).

No obstante, y dada las características de los suelos analizados, se realizaron previamente ensayos de ajuste de la metodología en cuanto al tiempo de agitado de la muestra, llegando a la conclusión que 12 h a 80 rpm era el tiempo adecuado y Cationes intercambiables: contenido de Ca y Mg por complexometría con EDTA, y de K y Na, por fotometría de llama.

Análisis estadístico

Para la situación de estudio se analizaron los datos obtenidos teniendo en cuenta los diferentes manejos para ambas profundidades (0-20 y 20-40 cm). Los datos fueron analizados mediante el programa INFOSTAT (2017) y para realizar los gráficos el programa IBM SPSS statistics. Para el análisis de los datos se utilizó el método de comparación de medias con el Test DGC ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Varianza: grado de ajuste, coeficiente de variación y valor de probabilidad.

Todas las propiedades químicas presentaron coeficientes de variación inferiores al 40% lo que nos indica una heterogeneidad de las muestras aceptable para realizar los análisis estadísticos (tabla 1). Superficialmente (0-20 cm), Ca, Mg y K no fueron variables sensibles al manejo en el uso del suelo. A mayor profundidad (20-40 cm), COPT, COPF, COPG, Na y K tampoco lo fueron (tabla 1). Los cationes enunciados presentaron valores normales para el requerimiento del cultivo de tabaco, lo que será analizado en detalle más adelante. La falta de diferencias entre tratamientos en el estrato más profundo para el COPT y las fracciones gruesa y fina del carbono orgánico particulado (COPG y COPF), muestra que el efecto de distintos manejos en la actividad tabacalera, se manifestó principalmente en el estrato superior.

Tabla 1. Análisis de varianza de las propiedades químicas para las profundidades de 0-20 cm (1) y 20-40 cm (2). Se presentan el grado de ajuste (R2), coeficiente de variación (CV) y valor de probabilidad (p).

Variables Profundidad	R2		CV		Valor p	
	1	2	1	2	1	2
pH	0,96	0,98	1,27	0,65	<0,001	<0,001
CE	0,86	0,82	11,86	15,01	<0,001	0,002
NT	0,95	0,67	12,13	14,45	<0,001	0,024
PE	0,70	0,81	35,33	32,39	0,018	0,003
COT	0,98	0,76	10,46	14,03	<0,001	0,007
COPT	0,96	0,24	13,39	21,32	<0,001	0,502
COPG	0,97	0,40	12,83	23,47	<0,001	0,233
COPF	0,90	0,30	18,31	21,30	<0,001	0,392
COA	0,85	0,79	15,90	16,25	0,001	0,005
Ca	0,40	0,64	16,08	8,88	0,233	0,035
Mg	0,50	0,79	18,08	9,69	0,122	0,004
Na	0,63	0,52	25,24	25,55	0,041	0,099
K	0,45	0,14	28,47	32,64	0,164	0,743

CE: conductividad eléctrica, NT: nitrógeno total, PE: fósforo extractable, COT: carbono orgánico total, COPT: carbono orgánico particulado total, COPG: carbono orgánico particulado grueso, COPF: carbono orgánico particulado fino, COA: carbono orgánico asociado, Ca: calcio, Mg: magnesio, Na: sodio, K: potasio.

Carbono orgánico total (COT) y sus fracciones COP y COA

En la tabla 2 se observa una reducción promedio del COT y NT superficiales del 66% y 57%, respectivamente, en relación al suelo de referencia, siendo TM el tratamiento más afectado por las labranzas. Similar comportamiento fue citado por Wingeyer et al., (2015). En este sentido, Ferrary Laguzzi et al. (2014) afirmaron que el laboreo intensivo del suelo aumenta la superficie que se expone al ataque microbiano y a su oxigenación, aumentando la tasa de mineralización de la materia orgánica, lo que conduce a una disminución en sus valores.

También se observa que de 0 a 20 cm las diferencias entre los tratamientos agrícolas se manifestaron en las formas más resistentes del carbono orgánico. De esta manera, tanto COT1 como COA1 fueron significativamente inferiores en TM respecto a TG y TV. Al comparar el manejo TV con TM y TG se puede observar una menor disminución de los valores de CO en profundidad (estrato de 20 a 40cm) principalmente de la fracción estable (COA), esto se lo atribuye al sistema de manejo TV en el que se incorporan los residuos de los cultivos en el suelo favoreciendo a los procesos de transformación del C y del N haciendo que ellos se distribuyan en profundidad de labranza. (Eiza et al., 2005), sin embargo los mejores valores de COT y COA en superficie se reflejan en el manejo TG debido al mayor volumen de residuos devueltos en el sistema, compensando de esta manera las

variaciones de CO en el suelo asociadas a las prácticas agrícolas (Janzen, 2006). Los valores más bajos en ambas profundidades fueron observados en el manejo TM, este comportamiento se lo atribuye a que cuanto más intenso y agresivo sea el laboreo, mayor será la disminución del nivel de CO en el suelo (Studdert & Echeverría, 2000).

Tabla 2. Valores promedio y desvío estándar para aquellas variables químicas que presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Tratamientos Variables	T	TM	TV	TG
NT 1 (%)	0,23 ± 0,02 b	0,08 ± 0,02 a	0,11 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 a
NT 2 (%)	0,12 ± 0,01 b	0,08 ± 0,02 a	0,11 ± 0,01 b	0,08 ± 0,02 a
COT 1 (%)	3,11 ± 0,23 c	0,82 ± 0,21 a	1,11 ± 0,06 b	1,21 ± 0,08 b
COT 2 (%)	1,25 ± 0,06 b	0,77 ± 0,21 a	1,03 ± 0,02 b	0,80 ± 0,16 a
COA 1(%)	1,48 ± 0,24 c	0,62 ± 0,19 a	0,93 ± 0,06 b	0,99 ± 0,08 b
COA 2(%)	1,06 ± 0,06 b	0,57 ± 0,21 a	0,88 ± 0,01 b	0,61 ± 0,13 a
PE 1(mg kg ⁻¹)	13 ± 2 a	54 ± 14,11 b	64,67 ± 16,56 b	44,33 ± 22,12 b
PE 2 (mg kg ⁻¹)	9 ± 1 a	61,33 ± 4,73 b	60,33 ± 21,08 b	29 ± 14,18 a
Mg2(Cmol ⁺ kg ⁻¹)	6,51 ± 0,40 c	5,12 ± 0,24 b	5,47 ± 0,9 b	4,2 ± 0,21a
Ca 2 (Cmol ⁺ kg ¹)	10,57± 0,58 b	10,18 ± 0,24 b	11,30 ± 1,43 b	8,62 ± 0,90 a

NT: nitrógeno total, COT: carbono orgánico total, COA: carbono orgánico asociado. PE: fósforo extractable.Ca: calcio, Mg: magnesio. 1: 0-20 cm, 2: 20-40 cm. T: situación testigo, TM: monocultivo de tabaco, TV: cultivo de tabaco con incorporación de verdeos, TG: cultivo de tabaco en rotación con gramíneas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Test DGC (p<0,05).

Las prácticas agrícolas disminuyeron en promedio entre un 82 % y un 89 % en los contenidos de COPT 1, COPG 1 y COPF 1 en relación a los suelos de referencia, estos resultados muestran que las fracciones lábiles del carbono orgánico fueron sensibles a la implementación de la actividad agrícola (figura 1). Esto coincide con Morón y Sawchick (2002), quienes resaltaron que el COPT refleja cambios en el contenido orgánico del suelo antes que el COT. Dicho comportamiento se debe a que el COT está constituido en su mayor parte por las fracciones orgánicas de ciclado más lento. Al contrastar los valores de los elementos constitutivos del COT de los diferentes sistemas de manejo agrícola se esperaba observar la mayor variación en las fracciones lábiles COP, como se observó en los suelos con bajo disturbio, esperando la mayor pérdida de esta fracción en el manejo más agresivo TM, sin embargo las mayores variaciones porcentuales entre las fracciones para cada sistema de manejo agrícola se presentaron en la fracción estable COA (figura 1), lo cual se puede explicar, debido a que son suelos que han sufrido una acentuada intensidad de laboreo producido por la labranza convencional y cuando esto ocurre afecta también a las fracciones más resistentes, es decir a las sustancias húmicas (Galantini & Rosell, 1997).

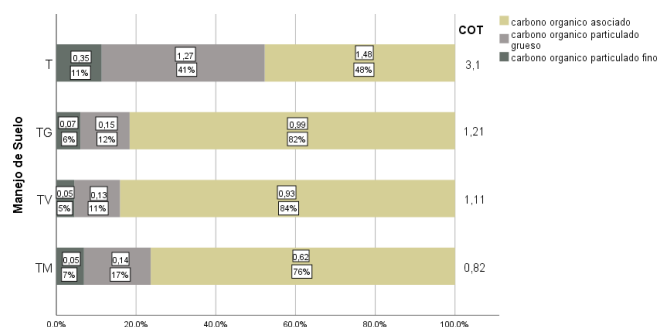


Figura 1. Variación porcentual constitutiva del Carbono Orgánico Total (COT) en las distintas situaciones de análisis, T: situación testigo y por efectos de distintas prácticas de manejo, TM: monocultivo de tabaco, TV: cultivo de tabaco con incorporación de verdeos, TG: cultivo de tabaco en rotación con gramíneas.

Potencial Hidrógeno (ph)

En cuanto al pH en la figura 2 se observa que para los tratamientos con respecto a los testigos para las distintas profundidades disminuye, resultados que coinciden con lo reportado por Snakin et al. (2001), no se observan diferencias significativas entre los diferentes manejos, en los primeros 20 cm se produce una disminución de pH para todos los sistemas de manejo agrícola, siendo más marcado el efecto acidificante en el sector superficial

en donde está más concentrada la MO, estos resultados obedecerían a la práctica de fertilización continua de los tratamientos agrícolas, realizada durante más de 30 años. La aplicación frecuente de fertilizantes, principalmente los nitrogenados, disminuye el pH del suelo (Liebig et al., 2002). Los H⁺ liberados reemplazan en el complejo de intercambio a los cationes (principalmente Ca²⁺ y Mg²⁺), los que a su vez pasan a la solución del suelo con posibilidad de lixivarse (Ballari, 2005). Sin embargo, los valores registrados de pH en el presente trabajo (6,35 a 6,38 en los suelos bajo cultivo) no serían limitantes para el crecimiento vegetal (Husson et al., 2018).

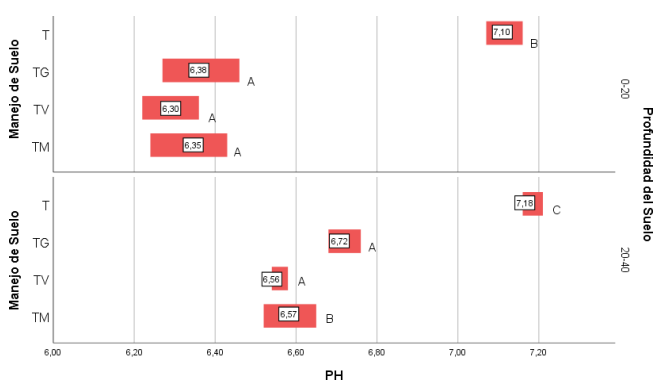


Figura 2. Rango de variación del Potencial Hidrogeno (Ph), a dos niveles de profundidad 0-20 y 20-40, en T: situación testigo y por efecto de distintas prácticas de manejo, TM: monocultivo de tabaco, TV: cultivo de tabaco con incorporación de verdes, TG: cultivo de tabaco en rotación con gramíneas.

Conductividad eléctrica. (CE)

La conductividad eléctrica de los sistemas de manejo muestra un aumento mayor del doble de esta variable, tanto en profundidad y en superficie que en sus respectivos estados iniciales (figura 3), en promedio se registraron aumentos del 103 % y 67 % en el estrato superior e inferior, respectivamente. Este comportamiento es atribuible al sistema de riego superficial implementado en la producción del tabaco en la zona bajo estudio, cuyas aguas presentan una calidad promedio C2S1 según Richards (1954), por lo tanto, si bien son aptas para el riego ya que presentan bajo contenido de sodio, tienen una salinidad media que a lo largo de los años pudo generar una acumulación de dichos excesos, ocasionando un aumento en la CE. No obstante, los valores de esta propiedad fueron inferiores a 2 dSm, no resultando ser un factor limitante para el desarrollo de este cultivo.

Similares resultados a los del presente trabajo reportaron Pérez Brandan & Huidobro (2011), en sistemas de monocultivo de tabaco para suelos del Valle de Lerma (provincia de Salta).

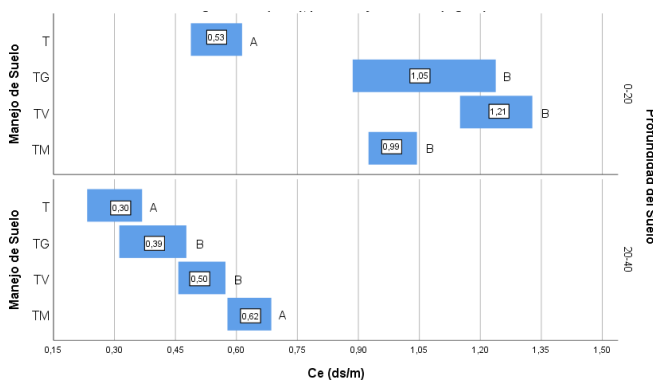


Figura 3. Rango de variación de la Conductividad Eléctrica (Ce), a dos niveles de profundidad 0- 20 y 20-40, en T: situación testigo y por efecto de distintas prácticas de manejo, TM: monocultivo de tabaco, TV: cultivo de tabaco con incorporación de verdes, TG: cultivo de tabaco en rotación con gramíneas.

Fósforo extractable (PE) y Cationes intercambiables (Ca, Mg y Na).

En la tabla 2 se puede observar que los lotes bajo agricultura en ambas profundidades produjeron un proceso de acumulación de PE con respecto a los de referencia. Esto se debe a los reiterados aportes de este elemento como fertilizante. Se han reportado concentraciones de este elemento entre 44 y 65 mg kg⁻¹, siendo el valor promedio de 54 mg kg⁻¹ en los suelos cultivados, destacando que estos en su condición natural para la región bajo estudio se caracterizan por tener un nivel bajo de P asimilable, menor a 13 mg kg⁻¹ (García, 2009). De esta manera, los niveles de PE observados en este estudio se incrementaron en cuatro veces respecto a los niveles naturales de este nutriente. No obstante, y aún con estas concentraciones elevadas, es común que se incorpore P en la fertilización de base. Similares resultados reportaron Arzeno et al. (2008), Pérez Brandan & Huidobro (2011) y Martínez Robaina (2018) en sistemas de producción de tabaco.

López-Lefebvre et al. (2002) señalaron que luego del potasio, el calcio es el elemento mineral de mayor demanda por parte del tabaco, y que el contenido de este elemento en la hoja curada puede estar entre el 1,5% y 2%. No obstante, los niveles de este elemento encontrados en los suelos bajo

cultivo, resultaron normales para el requerimiento nutricional del tabaco (Ballari, 2005).

En cuanto a la relación Ca y Mg se observan valores bajos en los diferentes sistemas agrícolas, presentando el de menor relación el TM (tabla 2), mostrando valores inferiores para el normal desarrollo del cultivo, esta relación es un indicador muy importante para el cultivo del tabaco, de su valor puede depender la calidad de la hoja y sobre todo la calidad de la ceniza (Layten y Nielsen, 1999).

CONCLUSIONES

El efecto de la actividad agrícola se refleja con mayor intensidad en el estrato superior, evidenciándose disminuciones en la fracción lábil (COPT) y estable (COA). El COT y COA fueron buenos indicadores que respondieron favorablemente a la inclusión de gramíneas o a la incorporación de abonos verdes en la rotación agrícola, mientras que a mayor profundidad solo hubo una respuesta positiva de estas variables en el tratamiento con abonos verdes. El COPT no fue un indicador sensible que permitiera diferenciar los distintos sistemas agrícolas evaluados. Se reportó una mayor pérdida del COA en TM respecto a los otros dos sistemas agrícolas TV y TG. Algunas variables químicas (pH, PE y CE) mostraron el efecto de la fertilización y/o del riego sobre el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, JE. & Ingram, J. (1989). The tropical soil biology and fertility programme, TSBF, C.A.B. Intern. (ed), Wallingford, p. 171.
- Arzeno, JL., Corvalán ER., Guardo, N y Sánchez DC. (2008). Residualidad del fósforo por fertilización en un suelo Ustocrepte Udico del Valle de Lerma, Salta. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis, p. 260.
- Ballari, MH. (2005). Tabaco Virginia: Aspectos ecofisiológicos de la nutrición en condiciones de cultivo. Editorial Alejandro Graziani, Córdoba, Argentina.
- Beltran, MJ., Sainz RH., Galantini, JA., Romaniuk, RI., & Barbieri, P. (2018). Cover crops in the Southeastern region of Buenos Aires, Argentina: effects on organic matter physical fractions and nutrient availability. *Environmental Earth Sciences*, 77(12): 428.
- Bray, RH. & Kurtz, LT. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59, 39-45.
- Bremner, JM. & Mulvaney, CS. (1982). Nitrogen total. In Page A.L. Ed. *Methods of soil Analysis. Part 2. 2nd Edition.* Madison, Wisc., American Society of Agronomy, pp. 595- 624. (Agronomy Series no. 9).
- Cabrera, CEA., Morejón, MYM. y Amaro, RE. (2013). Tecnologías de manejo sostenible de suelo en la cooperativa Jaime Vena, Pinar del Río. *Avances*, 15 (4): 400-409.
- Cambardella, CA & Elliott, ET. (1992). Particulate soil organic matter. Changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Collinet, J y Casariego, M. 1996. Rehabilitación de los suelos Volcánicos degradados utilizando abonos orgánicos, Cuenca del río Las Cañas-El Sal- vador. XLII Reunión del PCCMCA, 23:18 - 22.
- Dumansky, J., Ferry, E., Byerlee, D. & Pieri C. (1998). Performance indicators for sustainable agriculture. Washington. The World Bank.
- Eiza, MJ., Fioriti, N., Studdert, GA. y Echeverría, HE. (2005). Fracciones de carbono orgánico en la capa arable: efecto de los sistemas de cultivo y fertilización nitrogenada. *Ciencia del suelo*, 23(1), 59-67.
- Ferrary Laguzzi, F., Osinaga, R., Arzeno, JL., Becker, AR y Rodríguez, T. (2014). Fraccionamiento y mineralización de la materia orgánica en distintos sistemas de labranza en un inceptisol de Salta. *Ciencia del suelo*, 32(1): 63-72.
- Galantini, JA. y L. Suñer. (2008). Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *AGRISCIENTIA*, VOL XXV (1):41-55.
- Galantini, JA. & Rosell, RA, (1997). Organic fractions, N, P and S changes in a semiarid Haplustoll of Argentine under different crop sequence. *Soil Till Res* 42:221-228

- García, F., (2009). El manejo de los nutrientes. Bases y herramientas. Curso FUNDACREA. Buenos Aires, 29 de Septiembre de 2009. IPNI Cono Sur.
- Hernandez, A. (1980). Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelo. Academia de Ciencias. La Habana. Cuba.
- Husson, O., Brunet, A., Babre, D., Charpentier, H., Durand, M. & Sarthou, JP. (2018). Conservation Agriculture systems alter the electrical characteristics (Eh, pH and EC) of four soil types in France. *Soil Tillage Research*. 176: 57-68.
- INFOSTAT. 2017. InfoStat, versión 1.1. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Janzen, HH. (2006). The soil carbon dilemma: shall we hoard it or use it. *Soil Biol. Biochem.* 38: 419-424.
- Lal R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*. 7: 5875- 5895.
- Layten, D. & Nielsen MT. (1999). *Tobacco: Production, Chemistry and Technology*, Blackwell Science, USA, 467 pp.
- León González, Y., Cabrera, CE., Hernández, JM. y Cordero, PL. (2007). Introducción de cultivos alternantes y tecnologías de mejoramiento y conservación en un agroecosistema tabacalero de la CCS Tomás León. *Cuba Tabaco*. 8(1): 26-33.
- Liebig, MA., Varvel, GE., Doran, JW. & Wienhold, BJ. (2002). Crop sequence and nitrogen fertilization effects on soil properties in the western corn belt. *Soil Science Society of America Journal*. 66(2): 596-601.
- Llanes Hernández, JM., Cabrera Caicedo, E., Otero Martínez, A. y Domínguez Palacios, D. (2013). Asociación maíz frijol terciopelo alternante con tabaco en San Juan y Martínez. *Avances*. 15 (2): 211-217.
- López-Lefebvre, LR., Rivero, RM. García, PC. Sánchez, E. Ruiz, JM. & Romero, L. (2002). Boron effect on mineral nutrients of tobacco. *Journal of Plant Nutrition*. 25(3): 509-522.
- Manlay, R., Feller, C. & Swift, M. (2007). Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 119, 217-233.
- Martínez Robaina, AY., Febles González, JM., do Amaral Sobrinho, NM., Benítez Odio, M., Morejón García, M., Ruíz Sánchez, M., y Hernández Carballo, R. 2018. Alternancia de cultivos, su efecto sobre el suelo en zonas dedicadas a tabaco negro en Pinar del Río. *Centro Agrícola*. 45(1): 69-77.
- Morón, A. & Sawchik, J. (2002). Soil quality indicators in a longterm crop-pasture rotation experiment in Uruguay. Paper 1327. *Proceedings 17th World Congress of Soil Science. Symposium Nº 32. Bangkok, Tailandia.*
- Navarrete Segueda, A., Vela Correa, G., Lopez Blanco, J. y Rodríguez Gamiño, M. 2011. Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *Contactos*. 80: 29-37.
- Nelson, DW. & Sommers, LE. (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A L (Ed). *Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy. USA, Agronomy 9, pp. 539-579.*
- Pérez Brandán, C. y Huidobro, J. (2011). Efecto del monocultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sobre algunos parámetros biológicos en suelos del Valle de Lerma. *Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos. Mar del Plata, Buenos Aires. AR.*
- Quiroga A, y Funaro, D. (2004). *Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas. p.476.*
- Reicosky, DC. (2007). Carbon sequestration and environmental benefits from no-till systems. In: Goddard, T; M Zoebisch; Y Gan; W Ellis; A Watson & S Sombatpanit (eds.). *No-till farming systems. Special publication Nº 3 by The World Association of Soil and Water Conservation (WASWC).*

- Rhoades, JD.(1982). Soluble salts. Methods of soil analysis. Part, 2(2): 167-178.
- Richards, LA. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dep. Agric. Handb. No. 60.
- Six J., Callewaer, PS., Gregorich, L. & Paustian, K. (2002). Measuring and understanding carbon storage in afforested soils by physical fractionation. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1981-1987.
- Snakin, VV., Prisyazhnaya, AA., Kovacs-Lang, E., Korsunsky, AO. & Moskalenko, NA. (2001). In: Elsevier (Ed.), Soil Liquid Phase Composition. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Studdert, G. & Echverría, HE. (2000). Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 1496-1503.
- Torres, CG., Fernández, GS. y Yarade, LGD. 2019. Provincia de Jujuy. En: Manual de buenas prácticas de conservación del suelo y del agua en áreas de secano. Tomo I. R Casas & F. Damiano (eds). PROSA. FECIC. INTA. Pp: 443-474.
- Wingeyer, AB., Amado, TJ., Pérez-Bidegain, M., Studdert, GA., Varela, CHP., García, FO. y Karlen, DL. (2015). Impactos en la calidad del suelo de las prácticas agrícolas actuales de América del Sur. Sostenibilidad. 7 (2): 2213-2242.

